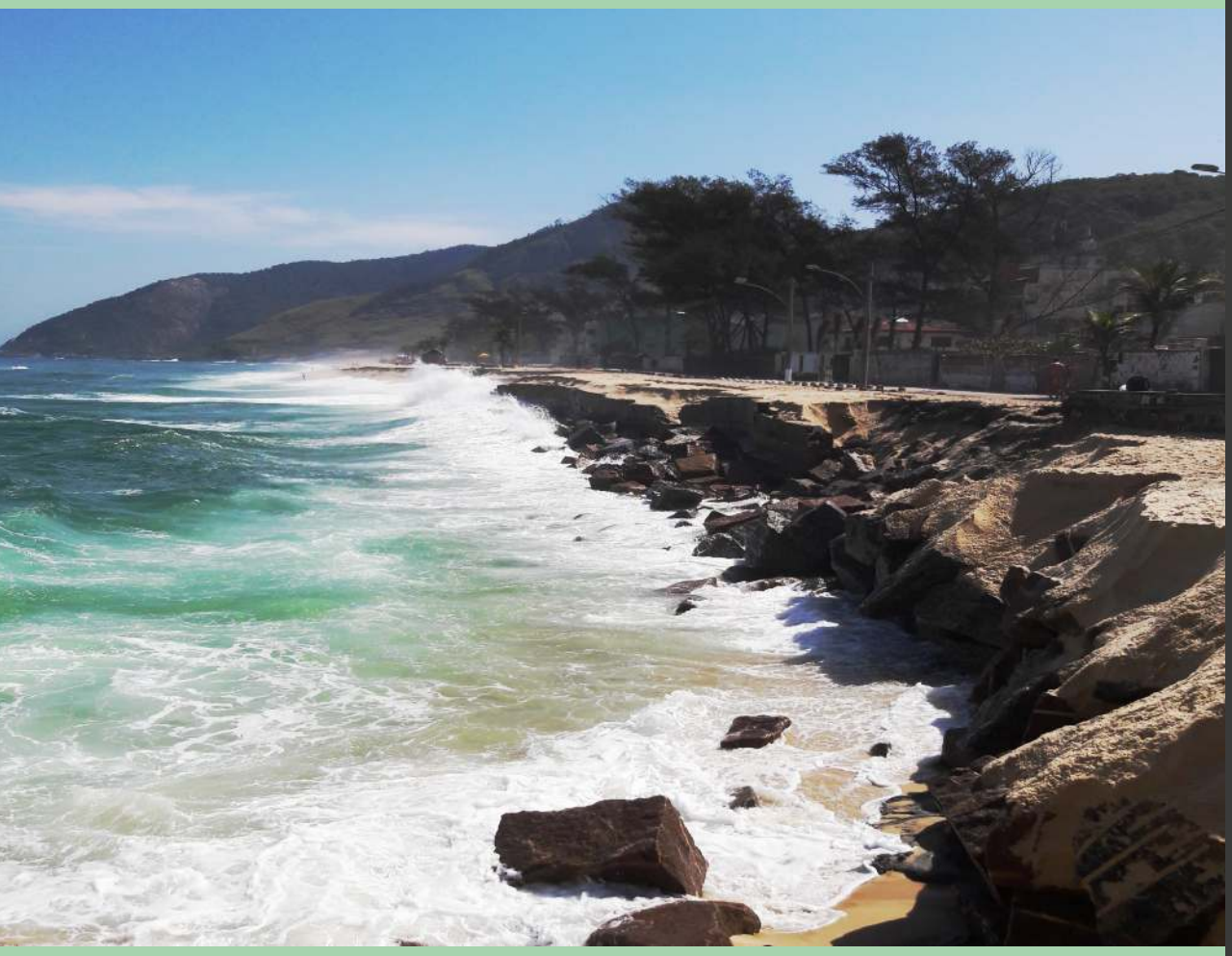
GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E MARINHAS: CONCEITOS E PRÁTICAS



Raquel Dezidério Souto
Organizadora

VOLUME II

GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E MARINHAS: CONCEITOS E PRÁTICAS

VOLUME 2

Iniciativa:
Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org

IVIDES.org

GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E MARINHAS: CONCEITOS E PRÁTICAS

VOLUME 2

Raquel Dezidério Souto
Organizadora

Rio de Janeiro
2022

IVIDES.org

Organizadora
Raquel Dezidério Souto (UFRJ)

Editora Chefe
Raquel Dezidério Souto (UFRJ)

Editor Assistente
Douglas Vieira da Silva (USP)

Foto de Capa
Raquel Dezidério Souto (UFRJ)
Erosão costeira na Praia da Macumba, Recreio dos Bandeirantes, RJ, Brasil (outubro de 2017).

Capa, Projeto gráfico e diagramação
Douglas Vieira da Silva (USP)

Prefácio
Daniel Suman (*University of Miami*)

Posfácio
Raquel Dezidério Souto (UFRJ)

Revisora Final
Raquel Dezidério Souto (UFRJ)

Comitê Editorial

Revisores(as)
Aichely Rodrigues da Silva (SEMED/Imperatriz, MA)
Alessandra Cristina da Silva Farias (UFC)
Arthur Costa Falcão Tavares (UFAL)
Celene Milanés Batista (*Universidad de La Costa*)
Elisabete de Santis Braga (USP)
Elisabeth Mary de Carvalho Baptista (UESPI)
Flávia Marisa Prado Saldanha-Correa (USP)
Flavia Moraes Lins de Barros (UFRJ)
Fransciso Arenhart da Veiga Lima (UFSC)
João Guzenski (Aquabio)
Jorge Luiz Silva Nunes (UFMA)
Kátia Torres Ribeiro (ICMBio)
Lidiane dos Santos Lima (CEMADEN/RJ e UFRJ)
Luciana Yokoyama Xavier (USP)
Mariana Clauzet (UFRJ)
Marinez Eymael Garcia Scherer (UFSC)
Neiva Barbalho de Morais (UFRJ)
Ricardo de Camargo (USP)
Silvio Roberto de Oliveira Filho (UFF)
Viviane Japiassú Viana (UVA)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas [livro eletrônico] : conceitos e práticas : volume II / organização Raquel Dezidério Souto. -- 1. ed. -- Rio de Janeiro : Ed. da Autora, 2022.
PDF.

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-00-47292-9

1. Administração 2. Conservação da natureza 3. Economia - Aspectos ambientais 4. Gestão ambiental 5. Meio ambiente 6. Planejamento estratégico 7. Sustentabilidade 8. Zonas costeiras e marinhas - Gestão I. Souto, Raquel Dezidério.

22-115387 CDD-333.72

Índices para catálogo sistemático:

1. Gestão ambiental : Conservação e proteção do meio ambiente : Economia 333.72

Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Edição da autora sob a licença **Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Sem Derivações 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)** - https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode. É permitida a cópia e redistribuição dessa obra em qualquer suporte ou formato, desde que mencionese a autoria. É permitido remixar, transformar ou criar a partir dessa obra, porém é vedada a distribuição do material modificado ou sua comercialização. É expressamente vedada a comercialização da obra na íntegra ou sua utilização em partes para fins comerciais.

Aviso legal: os textos assinados nesta obra, tanto no que diz respeito à linguagem como ao conteúdo, são de inteira responsabilidade dos autores convidados e não expressam, necessariamente, o pensamento dos organizadores. É permitido citar parte dos textos sem autorização prévia, desde que seja identificada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei n.° 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Autores

Alessandra Conde de Freitas (UFRJ)
Alessandra Pfuetzenreuter de Castro (UFSC)
Alexandre dos Santos (UFSC)
Alexandre Douglas Paro Tavares Ferreira (Ecowaves)
Aléxia Antonia Lessa da Costa (IEAPM)
Aline Cardinale de Araujo de Oliveira (USP)
Ana Margarida T. dos S. F. da Silva (Universidade de Aveiro)
Ana Paula Contador Packer (Embrapa)
Ana Paula Stein Santos (Univali)
André Inácio Teixeira Pedrosa (Universidade de Aveiro)
Anne Karoline de Oliveira (USP)
Aparecida Antonia Cristina Camolez (CETESB)
Bárbara Viana da Silva (UFSC)
Brenda Ramos Uliano (FURG)
Bruna de Ramos (UFPE)
Carlos Henrique Lemos Soares (UFSC)
Celia Regina de Gouveia Souza (IPA-SIMA/SP)
Cibele Rodrigues Costa (UFPE)
Claudia Condé Lamparelli (CETESB)
Cláudio Marcus Schmitz (SPU)
Claudinei Jose Rodrigues (ICMBio)
Daniel O. Suman (*University of Miami*)
Davide Franco (UFSC)
Deivdson Brito Gatto (Faculdade Estácio)
Denilson da Silva Bezerra (UFMA)
Denis Moledo de Souza Abessa (UNESP)
Denise Amazonas Pires (CETESB)
Djane Fonseca da Silva (ICAT/UFAL)
Douglas Vieira da Silva (USP)
Eduardo Barros Fagundes Netto (IEAPM e UFF)
Eduardo Manuel Rosa Bulhoes (UFF)
Fabio Contrera Xavier (IEAPM)
Fabíola de Souza Freitas (IME)
Fabricio Basilio de Almeida (UFSC)
Felipe Bazzo Tomé (CETESB)
Filomena Maria C. P. F. Martins (Universidade de Aveiro)
Francisco Arenhart da Veiga Lima (UFRGS)
Frederico da Encarnação Rodrigues (APMc)
Gabriela Cabrera (UNESP)
Gabriela Camboim Rockett (UFRGS)
Gabriela Decker Sardinha (UFSC)
Gabriela Ganguilhet (UFSC)
Gabiella Calixto Scelza (ICMBio)
Gilberto Caetano Manzoni (Univali)
Gisele Silva Barbosa (UFRJ)
Helena Cláudia da Cruz Albuquerque (Universidade Portucalense Infante D. Henrique)
Helena Mitiko Watanabe (CETESB)
Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida (UFAL)
Herlander da Mata Fernandes Lima (UNILA)
Iago Cardoso da Rosa Llantada (UFSC)
Icaro Aronovich da Cunha (FURG)
Isabela Keren Gregorio Kerber (UFSC)
Italo Oliveira Ferreira (UFV)
Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti (UFRPE)
João Luiz Nicolodi (FURG)
João Malavolta (Instituto Ecosurf)
José Gustavo Natorf de Abreu (Univali)
José Mauricio de Camargo (UFSC)
Juliana Nicolle Rebelo Barretto (GEF-Mar e ICMBio)
Karla Cristiane Pinto (CETESB)
Kátia Naomi Kuroshima (Univali)
Leticia Origi Fischer (FURG)
Lilian Sander Hoffmann (UFRGS)
Luana Carla Portz (*Universidad de La Costa*)
Luciana Haipek Mosolino Lerche (CETESB)
Manuela Muzzi de Abreu (ICMBio e GEF-Mar)
Marcelo Carneiro de Freitas (UFRB)
Marcelo Gomes da Silva (Embrapa)
Maria Carla Barreto Santos Martins (UFF)
Maria Christina Barbosa de Araujo (UFRN)
Maria do Carmo Carvalho (CETESB)
Maria do Socorro Saraiva Pinheiro (UFMA)
Mariana Paul de Souza Mattos (UFSC)
Marina Aires (UFF)
Marina Carrato Galuzzi da Silva (Instituto de Pesca)
Marinez Eymael Garcia Scherer (UFSC)
Marta Condé Lamparelli (CETESB)
Marta Ferreira de Lima de Cano (CETESB)
Maurício Duarte dos Santos (UPM)
Mauro Figueredo de Figueiredo (*University of Newcastle*)
Mauro Michelena Andrade (Univali)
Monica Ferreira da Costa (UFPE)
Murilo Minello (IFRJ)
Natália Ramos Corraini (UFSC)
Patrícia Hespanhol da Silva Fernandes (UFRJ)
Patricia Kazue Uda (UFSC)
Pedro Fernandes de Souza Neto (UFCG)
Priscilla Kern (UFSC)
Rafael Kuster Gonçalves (FURG)
Raquel Dezidério Souto (UFRJ)
Samanta da Costa Cristiano (UFSC)
Samia Alencar Araujo (IEAPM e UFF)
Simone Mendonça dos Santos (USP)
Tayná Batista Gomes (UFF)
Ubirajara Gonçalves de Melo Júnior (IEAPM e UFF)
Valdir do Amaral Vaz Manso (UFPE)
Valéria Gonçalves da Vinha (UFRJ)
Vitor Alberto de Souza (UFSC)
Viviane Rodrigues Barroso
Wedja de Oliveira Silva (UFAL)
Yagho Ferreira Ramos

"A diversidade é uma necessidade da vida, não apenas o seu condimento."
(Eugene P. Odum, *Fundamentos de Ecologia*, 2001, p. 411)

IVIDES.org

GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E MARINHAS: CONCEITOS E PRÁTICAS

APRESENTAÇÃO DO SEGUNDO VOLUME

Dra. Raquel Dezidério Souto

A série *Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas*, lançada em 2020 e, atualmente, em seu segundo volume, visa documentar e divulgar as pesquisas recentes em planejamento e gestão para a conservação de regiões costeiras e marinhas, tendo contemplado uma série de temas relacionados, tais como: redução de riscos e desastres, monitoramento e avaliação de parâmetros relacionados à poluição, novos arranjos institucionais e marcos legais para o gerenciamento costeiro integrado da zona costeira, turismo de base comunitária, pesca artesanal, maricultura sustentável, mapeamento participativo, bioindicadores e biomarcadores, preservação do patrimônio histórico e cultural, dentre outros.

A primeira parte da obra coletiva inclui os capítulos teóricos e a segunda parte, os relatos de experiências de pesquisa, escritos por pesquisadores e profissionais, filiados a diferentes instituições, tanto da Academia quanto da administração pública e do terceiro setor. O conjunto de textos do volume 2 da obra inclui a participação de 100 autores e de 20 revisores, que garantem a qualidade do conteúdo apresentado ao grande público. Dentre as filiações institucionais dos autores, encontram-se universidades e instituições públicas de terceiro grau - UFRJ, UFF, UFC, UFSC, UFMA, UFRB, UFRN, UFCG, UFRGS, UERJ, UFV, UNILA, USP, UFAL, Unesp, FURG, UFPE, UFRPE e IFRJ; universidades particulares - Estácio e Univali; universidades estrangeiras - Universidade de Aveiro (Portugal), Universidade Portucalense Infante D. Henrique (Portugal), *University of Miami* (EUA), *University of Newcastle* (Austrália) e *Universidad de La Costa* (Colômbia); instituições governamentais - Embrapa, Cemaden, SPU, Cetesb, Instituto de Pesca de Santos, IEAPM, ICMBio e GEF-Mar; além de organizações não governamentais, institutos particulares de pesquisa e empresas - Instituto Ecosurf, Ecowaves, Instituto APRENDER Ecologia e Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável (IVIDES.org).

Na Parte I da obra, *Conceitos*, o texto do capítulo de abertura, *Eventos atmosféricos em escala sinótica e sua influência sobre ambientes costeiros e mares de Plataforma Continental*, apresenta os conceitos relacionados à dinâmica física na interface oceano-atmosfera, com ilustrações sobre os principais processos associados; os textos *Turismo de base comunitária como possibilidade de geração de trabalho e complemento de renda em comunidades caiçaras* (capítulo 3), *Boa Viagem, Recife - Pernambuco: meu laboratório é a praia* (capítulo 4), *Geoconservação e gestão costeira: interfaces* (capítulo 10) e *A especificidade da gestão de recursos de uso comum nas Áreas de Proteção Ambiental: o caso da APA Costa dos Corais* (capítulo 11) tratam de aspectos relacionados ao turismo, em suas diferentes dimensões, apresentando sugestões de boas práticas de gestão. Os riscos associados aos desastres, sejam eles naturais ou decorrentes de atividades antrópicas (incluindo um tipo especial de risco, o risco tecnológico, ainda pouco contemplado na literatura científica brasileira), são tratados nos textos *Panorama de acidentes envolvendo o derramamento de hidrocarbonetos e derivados no mar* (capítulo 6), *Conceitos e abordagem metodológica utilizada em oficina de elaboração de plano de contingência: um importante instrumento voltado à educação para redução dos riscos de desastres* (ERRD) (capítulo 7), *Adaptação climática em regiões costeiras: uma abordagem conceitual a partir das ferramentas de gestão ambiental* (capítulo 8) e *Vulnerabilidade socioambiental ao risco tecnológico em cidades portuárias: um novo foco para a gestão costeira?* (capítulo 9). Os textos *Avaliação ambiental estratégica na zona portuária: critério para seleção de indicadores ambientais* (capítulo 2) e *Descarga de águas subterrâneas em lagunas costeiras* (capítulo 5) tratam da poluição em corpos hídricos, associada às atividades antropogênicas, apresentando sugestões de melhores práticas de gestão ambiental.

Na Parte II da obra, *Práticas*, a pesca e a maricultura são contemplados nos textos *Aspectos da Pesca Artesanal em Regiões Costeiras da Bahia* (capítulo 13), *Sustentabilidade na maricultura catarinense: avaliação biogeoquímica nos principais parques aquícolas* (capítulo 27) e *Conservação da Ictiofauna de teleósteos em área de mangue da zona costeira da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil* (capítulo 23); o monitoramento de parâmetros bioquímicos e o uso de bioindicadores, para diversas finalidades, é tratado nos textos *Uso de biomarcadores hematológicos de mugilídeos na avaliação da qualidade ambiental de bacias hidrográficas costeiras* (capítulo 15), *Avaliação de microalgas e do estado trófico em águas litorâneas do Estado de São Paulo* (capítulo 16), *Programas de monitoramento da balneabilidade de praias recreativas no Nordeste do Brasil* (capítulo 17), *Monitoramento da qualidade das águas costeiras do estado de São Paulo: metodologia, aplicações e desafios* (capítulo 20) e *Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) como suporte à produção de informações para gerenciamento de áreas costeiras. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica Ratones* (capítulo 29); a gestão de áreas portuárias e o risco associado à elevação do nível do mar são tratados nos textos *O nível médio do mar e seus impactos frente às mudanças climáticas em Alagoas-Brasil* (capítulo 12), *Desafios da gestão costeira frente à implementação de empreendimentos portuários: estudo de caso do terminal de Ponta Negra, Maricá/RJ* (capítulo 14) e *Derramamento de hidrocarbonetos na Zona Costeira: potencialidades e desafios da aplicação da gestão integrada de riscos em áreas portuárias* (capítulo 19); abordagens (tradicionais e novas) para a gestão de áreas costeiras são apresentadas nos textos *A Gestão Costeira no Brasil e uma análise do Projeto Orla em um município do Norte Fluminense* (capítulo 18), *A acústica submarina como ferramenta de monitoramento ambiental* (capítulo 21), *Prática educativa intergeracional para redução dos riscos e desastres hidrológicos da cidade de Maricá, RJ* (capítulo 22), *Cultura e identidade com ferramentas para potencializar processos educativos e de fortalecimento da participação social: estudo de caso da APA Costa dos Corais* (capítulo 24), *Gestão de praias marítimas brasileiras: municipalização, corresponsabilidade e adaptação* (capítulo 25), *Desafios e oportunidades para o desenvolvimento de turismo sustentável em lagunas costeiras: o caso de "Ria de Aveiro", Portugal* (capítulo 26) e *Reservas de Surf como ferramenta de governança costeira* (capítulo 28).

O segundo volume da obra mantém o seu caráter pedagógico, com textos a serem utilizados em sala de aula, em níveis de graduação e, especialmente, de pós-graduação. Mas constitui também um conjunto valioso de textos, que serve à gestão (seja ela, pública ou privada), com os detalhes acerca da legislação pertinente, os casos de sucesso, as potencialidades e os limites das abordagens, além dos enormes desafios atuais, a serem enfrentados pelos gestores e pelos demais profissionais, que atuam em áreas costeiras e marinhas. O livro ora apresentado não esgota os assuntos, servindo, no entanto, como guia útil para a tomada de decisão; e como ponto de partida, para aqueles que desejam se aprofundar nos temas contemplados. Com a publicação do livro, espera-se fomentar o pensamento crítico, a respeito das questões envolvidas na gestão e no planejamento de áreas costeiras e marinhas, além de dar visibilidade às pesquisas, realizadas no Brasil e em alguns países com grande tradição em estudos costeiros. Aproveitem a leitura!

IVIDES.org

SUMÁRIO

Prefácio
Daniel Suman xiii

Preface
Daniel Suman xvii

PARTE I - CONCEITOS

1 **Eventos atmosféricos em escala sinótica e sua influência sobre o ambiente costeiro e o mar de plataforma continental**
Douglas Vieira da Silva 23

2 **Avaliação ambiental estratégica na zona portuária: critério para seleção de indicadores ambientais**
Herlander Mata-Lima e Marina Carrato Galuzzi da Silva 43

3 **Turismo de base comunitária como possibilidade de geração de trabalho e complemento de renda em comunidades caiçaras**
Maria Carla Barreto Santos Martins e Patrícia Hespanhol da Silva Fernandes 51

4 **Boa Viagem, Recife - Pernambuco: meu laboratório é a praia**
Maria Christina Barbosa de Araújo, Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti e Monica Ferreira da Costa 69

5 **Descarga de águas subterrâneas em lagunas costeiras subtropicais**
Priscilla Kern, Davide Franco e Patricia Kazue Uda 87

6 **Panorama de acidentes envolvendo o derramamento de hidrocarbonetos e derivados no mar**
Marina Carrato Galuzzi da Silva e Herlander Mata-Lima 111

7 **Conceitos e abordagem metodológica utilizada em oficina de elaboração de plano de contingência: um importante instrumento voltado à educação para redução dos riscos e desastres (ERRD)**
Alessandra Conde de Freitas, Marina Aires e Gisele Silva Barbosa 125

8 **Adaptação baseada em ecossistemas em regiões costeiras: uma abordagem conceitual a partir de ferramentas de planejamento ambiental**
Simone Mendonça dos Santos, Célia Regina Gouveia de Souza, Aline Cardinale de Araújo de Oliveira e Anne Karoline de Oliveira 151

IVIDES.org

9 **Vulnerabilidade socioambiental ao risco tecnológico em cidades portuárias: um novo foco para a gestão costeira?**

Brenda Ramos Uliano e Ícaro Aronovich da Cunha 181

10 **Geoconservação e gestão costeira: interfaces**

Samanta da Costa Cristiano, Gabriela Camboim Rockett e Luana Portz 197

11 **Perspectivas para a governança policêntrica em áreas de proteção ambiental: O caso da APA Costa dos Corais**

Deivdson Brito Gatto e Valéria Gonçalves da Vinha 225

PARTE II - PRÁTICAS

12 **O nível médio do mar e seus impactos frente às mudanças climáticas em Alagoas-Brasil**

Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida, Ítalo Oliveira Ferreira, Valdir do Amaral Vaz Manso, Djane Fonseca da Silva, Wedja de Oliveira Silva, Pedro Fernandes de Souza Neto e Frederico da Encarnação Rodrigues 247

13 **Aspectos da pesca artesanal em regiões costeiras da Bahia**

Marcelo Carneiro de Freitas 269

14 **Desafios da gestão costeira frente à implementação de empreendimentos portuários: estudo de caso - terminais Ponta Negra, Maricá/RJ**

Marina Aires, Alessandra Conde de Freitas e Gisele Silva Barbosa 283

15 **Uso de biomarcadores hematológicos de mugilídeos na avaliação da qualidade ambiental de bacias hidrográficas costeiras**

Gabriela Ganguilhet, Claudinei José Rodrigues e Carlos Henrique Lemos Soares 307

16 **Avaliação de microalgas e do estado trófico em águas litorâneas do Estado de São Paulo**

Maria do Carmo Carvalho, Cláudia Condé Lamparelli, Denise Amazonas Pires, Helena Mitiko Watanabe, Luciana Haipek Mosolino Lerche e Marta Condé Lamparelli 329

17 **Programas de monitoramento da balneabilidade de praias recreativas no Nordeste do Brasil**

Cibele Rodrigues Costa e Monica Ferreira da Costa 351

IVIDES.org

18 **A gestão costeira no Brasil e uma análise do Projeto Orla em um município do Norte Fluminense**

Maria Carla Barreto Santos Martins, Eduardo Emanuel Rosa Bulhões e Tayná Batista Gomes 363

19 **Derramamento de hidrocarbonetos na Zona Costeira: potencialidades e desafios da aplicação da gestão integrada de riscos em áreas portuárias**

Marina Carrato Galuzzi da Silva e Herlander Mata-Lima 381

20 **Monitoramento da qualidade das águas costeiras do estado de São Paulo: metodologia, aplicações e desafios**

Claudia Condé Lamparelli, Aparecida Cristina Camolez, Felipe Bazzo Tomé, Marta Ferreira de Lima de Cano e Karla Cristiane Pinto 407

21 **A acústica submarina como ferramenta de monitoramento ambiental**

Murilo Minello, Viviane Rodrigues Barroso, Aléxia Antonia Lessa da Costa, Lilian Sander Hoffmann, Sâmia Alencar Araújo, Yagho Ferreira Ramos, Eduardo Barros Fagundes Netto, Fabio Contrera Xavier, Alexandre Douglas Paro e Ubirajara Gonçalves de Melo Júnior 433

22 **Prática educativa voltada à redução dos riscos e desastres hidrológicos da cidade de Maricá, RJ**

Alessandra Conde de Freitas e Fabíola de Souza Freitas 463

23 **Conservação da Ictiofauna de teleósteos em área de mangue da zona costeira da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil**

Maria do Socorro Saraiva Pinheiro e Denilson da Silva Bezerra 493

24 **A cultura como ferramenta para potencializar processos educativos e de fortalecimento da participação social em UC: estudo de caso da APA Costa dos Corais**

Gabriella Calixto Scelza, Manuela Muzzi de Abreu e Juliana Nicolle Rebelo Barretto 505

25 **Municipalização da gestão de praias marítimas brasileiras**

Samanta da Costa Cristiano, Alessandra Pfuetzenreuter, Bruna de Ramos, Cláudio Schmitz, Francisco Arenhart da Veiga Lima, Gabriela Sardinha, João Luiz Nicolodi, José Maurício de Camargo, Leticia Origi Fischer, Mariana Paul de Souza Mattos, Marinez Eymael Garcia Scherer, Meyriane de Mira Teixeira, Monica Ferreira da Costa, Natalia Ramos Corraini, Rafael Kuster Gonçalves,Isabela Keren Gregorio Kerber, Vítor Alberto de Souza e Bárbara Viana da Silva 533

IVIDES.org

26 **Desafios e oportunidades para o desenvolvimento de turismo sustentável em lagunas costeiras: o caso de "Ria de Aveiro", Portugal**

Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins, Helena Cláudia Cruz Albuquerque, André Inácio Teixeira Pedrosa e Ana Margarida Tavares dos Santos Ferreira da Silva 565

27 **Sustentabilidade na maricultura catarinense: avaliação biogeoquímica nos principais parques aquícolas**

Kátia Naomi Kuroshima, Gilberto Caetano Manzoni, Ana Paula Stein Santos, Jose Gustavo Natorf de Abreu, Mauro Michelena Andrade, Marcelo Gomes da Silva e Ana Paula Packer 587

28 **Reservas de Surf como ferramenta de governança costeira**

Denis Moledo de Souza Abessa, Gabriela Cabrera, Francisco Arenhart da Veiga Lima, Mauro Figueiredo, Mauricio Duarte dos Santos, João Malavolta, Fabricio Basilio de Almeida e Iago Cardoso da Rosa Llantada 607

29 **Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) como suporte à produção de informações para gerenciamento de áreas costeiras. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica Ratones**

Alexandre dos Santos, Patricia Kazue Uda, Claudinei J. Rodrigues e Priscilla Kern 635

Posfácio

Raquel Dezidério Souto 659

Bibliografia Completa 665

Equipe IVIDES.org 769

PREFÁCIO

Daniel Suman[1]

Esta publicação do IVIDES destaca a importância da proteção do ambiente marinho, dos efeitos adversos das mudanças climáticas, da pesca excessiva, da poluição por excesso de nutrientes e hidrocarbonetos, do desenvolvimento portuário, bem como, de outros fatores que são fonte de estresse. Vários capítulos abordam o turismo costeiro comunitário e o conceito inovador de reservas de *surf*. Claramente, os ambientes costeiros em todo o mundo estão experimentando uma perda significativa de *habitats* críticos e únicos, a redução da diversidade biológica marinha e costeira, a degradação dos estoques de peixes, devido às práticas de pesca insustentáveis. As mudanças climáticas impactam na acidificação dos oceanos, aumentando as temperaturas da superfície do mar; e o aumento do nível do mar acentuará estes impactos.

Mais do que nunca, devemos proteger nossos ambientes marinhos e costeiros das ameaças. O Oceano é nossa Mãe – não muito diferente do conceito indígena andino de *Pachamama* – e fornece inúmeros serviços culturais e ecossistêmicos, que são essenciais para nossa sobrevivência. As Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) são ferramentas essenciais para a conservação e proteção dos ambientes marinhos e costeiros. De acordo com a IUCN, as AMPs são zonas entremarés (~ litoral) ou submarés (~ sublitoral), incluindo a água sobrejacente, sua fauna e flora associadas, além das características históricas e culturais; e que foram designadas por lei, ou outro meio efetivo para proteger parte do (ou todo o) ambiente fechado, sob uma perpectiva de conservação de longo prazo.

O nível de proteção das AMPs varia grandemente. As AMPs Totalmente Protegidas (*Fully-Protected MPAs*) e as AMPs Altamente Protegidas (*Highly-Protected MPAs*), ambas, Reservas Marinhas (*Marine Reserves*); proíbem atividades extrativistas e destrutivas, tais como: a pesca, óleo & gás (e a extração mineral de modo geral) e a dragagem. As AMPs Levemente Protegidas (*Lightly-Protected MPAs*) podem permitir níveis controlados de atividades extrativistas, enquanto mantém os objetivos gerais de conservação. O Guia MPA (*MPA Guide*)[2] classifica as AMPs, de acordo com seu estágio de estabelecimento e nível de proteção[3]. Por exemplo, os estágios de estabelecimento variam de proposto (*proposed*), designado (*designated*), implementado (*implemented*), até o gerenciado ativamente (*actively-managed*). O nível de proteção aumenta de Minimamente Protegido (*Minimally-Protected*), Levemente Protegido (*Lightly-Protected*), Altamente Protegido (*Highly-Protected*), até Totalmente Protegido (*Fully-Protected*).

Existem evidências abundantes, demonstrando os benefícios ecológicos das AMPs Totalmente ou Altamente Protegidas (Reservas Marinhas). Dentro da AMP, a biomassa e a abundância da fauna marinha aumentam, os peixes crescem e atingem tamanhos bem maiores e a biodiversidade aumenta, à medida que as atividades destrutivas são eliminadas. As AMPs também são responsáveis pela exportação de larvas para as águas adjacentes, bem como, pela expansão da fauna marinha para além dos limites das AMPs. Se estiverem bem localizadas, as AMPs podem ser uma fonte de reposição para uma ampla região marinha e apoiar a pesca sustentável a longo prazo. Os benefícios

[1] Professor na *Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science*, Universidade de Miami, EUA. Tradução para o português: Dra. Raquel Dezidério Souto.

[2] https://mpa-guide.protectedplanet.net/

[3] GRORUD-COLVERT, K. *et al*. *The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean*. *Science*, v. 373, n. 6560, 10 set. 2021. Disponível em: https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.abf0861.

IVIDES.org

socioeconômicos das AMPs podem incluir a redução de conflitos, devido à separação de usos incompatíveis; pela proteção dos usos culturais tradicionais; e pela promoção de usos não extrativistas, como a recreação e o turismo comunitário, a educação ambiental e a pesquisa científica (já que as AMPs Totalmente Protegidas podem servir como controles, no exame de impactos humanos).

A seleção do local da AMP deve se basear principalmente na Ciência e, posteriormente, pode ser alterada por considerações socioeconômicas. O conhecimento ecológico tradicional pode auxiliar a criação de AMP e ser essencial para a aceitação por parte dos usuários locais. Os principais locais para as AMPs são locais de desova, gargalos de migração, *habitats* críticos para espécies ameaçadas ou em risco de extinção, centros de endemismo, áreas de alta diversidade biológica (*hotspots* de biodiversidade marinha), um conjunto de locais que representa a diversidade biogeográfica de regiões costeiras e marinhas de uma nação (habitats representativos), bem como, áreas altamente vulneráveis a impactos antrópicos. A pesquisa ativa concentra-se em redes de AMPs em locais específicos, que se apóiam e se complementam em suas funções.

As duas últimas décadas testemunharam uma evolução significativa na compreensão global da importância das AMPs e da sua aceitação e implementação em nível nacional. Em 2000, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas (ONU) recomendaram que 10% do Oceano Global fosse classificado como AMP até 2010, mas não alcançamos essa meta. Em 2010, em Nagoya, Japão, a COP-10 da Convenção sobre a Diversidade Biológica adotou a Meta 11 de Aichi. Essa meta exigia que, pelo menos, 10% das áreas costeiras e marinhas, especialmente, as áreas de particular importância para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, fossem conservadas até 2020, por meio de sistemas de áreas protegidas bem conectados, geridos de forma eficaz e equitativa, ecologicamente representativos; e outras medidas eficazes de conservação, baseadas na área. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14.5 da ONU recomendou às nações conservarem, pelo menos, 10% de suas áreas costeiras e marinhas até 2020, de acordo com as leis nacionais e internacionais; e com base nas melhores informações científicas disponíveis. Entretanto, também não atingimos essa meta de 10% até 2020.

Apesar de nosso fracasso global em atingir com sucesso esses objetivos grandiosos, a comunidade internacional fez progressos significativos. Hoje, existem quase 18 mil AMPs em todo o mundo, cobrindo quase 29.000.000 km^2. Estes espaços marinhos protegidos cobrem cerca de 7,92% do Oceano Global. Um exame mais atento da localização dessas áreas indica que a maioria está próxima da costa, em águas sob jurisdição nacional (águas interiores, mares territoriais, zonas econômicas exclusivas). Cerca de 39% do Oceano Global são “águas nacionais” (*national waters*), enquanto 61% estão incluídos em "áreas além da jurisdição nacional" (*areas beyond national jurisdiction*, ABNJ). Atualmente, cerca de 18,48% das águas nacionais são AMPs, enquanto apenas 1,18% das ABNJ são protegidas como AMPs[4].

O Brasil também fez progressos significativos na designação de AMPs. Hoje, mais de 26% das águas nacionais do Brasil possuem designação de AMP (971.611 km^2 de 3.677.664 km^2 da área marinha total). A porcentagem de águas nacionais protegidas está entre as mais altas dos países da América Latina[5].

PAÍS	PORCENTAGEM DE ÁGUAS MARINHAS TOTALMENTE PROTEGIDAS (*FULLY-PROTECTED*)	PORCENTAGEM DE ÁGUAS MARINHAS DESTINADAS A AMPs
Argentina	11	44
Brasil	3,3	26
Chile	12	14
Colômbia	3,8	13
Costa Rica	0,3	2,7
Cuba	0	4,1
Equador	4,2	13
México	4,7	22
Panamá	0,3	11

Elaboração própria.

[4] *Protected Planet*. https://www.protectedplanet.net/country/BRA. Acesso em: 18 jan. 2022.

[5] *MPA Atlas*. https://mpatlas.org. Acesso em: 18 jan. 2022.

IVIDES.org

No entanto, uma análise mais detalhada dos dados sugere que há espaço para melhorias. O Atlas AMP (*MPA Atlas*) reporta que 3,3% das águas nacionais brasileiras (119.654 km^2) são AMPs Totalmente Protegidas ou Altamente Protegidas, enquanto 23% (851.957 km^2) são menos protegidas. Para muitas áreas, faltam planos de manejo ou o efetivo planejamento dos mesmos, há escassez de suporte financeiro e de pessoal técnico.

Além disso, uma porcentagem significativa das AMPs no Brasil está muito distante do continente e circunda pequenas ilhas. Por exemplo, a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Trindade e Martim Vaz, designada por lei, em 2018, tem uma área de 403.848 km^2 e representa cerca de 47% da cobertura por AMP nacional, enquanto a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, também designada por lei, em 2018, estende-se por cerca de 384.562 km^2 (ou quase 45% da área de AMP nacional)[2]. Duas AMPs Altamente Protegidas (Monumento Natural das Ilhas de Trindade e Martim Vaz e do Monte Columbia; Monumento Natural do Arquipélago de São Pedro e São Paulo) estão localizadas dentro dessas duas grandes AMPs. Em suma, cerca de 92% das áreas de AMP no Brasil encontram-se nesses grandes sítios, a uma grande distância do continente. Várias AMPs conhecidas (Reserva Biológica do Atol das Rocas, Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Fernando de Noronha) têm um nível de gestão mais alto, mas são pequenas e, claro, apresentam seus próprios desafios de gestão.

Os próximos passos para a conservação marinha brasileira são claramente a criação de mais AMPs, com base em critérios científicos, enfatizando prioridades para estratégias de conservação, particularmente, AMPs Totalmente e Altamente Protegidas[6]. AMPs adicionais devem ser designadas mais próximas da costa, em um plano nacional bem concebido, que proteja a heterogeneidade biogeográfica dos *habitats* costeiros e marinhos do Brasil, desde a Costa Equatorial Amazônica, no norte, até a costa do extremo sul. O objetivo deve ser a gestão ativa da AMP – com níveis adequados de suporte financeiro, de pessoal e de equipamentos; com planos de manejo implementados; com a participação de usuários de recursos locais (em regimes de co-gestão); e com a coordenação entre as AMPs e os planos de gestão costeira.

No nível internacional, estamos vendo um consenso crescente sobre a necessidade de maior proteção espacial do Oceano Global. Espera-se que o Quadro Global de Biodiversidade Pós-2020 seja apoiado pelos representantes dos países na COP-15 da Convenção sobre Diversidade Biológica, a ser realizada ao final de 2022, em Montreal (Canadá). A Estrutura propõe 21 metas para ação urgente antes de 2030. A Meta 3 define a proteção de 30% das áreas marinhas globais, por meio de AMPs ou outras medidas efetivas de conservação baseadas em área, até 2030. Esta iniciativa é conhecida como “30 por 30” e está ganhando cada vez mais apoio de muitas nações. Além disso, as negociações contínuas em torno de um novo tratado internacional sobre a Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade Marinha em Áreas Além da Jurisdição Nacional (Acordo BBNJ) estão discutindo maneiras de simplificar a designação de AMPs em alto mar, que estão atualmente sub-representadas nas áreas de AMPs.

Os esforços crescentes do Brasil para designar AMPs, combinados com iniciativas internacionais, levarão ao aumento da conservação do Oceano Global, de modo a melhorar a conservação e a resiliência diante das mudanças climáticas globais e do aumento das atividades humanas que estão degradando o ambiente marinho.

[6] Para uma discussão a respeito de planejamento estratégico para conservação, ver: Magris *et al*. (2021). *A blueprint for securing Brazil's marine biodiversity and supporting the achievement of global conservation goals. Diversity and Distributions*, v. 27, p. 198–215.

IVIDES.org

DOI 10.5281/zenodo.6672773

PREFACE

Daniel Suman[1]

This welcomed publication from IVIDES highlights the importance of protection of the marine environment from the adverse effects of climate change, overfishing, pollution from excess nutrients and hydrocarbons, port development, as well as other stressors. Several chapters touch on community-based coastal tourism and the innovative concept of surf reserves. Clearly, coastal environments throughout the world are experiencing significant loss of critical and unique habitats, reduction of marine and coastal biological diversity, degradation of fish stocks due to unsustainable fishing practices. Climate change impacts of ocean acidification, increasing sea surface temperatures, and sea level rise will accentuate these impacts.

More than ever, we must protect our marine and coastal environments from the onslaught of threats. The Ocean is our Mother – not dissimilar to the indigenous Andean concept of Pachamama – and provides numerous cultural and ecosystem services that are essential for our survival. Marine Protected Areas (MPAs) are an essential tool for conservation and protection of marine and coastal environments. According to the IUCN, Marine Protected Areas are intertidal or subtidal areas, together with overlying water and associated flora, fauna, historical and cultural features, which have been designated by law or other effective means to protect part of or all the enclosed environment for long-term conservation.

The level of protection of MPAs varies greatly. Fully-Protected or Highly-Protected MPAs (also known as “Marine Reserves”) prohibit extractive and destructive activities, such as fishing; oil and gas, and mineral extraction; and dredging. Lightly-Protected MPAs may allow controlled levels of extractive activities while still maintaining overarching conservation goals. *The MPA Guide*[2] classifies MPAs according to their stage of establishment and level of protection[3]. For example, stages of establishment range from proposed, designated, implemented, to actively-managed. Level of protection increases from Minimally-Protected, Lightly-Protected, Highly-Protected to Fully-Protected.

Abundant evidence exists demonstrating the ecological benefits of Fully- or Highly-Protected MPAs (Marine Reserves). Inside the MPA, the biomass and abundance of marine fauna increase, fish grow to larger sizes, and biodiversity increases as destructive activities are eliminated. MPAs are also responsible for larval export to adjacent waters, as well as density-dependent spillover of marine fauna outside the MPA boundaries. If they are sited well, MPAs may be a source of replenishment for a larger marine region and support long-term sustainable fisheries. Socio-economic benefits of MPAs may include conflict reduction due to the separation of incompatible uses; protection of traditional cultural uses; and promotion of non-extractive uses, such as recreation and community-based tourism, environmental education, and scientific research (as Fully-Protected MPAs may serve as controls in the examination of human impacts).

MPA site selection should primarily be based on science, and subsequently, may be altered by socio-economic considerations. Local and traditional ecological knowledge can support MPA creation and be essential for acceptance by local resource users. Prime sites for MPAs are spawning aggregation sites, migration bottlenecks, critical habitats for endangered and threat-

[1] Professor of the *Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science*, *University of Miami*, USA.

[2] https://mpa-guide.protectedplanet.net/

[3] GRORUD-COLVERT, K. *et al*. The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean. Science, v. 373, n. 6560, 10 set. 2021. Disponível em: https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.abf0861.

ened species, centers of endemism, areas of high biological diversity (marine biodiversity hotspots), a suite of sites that represent the biogeographical diversity of a nation´s marine and coastal regions (representative habitats), as well as areas that are highly vulnerable to anthropogenic impacts. Active research focusses on networks of MPAs with individual sites that support and complement each other in their functions.

The past two decades have witnessed a significant evolution in the global understanding of the importance of MPAs and of their acceptance and implementation at national levels. In 2000, the UN Millennium Development Goals called for 10% of the Global Ocean to be classified as an MPA by 2010, but we did not meet this goal. In 2010 in Nagoya, Japan, the COP-10 of the Convention on Biological Diversity adopted the Aichi Biodiversity Target 11. This target called for at least 10% of coastal and marine areas, especially areas of particular importance for biodiversity and ecosystem services, to be conserved by 2020 through effectively and equitably managed, ecologically representative, and well-connected systems of protected areas and other effective area-based conservation measures. The UN Sustainable Development Goal 14.5 urged nations by 2020 to conserve at least 10 per cent of coastal and marine areas, consistent with national and international law and based on the best available scientific information. However, neither did we meet this 10% goal by 2020.

Despite our global failure to successfully meet these lofty goals, the international community has made significant progress. Today there are almost 18,000 MPAs worldwide covering almost 29,000,000 km^2. These protected marine spaces cover about 7.92% of the Global Ocean. A closer examination of the location of these areas indicates that most are close to shore in waters under national jurisdiction (internal waters, territorial seas, exclusive economic zones). Some 39% of the Global Ocean is “national waters”, while 61% is included in “areas beyond national jurisdiction” (ABNJ). Currently, about 18.48% of national waters are designated MPAs, while merely 1.18% of ABNJ is protected as MPAs[4].

Brazil has also made significant progress in MPA designation. Today over 26% of Brazil´s national waters enjoy MPA designation (971,611 km^2 out of 3,677,664 km^2 total marine area). The percentage of national waters protected is among the highest of Latin American countries[5].

However, closer examination of the data suggests that there is room for improvement. The *MPA Atlas* reports that 3.3% of Brazilian national waters (119,654 km^2) are Fully-Protected or Highly-Protected MPAs, while 23% (851,957 km^2) are less protected[4]. Many areas lack management plans or effective implementation of them, are poorly financed, and have minimal presence of personnel.

COUNTRY	PERCENTAGE OF MARINE WATERS FULLY-PROTECTED	PERCENTAGE OF MARINE WATERS DESIGNATED MPAS
Argentina	11	44
Brazil	3,3	26
Chile	12	14
Colombia	3,8	13
Costa Rica	0,3	2,7
Cuba	0	4,1
Ecuador	4,2	13
Mexico	4,7	22
Panama	0,3	11

Self elaboration.

[4] Protected Planet. https://www.protectedplanet.net/country/BRA. (Last accessed on January 18, 2022).

[5] MPA Atlas. https://mpatlas.org. (Last accessed on January 18, 2022).

IVIDES.org

In addition, a significant percentage of MPA areas in Brazil is very far from the mainland and surrounds small islands. For example, the *Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Trindade e Martim Vaz*, designated in 2018, has an area of 403,848 km^2 and accounts for about 47% of the national MPA coverage, while the *Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de São Pedro e São Paulo*, also designated in 2018, extends some 384,562 km^2 or almost another 45% of national MPA area[2]. Two Highly-Protected MPAs *(Monumento Natural das Ilhas de Trindade Martim Vaz e do Monte Columbia*; *Monumento Natural do Arquipélago de São Pedro e São Paulo*) are located within these two large MPAs. In short, about 92% of MPA areas in Brazil are found in these large sites at great distance from the mainland. Several well-known MPAs (*Reserva Biológica Atol das Rocas*, *Parque Nacional Marinho dos Abrolhos*, *Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Fernando de Noronha*) have a higher level of management, but they are small, and of course, not without their own management challenges.

The next steps for Brazilian marine conservation clearly are the creation of more MPAs based on scientific criteria emphasizing strategic conservation priorities, particularly Fully- and Highly-Protected MPAs[6]. Additional MPAs should be designated closer to the coast in a well-conceived national plan that protects the biogeographic heterogeneity of Brazil's coastal and marine habitats from the Amazon Equatorial Coast in the north to the far southern coast. The goal must be active MPA management – with appropriate levels of financial support, personnel and equipment; implemented management plans; participation of local resource users in co-management regimes; and coordination of MPAs with coastal management plans.

At the international level, we are seeing increasing consensus on the need for greater spatial protection of the Global Ocean. Hopefully, the Post-2020 Global Biodiversity Framework will be supported by Country Representatives at the COP-15 of the Convention on Biological Diversity to be celebrated in Montreal, Canada in late 2022. The Framework proposes 21 targets for urgent action before 2030. Target 3 has a conservation goal of protecting 30% of the global sea areas through MPAs or other effective area-based conservation measures by 2030. This initiative is known as “30 by 30” and is gaining increasing support from many nations. In addition, the continuing negotiations surrounding a new international treaty on the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity in Areas Beyond National Jurisdiction (BBNJ Agreement) are discussing ways to simplify MPA designation on the High Seas which are currently under-represented in MPA areas.

Brazil´s increasing efforts to designate MPAs, combined with international initiatives, will led to improved conservation of the Global Ocean in ways that can improve conservation and resiliency in the face of global climate change and increasing human activities that are degrading the marine environment.

[6] For a discussion of strategic conservation planning, see Magris *et al.* (2021). A blueprint for securing Brazil's marine biodiversity and supporting the achievement of global conservation goals. Diversity and Distributions, v. 27, p. 198–215.

IVIDES.org

PARTE I

CONCEITOS

DOI 10.5281/zenodo.6676260

1 EVENTOS ATMOSFÉRICOS EM ESCALA SINÓTICA E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O AMBIENTE COSTEIRO E O MAR DE PLATAFORMA CONTINENTAL

Douglas Vieira da Silva

O oceano e a atmosfera interagem por diversos mecanismos físicos: por trocas de *momentum*, transferência de calor e por trocas de massa, a partir da superfície do mar. Nos ambientes de plataforma continental e mares costeiros, esses mecanismos ocorrem em uma escala de tempo e espaço muito menor do que as do oceano exterior. Isso ocorre em virtude do menor volume de água que ocupa esses ambientes. Transições de tempo sobre ambientes rasos podem causar mudanças abruptas na condição de mar, como alterações no nível do mar, na agitação e na temperatura da água. Neste caso, os eventos sinóticos (um conjunto de perturbações que ocorrem na atmosfera, como sistemas frontais, ciclones e tempestades) acarretam impactos de grande interesse para a gestão da zona costeira. Neste capítulo, serão sumarizados os principais processos da escala sinótica que atuam sobre os ambientes costeiros, sobretudo aqueles que alteram o estado do mar de plataforma continental. Destaque é dado aos fenômenos com alta relevância para a gestão costeira. A primeira sessão apresenta as características da escala sinótica para a circulação oceânica e atmosférica. A segunda sessão trata dos mecanismos fundamentais de interação ar-mar. A terceira seção especifica a dinâmica dos sistemas sinóticos. Por fim, a quarta sessão discute a resposta dos ambientes de plataforma às mudanças nas condições de tempo.

1 - AS ESCALAS DE INTERAÇÃO ENTRE O OCEANO E A ATMOSFERA

O oceano e a atmosfera compartilham algumas similaridades do ponto de vista dinâmico, sendo denominados de fluídos geofísicos. Como fluídos, estão sujeitos ao mesmos mecanismos dinâmicos que forçam a sua circulação. E como fluídos geofísicos, apresentam como características a influência da rotação da Terra e um campo com estratificação vertical (PEDLOSKY, 1987). Essas duas características são os principais fatores que ditam os regimes de circulação do oceano e da atmosfera. Além da circulação, fica evidente que os processos de interação entre esses dois fluidos ocorre através de mudanças em suas variáveis de estado. Variáveis de estado, como temperatura, densidade ou salinidade, se alteram tanto por processos dinâmicos quanto processos termodinâmicos (TSONIS, 2002) A interface formada pela superfície do mar em contato com a base da atmosfera configura-se como o meio pelo qual os dois fluídos interagem e alteram suas variáveis de estado, além dos processos intrínsecos de cada um. O conjunto desses processos é referido como *leis de transferência* e contemplam as trocas de *momentum*, de massa e de energia através da superfície do mar (CSANADY, 2001)Esses processos são irreversíveis e encontram-se associados a diferentes escalas espaciais e temporais, que se manifestam em fenômenos distintos, acoplados ao oceano e à atmosfera.

Para classificar os fenômenos que ocorrem no oceano e na atmosfera, usam-se escalas características de comprimento e de tempo. Considerações sobre a natureza do processo dinâmico dos fenômenos podem ser aplicadas, mas, para o propósito deste capítulo, podemos considerar a seguinte divisão: processos de microescala, processos de mesoescala e processos de grande escala. A Figura 1 classifica alguns fenômenos recorrentes no oceano (azul) e na atmosfera (verde) segundo as suas escalas (ORLANSKI, 1975; TALLEY, 2011). Na microescala, é onde ocorrem os processos associados com as leis de transferência, como a formação de ondas na superfície do oceano, a partir do atrito do vento; isto é, a transferência de *momentum* da atmosfera para a água. A difusão de gases da atmosfera para a água do mar, que ocorre a partir da turbulência que promove a formação de bolhas de ar, favorecendo a difusão dos gases para a água. Já os fenômenos de mesoescala estão relacionados com a formação de sistemas de tempo e de correntes oceânicas, formados a partir de gradientes de pressão e por perturbações da circulação média. E, por último, dentro da grande escala, encontram-se os processos climáticos de baixa frequência - como a formação da circulação termohalina e os modos climáticos da atmosfera, que podem alterar as células globais de circulação (HOLTON, 2004).

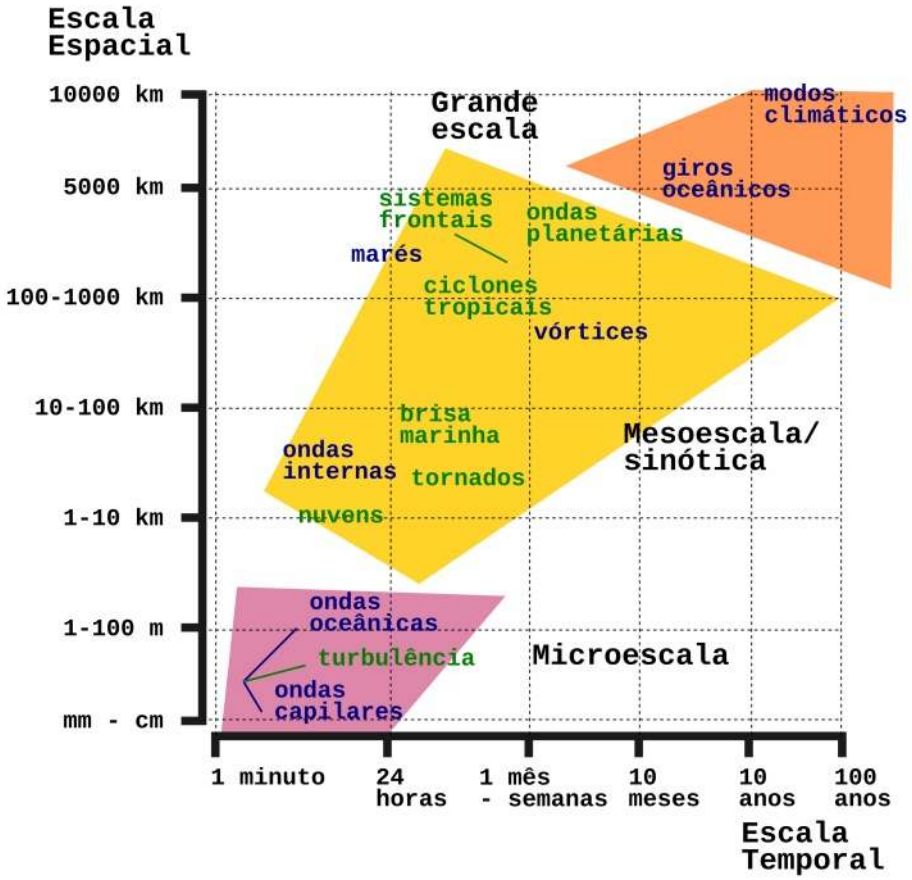


Figura 1 - Principais fenômenos que ocorrem nos oceanos (em azul) e na atmosfera (em verde). O sombreamento distingue os fenômenos de micro, meso e grande escalas, de acordo com suas escalas características de comprimento (eixo vertical) e de tempo (eixo horizontal).

Outro aspecto da Figura 1 é a organização das escalas segundo critérios dinâmicos. Os fenômenos da atmosfera no domínio da escala sinótica podem ser subdivididos, de acordo com a influência da rotação da Terra (PARKER, 2015), em subcategorias de escala: a escala meso − α, da ordem de 200 a 2000 km, típica de sistemas frontais; a escala meso − β, da ordem de 20 a 200km, como sistemas convectivos; e a meso − γ, que varia de 2 a 20km, associada com células de cumulunimbus. No caso do oceano, a divisão mais usual se restringe às categorias de mesoescala e submesoescala, mas segue esse mesmo critério de sensitividade dos fenômenos à rotação da Terra. Para avaliar o papel da rotação, podem ser utilizadas as escalas características do movimento, isto é, a ordem de grandeza típica. O número de Rossby (R_o) é então definido como uma razão adimensional, entre a aceleração do fluído e a aceleração aparente (imposta pela rotação da Terra, ou aceleração de Coriolis):

IVIDES.org

$$R_o = \frac{\text{aceleração do fluído}}{\text{aceleração de Coriolis}}$$

Usando as escalas características para expressar esses termos de aceleração, segue-se com a seguinte expressão:

$$R_o = \frac{U/T}{fU}$$

O parâmetro de Coriolis (f) depende da latitude e possui unidade s^{-1}. Sendo U a escala característica da velocidade do fluído e T, a escala de tempo. Entretanto, T pode ser expresso como escala de tempo advectiva, usando a razão entre a escala de comprimento horizontal L e U, permitindo simplificar R_o para:

$$R_o = \frac{U/(L/U)}{fU} = \frac{U}{fL}$$

Essa razão está comparando essencialmente a aceleração inercial do fluído com a da rotação da Terra. Quando U é muito maior que fL, a rotação da Terra exerce pouca influência sobre o movimento do fluído e, assim, $R_o >> 1$. Por outro lado, para movimentos com U pequeno, a rotação da Terra passa a influenciar o fluído e os valores passam a $R_o << 1$. Além da velocidade e escala horizontal do movimento, a estratificação vertical (que trata da presença de intensos gradientes de densidade no interior do fluído) também é afetada pela rotação da Terra. E isso é avaliado a partir do Raio Interno de Deformação de Rossby (R_D):

$$R_D = \frac{\sqrt{g'D}}{f}$$

Onde g′ é a gravidade reduzida, que leva em conta a diferença de densidade entre camadas do fluido com densidades diferentes, enquanto D é a profundidade da camada de fluído com uma densidade constante. Diferente de R_o, a razão R_D possui dimensão de comprimento e representa a escala de comprimento mínima para que o movimento seja influenciado pela rotação de Terra.

A escala sinótica, estando contida dentro do domínio de mesoescala, pode ser entendida ainda, sob o ponto de vista do balanço de energia (ou cascata energética). Orlanski (1975) apresenta uma base fundamental para a divisão das escalas de fenômenos da atmosfera e é referenciado aqui devido à sua importância na racionalização dessas subdivisões. Acompanhando os fenômenos da Figura 1, a grande escala representa o principal sorvedouro de energia, com as escalas subsequentes representado processos que drenam energia desse sorvedouro principal. E, por fim, a cascata de energia se fecha a partir dos processos de pequena escala, que introduzem mais energia aos processos de grande escala (HOLTON, 2004).

Do ponto de vista prático, fenômenos sinóticos foram primeiramente estudados a partir de diferentes estações de medição. Essas estações, em número suficiente e em distribuição adequada sobre um território, permitem acompanhar o desenvolvimento de sistemas de tempo, quando as informações forem integradas, o que gera uma diferença de abordagem para o estudo do oceano e da atmosfera, uma vez que eventos sinóticos da atmosfera são aferidos a partir da confecção de cartas, com muito mais facilidade. Enquanto que, no oceano, é necessário realizar cruzeiros oceanográficos, sendo as observações conduzidas a partir de uma embarcação, em diferentes localizações e ao longo de horas (ou, até mesmo, dias). De forma que as cartas obtidas desses cruzeiros são referidas como quase-sinóticas, já que a coleta de dados não ocorre simultaneamente. Embora o sensoriamento remoto e a instalação de sistemas de observação, como as boias e outros sensores, tenham superado essa dificuldade, cruzeiros ainda são uma prática importante para o estudo de processos específicos.

Essa abordagem, ainda assim, permite identificar feições sinóticas no oceano. Isso, devido ao fato dos fenômenos de escala sinótica no oceano diferirem dos fenômenos da atmosfera, uma vez que o oceano apresenta uma densidade muito maior do que o ar. Essa diferença de densidade se reflete na inércia dos movimentos do oceano e, por consequência, sobre a escala de tempo advectiva das massas d'água. Como exemplo, a formação de um evento de formação de ciclone na atmosfera pode ocorrer ao longo do intervalo de poucos dias. Enquanto que o equivalente no oceano, a formação de um vórtice, pode levar meses para se formar. Além de que ainda

IVIDES.org

apresentariam escalas de comprimento horizontal distintas. Portanto, para o estudo dos processos de interação oceano-atmosfera, é preciso levar em conta as escalas dos processos envolvidos, uma vez que esses dois fluidos respondem de forma diferenciada.

2 - FLUXOS ENTRE O OCEANO E A ATMOSFERA

As interações ar-mar ocorrem, sobretudo, por meio de fluxos pela superfície do oceano, que se encontra em contato com a atmosfera. Um fluxo é definido, em termos físicos, como a razão entre uma força (aplicada sobre a interface de contato entre o ar e a água) e uma resistência (que pode ser atribuída ao atrito entre os dois fluídos, à solubilidade de um gás ou até mesmo a um coeficiente de difusão de calor). Em fluídos geofísicos, as forças geralmente se originam de um gradiente da propriedade, enquanto a resistência pode ser entendida como a tendência inversa à condutividade de uma quantidade física, como calor, momento ou um gás (CSANADY, 2001). Desta maneira, os fluxos são processos de transferência de quantidades entre os dois fluídos. A transferência de quantidades dentro dos fluídos ocorre através de processos de radiação, transporte e difusão. Portanto, os fluxos entre o oceano e a atmosfera são o resultado do desequilíbrio entre as condições de estado da água e do ar. Nesse sentido, os processos de circulação possuem um papel importante, alterando essas varáveis de estado, das quais os fluxos são dependentes.

Tanto o oceano quanto a atmosfera apresentam um balanço entre a absorção e a retransmissão de energia térmica provida pelo Sol na forma de radiação eletromagnética. A radiação é a forma como as ondas eletromagnéticas se movem pelo espaço e depende da transparência do ar e da água, que afetam diferentemente cada comprimento de onda do espectro eletromagnético. Portanto, a constituição da água do mar e da atmosfera (como por exemplo, a composição química e a presença de particulados) afetam o modo como a propagação da radiação solar ocorre no oceano e na atmosfera. Para o sistema Terra como um todo, a conservação de energia térmica apresenta cinco componentes (TALLEY, 2011):

$$\underbrace{Q_T}_{\text{radiao total}} = \underbrace{Q_s}_{\text{radiao de onda curta}} + \underbrace{Q_b}_{\text{radiao de onda longa}} + \underbrace{Q_h}_{\text{calor sensvel}} + \underbrace{Q_e}_{\text{calor latente}} + \underbrace{Q_v}_{\text{adveco}}$$

Essas cinco componentes, **radiação de onda curta (Q_s)**, **radiação de onda longa, calor sensível (Q_b)**, **calor latente (Q_e)** e **calor de advecção (Q_v)** constituem os meios pelos quais a energia Solar é redistribuída no sistema Terra. Cada componente é descrito a seguir:

- **Q_s**: a radiação de onda curta provém da radiação solar, podendo chegar à superfície do oceano como radiação direta ou indireta, isto é, como radiação espalhada pela atmosfera. Essa componente é função do albedo (parâmetro de reflexividade que depende do tipo de superfície), da constante solar e da fração de nuvens na atmosfera. Uma vez tendo incidido na superfície do oceano, a sua absorção varia com a concentração de matéria orgânica e sedimentos, que tende a reduzir a penetração dessa componente nos primeiros metros da coluna d'água.

- **Q_b**: a radiação de onda longa refere-se ao espectro do infravermelho, sendo dependente da radiação de corpo negro, da pressão de vapor d'água na atmosfera e da cobertura de nuvem. Essa componente é geralmente positiva sobre o oceano, uma vez que os oceanos apresentam uma capacidade térmica maior do que a da atmosfera, resultando em massas d'águas com temperaturas um pouco mais elevadas do que a da atmosfera.

- **Q_h**: o fluxo de calor sensível ocorre a partir da diferença de temperatura entre a água do mar e a atmosfera, se propagando do fluído de maior temperatura para o de menor temperatura. Além do gradiente de temperatura, essa componente também é dependente da velocidade do vento, com o seu coeficiente de transferência sendo mais elevado para ventos mais intensos.

- **Q_e**: o fluxo de calor latente se deve à mudança de fase da água entre o mar e a atmosfera. O processo de evaporação exige absorção de calor do meio e a taxa de evaporação depende da velocidade do vento e da quantidade de umidade na atmosfera, apresentando um perfil com taxas mais elevadas de evaporação nas regiões subtropicais.

IVIDES.org

- **Q_v**: o fluxo de calor advectivo se dá pela circulação de massas de ar ou massas d'águas, que são transportadas para regiões diferentes da sua região de formação. Por exemplo, as correntes de borda oeste que transportam calor da região Equatorial para as altas latitudes, assim como a advecção de massas de ar frias das regiões polares para os trópicos, que tendem a alterar o balanço de calor.

Essas componentes são representadas na Figura 2, que ilustra aquelas do balanço total de calor no sistema Terra, que são fortemente acopladas às variáveis do oceano e da atmosfera, como discutido acima. O balanço de precipitação e de evaporação acarretam mudanças na cobertura de nuvens e, consequentemente, mudanças no balanço de radiação, cuja consequência é afetar a distribuição horizontal de temperatura. E essas mudanças de temperatura tendem a alterar a intensidade das componentes Q_v, Q_b, Q_e e Q_h. Portanto, essas componentes encontram-se associadas com diversos processos da atmosfera e do oceano.

A temperatura do oceano decorre do balanço entre as componentes listadas, sendo aquecido pela Q_s e perdendo calor pelas componentes Q_b, Q_h e Q_e. Essas componentes variam em função da latitude e da longitude e em função de outros fatores, tais como o predomínio de continentes, a cobertura de nuvens e a incidência de radiação solar. Em termos de fluxos líquidos, o oceano ganha calor nos trópicos e perde calor nas altas latitudes. Outro contraste importante refere-se às bordas leste e oeste dos oceanos, pois, na borda leste, onde é comum se formarem centros de ressurgência, o oceano ganha calor da atmosfera, enquanto que, na borda oeste, marcada pela presença de correntes que transportam águas tropicais, o oceano acaba cedendo calor para a atmosfera. E, por último, existe uma assimetria em relação aos dois hemisférios da Terra, já que o Oceano Austral apresenta menor quantidade de continentes e temperaturas menores (STAMMER *et al*., 2004). Outro fator importante está nas diferenças entre as bacias oceânicas, uma vez que o Oceano Pacífico é o único oceano que apresenta um fluxo de calor dos trópicos para as altas latitudes de ambos os hemisférios. Por sua vez, o Oceano Atlântico apresenta somente um fluxo líquido de calor para o Hemisfério Norte, uma vez que a perda de calor na região Ártica é muito mais intensa e necessita ser balanceada por um fluxo de calor mais intenso. Para o Oceano Índico, a massa de continente ao norte é o que impede um fluxo de calor para as latitudes mais ao norte.

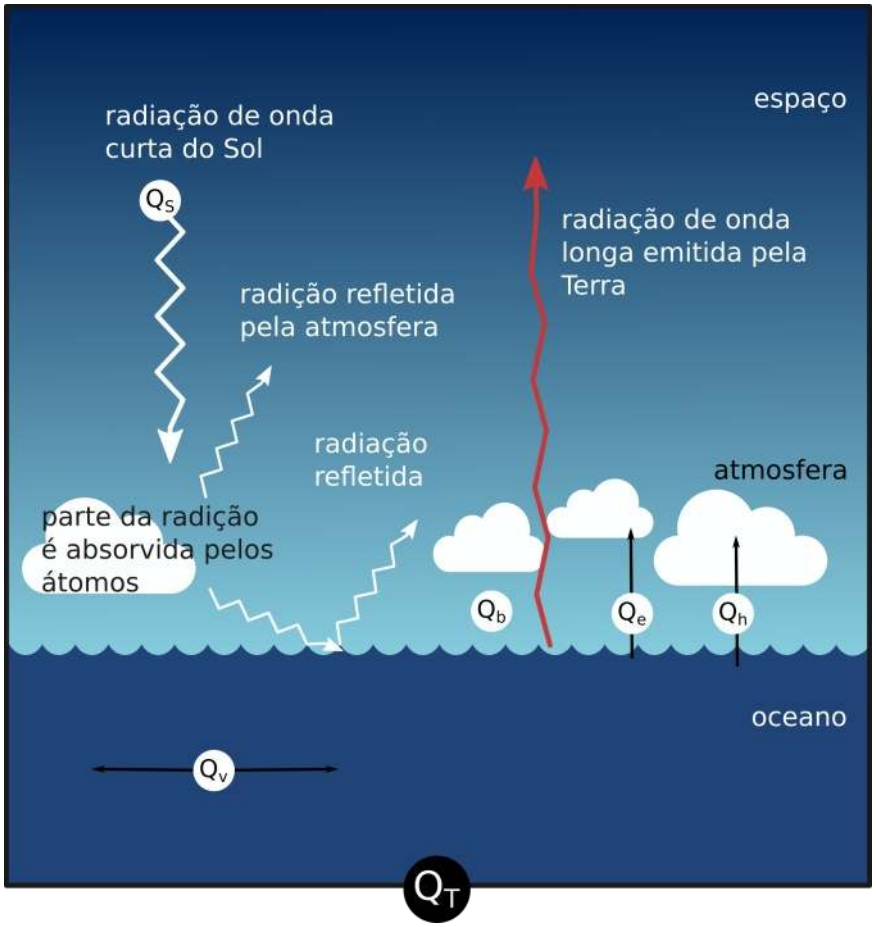


Figura 2 – As componentes do balanço de calor no sistema Terra associadas ao oceano e à atmosfera. O quadro Q_T destaca o balanço total das demais componentes, que se encontram ilustradas no perfil, assim como o sentido do seu fluxo.

IVIDES.org

Naturalmente, o volume dos mares e ambientes costeiros é bem menor do que do oceano profundo. Com uma profundidade menor, os mares de plataforma continental apresentam flutuações maiores em seu conteúdo de calor. Usando dados da bóia RS-4 (Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira - SiMCosta), localizada ao largo da desembocadura da Lagoa dos Patos, na Região Sul do Brasil, pode ser observado o ciclo sazonal de Q_h, como mostrado na Figura 3. Na maioria do ano, o mar encontra-se com temperaturas mais elevadas do que o ar, mas essa diferença tende a aumentar no período de inverno (junho a agosto). A quantidade de calor da coluna d'água (H) mostra um ciclo sazonal bem marcado, com valores máximos no verão e mínimos no inverno, seguindo a tendência de temperatura. Isso colabora para que durante os meses de inverno e outono, o fluxo de Q_h seja maior, indicando que o mar cede calor para a atmosfera e esse fluxo aumenta com a diferença de temperatura, conforme mostrado no segundo painel da Figura 3.

A região onde se encontra a referida boia oceanográfica apresenta ventos que podem atingir velocidades de 15 m/s, mas também é marcada por uma variabilidade, mesmo em escala diária. Embora a velocidade do vento seja uma variável importante para intensificar o valor de Q_h, sua correlação é menos evidente se comparada com a diferença de temperatura entre o mar e o ar. Entretanto a direção do vento pode explicar melhor o fluxo de calor nessa região, uma vez que a direção do vento tende a mudar com a estação do ano, e causa mudanças na advecção de temperatura. Essa mudança de direção do vento pode promover a entrada de massas de ar mais quentes ou mais frias. Outra constituinte importante no balanço de calor em zonas costeiras é a Q_v, que incluí a descarga fluvial na região, assim como a aproximação de correntes oceânicas. Portanto a descarga fluvial dos estuários na região pode introduzir mudanças de temperatura, e assim como a intrusão de massas d'águas oceânicas na plataforma interna. Dessa forma a água da plataforma adquire a assinatura de temperatura dessas massas d'águas, alterando o valor de H durante tais ocorrências.

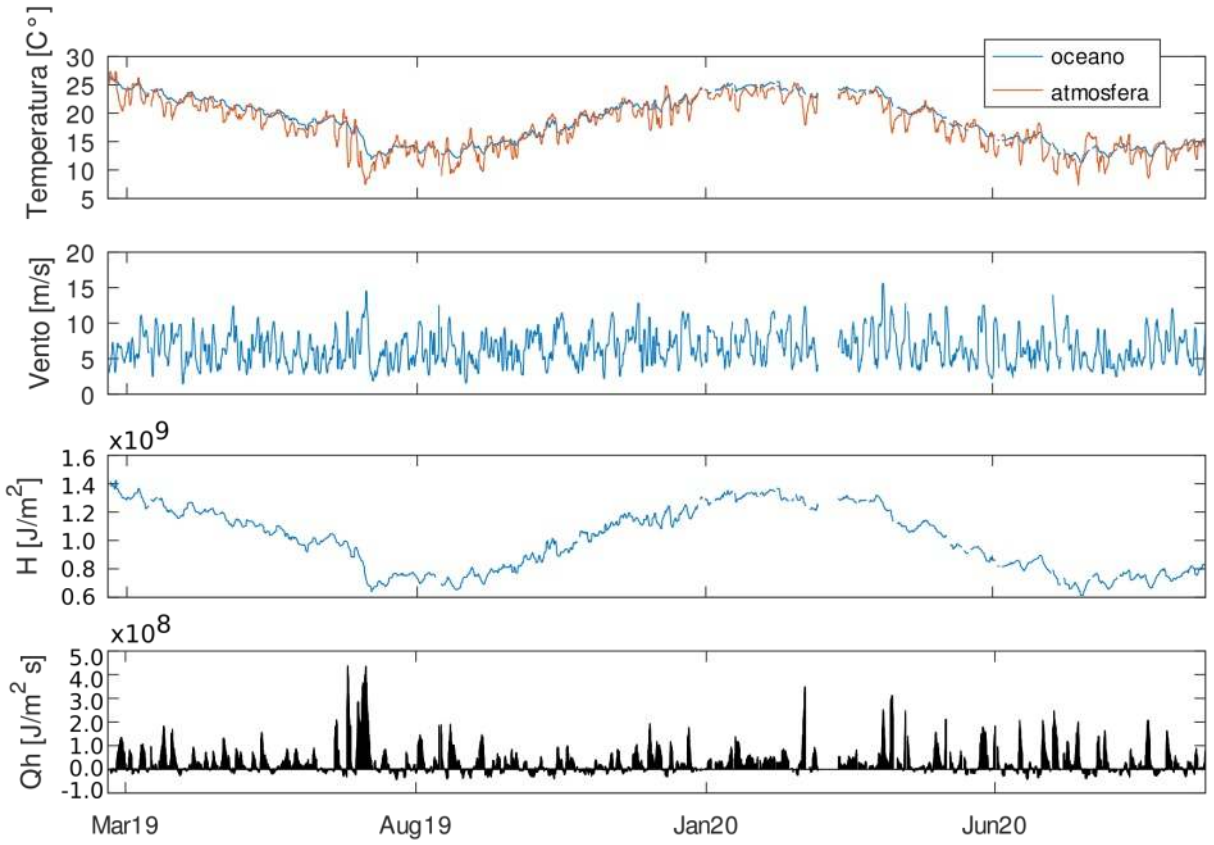


Figura 3 – Painel superior: Série temporais da temperatura, velocidade do vento, conteúdo de calor da coluna d'água (H), fluxo de calor sensível (Q_h), entre 2019 e 2020. Painel inferior: Q_h em função da diferença de temperatura entre o mar e o ar e em função da velocidade do vento. A variação de H e Qh indicam que a água costeira predominantemente cede calor para a atmosfera. A perda de calor é maior quanto menor for a temperatura do ar e quanto maior for a velocidade do vento. Dados: SIMCOSTA, Boia RS-4.

IVIDES.org

O exemplo anterior ilustra bem uma situação onde a coluna d'água se encontra bem misturada, pois a boia está localizada em uma profundidade relativamente rasa (menor do que 20m), com uma extensa pista de vento, em uma costa dissipativa. Mas, próximo às regiões de vazão de grandes rios, a coluna d'água pode encontrar-se estratificada no ambiente de plataforma. A estratificação ocorre por variações intensas de temperatura e de salinidade nos primeiros metros de profundidade, de forma que o fluxo de calor pode se restringir a uma isoterma ou isohalina e não, a toda coluna d'água. Na próxima seção, será discutido como os diversos sistemas de tempo interagem com as águas de plataforma e da zona costeira e como, além da condição da superfície do mar (como a estratificação da coluna d'água), também interferem nesses processos.

3 - SISTEMAS SINÓTICOS E INTERAÇÕES AR-MAR

A escala sinótica apresenta dimensões horizontais muito maiores do que as dimensões verticais. Entretanto, processos que ocorrem ao longo da escala vertical ainda assim são importantes para o acoplamento das interações oceano-atmosfera, que estão relacionadas com os fluxos entre os dois meios (GILL, 1982). A interação ar-mar ganha perspectiva da sua complexidade quando são consideradas as escalas verticais e horizontais nos dois fluídos. Portanto, a estrutura de distúrbios e as condições do estado do oceano e da atmosfera sempre devem ser considerados em conjunto, para entender o impacto social e econômico dos fenômenos sinóticos. Na sessão anterior foi exposto o balanço de calor do sistema Terra, sendo discutido nessa seção como esse balanço força a circulação e como os distúrbios sinóticos se desenvolvem.

Sistemas sinóticos podem ser caracterizados como um conjunto de condições ou distúrbios na atmosfera que perduram por vários dias e possuem uma escala horizontal da ordem de milhares de quilômetros. Esses distúrbios sendo correspondentes à sistemas de circulação ciclônica, circulação anti-ciclônica, centros de baixa ou alta pressão de diferentes intensidades, e sistemas de cavados e cristas. Essas perturbações se desenvolvem a partir do escoamento média da atmosfera que é impulsionado pelo aquecimento diferencial da radiação Solar. Portanto esses sistemas se manifestam pelo ciclo de conversão de energia da atmosfera. O Ciclo de Lorenz, como mostrado pela Figura assim resume a natureza de formação e desenvolvimento sobre o ponto de vista energético.

As caixas em azul na Figura 4 representam os reservatórios de energia da atmosfera. Esses reservatórios são referentes à energia potencial disponível (P) e à energia cinética (K). A energia potencial do escoamento apresenta uma componente média $\overline{P}$ e uma componente perturbada P', enquanto que a componente de energia cinética possui uma componente média $\overline{K}$ e também uma componente perturbada K'. Os termos entre chaves representam a conversão entre os reservatórios de energia, por exemplo, {A·B} indica a conversão de A em B. As setas coloridas indicam respectivamente o desenvolvimento da instabilidade baroclínica (em vermelho), o crescimento da instabilidade convectiva de segundo tipo ou "*Convective Instability of the Second Kind*" - CISK (em verde) e, por fim, a formação da instabilidade barotrópica (em azul). O termo $B(\overline{P})$ representa o aquecimento ou resfriamento relacionados com os fluxos trocados com o Equador e os Pólos, respectivamente. O termo ε representa a dissipação de energia associada aos processos de atrito, sendo assim, proporcional à intensidade do movimento. Um desenvolvimento mais completo desses termos pode ser obtido em Lorenz (1955) e em Holton (2004).

O crescimento da instabilidade baroclínica ocorre a partir de um intenso jato zonal (sentido oeste-leste), que acaba se intensificando com o tempo. Por estar associada com o jato zonal, ocorre em regiões de forte gradiente de temperatura meridional (norte-sul), via o ajuste do vento térmico (HOLTON, 2004). O vento térmico se refere ao cisalhamento vertical de velocidade na atmosfera, que é proporcional ao gradiente de temperatura horizontal. Portanto, esses jatos se estabelecem nas latitudes médias, onde estão os maiores contrastes de temperatura.

Por outro lado, as instabilidades barotrópicas crescem a partir do cisalhamento horizontal dos jatos, isto é, crescem a partir da extração de energia do escoamento. Essa energia, por sua vez, é convertida em perturbação. Nesse tipo de instabilidade, não ocorrem cisalhamento vertical e nem o estabelecimento de ajuste do vento térmico. A principal condição para o seu desenvolvimento é a presença de um gradiente de vorticidade absoluta (medida de rotacção de um campo) nulo, em algum ponto situado ao longo do eixo de um jato com cisalhamento zonal (oeste-leste).

O CISK é uma instabilidade que cresce, a partir do movimento vertical dos vórtices da atmosfera, apresentando uma componente de aquecimento diabático que gera um ciclo de feedback positivo. Em função disso, o CISK é um dos processos de escala sinótica mais sensíveis ao estado do oceano, uma vez que a temperatura superficial do mar é responsável, em grande medida, por alimentar o crescimento dessa instabilidade.

IVIDES.org

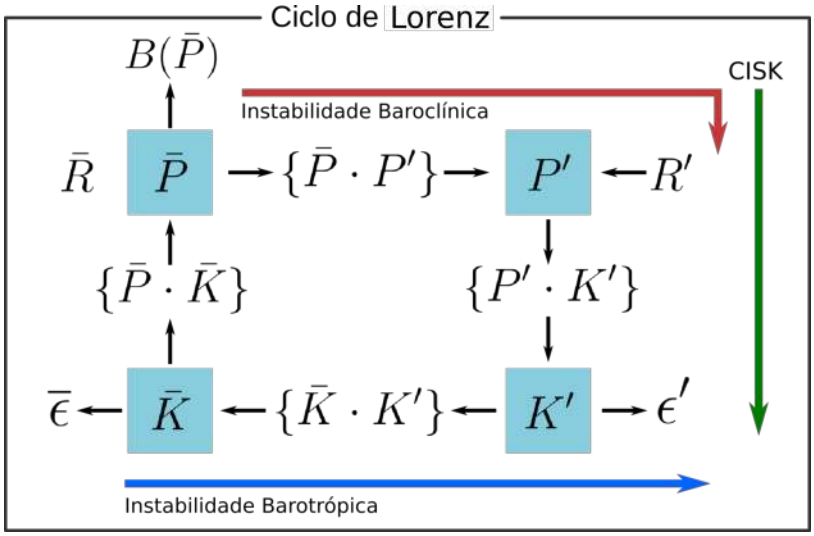


Figura 4 – Ciclo de Lorenz para a atmosfera, mas pode ser aplicado também ao escoamento oceânico. O ramo de instabilidade baroclínica ocorre a partir da conversão de energia potencial média $\overline{P}$ para perturbação da energia potencial P'. O ramo da instabilidade barotrópica ocorre pela conversão de energia cinética perturbada K' para energia cinética média $\overline{K}$. A conversão de P' para K' representa o processo de instabilidade convectiva de segundo tipo (CISK), que é reforçado pela liberação de calor latente representado por R'. Enquanto o fluxo de energia entre os hemisférico é representado por $B(\overline{P})$ e ε' representa a dissipação de turbulência.

A Figura 5 expande o processo de desenvolvimento do CISK, detalhando as condições para a sua intensificação. O CISK se manifesta a partir da instabilidade baroclínica, cuja intensidade é proporcional ao gradiente meridional e à intensidade do vento zonal. Em seguida, a conversão de energia potencial da perturbação para energia cinética da perturbação cresce com o aumento da velocidade vertical e também da temperatura média da coluna (proporcional ao gradiente vertical de geopotencial, como mostrado no respectivo quadro). O movimento vertical do ar, por sua vez, faz a massa de ar se expandir quando alcança pressões mais baixas com a altitude. Ao se expandir a parcela de ar, acaba liberando calor latente para o meio, o que é representado pelo termo R′; e age intensificando o movimento vertical na coluna de ar. E é justamente essa intensificação que acaba aumentando o gradiente horizontal de pressão, intensificando a baixa em superfície, o que acaba favorecendo todo o ciclo. Além disso, quando a parcela de ar libera calor latente, o vapor de água contido na parcela se condensa, dando origem à intensa precipitação.

Os furacões, formados a partir do CISK, quando se deslocam em regiões oceânicas estão sujeitos a certas interações. Primeiramente, como a capacidade térmica do oceano é muito maior do que a da atmosfera, a camada superficial do oceano funciona como uma fonte de calor para ciclone (termo R′). Dessa forma, a presença e a intensidade dos gradientes de temperatura da superfície do mar, isto é, regiões de frentes oceânicas, exercem uma influência chave no ciclo de vida desses sistemas sinóticos. De fato, gradientes intensos de temperatura em águas oceânicas são um requisito importante para a intensificação de ciclones, como é o caso dos ”ciclones bomba“ (SANDERS; GYAKUM, 1980). Os ciclones bombas são caracterizados por uma queda de pressão de 1 hPa por hora ao longo de 24 horas seguidas e representam um bom exemplo de como os sistemas sinóticos são afetados e afetam o oceano, a partir dos mecanismos de interação entre o oceano e a atmosfera. Entretanto, essa intensificação é padronizada para 60º de latitude, de modo que, quando são avaliados esses ciclones em latitudes menores, é empregada uma normalização desses valores.

Dal Piva *et al.* (2011) fornecem resultados que permitem avaliar o papel de R′ em eventos de formação de ciclones bombas. Seus resultados mostram que o fluxo de calor latente apresenta um impacto maior sobre a estrutura da atmosfera do que o calor sensível. Além disso, mostram que o calor latente apresenta um impacto muito mais localizado sobre a região de formação do ciclone bomba. De forma que releva o papel da mudança de fase na intensificação de um CISK sobre águas oceânicas. Portanto, sem a contribuição do calor latente, o CISK contaria com uma menor disponibilidade de umidade e impactaria a temperatura da coluna de ar, reduzindo assim, o ciclo de formação desse distúrbio.

IVIDES.org

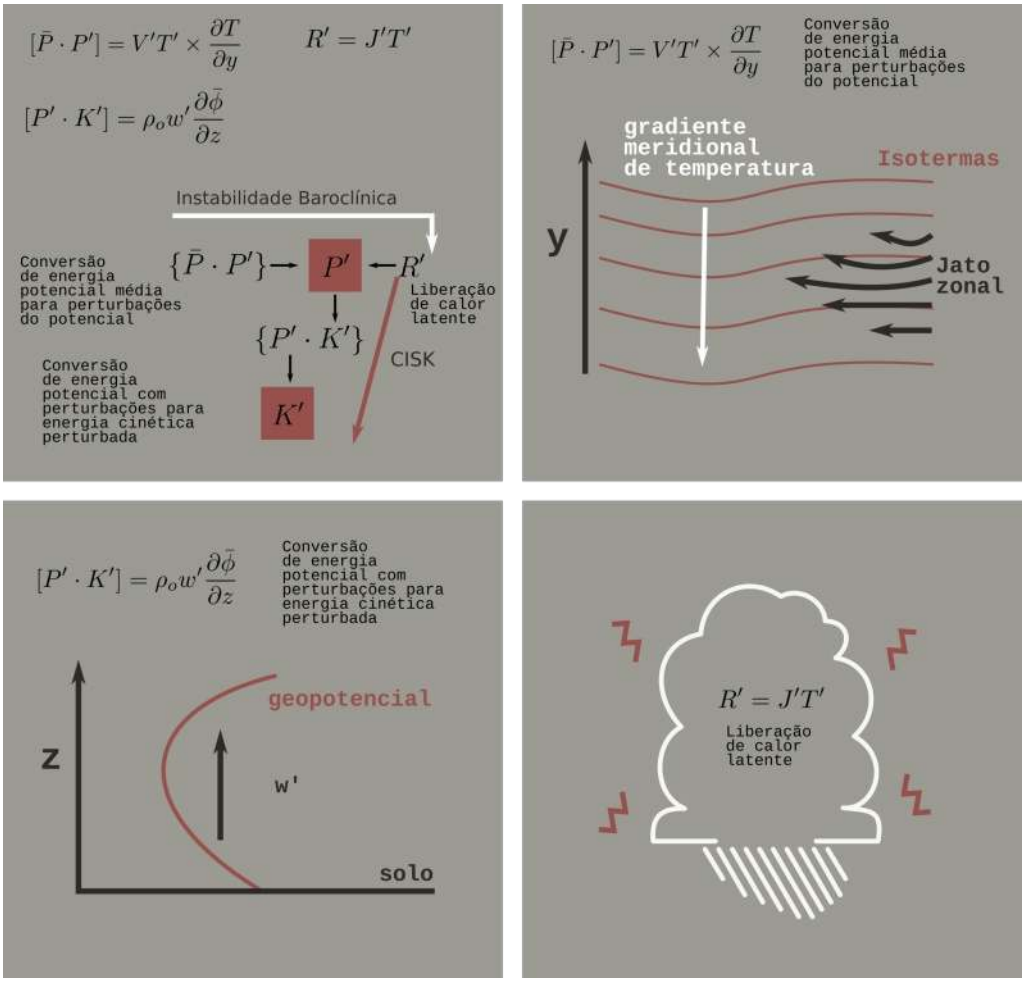


Figura 5 - Descrição detalhada da conversão energética envolvida no ramo do CISK, no diagrama de Lorenz. O quadro superior esquerdo traz um recorte dos termos do diagrama, envolvidos no processo CISK. A formulação dos termos em colchetes envolve termos dependentes dos gradientes de temperatura (T), magnitude da velocidade do jato (V) e o gradiente de geopotencial (φ). O quadro superior direito ilustra a conversão de energia cinética média em energia cinética perturbada. O quadro inferior esquerdo ilustra a conversão de energia potencial perturbada para energia cinética perturbada. O quadro inferior direito mostra o papel do termo de de calor latente associado à expansão da parcela de ar em níveis de pressão menores.

Como o oceano alimenta os furacões com uma fonte de calor, eles se formam preferencialmente em regiões Equatoriais, onde a temperatura superficial é mais elevada e a evaporação fornece a umidade necessária (BIASUTTI *et al*., 2003). Uma vez formado, um sistema de circulação em vórtice se estabelece, com um perfil de vórtice de Rankine. Esse perfil apresenta uma região de calmaria no seu ”olho“ interno, que aumenta em intensidade até a sua borda e que volta a cair rapidamente, a partir da sua borda. Esse perfil de vento gera um rotacional do vento, que desloca a termoclina conforme a sua passagem, e causa um transporte vertical à superfície (ressurgência). A Figura 6 exemplifica a estrutura de um furacão e seu impacto no oceano. Embora sua passagem esteja associada com uma queda de pressão, a influência no nível do mar e na profundidade da termoclina ocorre em função do vento. Isso, pois o efeito da pressão (barômetro invertido) é muito menor do que o efeito do atrito do vento sobre a superfície do mar.

As principais consequências da passagem de furacões no oceano são mudanças na temperatura, na salinidade, no campo de ondas e na altura local do mar. É possível observar uma língua de água fria após a passagem de um furacão, pois o oceano cede calor para o furação. Como o furacão causa movimentos verticais, sua passagem também altera a temperatura, a partir do afloramento de água profunda mais fria, assim como com valores de salinidades maiores, resultando também em mudanças na salinidade, ao longo da trajetória do furacão. Eventualmente, esses furacões podem desenvolver longas trajetórias, atravessando regiões que apresentam contrastes entre massas d’água (FFIELD, 2007). Por exemplo, na região do Oceano Atlântico, esses furacões podem atravessar regiões de grandes plumas de rios, como o Rio Orinoco e o Rio Amazonas; assim como em ambientes

IVIDES.org

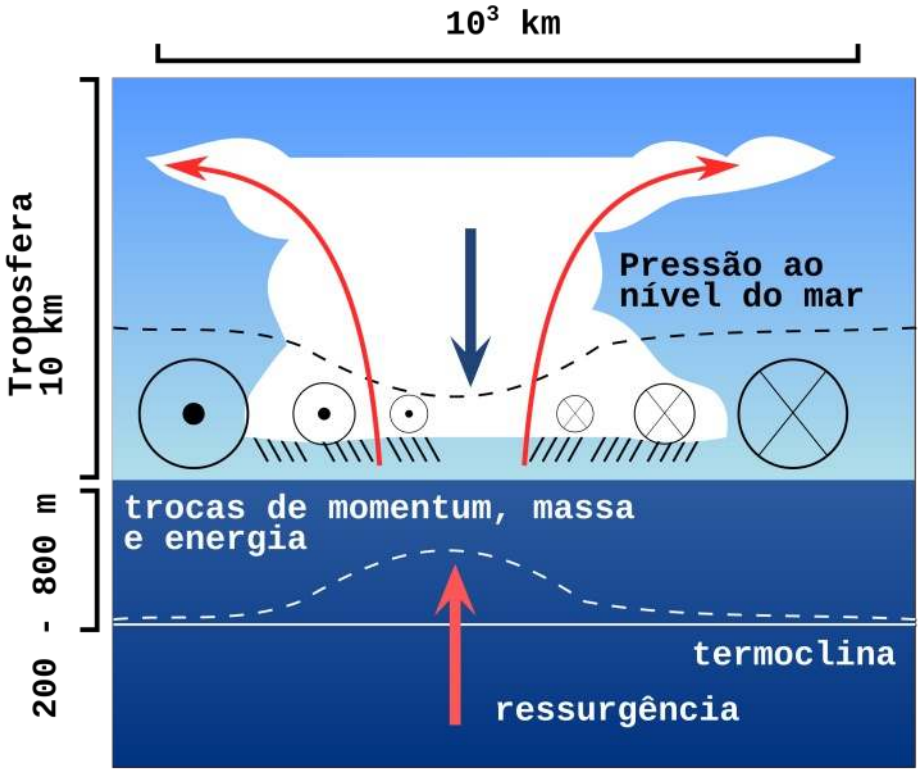


Figura 6 – Corte vertical de um furacão, mostrando a direção e a intensidade do vento e a sua ação sobre a estrutura do oceano e da atmosfera. O rotacional do vento ocasiona o bombeamento de água profunda do oceano, o que diminui a profundidade da termoclina. A passagem do furacão também causa uma depressão na pressão médio do nível do mar, formando um centro de baixa pressão. As escalas horizontais e verticais são indicadas no eixo da figura.

mais rasos, como o Golfo do México ou o Mar do Caribe. Nessa travessia, a camada superficial do oceano apresentará mudanças drásticas de temperatura e de salinidade, que afetarão a trajetória e a intensidade do furacão. Isso torna-se um fator muito importante para se determinar o impacto desses furacões, ao atingirem ambientes costeiros.

Um exemplo do impacto das interações ar-mar em função sobre diferenças no campo de variáveis do oceano e atmosfera pode ser exemplificado pela Figura 7. Ao sul do Equador se estabelece uma piscina de água fria, que causa uma assimetria de temperatura no oceano. E em função disso a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) fica deslocada para mais ao norte do Equador, conforme mostra a faixa de precipitação nos dois gráficos da Figura 7. Entretanto, a própria circulação associada com a formação da ZCIT induz a distribuição de temperatura do oceano de forma assimétrica. Desta maneira, o fenômeno se estabelece a partir de um mecanismo de feedback entre o oceano e atmosfera. Adentrando no oceano, a profundidade da termoclina também afeta a posição da ZCIT, uma vez que um termoclina mais rasa favorece a troca de calor latente e sensível entre o oceano e atmosfera. Esse efeito ainda se alinha com a geometria das bacias Oceânicas, como no cano do Atlântico Equatorial, onde a leste vigora um forte contraste de temperatura entre o Noroeste da Africa e o Oceano Austral (PHILANDER *et al.*, 1996).

Além da estrutura de massa d'águas do oceano profundo, a descarga de água doce proveniente de grandes rios pode também alterar os fluxos ar-mar. Na Figura 7, é possível observar no campo de salinidade a presença da Pluma do Rio Amazonas (na borda oeste do Atlântico) e a Pluma da Costa da Guiné. Essas duas plumas formam uma lente de água superficial que se estende desde a plataforma continental dos dois continentes até a parte central do oceano. Como a presença dessa lente de baixa salinidade é derivada de processos advectivos, a principal variabilidade ocorre em escala sazonal, como pode ser verificado ao comparar maio com outubro de 2015. Mas, para os fenômenos sinóticos, esta presença das plumas interfere no fluxo de calor entre o oceano e atmosfera. Isso decorre do efeito da pluma sobre a estratificação, que isola a camada superficial do mar e reduz a capacidade de troca de calor sensível com a atmosfera (RUDZIN *et al.*, 2019). Como resultado, a presença das plumas bloqueiam a condução do conteúdo de calor da camada abaixo da lente de menor salinidade, alterando assim, o desenvolvimento de sistemas atmosféricos, como o CISK, que dependem dessa fonte de calor.

IVIDES.org

Se aproximando agora da plataforma continental, a região sobre o talude apresenta uma maior variabilidade. Essa variabilidade gera a presença de gradientes mais intensos nessa região (como pode ser visto no gráfico da Figura 7 para maio), próximo ao Rio Amazonas. Essa região apresenta um gradiente de salinidade muito alto, com uma diferença entre o talude e o oceano da ordem de 10 psu. A Figura 8 mostra a mudança do campo de salinidade em um período de 5 dias, em duas épocas distintas. É possível observar que as diferenças sazonais de salinidade se devem ao padrão do vento, uma vez que o vento influencia o aprisionamento da descarga do rio na plataforma, em maio; e limita sua saída para o oceano exterior, que passa a ocorrer somente em julho, quando os ventos mudam para o quadrante sudeste.

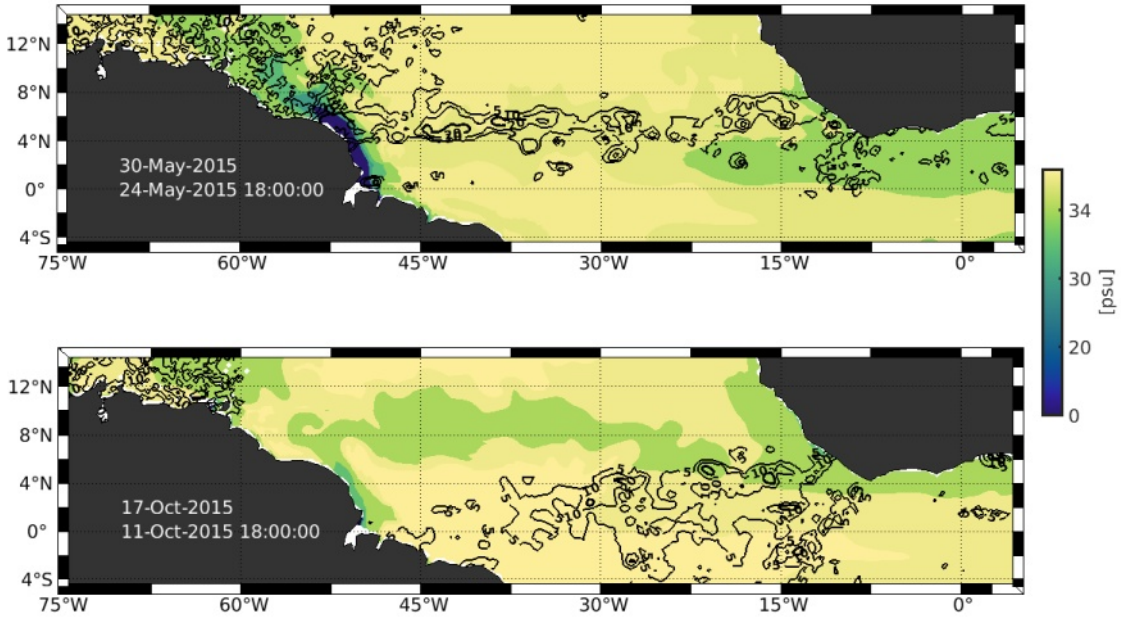


Figura 7 – Campo de salinidade da superfície do mar, derivado do produto de reanálise *CMCC Global Ocean Physical Reanalysis System* (C-GLORS). Destaca-se a banda zonal de baixa salinidade, formada pela confluência da água de baixa salinidade do Atlântico Equatorial. Sobreposta à salinidade, temos o acumulado de precipitação do produto ERA 5 (em mm), com acúmulo de cinco dias anteriores aos dado oceânico.

Já sob o ponto de vista da ecala sinótica, registrada pelo acumulado de chuva ao longo de 5 dias (contornos na Figura 8), as mudanças do padrão de salinidade superficial são menos associadas à atmosfera. A taxa média de mudança de salinidade atingiu valores em torno de 1 psu/dia e comparando com a posição da banda de precipitação acumulada, percebe-se que as regiões com maior intensidade de chuvas foram as que tiveram a menor mudança de salinidade. Isso decorre da maior contribuição da descarga do rio para o balanço de salinidade (ou seja, um processo advectivo), do que para o balanço entre a precipitação e a evaporação. Este exemplo mostra que, embora exista um mecanismo acoplado de interações entre o oceano e atmosfera, pode existir maior dependência às mudanças no oceano do que na atmosfera.

4 - SISTEMAS SINÓTICOS SOBRE O AMBIENTE DE PLATAFORMA CONTINENTAL

Um fator-chave, que altera o impacto dos sistemas sinóticos sobre o ambiente de plataforma continental, é a menor profundidade da coluna d'água com a aproximação da linha de costa (CHANG *et al.*, 2000). Um ambiente mais raso representa menor latência do estado do mar às mudanças causadas pela passagem de sistemas sinóticos. Fundamentalmente, a passagem desses sistemas induzem às mudanças entre o estado de equilíbrio entre o oceano e a atmosfera, que resultam na mudança de intensidade dos fluxos. Essas mudanças podem dizer respeito à sua intensificação ou até mesmo, enfraquecimento. A Figura 9 mostra os principais processos de interação entre a plataforma continental e os processos atmosféricos, sendo que essa interação prossegue com mudanças, tanto na estrutura da coluna d'água quanto no estado da atmosfera.

IVIDES.org

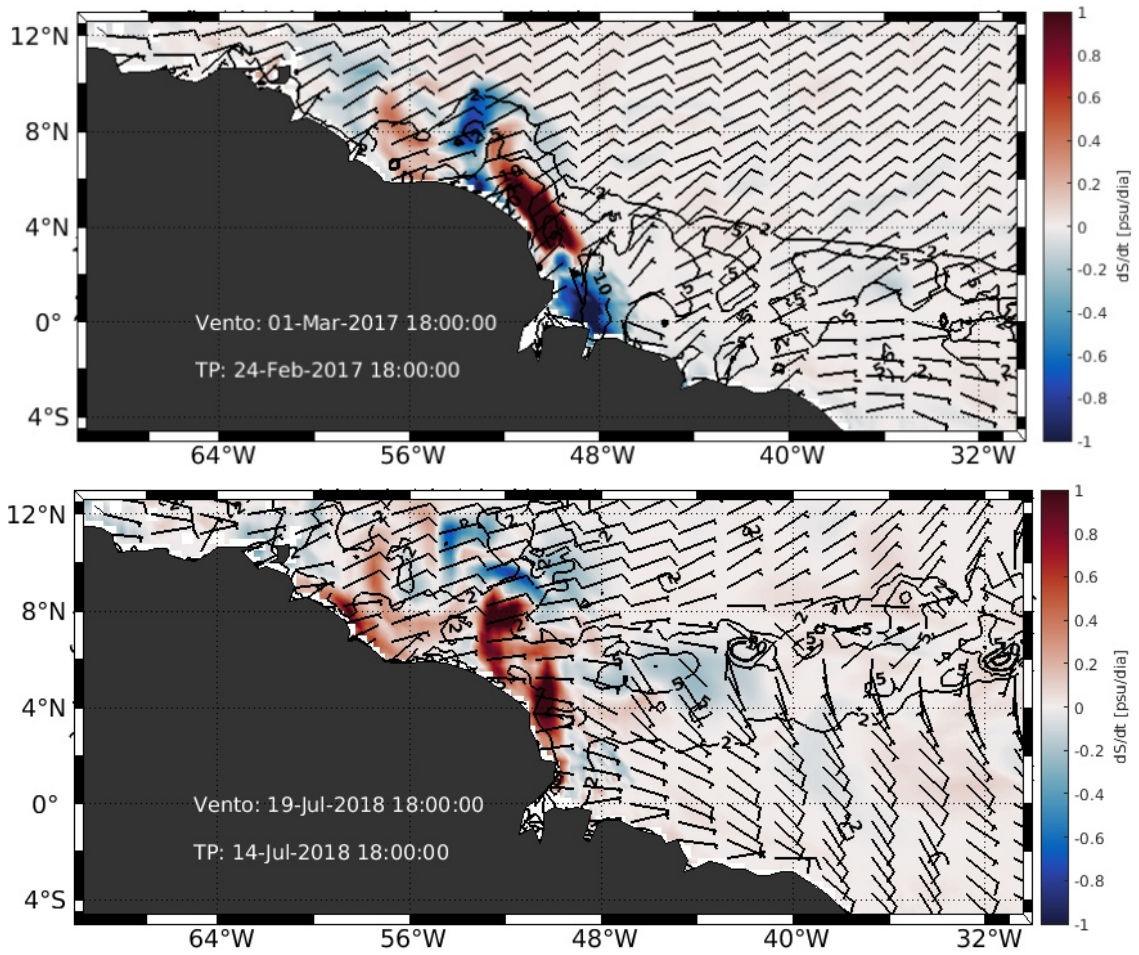


Figura 8 – Mapas sinóticos para o acumulado de precipitação (mm) em 5 dias, sobreposto à variação total da salinidade superficial do mar. Assim como barbelas, para indicar a direção do vento, em ocasiões distintas do primeiro e do segundo semestres do ano de 2017.

4.1 - PASSAGEM DE SISTEMAS DE ALTA E BAIXA PRESSÃO

A Figura 9 mostra duas situações distintas de condição de tempo em uma plataforma continental no Hemisfério Sul. Do lado esquerdo, a presença de um sistema de alta pressão associado ao movimento descendente de ar e circulação anti-horária no campo de vento em superfície. A persistência desse tipo de circulação está geralmente associada à advecção quente de temperatura, em sua porção oeste e sudoeste, ou seja, transportando o ar continental quente em direção ao oceano. Mas, além do aumento da temperatura associado à advecção, a presença de um centro de alta também inibe movimentos ascendentes. Essa inibição favorece condição de céu limpo sobre a região de alta pressão e, em virtude disso, ocorre maior incidência solar sobre a superfície do mar. Portanto, a mudança de temperatura devido à presença do centro de alta pressão, ocorre em função da advecção de temperatura e pela incidência local de radiação solar (WALSH, 2013).

Entretanto, esta mesma circulação anti-horária do vento sobre a porção norte da plataforma também induz movimentos no mar. Ainda do lado esquerdo da Figura 9, a circulação do vento causa o afloramento de massa d'água de uma maior profundidade. A temperatura dessas massas d'água de fundo são menores do que a da água superficial (que estaria mais próxima da temperatura do ar). Em função disso, a presença dessa ressurgência ocasiona a redução da temperatura superficial ao longo da costa e da plataforma mais interna. Essa anomalia é indicada na Figura 9 por uma cor azul mais clara junto à costa. Além disso, a ressurgência depende também de batimetria favorável à intrusão de água de fundo pelo talude. No caso, a região mais central representada na figura apresenta um maior comprimento da plataforma continental. Nesse setor, o afloramento de água de fundo não ocorre e, como resultado, ocorre a formação de uma região com anomalia de temperatura positiva. As temperaturas mais elevadas nesse setor ocorrem em função da incidência direta da radiação solar na superfície do mar.

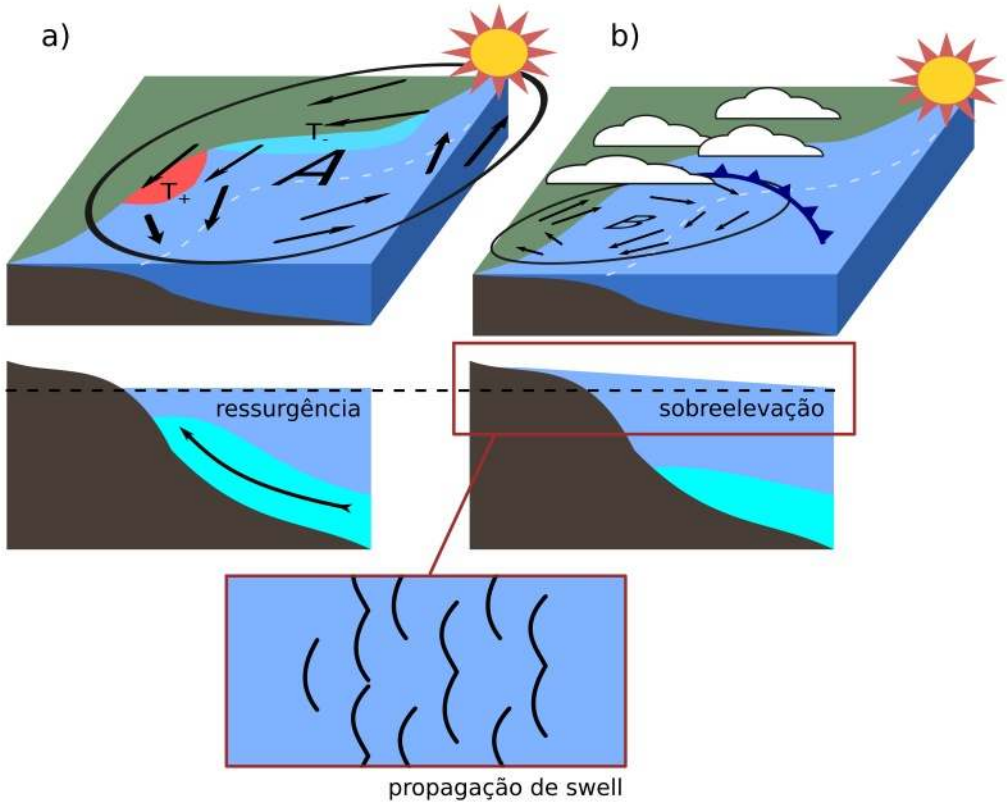


Figura 9 – Esquematização da atuação de um sistema de alta pressão (a) e um sistema de baixa pressão (b) sobre uma plataforma continental. Os sistemas são demarcados pelas elipses, as setas indicam o sentido de circulação do campo de vento em superfície. Os quadros inferiores mostram a estrutura vertical da plataforma associada a cada um dos sistemas. A figura ilustra o caso para o hemisfério sul, isto é, circulação anti-horária para o centro de alta e horária para o centro de baixa.

A passagem de um centro de baixa pressão, representado no lado direito da Figura 9, gera mudanças distintas na condição de tempo. O centro de baixa pressão é formando por movimentos ascendentes em superfície e causam uma circulação horária do campo de vento. Esse campo de vento está associado com a advecção fria de temperatura, que se sobrepõe à massa de ar mais quente, ao norte. Essa aproximação entre massas de ar forma uma frente fria que se propaga junto com o centro de baixa pressão. A passagem da frente fria causa a formação de nuvens, uma vez que o ar frio é mais denso e avança como uma cunha, elevando o ar mais quente. A ascensão do ar mais quente causa o desenvolvimento vertical de nuvens, conforme a disponibilidade de umidade da massa de ar quente. As nuvens podem se desenvolver e formar tempestades, associadas com uma precipitação intensa, que seguirá o deslocamento da frente. Portanto, a frente fria altera a temperatura em superfície, em função da advecção e em função da queda incidência solar, causada pela nebulosidade.

A resposta ondulatória à passagem de um centro de baixa pressão é ilustrada na parte inferior da Figura 9. O campo de vento empilha água na costa e esse empilhamento causa a sobrelevação do nível do mar. Esse processo gera inundações e mudanças no perfil de praia, a partir da ação erosiva das ondas. Ao largo, sobre a influência do vento com maior intensidade, a pista do vento gera ondas de *swell* no mar adjacente (ELIOT; PATTIARATCHI, 2010). Essas ondas acabam se propagando para a costa, gerando maior mistura da camada superficial do mar. Essa mistura tende a erodir a estratificação da coluna d'água, uniformizando o perfil vertical de temperatura. Outra consequência, é o aumento da turbidez da água, causada pela ressuspensão de sedimentos ou pela maior descarga dos rios, associados com a chuva causada pela passagem da frente fria.

Esses dois casos ilustram a maneira como eventos sinóticos alteram o estado do tempo e a condição de mar. Essas alterações são relevantes, por formarem regiões heterogêneas na plataforma continental e que podem resultar em impactos de interesse para a gestão costeira. Silva e Dottori (2021) apresentam um estudo de caso real, conforme o discutido no exemplo idealizado. Esse estudo demonstra como a prevalência de um sistema sinótico pode alterar a estrutura de massas d'águas e de temperatura superficial de uma plataforma larga, como a Plataforma Sudeste do Brasil. Além de alterar a estrutura de correntes costeiras e das plataformas interna e mé-

IVIDES.org

dia, alterando os transportes ao longo e transversais à costa e, portanto, alterando o balanço de calor no mar de plataforma. Para os processos de interação oceano-atmosfera, a estrutura térmica do mar é responsável por mediar os mecanismos de feedback, principalmente, aqueles associados com eventos extremos na zona costeira (DASGUPTA *et al.*, 2011).

Sob o ponto de vista de sistemas estuarinos e deltas de rios em zonas costeiras, esses sistemas também afetam o impacto da descarga de água doce na plataforma. Ventos favoráveis à ressurgência tendem a favorecer maior descarga através das desembocaduras dos rios, enquanto que, ventos favoráveis à subsidência tendem a represar a água rio acima, aumentando o nível do mar no corpo continental e reduzindo a vazão de água doce na plataforma. Esse processo é comumente referido como efeito da maré meteorológica, isto é, movimentos de vazante e enchente das desembocaduras, induzidas pela ação do vento (ESCOBAR *et al*., 2004). Dessa forma, o efeito da maré meteorológica se traduz na penetração das plumas costeiras no mar e no oceano exterior. A presença dessas plumas de baixa salinidade geram uma estratificação superficial na coluna d'água. Assim, a estratificação altera também os mecanismos de fluxo ar-mar, responsáveis pela temperatura do mar, pela geração de correntes por atrito do vento e pela dissolução de gases na água do mar.

Como a conexão desses corpos hídricos com o mar ocorre por uma desembocadura, a ação dos sistemas sinóticos também muda o estado das águas interiores. As águas continentais, como os estuários ou as lagunas costeiras, são ambientes rasos e, por isso, são muito mais sensíveis às mudanças de temperatura e resposta à forçante do vento. A temperatura pode mudar em um curto espaço de tempo, pelos motivos citados anteriormente; entretanto, a precipitação também se torna importante, uma vez que pode alterar o volume desses corpos de água mais rasos. O vento atua gerando correntes e células de circulação de pequena escala dentro dos ambientes de estuários ou lagunas e, dessa forma, pode criar região de comunicação mais aberta (ou mais restrita) com a desembocadura. Isso é responsável por controlar o tempo de residência desses corpos hídricos, que é definido como o tempo necessário para a renovar o volume de uma zona específica. O tempo de residência é um parâmetro que controla não apenas o processo de diluição e dispersão de variáveis físicas, como também, biológicas, como a propagação de organismos. Dessa forma, os sistemas sinóticos podem gerar impactos dentro dos corpos hídricos continentais.

Considerando a estrutura da atmosfera e do mar, podemos verificar melhor os fluxos de calor e de massa entre os dois meios. Na Figura 10, é exemplificado o efeito da passagem de uma frente fria sobre uma plataforma. O movimento de massas de ar na atmosfera causa a formação de nuvens, alterando o fluxo Q_s, uma vez que este é parcialmente refletido para o espaço. Assim como, sobre o oceano, pois, em função da mudança de temperatura do ar e do padrão de vento, as componentes Q_h e Q_v também mudam (GERBI *et al*., 2008). Voltando para o exemplo dado pela Figura 3, o período de inverno ilustra bem as mudanças impostas no mar, com maior frequência de passagens de frente frias. Especificamente, os picos de Qh, calculados entre junho e setembro, nos anos de 2019 e 2020, que marcam o resfriamento gradual da coluna d'água, ao longo dessa estação.

A circulação associada com a passagem de uma frente fria (ou outros sistemas de tempo) podem ocasionar outras respostas no mar de plataforma. Uma vez que esse ambiente é tri-dimensional, as condições da coluna d'água se tornam mais complexas, em função da influência de rios, massas d'água do oceano que entram na plataforma; assim como, de outras substâncias, que são introduzidas na água, pela atividade antrópica. Por isso, na próxima subseção, a circulação induzida pelo vento será discutida com mais detalhes.

4.2 - CIRCULAÇÃO TRI-DIMENSIONAL DA PLATAFORMA CONTINENTAL FORÇADA PELO VENTO

A passagem de sistemas frontais está geralmente associada com as rajadas de vento, que podem transferir maior quantidade de *momentum* para a coluna d'água. Essa transferência de *momentum* gera correntes mais intensas, durante a passagem da tempestade, que são particularmente perigosas para embarcações e usuários de ambientes de praia. Outra resposta associada às tempestades é o aumento súbito do nível do mar (ou fenômeno de ressaca), que pode gerar danos às estruturas costeiras. Todos esses efeitos dependem do grau de intensidade da tempestade e o seu mecanismo de formação.

O nível do mar, associado à passagem das frentes frias, depende da profundidade local da lâmina d'água, da intensidade do vento e da área onde o campo de vento atua. Quanto menor a profundidade local (mais rasa), maior será a elevação do nível do mar. Por causa disso, ambientes com baixa declividade acabam sofrendo

IVIDES.org

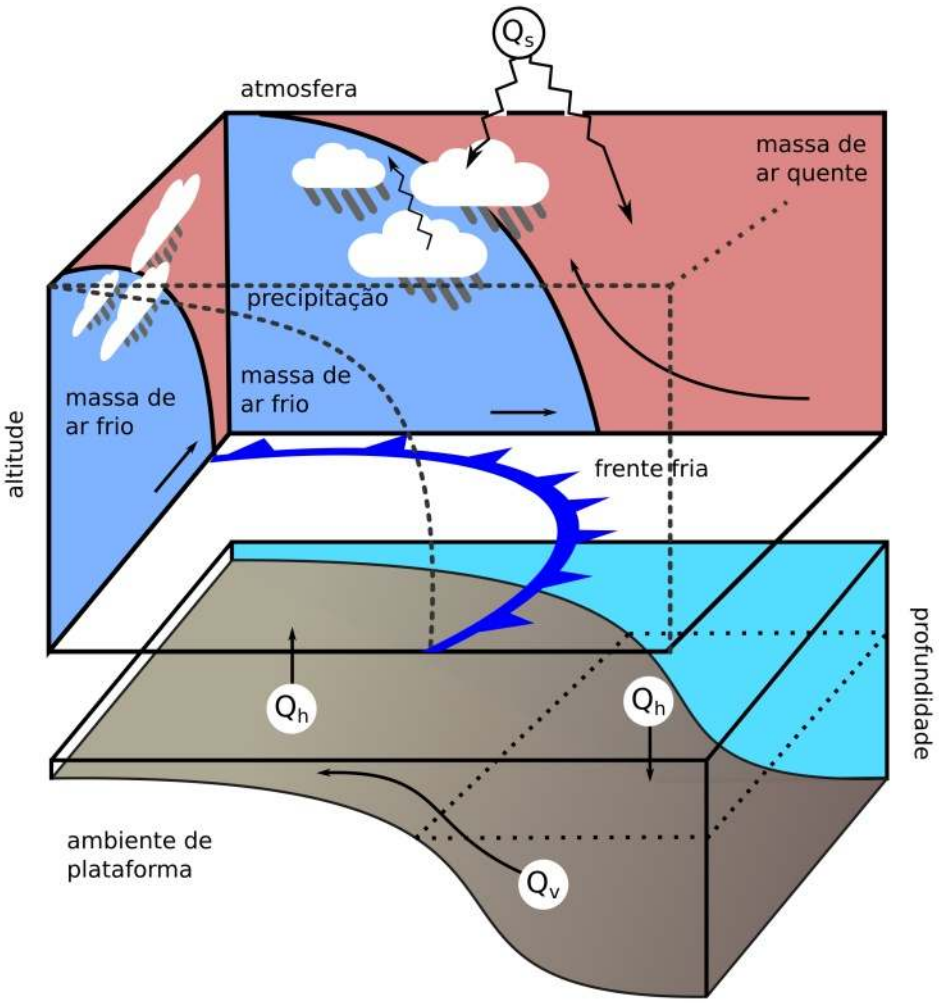


Figura 10 – Resumo do efeito da passagem de uma frente fria sobre um ambiente de plataforma, mostrando o efeito sobre o balanço de calor no oceano e os processos associados com a atmosfera. Ao fundo, o preenchimento azul indica o lado da frente fria com massa de ar de menor temperatura e menor umidade. Enquanto o preenchimento vermelho indica a massa de ar mais quente e com maior umidade. Sobre o perfil de plataforma, o sentido dos fluxos de calor são indicados por setas, deve-se atentar ao sentido da componente Qh na plataforma e na região oceânica em resposta ao bloqueio parcial da componente Qs.

mais impactos com a elevação repentina do nível do mar. E o nível do mar tende a crescer com o quadrado da intensidade do vento em superfície (PUGH; WOODWORTH, 2014), de forma que a diferença de intensidade do vento de 20 m/s para 30 m/s resulta numa diferença de elevação da ordem de 0,80 m. Deve-se considerar ainda, que as ondas irão arrebentar sobre essa elevação do nível do mar, resultando em um empilhamento adicional de água, causado pelas ondas. Esse empilhamento, junto com o episódio de ressaca, tendem a amplificar os danos à zona costeira. A circulação do ambiente de plataforma, forçada pelo vento, apresenta uma resposta ao longo de toda a coluna e, não somente, em superfície. Para a plataforma interna, sem a presença de estratificação de densidade, a transferência de atrito do vento através da superfície para o interior da coluna d'água ocorre com maior eficiência. Nessas condições, as componentes do vento paralelo à costa e transversal à costa atuam de forma distinta, criando correntes com cisalhamento vertical (LENTZ; FEWINGS, 2012).

Para aprofundar a discussão do efeito do vento sobre o mar, a Figura 11 mostra o efeito do vento soprando paralelo e transversalmente em relação à orientação da plataforma, promovendo a transferência de *momentum* do ar para a água. Uma boa aproximação para esse processo seria o balanço de forças entre o gradiente de pressão, as forças de fricção e a aceleração de Corilois, conhecido como balanço de Ekman. Para o ambiente de plataforma, deve-se considerar ainda, o atrito com a camada de fundo, que exerce resistência no sentido oposto ao movimento (ESTRADE *et al*., 2008). A região da camada da coluna d'água sujeita à transferência de *momentum* do vento e atrito com fundo são as camadas de Ekman, definidas por δ. A Figura 11 mostra o perfil vertical de velocidades, dividindo as componentes geradas pelo vento (U_s e V_E) da componente geostróficas (V_g).

IVIDES.org

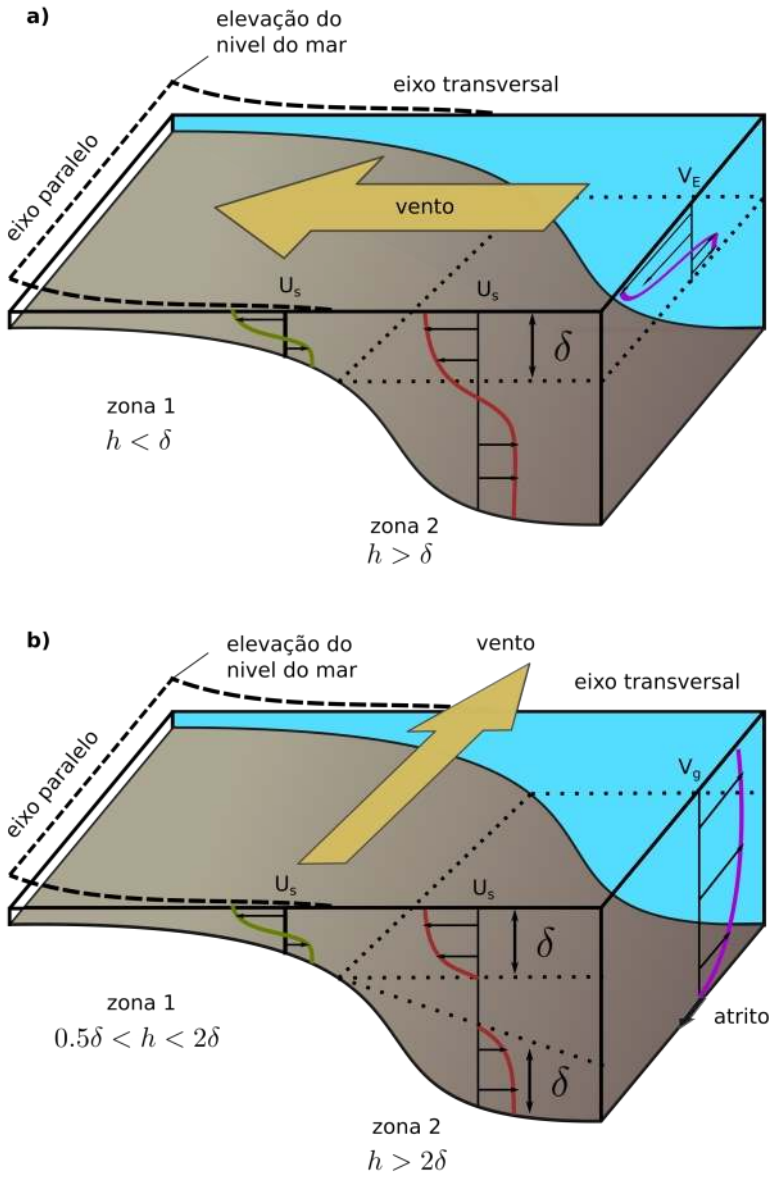


Figura 11 – O quadro a) mostra o efeito do vento soprando ao longo do eixo transversal à orientação da plataforma, enquanto o quadro b) para o vento soprando paralelamente. Em ambos os quadros destaca-se a circulação na zona 1 e na zona 2, delimitadas pela relação entre a profundidade h e a profundidade da camada limite de atrito δ. A velocidade transversal Us se refere à componente impulsionada pelo vento na camada superficial, VE se refere à velocidade paralela associada ao balanço de Ekman, e Vg é a componente geostrófica. Adaptado de Lentz (2012).

A parte superior da Figura 11 mostra o vento soprando ao longo do eixo transversal e, nesse caso, o vento é pouco efetivo em gerar correntes paralelas. Além disso, corre a distinção entre duas zonas de circulação, que são mediadas pela relação da profundidade com δ. A zona mais interna, definida como zona 1, apresenta uma profundidade h menor do que δ. Na zona 1, a circulação é predominantemente transversal e segue o sentido do vento, sofrendo inversão nos níveis inferiores, devido ao atrito com o fundo. Na região 1, o papel da aceleração de Coriolis é reduzido e o movimento passa a respeitar basicamente o balanço entre a força de pressão e as forças friccionais. Na zona 2, onde h > δ, o perfil de velocidades segue o balanço clássico de Ekman, na forma de uma espiral e com o volume integrado, resultando em um transporte à 45º do vento. Na Figura 11, está ilustrado o caso, sendo considerado um ambiente sem estratificação. No caso de uma plataforma estratificada, como, por exemplo, ao largo de um descarga de estuário, o valor de δ seria menor, uma vez que se restringiria à camada mais superficial. Por conclusão, o vento soprando transversalmente irá induzir uma circulação responsável por impulsionar transportes do sentido da costa para fora da plataforma. Portanto, esse tipo de condição é favorável à dispersão de poluentes, como efluentes de esgoto ou lixo, para o ambiente marinho.

IVIDES.org

No caso do vento soprando paralelamente à costa (parte inferior da Figura 11), a circulação é caracterizada por uma corrente de retorno em profundidade. Nessa situação, na realidade, existem zonas distintas (zonas 1 e 2) e uma zona mais interna junto à costa. Na zona 2, com $h > 2\delta$, a circulação induzida pelo vento, em superfície e no fundo, são separadas por um interior geostrófico. Na zona próxima à costa, uma região extremamente rasa, com $h < 0.5\delta$, a fricção superficial e de fundo se mesclam e resultam em correntes transversais nulas. Por fim, a zona 1 apresenta condições intermediárias, com o transporte crescendo linearmente com a profundidade. A zona 1, portanto, se encontra em uma região passível de convergência ou divergência, uma vez que a intensidade das correntes transversais junto à costa e ao largo desta são diferentes (TILBURG; GARVINE, 2003), de forma que essa condição de vento pode gerar movimento de ressurgência ou subsidência, dependendo do sentido do vento. A presença de estratificação na plataforma para esta situação acrescenta maiores complicações. Essencialmente, a estratificação sobre o efeito do vento tenderá a criar frentes de plataforma associadas com a camada de fundo. Em resumo, essa condição de vento é a principal responsável por gerar correntes paralelas à costa. Representa, portanto, um mecanismo importante para transportar sedimentos ao longo de linhas costeiras retilíneas.

A partir deste modelo simplificado e da discussão anterior sobre o efeito de sistemas de baixa e alta pressões sobre o ambiente de plataforma, é possível compreender melhor o impacto dos eventos sinóticos. A circulação resultante de alterações no campo vento pode se intensificar, de forma a causar danos à zona costeira. Isso pode envolver evento de erosão abrupta de praias, incidentes com embarcações, agravamento do espalhamento de poluentes (como lixo ou petróleo) no mar. Ressalta-se a vulnerabilidade do ambiente de plataforma, que difere do oceano aberto, não somente pela proximidade da costa, mas também, pela característica de circulação, que tende a manter poluentes concentrados em áreas costeiras mais sensíveis, restringindo a sua dispersão.

Considerando os mecanismos de interação ar-mar discutidos nesse capítulo, destacam-se como principais características dos ambientes de plataforma:

- um ambiente mais raso e mais sensível à mudanças impostas pelas forçantes dinâmicas e termodinâmicas;
- um ambiente onde a estratificação ocupa uma porção considerável da profundidade total; e
- um ambiente mais suscetível à mudanças de condição de mar.

5 - CONCLUSÃO

A interação oceano-atmosfera ocorre através de um conjunto de mecanismos que são dependentes do estado do ar e do mar. Diferenças entre os dois meios geram gradientes que alteram a intensidade do fluxo de calor e de momento. Esses fluxos podem atuar no sentido de dissipar distúrbios ou promover sua amplificação. Dessa forma, o impacto desses distúrbios depende da evolução do balanço de energia potencial e cinética dos dois fluidos. As perturbações que surgem dessa evolução são responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas sinóticos, que são potencialmente críticos para os mares costeiros.

Os mares costeiros são caracterizados pela estrutura de massas d'águas da plataforma continental e pela contribuição terrígena e de água doce do continente. Por ser um ambiente mais raso, a plataforma continental sofre mudanças muito mais pronunciadas do que o oceano, quando ocorre a passagem de sistemas de tempo. Essas mudanças são alterações abruptas de temperatura da superfície do mar, estado de agitação do mar, elevação do nível do mar, assim como, alterações do sentido e da intensidade das correntes. Essas alterações, por si sós, compõem processos de feedback positivo entre a atmosfera e o mar. Por esse motivo, a sua evolução representa um desafio ao prognóstico dos seus impactos.

O impacto dos sistemas sinóticos abrange uma série de aspectos sociais nas zonas costeiras, de forma que seu prognóstico é um elemento chave para a antecipação e o planejamento das respostas a esses impactos. Nesse capítulo, foram abordados os fundamentos dos processos físicos desses sistemas e suas consequências sobre os sistemas costeiros, tornando clara, a importância de uma base conceitual sólida para o avanço dos métodos de prognósticos (e operacionais) associados com o manejo da zona costeira.

REFERÊNCIAS

BIASUTTI, M.; BATTISTI, D. S.; SARACHIK, E. S. The annual cycle over the Tropical Atlantic, South America, and Africa. **Journal of Climate**, v. 16, n. 15, p. 2491- 2508, 2003.

CHANG, P.; SARAVANAN, R.; JI, L.; HEGERL, G. C. The effect of local sea surface temperatures on atmospheric circulation over the Tropical Atlantic sector. **Journal of Climate**, v. 13, n. 13, p. 2195-2216, 2000.

CSANADY, G. T. **Air-sea interaction: laws and mechanisms**. Cambridge University Press, 2001.

DAL PIVA, E.; GAN, M. A.; MOSCATI, M. C. L. The role of latent and sensible heat fluxes in an explosive cyclogenesis over the South American East Coast. **Journal of the Meteorological Society of Japan**. Ser. II, v. 89, n. 6, p. 637–663, 2011.

DASGUPTA, S.; LAPLANTE, B.; MURRAY, S.; WHEELER, D. Exposure of developing countries to sea-level rise and storm surges. **Climatic Change**, v. 106, n. 4, p. 567–579, 2011.

ELIOT, M.; PATTIARATCHI, C. Remote forcing of water levels by tropical cyclones in Southwest Australia. **Continental Shelf Research**, v. 30, n. 14, p. 1549–1561, 2010.

ESCOBAR, G.; VARGAS, W.; BISCHOFF, S. Wind tides in the Rio de La Plata Estuary: meteorological conditions. **International Journal of Climatology:** A Journal of the Royal Meteorological Society, v. 24, n. 9, p. 1159–1169, 2004.

ESTRADE, P.; MARCHESIELLO, P.; VERDIÈRE, A. C.; ROY, C. Cross-shelf structure of coastal upwelling: A two-dimensional extension of Ekman's theory and a mechanism for inner shelf upwelling shut down. **Journal of marine research**, v. 66, n. 5, p. 589–616, 2008.

FFIELD, A. Amazon and Orinoco River Plumes and NBC Rings: Bystanders or participants in hurricane events? **Journal of Climate**, v. 20, n. 2, p. 316-333, 2007.

GERBI, G. P.; TROWBRIDGE, J. H.; EDSON, J. B.; PLUEDDEMANN, A. J.; TERRAY, E. A.; FREDERICKS, J. J. Measurements of *momentum* and heat transfer across the air–sea interface. **Journal of Physical Oceanography**, v. 38, n. 5, p. 1054-1072, 2008.

GILL, A. E. **Atmosphere - Ocean dynamics**. Elsevier, 1982.

HOLTON, J. R. **An introduction to dynamic meteorology**. Fourth edition, volume 535. Elsevier, 2004.

LENTZ, S. J.; FEWINGS, M. R. The wind- and wave-driven inner-shelf circulation. **Annual Review of Marine Science**, v. 4, n. 1, p. 317-343, 2012.

LORENZ, E. N. Available potential energy and the maintenance of the general circulation. **Tellus**, 7(2):157– 167. 1955.

ORLANSKI, I. A rational subdivision of scales for atmospheric processes. **Bulletin of the American Meteorological Society**, p. 527-530, 1975.

PARKER, D. Mesoscale meteorology Overview. In: NORTH, G. R., PYLE, J., and ZHANG, F. (ed.) **Encyclopedia of Atmospheric Sciences**. 2. ed. Academic Press, Oxford, 2015. p. 316-322.

PEDLOSKY, J. **Geophysical fluid dynamics**, v. 710. Springer, 1987.

PHILANDER, S. G. H.; GU, D.; LAMBERT, G.; LI, T.; HALPERN, D.; LAU, N.-C.; PACANOWSKI, R. C. Why the ITCZ is mostly north of the Equator. **Journal of Climate**, v. 9, n. 12, p. 2958-2972, 1996.

PUGH, D.; WOODWORTH, P. **Sea-level science: understanding tides, surges, tsunamis and mean sea-level changes**. Cambridge University Press, 2014.

RUDZIN, J. E.; SHAY, L. K.; CRUZ, B. J. The impact of the Amazon–Orinoco River Plume on enthalpy flux and air–sea interaction within Caribbean Sea tropical cyclones. **Monthly Weather Review**, v. 147, n. 3, p. 931-950, 2019.

SANDERS, F.; GYAKUM, J. R. Synoptic-dynamic climatology of the "bomb". **Monthly Weather Review**, v. 108, n. 10, p. 1589-1606, 1980.

IVIDES.org

SILVA, D. A.; DOTTORI, M. The atmospheric blocking influence over the South Brazil Bight during the 2013–2014 summer. **Regional Studies in Marine Science**, v. 45, n. 101815, jun. 2021.

STAMMER, D.; UEYOSHI, K.; KÖHL, A.; LARGE, W.; JOSEY, S.; WUNSCH, C. Estimating air-sea fluxes of heat, freshwater, and momentum through global ocean data assimilation. **Journal of Geophysical Research**: Oceans, v. 109, C5, 2004.

TALLEY, L. D. **Descriptive physical oceanography: an introduction**. Academic press, 2011.

TILBURG, C. E.; GARVINE, R. W. Three-dimensional flow in a shallow coastal upwelling zone: Alongshore convergence and divergence on the new jersey shelf. **Journal of Physical Oceanography**, v. 33, n. 10, p. 2113-2125, 2003.

TSONIS, A. **An introduction to atmospheric thermodynamics**. Cambridge University Press, 2002.

WALSH, J. J. **On the nature of continental shelves**. Elsevier, 2013.

2

DOI 10.5281/zenodo.6672779

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA NA ZONA PORTUÁRIA – CRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS

Herlander Mata-Lima
Marina Carrato Galuzzi-Silva

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - CONCEITOS

A avaliação ambiental estratégica (doravante designada por AAE) é vital, no contexto do planejamento preventivo da ocupação e uso do espaço biofísico, visto que proporciona adequada proteção ambiental (DONNELLY *et al.*, 2007). AAE é um processo sistemático e iterativo de avaliação das consequências ambientais de propostas de política, plano e programa (PPP) e das alternativas, com o intuito de garantir que influenciem antecipadamente a tomada de decisão (DOREN *et al.*, 2013; GONZÁLEZ *et al.*, 2015). Nesse âmbito, a AAE deve contribuir para a integração da dimensão ambiental, por meio de indicadores, na tomada de decisão estratégica para o desenvolvimento sustentável (PARTIDÁRIO, 2012), razão pela qual, é um instrumento primordial para o ordenamento do território e o planejamento ambiental.

Portanto, a AAE depende da seleção de Indicadores, que permitam avaliar os impactos de políticas, planos e/ou programas, num estágio de decisão que antecede os projetos que consubstanciam as ações antrôpicas no espaço biofísico.

O indicador corresponde a uma “medida, geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar, de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progresso ao longo do tempo” (EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, 2005, p. 7). São essenciais para a AAE, porque proporcionam informações para a tomada de decisão, que permita proteger o ambiente e assegurar os serviços do ecossistema.

A AAE é certamente um instrumento preventivo, no âmbito do ordenamento do território e planejamento ambiental; razão pela qual, é fundamental para a proteção da zona costeira, que tem sofrido cada vez mais pressão, com o desenvolvimento industrial; porquanto a urbanização tem se intensificado a um ritmo muito acelerado, particularmente, nas situações em que existem portos com capacidade para receber navios de grande porte (e.g. navios petroleiros). Por zona portuária (ZP), entende-se uma área onde se localiza o porto marítimo, geralmente, integrado no comércio internacional, com capacidade para receber navios de mercadorias e passageiros. Trata-se de uma zona que se caracteriza pela presença de infraestruturas de grande porte (e.g. porto, rodovia, ferrovia, dutovia), a fim de garantir o fluxo de pessoas e bens.

IVIDES.org

1.2 - RELEVÂNCIA DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA PARA O PLANEJAMENTO DA ZONA PORTUÁRIA

Considerando que a ZP envolve elevada densidade de infraestruturas e intensa movimentação marítima e terrestre, é evidente que exerce **pressão direta** (resultante de atividades que o porto pode influenciar e controlar, como ruído) e **pressão indireta** (resultante de atividades sobre as quais o porto tem influência, mas não tem como controlar, tais como: as emissões para a atmosfera e a descarga de hidrocarbonetos e derivados na água, devido ao tráfego marítimo) sobre os componentes ambientais e socioeconômicos. Dependendo da vulnerabilidade dos ecossistemas aquáticos e terrestres, sob influência da zona portuária, o risco de degração ambiental pode ser muito elevado. Nesse contexto, a AAE é de importância vital, a fim de incluir transversalmente as dimensões ambiental, econômica e social no processo de planejamento da ZP, promovendo a integração das políticas sectoriais.

As ações que envolvem decisões de localização, construção e expansão de portos devem ser obrigatoriamente sujeitas à AAE, com o intuio de mitigar os impactos ambientais e socioeconômicos inerentes, assim como, definir medidas de monitoramento e controle dos impactos residuais. As etapas da AAE, descritas na seção 2.2, elucidam bem a sua relevância para o planejamento da ZP e a infraestrutura a ela associada, bem como a necessidade de emergir no estágio mais inicial e apropriado de tomada de decisão. AAE pode desempenhar papel vital no planejamento e gestão de portos brasileiros, tirando partido da experiência, entretanto, já adquirida por outros países, onde a sua aplicação já é uma realidade consolidada (DUBLIN PORT COMPANY, 2012, TALJAARD *et al*., 2021).

1.3 - ESCOPO E OBJETIVO

O escopo do capítulo restringe-se aos elementos essenciais para a aplicação e a avaliação da AAE, com o intuito de criar condições para o planejamento preventivo, que discipline os planos de desenvolvimento na zona costeira, em atenção aos desafios impostos pelos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), designadamente, o ODS 8 - *emprego e crescimento econômico*, ODS 9 - *indústria, inovação e infraestrutura*; ODS 13 - *combate às alterações climáticas*; e ODS 14 - *vida debaixo d'água*[1]. Contudo, o conteúdo deste capítulo é relevante e aplicável no processo de tomada de decisão estratégica, com base na AAE, em qualquer área.

Apesar de a AAE possuir quase três décadas de existência, a sua aplicação ainda não é rotineira e, muito menos, obrigatória, em grande parte de países, sendo que o Brasil não é uma exceção. Assim, visando contribuir para uma maior intimidade com este instrumento, o presente capítulo tem como objetivos principais descrever as etapas da AAE, apresentar um procedimento para a identificação e a seleção de indicadores, essenciais para avaliação dos impactes ambientais significativos, considerando os receptores/descritores ambientais (biodiversidade, água, solo, ar e fatores climáticos); e sintetizar as recomendações relevantes para as etapas da AAE.

2 - BASES PARA A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

2.1 - ELEMENTOS-CHAVE PARA A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

A Directiva Europeia para AAE (DIRECTIVA 2001/42/EC) fornece orientações importantes para a proteção ambiental, integrando considerações ambientais na preparação e na adoção de PPP, visando promover o desenvolvimento sustentável. A legislação brasileira ainda não preconiza a obrigatoriedade de realizar a AAE, como acontece na europa. Porém, atenção vem sendo dedicada progressivamente a este assunto, como mostram alguns trabalhos de autores nacionais (PIZELLA; SOUZA, 2013; RIZZO *et al.*, 2017; SÁNCHEZ, 2017; VIEIRA *et al*., 2019).

O sucesso do processo de AAE depende do rigor com que são definidos os objetivos e metas, bem como selecionados os indicadores (SILVA; SELIG; MORAES, 2012). Os objetivos e metas devem refletir as dimensões ambiental, econômica e social da sustentabilidade e os indicadores têm que permitir o monitoramento da evolução espacial e temporal do território, a fim de prever as mudanças, identificar os fatores de pressão (ou os sistemas afetados) e influenciar decisões de gestão (DONNELLY *et al*., 2007). Por constituirem um elemento

[1] A descrição detalhada dos objetivos do desenvolvimento sustentável (OSD) está disponível em United Nations (2015).

IVIDES.org

essencial para o sucesso da AAE, Donnelly *et al.* (2007) salientaram que os indicadores têm que ser selecionados com base em critérios (Quadro 1) rigorosos, mediante um processo que envolve três etapas:

1) **Validação própria (*self-validation*)** – realizada pela equipe de trabalho para garantir adequação ao problema em apreço;
2) **Validação científica (*scientific validation*)** – baseia-se na adoção de indicadores de uso consolidado e na experiência da equipe;
3) **Validação social (*social validation*)** – significa integrar a participação dos *stakeholders* (partes interessadas) para assegurar ampla cobertura das preocupações, bem como compreensão alargada. Esta etapa é fundamental para coletar informações importantes, que permitam reduzir a incerteza na tomada de decisão (MATA-LIMA; VASCONCELOS, 2006).

Quadro 1 - Critérios para seleção de indicadores de sustentabilidade para AAE

ID	Critério	Principal função
01	Relevância para o plano, programa e/ou projeto	Priorização de questões-chave e capacidade de contribuir para demostrar a evolução da satisfação dos objetivos e metas
02	Relevância política	Enquadramento na a agenda atual no que respeita, por exemplo, aos objetivos do desenvolvimento sustentável e, particularmente, as estratégias de alterações climáticas
03	Representatividade	Representação dos fatores de pressão; grau de abrangência dos descritores ambientais (e.g. solo, água, atmosfera, biodiversidade e fatores climáticos)
04	Sensibilidade à mudança para prever tendências (alarme antecipado)	Contribuição para identificação antecipada de possíveis mudanças/alterações no ambiente;
05	Facilidade de compreensão/interpretação e de acesso a dados para o cálculo	Possibilidade de coleta de dados com com frequência adequada e baixo custo
06	Rigor técnico-científico	Existência de estudos de casos anteriores que demonstrem aplicação bem sucedida, bem como de padrões internacionais
07	Revelação de tendências de evolução espacial e temporal	Contribuição para evidenciar padrões e assimetrias espaciais e temporais
08	Facilidade de comparação	Possibilidade de realização de comparação com valores de referência e outros casos
09	Identificação de conflitos	Capacidade de revelar existência de conflitos com os objetivos dos PPP, bem como a possibilidade de impactos sinérgicos
10	Elevada aceitação	Ampla aceitação pelos *stakeholders*
11	Adaptabilidade	Possibilidade de mudar a ênfase nos diferentes estágios do plano

Elaborado pelos autores, com base em Donnelly *et al.* (2007) e Silva *et al.* (2012).

IVIDES.org

Como complementação do Quadro 1, destaca-se que Silva *et al.* (2012) evidenciaram as seguintes funções primordiais dos indicadores:

- Evidenciar alterações na qualidade ambiental, consequentes das ações antrôpicas; ou seja, devem permitir prever, demonstrar, avaliar e monitorar impactos ambientais e socioeconômicos;
- Controlar o nível de alcance dos objetivos e metas, visto que é a unidade de medida que permite monitorar o alcance de uma meta;
- Diagnosticar a situação de referência (antes da implementação da ação/intervenção) para comparar com a evolução posterior (durante e após a conclusão da ação);
- Comparar os impactos dos diferentes cenários considerados na AAE;
- Reduzir a quantidade e complexidade de informação para tomada de decisão;
- Facilitar a comunicação entre os *stakeholders*, por permitir fácil interpretação; e
- Instrumentalizar a etapa de monitoramento, após a implementação, para acompanhar e avaliar a ação.

2.2 - ETAPAS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Os planos e programas com potenciais impactos ambientais significativos têm que ser submetidos à avaliação ambiental durante a preparação (*vide* PARTIDÁRIO, 2012), bem como serem idealmente sujeitos à revisão independente, antes da aprovação. A DIRECTIVA 2001/42/EC subdivide o processo de AAE nas cinco fases:

- Definição do âmbito de aplicação;
- Elaboração do relatório ambiental;
- Consulta e participação do público;
- Tomada de decisão; e
- Controle.

O Quadro 2 apresenta orientações para concretizar a AAE percorrendo as cinco etapas relevantes.

Quadro 2 - Etapas da avaliação ambiental estratégica

Etapa$_i$	**Descrição dos requisitos relevantes**
1- Definição do âmbito de aplicação	Identificação dos setores em que se insere o plano ou programa (e.g. agricultura, silvicultura, pescas, energia, indústria, transportes, gestão de resíduos, gestão das águas, telecomunicações, turismo, ordenamento urbano e rural ou uso de solos) e que constituam enquadramento para a futura aprovação dos projectos (DIRECTIVA 2001/42/EC). Esta etapa deve contemplar revisão da literatura específica para garantir que todas as questões e preocupações importantes são incluídas, pois a triagem (*screening*) e a correcta definição do escopo nesta primeira fase criam condições para o rigor das análises subsequentes (ESTERHUYSE, 2018).
2- Elaboração do relatório ambiental	O relatório ambiental deve incluir: o conteúdo do plano ou programa, os seus principais objetivos e as suas relações com outros planos e programas pertinentes; a situação ambiental existente e a sua provável evolução caso o plano ou programa não seja aplicado (os indicadores são vitais nesta fase); todos os problemas ambientais pertinentes para o plano ou programa; as medidas previstas para prevenir, reduzir e eliminar quaisquer efeitos adversos significativos no ambiente; uma descrição do modo como se procedeu à avaliação; as medidas de controle previstas; um resumo não técnico das informações fornecidas acima (DIRECTIVA 2001/42/EC). É fundamental que esta etapa inclua análise, seleção e documentação de múltiplos cenários de possibilidade futuras (GONZÁLEZ *et al*., 2015; WU & MA, 2018).

IVIDES.org

Quadro 2 - Continuação.

3- Consulta e participação do público	Deve ser disponibilizado aos *stakeholders* (partes interessdas: autoridades e público) o projecto de plano ou programa e o relatório ambiental para lhes permitir contribuir com as suas observações sobre os impactos positivos, negativos e eventuais oportunidades de melhorias. Como público consideram-se pessoas físicas e jurídicas (e.g. ONG, instituição de ensino e pesquisa, entre outras) (DIRECTIVA 2001/42/EC). Mata-Lima et al. (2006) apresentaram um procedimento detalhado sobre o processo de participação pública.
4- Tomada de decisão	Esta etapa deve considerar o relatório ambiental e as observações resultantes da consulta e participação do público durante a preparação e antes da aprovação do plano ou programa. É conveniente que a revisão independente (tratada na seção 2.3) seja aqui considerada para subsidiar a tomada de decisão.
5- Controle (ou monitoramento)	É imperativo monitorar, por meio de indicadores, os impactos significativos da execução de planos e programas no ambiente para identificar antecipadamente efeitos negativos imprevistos e aplicar as medidas corretivas. Este etapa é fundamental para adquirir conhecimento para melhorar ações futuras (DIRECTIVA 2001/42/EC).

Elaborado pelos autores.

Os indicadores constituem um elemento proponderante na etapa 2 (elaboração do relatório de impacto ambiental) e uma matriz para seleção dos mesmos é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 - Matriz de seleção de indicadores ambientais

Descritor	**Indicador**	**Critério (de acordo com o Quadro 1)**										
		01	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**	**07**	**08**	**09**	**10**	**11**
Atmosfera												
Água												
Fator climático												
Biodiversidade												

Nota: neste exemplo ilustrativo apenas se incluem descritores ambientais, mas um avaliação completa deve incluir também os descritores econômicos e sociais (DUBLIN PORT COMPANY, 2012). Elaborado pelos autores, a partir de Donnelly *et al.* (2007).

2.3 - EFICÁCIA DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

Avaliação da eficácia substantiva (*substantive effectiveness*) da AAE, com base na abordagem dos conceitos da conformidade e desempenho, permite verificar a capacidade da AAE em produzir resultados esperados (WANG *et al.* 2012; WU *et al.*, 2018; DOREN *et al.*, 2013). Para esta verificação os autores propuseram o procedimento de avaliação da eficácia substantiva, conforme representado na Figura 1.

IVIDES.org

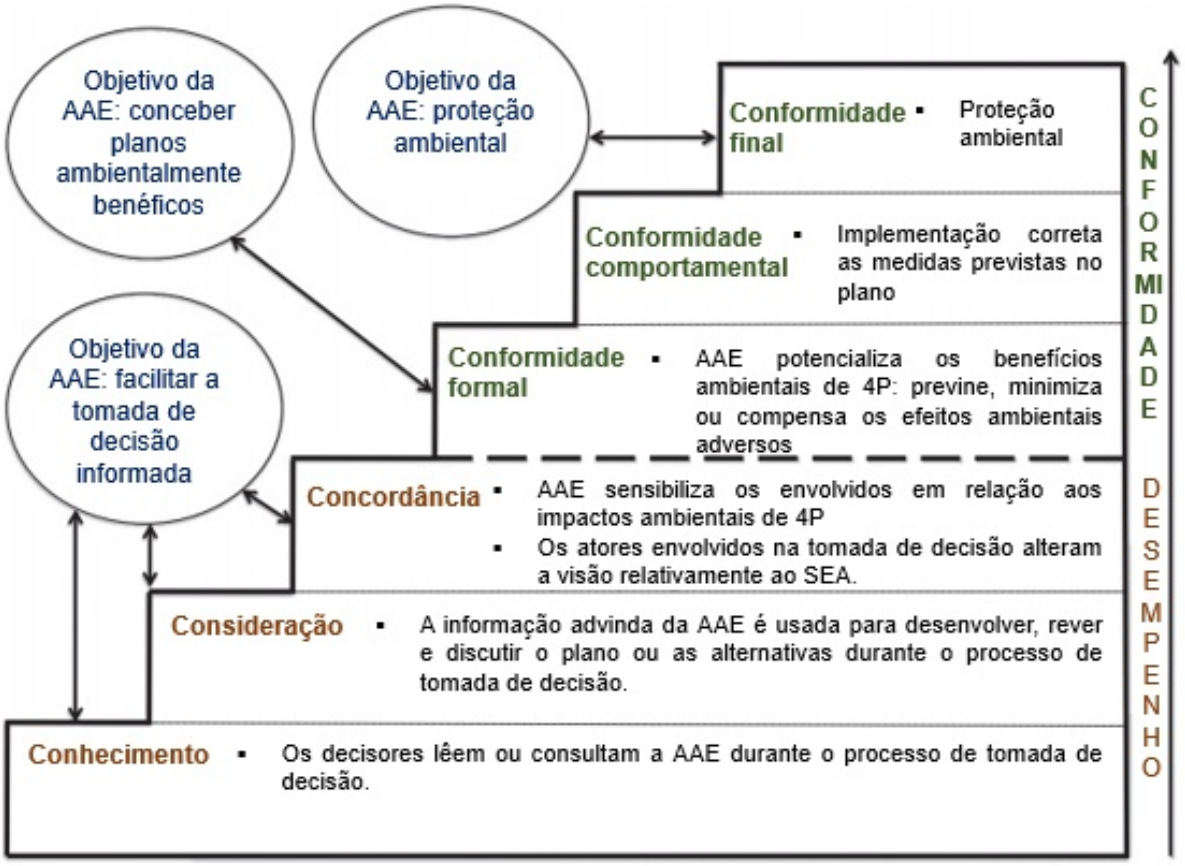


Figura 1 - Avaliação da eficácia substantiva da AAE: verificação ascendente dos indicadores de desempenho e conformidade. Elaborado pelos autores, adaptação de Doren *et al.* (2013)

Ressalta-se que, além dos critérios incluídos no Quadro 1, é conveniente destacar complementarmente alguns dos fatores que Doren *et al*. (2013) reportaram como essenciais para eficácia da AAE, a saber:

- **integração** (cooperação e comunicação entre AAE e decisores durante o processo de tomada de decisão);
- **transparência** (definição clara do papel e responsabilidade dos atores envolvidos na AAE, bem como no processo de tomada de decisão; relatório explícito que permite a reprodução do procedimento);
- **timing** (o processo de AAE deve ocorrer no estágio inicial para influenciar a tomada de decisão);
- **revisão independente** (revisão da qualidade da AAE por uma equipe independente, como se tratasse de uma auditoria externa); e
- **recursos financeiros** (pronta disponibilidade de recursos, que permitam atingir os objetivos da AAE).

Como exemplo de tentativa de análise de eficácia de AAE no Brasil, para verificar a conformidade, relativamente aos critérios de desempenho da *International Association for Impact Assessment* (IAIA, 2002), refere-se Rizzo *et al.* (2017), que analisaram as iniciativas no planejamento do setor de transportes em São Paulo, tendo constatado que a maioria dos critérios da IAIA foi atendida (ou parcialmente atendida).

3 - SÍNTESE FINAL

As considerações científicas, geopolíticas e socioculturais complexas estão no âmago das decisões sobre o desenvolvimento e exploração da zona costeira, incluindo portos. Além disso, existem questões globais, como: mudança climática, comércio internacional e outras; que não podem ser descuradas, no âmbito da tomada de decisão concernente às políticas, planos ou programas (PPP) envolvendo a zona portuária (ZP).

IVIDES.org

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) permite uma abordagem holística, que integra as variáveis ambientais, econômicas e sociais, no âmbito de PPP; e preconiza a ocupação e o uso do espaço biofísico na zona costeira. Merece ainda destaque, o fato das regiões costeiras suscitarem grande preocupação, quanto aos impactos das mudanças climáticas, bem como a necessidade inerente de medidas de adaptação das infraestruturas existentes e futuras. No âmbito da AAE, são analisados indicadores como medidas, que ilustram a evolução espacial e temporal dos descritores (ambientais e socioeconômicos); e desempenham um papel vital na tomada de decisão concernente às PPP, que influenciam os projetos de engenharia subsequentes. Nesse contexto, o monitoramento, por meio de indicadores ambientais, constitui um elemento indispensável para diagnosticar os potenciais impactos ambientais significativos das ações antrôpicas.

Finalmente, salienta-se que a AAE, ainda que não seja obrigatória no país, deve ser considerada como procedimento de boas práticas de planejamento e gestão da zona portuária, sendo condição indispensável para a prossecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

DIRECTIVA 2001/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de junho de 2001 relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente. Luxemburgo: Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2001. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0042&from=EN. Acesso em: 31 mai. 2021.

DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY, T.; BYRNE, G. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S.l.]*, v. 27, n. 2, p. 161–175, 2007. DOI: 10.1016/j.eiar.2006.10.006.

DOREN, D. van; DRIESSEN, P.P.J.; SCHIJF, B.; RUNHAAR, H.A.C. Evaluating the substantive effectiveness of SEA: Towards a better understanding. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S.l.]*, v. 38, p. 120–130, 2013. DOI: 10.1016/j.eiar.2012.07.002.

DUBLIN PORT COMPANY. Dublin Port Masterplan Strategic Environmental Assessment Environmental Report: Non-technical Summary, 2012. Disponível em: https://www.dublinport.ie/wp-content/uploads/2017/01/Dublin_Port_Masterplan_SEA_ER_NTS.pdf. Acesso em: 31 mai. 2021.

ESTERHUYSE, S. Identifying the risks and opportunities of unconventional oil and gas extraction using the strategic environmental assessment. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, *[S.l.]*, v. 3, p. 33-39, 2018. DOI: 10.1016/j.coesh.2018.03.009.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **EEA core set of indicators, Guide**. [*S.l.*]: EEA Technical report nº 1/2005, 2005.

GONZÁLEZ, A.; THÉRIVEL, R.; FRY, J.; FOLEY, W. Advancing Practice Relating to SEA Alternatives. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S.l.]*, v. 53, p. 52-63, 2015.
DOI: 10.1016/j.eiar.2015.04.003.

IAIA (International Association for Impact Assessment). **Strategic Environmental Assessment Performance Criteria**. IAIA Special Publication Series, nº 1, 2002. Disponível em: http://www. iaia.org/publicdocuments/special-publications/sp1.pdf. Acesso em: 31 mai. 2021.

MATA-LIMA, H.; VASCONCELOS, L. Integração da participação no processo de tomada de decisão referente a projectos de engenharia. **Ambiente e Sociedade**, *[S.l.]*, v. IX, p. 71-82, 2006. DOI: 10.1590/S1414-753X2006000200004.

PARTIDÁRIO, M.R. **Strategic Environmental Assessment better practice guide: methodological guidance for strategic thinking in SEA**. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente e Redes Energéticas Nacionais, 2012.

PIZELLA, D.G.; SOUZA, M.P. Avaliação ambiental estratégica de planosde bacias hidrográficas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, *[S. l.]*, v. 18, n. 3, p. 1085-1094, 2013. DOI: 10.1590/S1413-41522013000300007.

RIZZO, H.B.; GALLARDO, A.L.F.; MORETTO, E.M. Avaliação ambiental estratégica e planejamento do setor de transportes paulista. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, *[S.l.]*, v. 22, n. 6, p. 1085-1094, 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017128060.

SÁNCHEZ, L.E. Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil? **Estudos Avançados**, *[S.l.]*, v. 31, n. 89, p. 167-183, 2017. DOI: 10.1590/s0103-40142017.31890015

SILVA, A.W.L.; SELIG, P.M.; MORALES, A.T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. **Ambiente e Sociedade**, *[S. l.]*, v. XV, n. 3, p. 75-96, 2012. DOI: 10.1590/S1414-753X2012000300006.

TALJAARD, S., SLINGER, J.H.; ARABI, S.; WEERTS, S.P.; VREUGDENHIL, H. The natural environment in port development: A 'green handbrake' or an equal partner? **Ocean & Coastal Management**, *[S.l.]*, v. 199, 105390, 2021. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105390.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 agenda for sustainable development. A/RES/70/1. New York: United Nations, 2015.

VIEIRA, M.C.M.; GALLARDO, A.; AGUIAR, A.; GAUDERETO, G. Plano de gestão integrada de resíduos sólidos de São Paulo na perspectiva da avaliação ambiental estratégica. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, *[S.l.]*, v. 11, e20180155, 2019. DOI: 10.1590/2175-3369.011.e20180155.

WANG, H., BAI, H., LIU, J., XU, H. Measurement indicators and an evaluation approach for assessing Strategic Environmental Assessment effectiveness. **Ecological Indicators**, *[S.l.]*, v. 23, p. 413-420, 2012. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.04.021.

WU, Y.; MA, H. Analysis of strategic environmental assessment in Taiwan energy policy and potential for integration with life cycle assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S. l.]*, v. 71, p. 1-11, 2018. DOI:10.1016/j.eiar.2018.03.005.

DOI 10.5281/zenodo.6672789

3 TURISMO DE BASE COMUNITÁRIA COMO POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE TRABALHO E COMPLEMENTO DE RENDA EM COMUNIDADES CAIÇARAS

Maria Carla Barreto Santos Martins
Patrícia Hespanhol da Silva Fernandes

1 - TURISMO DE BASE COMUNITÁRIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL

O turismo é uma atividade bastante antiga, economicamente expressiva e que possui como objetivo principal a busca por lazer. Mas a expressão *turismo sustentável* se generalizou a partir da década de 90. Como fatores que contribuíram para este fato, é possível destacar:

a) a repercussão do Relatório Brundtlad[1] e sua definição para a expressão *desenvolvimento sustentável* - um modelo de desenvolvimento que visa atender às necessidades da sociedade, por meio de uso dos recursos naturais, sem o esgotamento desses recursos para as gerações futuras. Ou seja, uma maneira de produzir, comercializar, consumir e viver, que reconhece e respeita o meio ambiente e os sujeitos, garantindo a geração de emprego e de renda, ao mesmo tempo que promove a conservação da natureza e do patrimônio histórico e cultural;

b) a aprovação do Código Mundial de Ética no Turismo, em 1999, uma referência destinada aos governos, às comunidades e aos turistas, visando o desenvolvimento responsável do turismo mundial, com o objetivo de minimizar os potenciais impactos negativos no ambiente, no patrimônio cultural e nas sociedades;

c) a busca por um turismo que valorize o meio ambiente e os usos e costumes das comunidades locais, em contrapartida aos impactos negativos de um turismo predatório, de massa, muito recorrente a partir da década de 60.

A lógica com que opera esse turismo de massa se enquadra nos modelos de desenvolvimento com viés eurocêntrico, que se caracterizam por ter o lucro como seu principal objetivo e acabam por contribuir para a transformação de aspectos culturais e do conhecimento local (ESCOBAR, 2005). Esse turismo pós-industrial preconiza uma padronização dos destinos turísticos, os

[1] Relatório elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Humano (presidida pela então Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland) denominado “Nosso Futuro Comum”. O documento forneceu indicadores preparatórios para a Conferência de Cúpula das Nações Unidas de 1992, realizada no Rio de Janeiro, de forma que trazia as bases para a inserção do desenvolvimento sustentável na construção dos textos dos diversos documentos firmados e compromissos assumidos, pelos Estados que participaram da reunião de Cúpula e para aqueles que assinaram os acordos nos tratados aprovados (JAPIASSÚ; GUERRA, 2017).

IVIDES.org

quais, cada vez mais, mostram-se despersonalizados, sem respeito à sua capacidade de carga e, em muitos casos, diferenciando-se pouco em relação aos locais de residência habitual dos turistas (ZAOUAL, 2008).

Entretanto, com o passar dos anos, a demanda turística tornou-se mais exigente: a clientela procura locais que combinem a autenticidade e a profundidade do intercâmbio intercultural com a harmonia com a natureza e a memória dos lugares visitados. Tais exigências parecem em total contradição com a oferta do turismo que privilegia o lucro imediato e a grande escala. Em um mundo atormentado pela perda de referências, a necessidade de pertencimento, bem como de um intercâmbio intercultural, exprime o desejo de uma procura de sentidos da parte dos atores. Os turistas querem ser atores, responsáveis e solidários em seus intercâmbios com outros mundos (ZAOUAL, 2008).

Portanto, abre-se espaço às ações e estratégias de um turismo mais autêntico, colaborativo, que conserve as especificidades socioculturais dos territórios, ao mesmo tempo que também permite que o turista possa transformar a si próprio, diante do contato com o outro, numa lógica calcada na alteridade (ARRUDA; GONÇALVES, 2020). Mas o turismo de base comunitária não gera somente experiências interessantes para o turista, pois, também promove mudanças significativas no território que recepciona os visitantes. O Quadro 1 apresenta uma série de benefícios que o turismo sustentável pode gerar para o desenvolvimento territorial local.

Quadro 1 - Benefícios do Turismo Sustentável

Estimula a compreensão dos impactos do turismo nos ambientes natural, cultural e humano
Assegura uma distribuição justa de benefícios e custos
Gera empregos locais
Estimula indústrias domésticas lucrativas
Injeta capital e dinheiro novo na economia local
Diversifica a economia local
Incorpora planejamento e zoneamento assegurando o desenvolvimento do turismo adequado à capacidade de carga do ecossistema
Estimula o desenvolvimento do transporte local, das comunicações e de outras infraestruturas básicas da comunidade
Cria facilidades de recreação que podem ser usadas pelas comunidades locais, e não só por turistas domésticos
Estimula e auxilia a cobrir gastos com preservação de sítios arqueológicos, construção e locais históricos
Intensifica a autoestima da comunidade local
Demonstra a importância dos recursos naturais e culturais para a economia de uma comunidade e seu bem-estar social
Monitora, assessora e administra os impactos do turismo

Fonte: Adaptado de Swarbrooke (2000).

Zaoual (2008) afirma que, ainda que alguns segmentos e/ou formas de organização do turismo (como é o caso do ecoturismo, do turismo rural ou do turismo social) utilizem os termos “eco” e “inclusivo” como estratégia de mercado, suas diretrizes buscam promover critérios de sustentabilidade no desenvolvimento da atividade. Seabra (2010) afirma que a estratégia para o desenvolvimento do turismo está no reconhecimento das áreas turísticas enquanto legados culturais deixados por gerações passadas. Sendo assim, o turismo sustentável é mantenedor de elos de continuidade, de pertencimento e de partilha das tradições comuns a um povo, fortalecendo laços de identidade. É interessante a revalorização do legado cultural local que a prática do turismo sustentável pode proporcionar, considerando a quantidade de problemas socioambientais que diferentes modalidades de turismo podem acarretar, ameaçando o conjunto patrimonial das comunidades receptoras, em áreas de atrativos naturais.

O conjunto patrimonial das comunidades é formado por valores e crenças, conhecimentos e práticas, técnicas e habilidades, instrumentos e artefatos, lugares e representações, terras e territórios, assim como, todos os tipos de manifestações tangíveis e intangíveis, referentes a um povo. E, graças ao turismo, as comunidades es-

IVIDES.org

tão cada vez mais conscientes do potencial de seus bens patrimoniais, ou seja, o conjunto de recursos humanos, culturais e naturais, incluindo as formas inovadoras de gestão de seus territórios (MALDONADO, 2009). Trata-se, portanto, de um modelo de turismo protagonizado pela comunidade local, valorizando a História e a Cultura da mesma e gerando benefícios coletivos.

Assim como o turismo sustentável, o turismo comunitário (ou de base comunitária) se refere a uma forma de organização comercial, calcada na propriedade e na autogestão respeitosa dos recursos patrimoniais comunitários, de acordo com práticas de cooperação e na distribuição dos benefícios gerados pela atividade turística.

Sendo assim, o turismo comunitário, em sua dimensão humana e cultural, pode contribuir com a conservação do meio ambiente, enquanto estimula ações de cunho colaborativo e solidário, gera renda e ocupação às comunidades tradicionais e auxilia na manutenção das especificidades socioculturais dessas comunidades. Além disso, o turismo de base comunitária é uma atividade efetivamente situada, ou seja, o que a motiva é a particularidade de estar circunscrita a um território específico, com toda a carga emocional e simbólica inerente a este território (ZAOUAL, 2008; BARTHOLO, 2009).

Esse tipo de organização passa necessariamente por uma compreensão por parte da própria comunidade sobre os valores, as disputas e os desafios em jogo nesse tipo de iniciativa. Porém, a tomada de uma consciência crítica sobre o posicionamento como sujeito e não, objeto do sistema, requer um processo de formação adequado, para garantir maior discernimento nas decisões e melhoria na qualidade de participação política (DEMO, 1998; 2009 *apud* BARROS; RODRIGUES, 2019).

Por parte dos turistas, estes se beneficiam por encontrarem experiências autênticas, com relação mais profunda com o território. Eles não querem apenas sair de um lugar para o outro, querem também sair de suas rotinas, querem ampliar suas próprias perspectivas, incorporar experiências e saberes ainda estranhos, mas potencialmente inspiradores. Há então, um alinhamento deste crescente desejo do público com uma necessidade social, que é a valorização da cultura e das condições dos territórios; e de ambas com as possibilidades oferecidas pelo turismo de base comunitária (ASHOKA; CTG BRASIL, 2020).

Fabrino, Nascimento e Costa (2016) sintetizam que o turismo de base comunitária é caracterizado pelos seguintes elementos: (a) dominialidade (magnitude em que a própria comunidade controla as propriedades e faz a gestão dos produtos turísticos); (b) organização comunitária; (c) democratização de oportunidades e repartição de benefícios; (d) integração econômica (relação do turismo comunitário com outras atividades econômicas existentes no território); (e) interculturalidade (magnitude do intercâmbio cultural entre os visitantes e a comunidade local); e (f) qualidade ambiental (alusiva às formas de manejo e conservação dos ativos naturais existentes no território).

Em paralelo aos benefícios supracitados, Maldonado (2009) apresenta também problemas relacionados ao turismo de base comunitária. O autor considera a participação das comunidades indígenas e campestres no turismo um assunto delicado e complexo. É complexo, em função do impacto gerado por uma atividade muito competitiva e crescente, internacionalizada em comunidades localizadas em regiões remotas, dedicadas às atividades tradicionais de sobrevivência, com poucas fontes alternativas de rendimento. É delicado, em função do caráter ambivalente do turismo: embora isto represente uma oportunidade para melhorar o bem-estar das comunidades, não obstante, pode trazer consigo "*efeitos de pacote*", muitos destes, irreversíveis, como as alterações nos padrões de produção e de consumo, por exemplo.

Compreende-se que

> O turismo não é isento de riscos ou ameaças; a comunidade deve conhecê-los e debater sobre estes antes de iniciar um negócio e durante todo o seu ciclo de vida, a fim de salvaguardar seus interesses e minimizar os efeitos indesejáveis. Mais do que uma simples abertura ao exterior, com o turismo as comunidades enfrentam uma série de desafios para os quais, muitas das vezes, não estão preparadas. (MALDONADO, 2009, p.33)

Assim, quando a atividade turística não passa por um debate amplo e um planejamento adequado na comunidade, esta pode sofrer impactos negativos. A valorização dos saberes, das práticas e das identidade locais fortalece a comunidade, para que essa esteja atenta, bem orientada e possa usufruir dos diversos benefícios proporcionados pelo turismo de base comunitária.

IVIDES.org

2 - COMUNIDADES TRADICIONAIS

O Decreto nº 6.040/2007 instituiu a *Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais*. Segundo o artigo 3º, os povos e comunidades tradicionais são definidos como

> Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. (BRASIL, 2007, n.p.)

As comunidades tradicionais desenvolvem uma forma singular de viver na natureza, utilizando e coexistindo no meio ambiente, numa relação que envolve a conservação de seus valores históricos, sociais, culturais e de conservação dos recursos naturais. Segundo Diegues (2004), as atividades que desenvolvem são de baixo impacto ambiental, sendo, em sua maioria, atividades para a própria subsistência. Assim, não há uma produção nociva de danos ambientais, tais como os produzidos pelas comunidades urbanas, sendo a auto identificação uma das mais importantes características para o reconhecimento destes grupos, enquanto comunidades tradicionais.

As comunidades tradicionais representam diferentes segmentos, desde os mais conhecidos (como os indígenas e os quilombolas) até os de menor expressão, como os faxinais. Parte desses povos mora em lugares distantes e não têm acesso às políticas governamentais, o que os torna mais suscetíveis à pobreza (BEDINELLI, 2009 *apud* GRZEBIELUKA, 2012). De acordo com Diegues (2004), devido a esse isolamento relativo, essas populações desenvolveram modos de vida que envolvem grande dependência dos ciclos naturais, conhecimento profundo dos ciclos biológicos, tecnologias patrimoniais, simbologias e mitos. São comunidades que possuem uma relação de simbiose entre a natureza e os recursos naturais renováveis, que se reflete na elaboração de estratégias de uso e de manejo dos recursos naturais, utilizando tecnologia de impacto limitado sobre o meio ambiente.

Segundo Shiva (2001), a biodiversidade sempre foi um recurso local comunitário, do qual dependem muitos sistemas sociais que utilizam os recursos naturais, segundo princípios de justiça e de sustentabilidade e que reconhecem o valor da riqueza da biodiversidade. A relação entre os povos tradicionais e a biodiversidade é tão estreita, que a ameaça à biodiversidade é também uma ameaça à sobrevivência e diversidade cultural desses grupos.

A vida das comunidades tradicionais brasileiras é diretamente afetada pela destruição da diversidade biológica. O desmatamento, o uso indiscriminado dos recursos, a expansão das fronteiras e a instalação de projetos de desenvolvimento econômico acabam tirando das comunidades o direito ao uso e ao controle dos recursos naturais, indispensáveis à sua sobrevivência. A partir daí, as consequências serão sentidas, tanto na esfera ambiental quanto no plano social. A destruição ou diminuição de várias espécies e de seus *habitats* é um exemplo de perda resultante desse processo. O empobrecimento, a marginalização e, até mesmo, o desalojamento das comunidades constitui a outra face do problema (KRETZMANN, 2007).

Estas comunidades prestam um serviço público na defesa da biodiversidade, por meio de seus préstimos ao meio ambiente. Também se destacam pelas inovações e práticas, criadas dentro da própria comunidade e transmitidas para as novas gerações. Mas, com o processo de desapropriação dessas comunidades tradicionais, muitos jovens perdem o encanto pela permanência em seu local de origem, dado o seu relacionamento com outros povos (GRZEBIELUKA, 2012).

Com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável dos povos e das comunidades tradicionais, com ênfase no reconhecimento, fortalecimento e garantia dos seus direitos territoriais, sociais, ambientais, econômicos e culturais; e com respeito e valorização à sua identidade, suas formas de organização e suas instituições, foi instituída a supracitada *Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais* (Decreto nº 6.040/2007). As ações que envolvem tal política devem observar os seguintes princípios:

IVIDES.org

> I - o reconhecimento, a valorização e o respeito à diversidade socioambiental e cultural dos povos e comunidades tradicionais, levando-se em conta, dentre outros aspectos, os recortes etnia, raça, gênero, idade, religiosidade, ancestralidade, orientação sexual e atividades laborais, entre outros, bem como a relação desses em cada comunidade ou povo, de modo a não desrespeitar, subsumir ou negligenciar as diferenças dos mesmos grupos, comunidades ou povos ou, ainda, instaurar ou reforçar qualquer relação de desigualdade;
>
> II - a visibilidade dos povos e comunidades tradicionais deve se expressar por meio do pleno e efetivo exercício da cidadania;
>
> III - a segurança alimentar e nutricional como direito dos povos e comunidades tradicionais ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis;
>
> IV - o acesso em linguagem acessível à informação e ao conhecimento dos documentos produzidos e utilizados no âmbito da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais;
>
> V - o desenvolvimento sustentável como promoção da melhoria da qualidade de vida dos povos e comunidades tradicionais nas gerações atuais, garantindo as mesmas possibilidades para as gerações futuras e respeitando os seus modos de vida e as suas tradições;
>
> VI - a pluralidade socioambiental, econômica e cultural das comunidades e dos povos tradicionais que interagem nos diferentes biomas e ecossistemas, sejam em áreas rurais ou urbanas;
>
> VII - a promoção da descentralização e transversalidade das ações e da ampla participação da sociedade civil na elaboração, monitoramento e execução desta Política a ser implementada pelas instâncias governamentais;
>
> VIII - o reconhecimento e a consolidação dos direitos dos povos e comunidades tradicionais;
>
> IX - a articulação com as demais políticas públicas relacionadas aos direitos dos Povos e Comunidades Tradicionais nas diferentes esferas de governo;
>
> X - a promoção dos meios necessários para a efetiva participação dos Povos e Comunidades Tradicionais nas instâncias de controle social e nos processos decisórios relacionados aos seus direitos e interesses;
>
> XI - a articulação e integração com o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional;
>
> XII - a contribuição para a formação de uma sensibilização coletiva por parte dos órgãos públicos sobre a importância dos direitos humanos, econômicos, sociais, culturais, ambientais e do controle social para a garantia dos direitos dos povos e comunidades tradicionais;
>
> XIII - a erradicação de todas as formas de discriminação, incluindo o combate à intolerância religiosa; e
>
> XIV - a preservação dos direitos culturais, o exercício de práticas comunitárias, a memória cultural e a identidade racial e étnica. (BRASIL, 2007, n.p.)

A noção de território para essas populações é um elemento de extrema relevância, pois o território é o locus das representações, onde ocorrem as vivências e as noções de autodeterminação, além de fornecer meios de subsistência e produção. Além da importância do território, destaca-se também a relevância do auto reconhecimento dos integrantes do grupo, como parte de uma cultura singular, isto é, um grupo que possui identidade diferenciada do restante da população.

No ano de 2016, foi instituído o *Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais* (CNPCT), por meio do Decreto nº 8.750. Se trata de um órgão de caráter consultivo, com várias competências, dentre elas:

> Promover o desenvolvimento sustentável dos povos e comunidades tradicionais, com vistas a reconhecer, fortalecer e garantir os direitos destes povos e comunidades, inclusive os de natureza territorial, socioambiental, econômica, cultural, e seus usos, costumes, conhecimentos tradicionais, ancestrais, saberes e fazeres, suas formas de organização e suas instituições. (BRASIL, 2016)

O CNPCT deve ser composto por quarenta e quatro membros titulares, dos quais, vinte e nove representantes da sociedade civil e quinze representantes de órgãos e entidades da administração pública federal, com direito a voz e ao voto, além de dois convidados permanentes, com direito a voz. Para os representantes da sociedade civil, deve ser assegurada vaga para cada um dos seguintes seguimentos (Quadro 2):

Quadro 2 – Segmentos que devem ter representação no CNPCT

povos indígenas	ilhéus	catadores de mangaba
comunidades quilombolas	raizeiros	quebradeiras de coco babaçu
povos e comunidades de terreiro/povos e comunidades de matriz africana	geraizeiros	retireiros do Araguaia
povos ciganos	caatingueiros	comunidades de fundos e fechos de pasto
pescadores artesanais	vazanteiros	ribeirinhos
extrativistas	veredeiros	cipozeiros
extrativistas costeiros e marinhos	apanhadores de flores sempre vivas	andirobeiros
caiçaras	pantaneiros	caboclos
faxinalenses	morroquianos	juventude de povos e comunidades tradicionais
benzedeiros	povo pomerano	

Fonte: Adaptado de Brasil, 2016.

Comunidades e povos tradicionais sempre precisaram impor seus processos de *r-existência* à expropriação de seus territórios e de seus modos de viver e de atuar na sociedade. Esses processos são alimentados pelo desejo de reconhecimento da própria dignidade, dos seus modos de vida e dos territórios. Para fortalecer esses processos de *r-existência*, é importante desconstruir o lugar de invisibilidade e de inferioridade que se tem sobre as comunidades tradicionais; perceber e reconhecer a diversidade de outras possibilidades de vida. Para tal, é necessário estimular a expressão dos sujeitos, que se constituem também como detentores (ou produtores) de saberes. Nas histórias de vida que são contadas por seus próprios protagonistas, estes se tornam narradores de si mesmos, pois suas vivências e narrativas retratam sua própria existência (FERREIRA, 2017). Dentre os povos tradicionais elencados pelo decreto supracitado, estão os caiçaras, que serão apresentados a seguir.

2.1 - CAIÇARAS

A palavra caiçara tem origem no vocábulo Tupi-Guarani *caá-içara* e está relacionada à prática de depositar galhos e árvores em lugares selecionados da laguna, a fim de atrair os peixes que aí vão se ajuntar, para se alimentar dos nutrientes retidos ou procurar proteção. Depois de algum tempo, com o auxílio das redes, os peixes

IVIDES.org

adultos são retirados, ficando os pequenos. A "caiçara" pode ser considerada um esquema de maricultura extensiva (DIEGUES, 1988). Com o passar do tempo, o termo passou a ser o nome dado às palhoças, construídas nas praias para abrigar as canoas e os apetrechos dos pescadores (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 1992).

As comunidades caiçaras encontram-se no litoral dos estados do Paraná, de São Paulo e do Rio de Janeiro (Figura 1) e possuem uma cultura e um modo de vida singulares, em verdadeira simbiose com o ecossistema, que os diferencia da população que ocupa as demais áreas desses estados.

A formação das comunidades caiçaras possui sua gênese na ocupação do litoral brasileiro e dos ciclos econômicos vividos pelas Regiões Sul e Sudeste. O caráter predominantemente agrícola da colonização fez com que as terras férteis, úmidas e quentes das baixadas fossem as mais ocupadas, inclusive, graças à facilidade de escoamento dos produtos para o exterior. Formaram-se então, aglomerados, ao redor dos quais, gravitavam pequenos núcleos, que se converteram em compartimentos isolados, com pouca comunicação entre si ou com o exterior. Nestes locais, desenvolveu-se uma agricultura de subsistência, que servia inclusive como retaguarda econômica dos grandes engenhos, garantindo a sobrevivência das populações locais (MUSSOLINI, 1980; DEAN, 1996 *apud* ADAMS, 2000).

A comunidade caiçara recebeu grande influência indígena, já que, no período pré-colonial, tribos indígenas também habitavam o litoral e praticavam a pesca. Práticas tradicionais, como a puçá[2], a coivara[3] e a preparação/consumo de alimentos (farinha de mandioca, peixe) são exemplos de marcas da influência indígena. A origem da população caiçara está, portanto, atrelada aos indígenas, mas também, aos colonos portugueses e aos negros oriundos de África.

Assim, é possível compreender que as comunidades caiçaras estejam localizadas nas cidades mais antigas das Regiões Sul e Sudeste, fundadas pelos portugueses: Iguapé, Cananéia, São Sebastião, Ilha Bela, Antonina e Paraty, são exemplos. Essas comunidades vivem em pequenas cidades e povoados ao longo do litoral, utilizan-

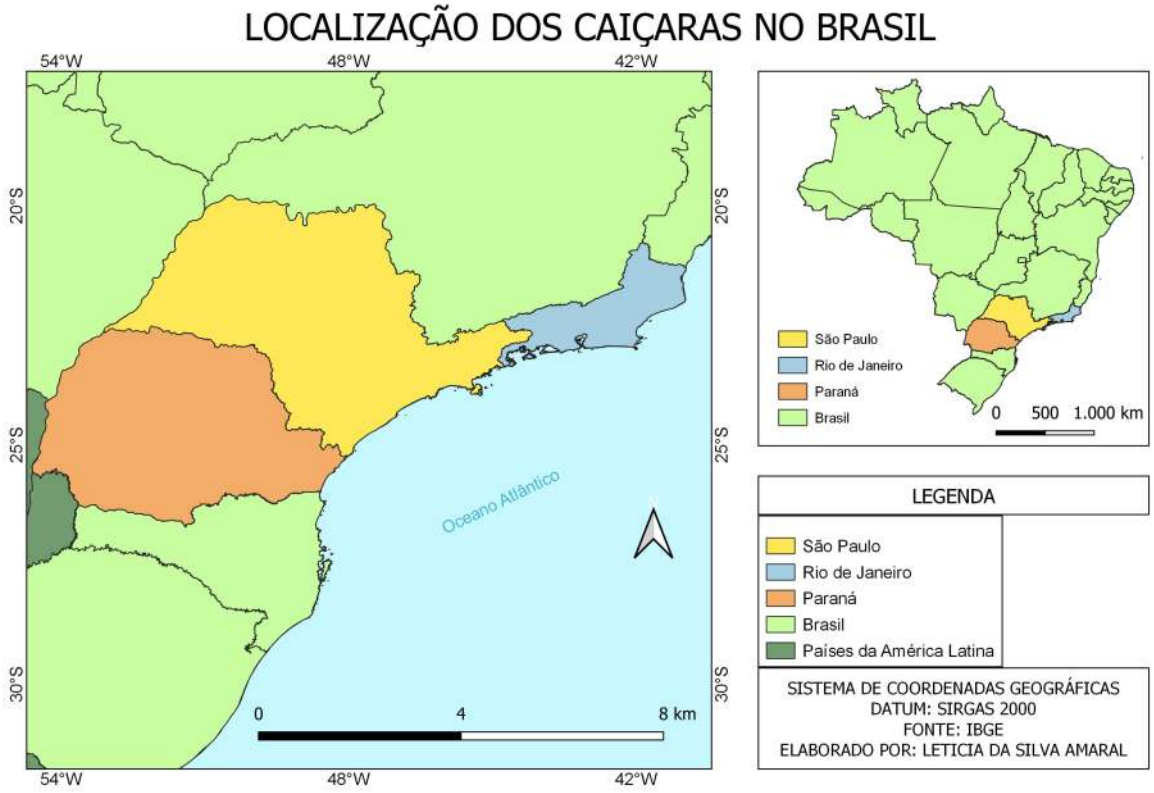


Figura 1 - Estados brasileiros com presença caiçara. Elaborado por Letícia da Silva Amaral.

[2] O puçá, também conhecido como gererê, coador ou sarrico, é um objeto de pesca confeccionado com rede e ensacador, instalado em uma armação em forma de aro.

[3] A coivara é uma técnica de preparo da terra, que consiste na derrubada de uma área da floresta, sua secagem e, posteriormente, a queimada do local. Assim, o terreno é limpo e adubado com as cinzas.

IVIDES.org

do uma variedade de *habitats*, que formam um mosaico de ecossistemas costeiros. Na parte norte de São Paulo e no sul do Rio de Janeiro, as comunidades caiçaras vivem em pequenas praias e baías, onde a Mata Atlântica cobre os morros que se aproximam do litoral, formando promontórios. Já ao sul do Estado de São Paulo e no litoral do Paraná, quando a Serra do Mar se distancia da costa, formam-se praias, lagunas e estuários. Tanto ao norte quanto ao sul, existem ilhas, tais como: a Ilha Grande, a Ilha Bela, a Ilha Anchieta, a Ilha do Cardoso, a Ilha de Superagui, a Ilha das Pacas, entre outras (DIEGUES, 1988).

A produção caiçara envolve mão de obra familiar, em atividades de pesca, de caça, de coleta, no artesanato e na agricultura de subsistência, envolvendo o cultivo de mandioca, de arroz, de cana-de-açúcar e de árvores frutíferas. Árvores são utilizadas também para a construção de canoas e os remédios caseiros são produzidos a partir de ervas da floresta.

Os habitantes do litoral possuem um contato maior com o oceano, complementando sua produção com o cultivo, principalmente, de mandioca e de banana. Nas matas e nas baixadas afastadas da costa, há uma presença maior de atividades extrativistas, enquanto que os habitantes dos terraços fluviais têm contato mais esporádico com o oceano, tendo uma maior dependência da agricultura de subsistência.

O conhecimento tradicional caiçara é observado pelo conhecimento de um calendário marcado pelo "tempo quente" (novembro-abril) e pelo "tempo frio" (maio-setembro), além dos saberes sobre as fases da Lua, para identificar o momento adequado para o corte de madeira, para o plantio etc. (DIEGUES, 1988).

Apesar do isolamento que existe entre os integrantes das comunidades caiçaras, este povo pratica trocas de produtos e também se organiza em mutirões, sendo que a divisão dos produtos ocorre de forma igualitária. Os ranchos, em meio à mata e rentes à orla marítima, são simples e sem cercas, sendo que todas as propriedades são interligadas por carreiros (GRZEBIELUKA, 2012).

Dentre o patrimônio cultural caiçara é possível destacar:

- As danças: congada, marujada, dança das fitas, chiba, dança de São Gonçalo;
- A festa do Divino
- O fandango
- O Reisado

A dança de São Gonçalo era celebrada ao final das atividades agrícolas. As festas ao Divino Espírito Santo se estendem por quase todo ano, com pausas para a Quaresma e a Páscoa. Ainda hoje, em alguns lugares, as comunidades espalhadas pela costa são percorridas na busca por dádivas para a festa. Já o Reisado, é realizado por grupos que cantam e dançam na véspera e no Dia de Reis. A tradição chegou ao Brasil por meio dos colonizadores portugueses, celebrando o nascimento do Menino Jesus. Em Portugal, é conhecido como Reisada ou Reseiro. Já no Brasil, é uma espécie de revista popular, recheada de histórias folclóricas (GASPAR, 2017).

Em 2012, o Fandango Caiçara foi registrado como expressão de bem imaterial, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), por se tratar de uma expressão musical-coreográfica-poética e festiva, cuja área de ocorrência abrange o litoral sul do Estado de São Paulo e o litoral norte do Estado do Paraná.

> Nos bailes, como são conhecidos os encontros onde há fandango, se estabelecem redes de trocas e diálogos entre gerações, intercâmbio de instrumentos, afinações, modas e passos viabilizando a manutenção da memória e da prática das diferentes músicas e danças. O fandango caiçara é uma forma de expressão profundamente enraizada no cotidiano das comunidades caiçaras, um espaço de reiteração de sua identidade e determinante dos padrões de sociabilidade local.
>
> De casamentos e batismos, festas de santos padroeiros e aniversários, até alianças de ajuda mútua e compadrios, observa-se dinâmicas sociais marcadas e conduzidas pelas cadências do fandango. De certo modo, a lógica do mutirão acompanhava as diferentes configurações deste fazer fandango, e, nesse contexto, de fato as divisões entre trabalho e divertimento sempre foram tênues. (IPHAN, 2014)

IVIDES.org

O fandango caiçara possui uma estrutura complexa, que se define em um conjunto de práticas, que perpassam o trabalho, o divertimento, a religiosidade, a música e a dança, os saberes e os fazeres. A Figura 2 apresenta um registro dessa celebração.

Figura 2 – Celebração do Fandango Caiçara. Fonte: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes.

Em geral, as manifestações são muito atreladas ao culto aos santos: São Gonçalo, São Benedito, São João, São Pedro, favorecendo os momentos de festa. No litoral norte de São Paulo, em especial, a presença da igreja Católica garante uma ligação pronunciada entre as comunidades semi-isoladas e os núcleos urbanos da região. Em termos gerais, o caiçara é católico, mas a chegada de igrejas protestantes ao litoral paulista refletiu na desconstrução de mitos tradicionais. Apesar das transformações culturais e econômicas que as comunidades litorâneas vêm sofrendo, há nelas, uma consciência grupal, que preserva sua cultura ancestral. O caiçara mantém hábitos de linguagem e de práticas musicais, que permitem tipificar fala e música. Essa é transmitida aos jovens pela família, que funciona como unidade de preservação, verdadeiro celeiro, onde a tradição musical vai sendo cultivada e repetida num processo contínuo. O trabalho coletivo também é importante ritual de integração social: mutirões de derrubadas, de construção e as campanhas de pesca de tainha, grandes ciclos de pesca, que reúnem boa parte dos moradores (SETTI, 1997).

Uma das ameaças a essas comunidades e ao exercício de suas atividades tradicionais provém do avanço da especulação imobiliária, iniciada já nas décadas de 1950 e 1960, sobretudo, com a construção de casas de veraneio ao longo do litoral. A especulação imobiliária privou uma grande parte dos caiçaras de suas posses nas praias, levando-os a buscar atividades diferentes (trabalhando como caseiros e/ou pedreiros) e mudando suas casas para longe de seu lugar de trabalho, dificultando as atividades pesqueiras.

3 - ESTUDO DE CASO: TURISMO COMUNITÁRIO E SUSTENTABILIDADE NA COSTA VERDE DO RIO DE JANEIRO

A Costa Verde, como é conhecida a região onde encontram-se municípios litorâneos do Rio de Janeiro e de São Paulo, com forte presença da Mata Atlântica. São eles: Itaguaí, Mangaratiba, Angra dos Reis e Paraty, pertencentes ao estado do Rio de Janeiro; e Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, pertencentes ao estado de São Paulo. O relevo e o clima dessas cidades são bem semelhantes e, além da zona montanhosa e de mata, são banhados por diferentes baías, como a Baía de Sepetiba e a Baía de Ilha Grande.

A região da Costa Verde do Rio de Janeiro (Figura 3) tem como suas principais atividades econômicas, o turismo e a pesca; e, em outros momentos, também teve a agricultura. É reconhecida mundialmente pelas suas belezas naturais, atraindo visitantes de diferentes países. Porém, o turismo predatório, o avanço da especulação imobiliária, a implantação de indústrias, a pesca comercial desenfreada e a ocupação desordenada vem há décadas causando impactos ambientais e sociais, extremamente negativos no território.

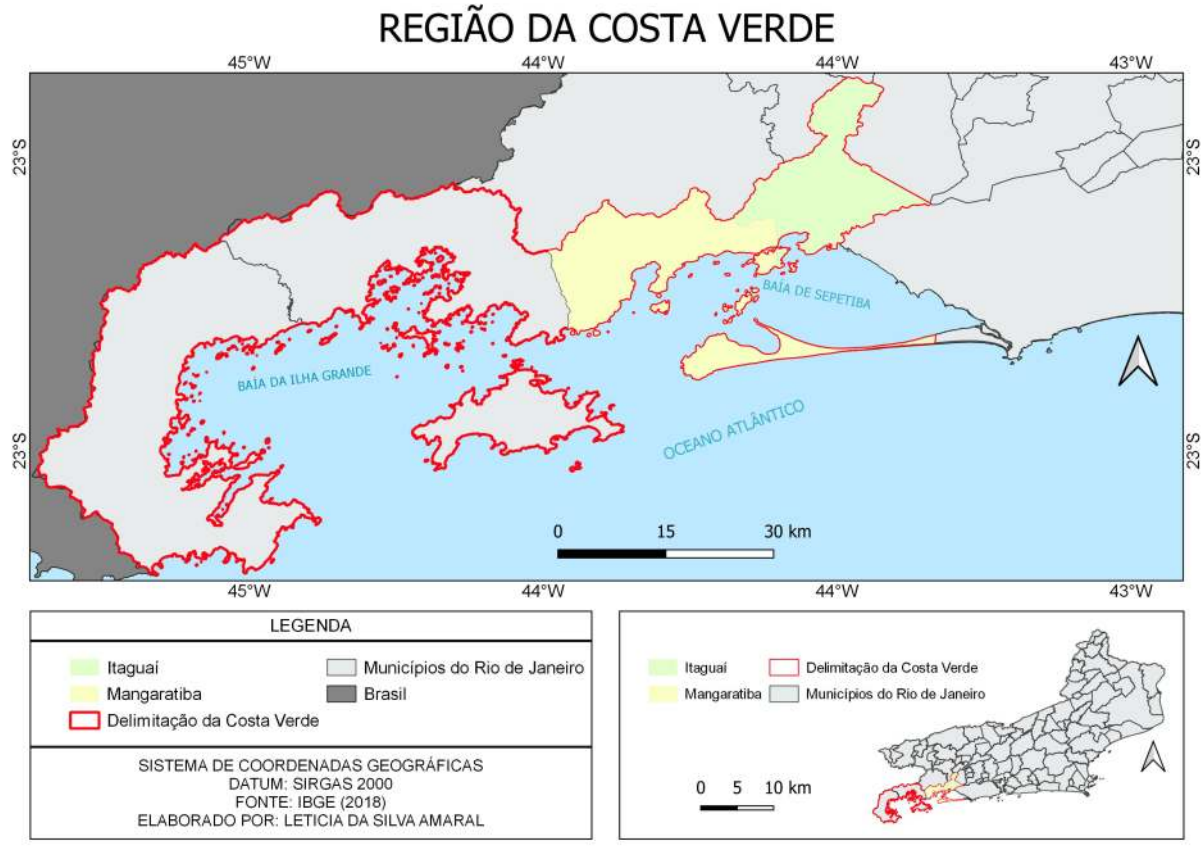


Figura 3 – Região da Costa Verde. Elaborado por Leticia da Silva Amaral.

A região possui uma grande extensão de floresta de Mata Atlântica, espalhada por cadeias de montanhas e por vales cheios de fontes de água e de cachoeiras cristalinas; e um litoral repleto de praias paradisíacas (Figura 4). Além disso, há dezenas de ilhas. Historicamente, a região foi habitada por indígenas e, após a expulsão destes, se tornou uma região de grandes fazendas. No Brasil colônia, era ponto estratégico de chegada de mercadorias e dos negros escravizados, a exemplo de Mangaratiba; e também, rota do ouro, como Paraty.

Figura 4 – A beleza da natureza em Mangaratiba com muitas áreas de floresta preservada. Foto: Patrícia Hespanhol.

IVIDES.org

Por décadas, a região foi pouco habitada, formada por pequenas comunidades de pescadores artesanais (Figura 5) e por pequenos agricultores, que cultivavam ao pé das montanhas de Mata Atlântica. Para chegar em muitas dessas comunidades, só era possível com barco, já que não havia ligação terrestre entre elas, antes da construção da Rodovia Rio-Santos. Essas comunidades caiçaras deram origem aos bairros dos municípios. Seus moradores são descendentes de indígenas e africanos escravizados levados para a região, resultando em uma mistura de saberes, de culturas e de práticas sustentáveis de manejo dos recursos naturais, ali existentes.

Com a construção da Rio-Santos, na década de 70 (Figura 6), as comunidades foram interligadas, facilitando o acesso terrestre. Isso contribuiu para a expansão do turismo e para o aumento da construção de imóveis com finalidade de veraneio, de hotéis e de grandes condomínios. Além disso, aumentou o tráfego de veículos de carga pela região e foram atraídos grandes empreendimentos industriais.

Com a chegada do chamado “progresso” à região e o aumento significativo do turismo, houve um crescimento desordenado de construções e de atividades voltadas ao público de viajantes. Além disto, a chegada de indústrias e de grandes empresas trouxe uma grande quantidade de pessoas de outros locais do Rio de Janeiro para a região e suas atividades tiveram forte impacto social e ambiental no território.

Desmatamento, poluição de corpos hídricos e de áreas naturais, o aumento da densidade urbana, da favelização, o aumento da violência e da criminalidade, a mortalidade de espécies marinhas, entre outros, são alguns dos principais impactos contabilizados atualmente na região. Tudo isso afetou diretamente a população local, suas atividades econômicas e sua cultura.

A retomada de atividades que se relacionam com práticas e saberes ancestrais da comunidade vem como uma possibilidade de empoderamento dos moradores, a autonomia na gestão de seu território, além de uma relação mais sustentável com a natureza local. É neste contexto, que o turismo de base comunitária se fortalece como uma opção de atividade econômica, que engloba toda a comunidade e de forma sistêmica; propondo-se a mudar a relação do turismo com o espaço.

A seguir, serão abordados dois casos de projetos de turismo de base comunitária, que estão em desenvolvimento na região da Costa Verde do Rio de Janeiro, mais precisamente, nos municípios de Mangaratiba e de Itaguaí.

Figura 5 – Foto do centro de Mangaratiba, visto da Toca da Velha. Sem data e sem indicação do autor. Acervo da Fundação Mário Peixoto. Fonte: https://www.mangaratiba.rj.gov.br/novoportal/pagina/historia.html.

IVIDES.org

Figura 6 – Foto da década de 1970 (autor desconhecido), primórdios da rodovia Rio-Santos (BR-101).
Fonte: https://www.mangaratiba.rj.gov.br/novoportal/pagina/historia.html.

3.1 – CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

3.1.1 – MUNICÍPIO DE ITAGUAÍ

O município de Itaguaí faz fronteira com a cidade do Rio de Janeiro e hoje é um polo comercial importante para a região da Costa Verde. Apesar disto, o município possui alto grau de deficiências em desenvolvimento humano - ocupando a 1454ª posição, entre o total de 5.565 municípios, que compõem a aferição do IDH. Itaguaí possui um elevado percentual de pessoas pobres e extremamente pobres (cerca de 37% da população), o que contrasta com a renda média dos trabalhadores formais do município, de 3,3 salários mínimos em 2016. Esse fator se deve à presença de grandes empreendimentos industriais e de um porto, tais como Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A (NUCLEP), a Vale S.A. e o Porto Sudeste. A cidade já foi ocupada por indígenas no passado e que foram, em sua maioria, expulsos do território. Hoje, comunidades caiçaras e quilombolas resistem em alguns bairros aos impactos da industrialização da cidade. O Quadro 3 apresenta dados referentes ao município.

3.1.2 – MUNICÍPIO DE MANGARATIBA

O município de Mangaratiba é historicamente um dos principais destinos turísticos e de veraneio para moradores de diferentes regiões da cidade do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense, além de outros estados e de países estrangeiros. Possui entre seus atrativos muitas praias, algumas banhadas pela Baía de Sepetiba, outras banhadas pelas águas da Baía de Ilha Grande. Além disso, a pesca artesanal é uma importante atividade na área, tanto em regiões continentais como em suas várias ilhas. O município é dividido em 6 distritos: Mangaratiba, Muriqui, Itacuruçá, Conceição de Jacareí, Serra do Piloto e Praia Grande. A cidade possui um porto da Vale S.A., localizado na Ilha Guaíba e, por anos, foi o principal ponto de saída para a Ilha Grande. A maior parte das casas e dos comércios estão localizados na área litorânea e a região possui hotéis e condomínios de alto padrão, como o Club Med Rio das Pedras e o Condomínio Portobello.

IVIDES.org

Quadro 3 – Dados do município de Itaguaí/RJ

População do Município (IBGE 2018)	125.913 hab.
População Rural (IBGE 2010)	4,48%
Área do Município	273,414 km²
Densidade Demográfica (IBGE 2010)	395,45 hab/km²
IDH-M 2010 (1.454° entre 5.565 municípios)	0,715
Receita Municipal (2016)	R$ 474.597,12 mi
PIB/per capita	R$ 65.107,78
Renda per capita média trab. formais (2016)	3,3 salários mínimos
% de pobres (< ½ salário mínimo) (2010)	37,1%
Esgotamento Sanitário (2010)	77,5%

Elaborado pelas autoras, a partir dos dados do IBGE (diversos anos).

Quadro 4 – Dados do município de Magaratiba/RJ

População do Município (IBGE 2018)	43.689 hab.
População Rural (IBGE 2010)	12%
Área do Município	358,563 km²
Densidade Demográfica (IBGE 2010)	102,29 hab/km²
IDH-M 2010 (488° entre 5.565 municípios)	0,753
PIB Municipal (2016)	R$ 301.823 mi
PIB/per capita	R$ 92.773,55,00
Renda per capita média trab. Formais (2016)	2,2 salários mínimos
% de pobres (< ½ salário mínimo) (2010)	34,2%
Esgotamento Sanitário (2010)	77%

Elaborado pelas autoras, a partir dos dados do IBGE (diversos anos).

3.2 – ESTUDO DE CASO: AGÊNCIA DE TURISMO E ESPAÇO GASTRONÔMICO CAIÇARA

3.2.1 – AGÊNCIA DE TURISMO CAIÇARA – ILHA DA MADEIRA, ITAGUAÍ (RJ)

A Ilha da Madeira (em Itaguaí) é um território ocupado há décadas por famílias de pescadores artesanais. É lá, onde está sediada a Associação de Pescadores e Lavradores da Ilha da Madeira (APLIM), conhecida como a primeira associação de pescadores do Brasil. O bairro possui um cais, onde, ainda hoje, encontram-se inúmeros barcos de pesca, canoas e outros tipos de embarcações artesanais; e algumas mais modernas (Figura 7). A construção do porto no bairro, teve um impacto grande na vida e atividade econômica dos moradores. Muitos são os relatos sobre a poluição das águas, sonora, visual e redução do interesse por turistas e espécies marinhas.

IVIDES.org

Figura 7 – Vista de parte do cais da Ilha da Madeira e bairro. Foto: Paulo Augusto Borghi Pla.

Nesta conjuntura, um grupo de mulheres, filhas, netas e esposas de pescadores artesanais locais formaram um conselho de desenvolvimento sustentável da ilha, ligado à APLIM. O foco era desenvolver eventos e atividades, que fortalecessem a comunidade e que lutassem pelos seus direitos. Dentro deste contexto, tiveram a ideia de criar uma agência de roteiros turísticos, que promovessem a imersão na cultura caiçara local, mostrando que a Ilha ainda tem muitas belezas naturais e riqueza cultural, a serem descobertas pelos turistas. Atualmente, é comum que turistas passem direto pela entrada do bairro, para irem a outros lugares da Costa Verde. Ou vão até o bairro, apenas para pegar barcos de passeios para outras áreas.

O grupo de mulheres conseguiu apoio de algumas empresas locais para realização do projeto. Em um destes projetos, conseguiram financiamento e apoio técnico de especialistas para incubar e acelerar o projeto como negócio. Assim, a partir destas atividades, nasceu o "Roteiros da Ilha da Madeira", um negócio social e de base comunitária, com oferta de roteiros turísticos de imersão na cultura caiçara local, onde é possível ter experiências gastronômicas, conhecer a História, desfrutar de aventuras e do contato com o dia a dia dos pescadores artesanais. Os roteiros são pagos e incluem transporte, café da manhã e almoço. Todos os serviços são realizados por moradores da região e todos os insumos são comprados localmente.

Na estruturação desta agência, foi inicialmente criado um roteiro piloto. Este roteiro previa começar por um café da manhã típico caiçara com aipim cozido, bolos, cuscuz, bolinho de arraia, entre outros, na casa do vice-presidente da APLIM (importante líder da pesca artesanal do Rio de Janeiro). Após o café, seguiam para o cais do bairro e embarcavam em um barco típico de pescadores artesanais (uma espécie de traineira adaptada para receber turistas) e percorriam as ilhas e praias da região, sendo guiados pela equipe do projeto e ouvindo histórias sobre cada uma das localidades.

Muitos turistas ficam surpresos com tanta beleza, que ainda resiste pelo território. Há uma parada rápida para que os visitantes mergulhem próximo a uma ilha, onde pode se ver uma rocha repleta de bromélias, plantas bastante típicas da região. Atualmente, o guia do projeto é um estudante de agronomia, filho e neto de pescadores. Além de contar histórias sobre a região, traz muitas informações sobre a flora característica existente e saberes sobre o uso de plantas medicinais e a alimentação oriunda da floresta.

Há duas paradas mais demoradas - uma na praia Quatiquara e outra, na Ilha dos Martins. Na praia Quatiquara, os turistas conhecem uma pequena vila caiçara e percorrem a trilha até uma gruta no alto da montanha, onde é possível conhecer diversas espécies da Mata Atlântica, que são utilizadas pelas famílias caiçaras, além de ter uma linda vista da região.

IVIDES.org

Na Ilha dos Martins, os visitantes podem relaxar e aproveitar a praia no quintal de uma tradicional família de pescadores da região (Figura 8). O almoço é composto por comida tipicamente caiçara, peixe frito fresco, acompanhado de pirão, feito pela Dona Idaurina e suas filhas. Após o almoço, descansam embaixo das árvores e participam de uma roda de conversa com o Senhor Valdivino, contando suas histórias, de décadas de pescaria, sua infância no Quilombo da Marambaia e a criação de sua família. Ainda nesta roda, os turistas participam de uma oficina de produção e de costura de redes de pesca, uma atividade artesanal que vem sendo perdida com o passar dos anos. No fim da tarde, os turistas retornam ao cais da Ilha da Madeira e são surpreendidos por um centro de memória do pescador artesanal itinerante, onde são apresentados aos diversos itens utilizados na pesca, às espécies de peixes da região, aos mapas antigos, às fotos e outros itens, que contam um pouco da História da pesca e da ilha em questão.

O projeto tem sido reconhecido, tendo sido vencedor de premiações locais e participante de seleções nacionais. Atualmente, o grupo investiu na ampliação dos tipos de roteiros e estão expandindo o centro de memória, além da criação de uma associação (onde terão um espaço físico, que servirá para a comercialização dos roteiros); como também, de um centro de referência para os moradores da ilha, com atividades de promoção do empreendedorismo de base comunitária, da educação ambiental e do resgate da Cultura.

Figura 8 – Casa e pequeno restaurante de família Caiçara na Ilha dos Martins. Foto: Fernanda Sindlinger.

3.2.2 – ESPAÇO GASTRONÔMICO CAIÇARA – ILHA DE JAGUANUM, MANGARATIBA (RJ)

Com praias banhadas pela Baía de Sepetiba, próximo à restinga da Marambaia e à ligação da Baía com o oceano, está a Ilha de Jaguanum (Figura 9), uma das várias ilhas do município de Mangaratiba. A Ilha tem natureza ainda bem preservada e há moradores tradicionais habitando suas praias, além de casas de veraneio e uma pousada. As praias, são como “bairros” da ilha e são interligadas por trilhas sinalizadas no meio da mata. Muitos moradores da ilha vivem da pesca ou do turismo e dependem dos bairros continentais, para compra de alimentos e outros itens, já que não há mercados, farmácias ou outros estabelecimentos por lá.

Muitos moradores possuem canoas ou barcos, que utilizam para buscar seu sustento na pesca ou para se deslocar até o continente. Não há transporte público para a ilha. Moradores e turistas que não possuem barco utilizam os conhecidos táxi boat, guiados por moradores locais, para prestar o serviço de transporte, outra atividade econômica realizada na região.

IVIDES.org

Figura 9 – Praia do Catita na Ilha de Jaguanum. Foto: Paulo Augusto Borghi Pla.

Entre as praias da ilha, existe uma praia de águas calmas e transparentes e com poucos moradores: a Praia do Catita. Ela tem vista para a restinga da Marambaia e para a ponta da Pombeba, onde estão localizados: a única escola da ilha, o posto de saúde e uma pequena capela, dedicada ao padroeiro dos pescadores, São Pedro. É nesta praia, que uma família tradicional da região iniciou seu pequeno empreendimento.

A família é descendente dos primeiros moradores da Ilha, a matriarca foi a primeira funcionária da escola, sua filha (e empreendedora do espaço) atuou por anos na escola e começou a comercialização de produtos na praia. O marido é pescador artesanal e é filho e sobrinho de antigos pescadores da região, muito conhecidos na ilha.

A família construiu uma pequena barraca de bambu coletado na ilha e abria esporadicamente para venda de cerveja e alguns artesanatos feitos pela empreendedora principal. O espaço era também utilizado como abrigo das canoas e materiais de pesca. O grande sonho era poder ter um espaço de venda de comidas e bebidas locais, que atraísse turistas interessados na cultura caiçara e em preservar as belezas da região. A Ilha vem sofrendo, em algumas praias, com a expansão desordenada de casas para veranistas e a vinda de grandes barcos de passeio (conhecidos na região como saveiros), que trazem, de uma vez só, mais de 100 pessoas cada, para passar o dia na ilha, muitas vezes, poluindo praias, trazendo poluição sonora, brigas e atos ilícitos.

A empreendedora buscou diferentes tipos de apoio, seja da Prefeitura, de forma a fiscalizar e controlar a parada de grandes barcos de passeio e os impactos ambientais e sociais na ilha; como também, para viabilizar a estruturação do seu negócio. Em 2019, conseguiu o apoio de um programa de investimento social privado de uma empresa da região, onde começou a estruturar fisicamente o espaço, além de sua gestão. Apesar disto, o negócio é simples e teria avançado mesmo sem este aporte, talvez apenas de forma mais lenta.

O espaço manteve suas características originais, mas toda estrutura de bambu foi trocada por novos, pois estavam tomados por pragas. Foram instalados uma rede elétrica segura e o encanamento de água potável. O chão, que era de areia da praia, passou a ser de madeira e alvenaria. A cozinha recebeu equipamentos de características industriais, como bancadas, fogão, freezer, fritadeira, entre outros. Foi construído um pequeno banheiro, que não existia na construção anterior, para uso dos frequentadores. A estrutura, que antes era totalmente fechada, recebeu janelas, para dar claridade e ventilação. Também foi implantada uma forma sustentável de tratamento dos resíduos líquidos, chamada de círculo de bananeiras, já que, na região, não há esgotamento sanitário.

IVIDES.org

A empreendedora passou a se capacitar em gestão e boas práticas de cozinha. Foi montado um menu de comidas e bebidas, que utilizasse insumos da região e considerando a dificuldade logística para ida até a capital. Entre eles, estão o típico bolinho de arraia, os peixes locais fritos (ou na brasa), os pastéis de camarão, o ceviche de peixe Parati, entre outros quitutes. Também foram incluídos *drinks*, que utilizam frutas e especiarias locais, além do famoso "leite de macaca", feito com coco e canela.

Atualmente, a gestão e a operação do negócio são realizados por toda a família. Esposa, marido e neto cuidam dos pratos, da compra de insumos e do atendimento aos clientes. Contam com apoio de outros moradores da ilha, em épocas de grande movimento. Além disso, alguns insumos para preparação dos pratos e sobremesas são comprados com moradores da Ilha. No espaço, também são comercializados artesanatos de artistas locais. O negócio tem parceria também com barqueiros e com donos de casas de veraneio da região, visando atrair turistas e viabilizar sua hospedagem e translado. A filha da empreendedora, que mora em outra cidade, apoia à distância a mãe, fazendo a gestão das redes sociais e trabalhando na divulgação do negócio. Em épocas de alta temporada, apoia presencialmente o espaço e registra os momentos dos clientes, a fim de promovê-lo via Internet.

A estruturação do espaço já rende frutos, como a fidelização de clientes e o recebimento de um apoio financeiro, em um concurso da Prefeitura. A empreendedora pretende em breve poder ampliar os produtos da região comercializados e aumentar a equipe de atendimento. Quer fazer um projeto com guias jovens da comunidade, para que os turistas possam dar uma volta pelas trilhas e pelas praias da ilha, enquanto passam o dia no espaço, além da realização de vivências de pesca artesanal. Também já realizou parceria com outro projeto de turismo de base comunitária na região. Seu maior objetivo é que as práticas turísticas sustentáveis sejam promotoras de geração de renda e de movimentação da economia local para os moradores, mas que respeitem também sua cultura e a tranquilidade da ilha; além de valorizar a preservação das belezas naturais e dos saberes caiçaras.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento territorial de uma região, com base no turismo de base comunitária, deve ser alcançado com o envolvimento das comunidades locais, desde a fase de planejamento, participando e auxiliando na tomada de decisões, sobre quais atividades devem ser desenvolvidas e quais as suas necessidades e expectativas. O foco deve ser a promoção de benefícios com investimentos na economia local e na infraestrutura básica, proporcionando saneamento básico, educação de qualidade e serviços de saúde.

Em 2018, ocorreu no Acre, o I Encontro de Boas Práticas em Turismo de Base Comunitária, evento organizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Espera-se que outras iniciativas, tais como o evento citado, sejam realizadas, visando promover a integração entre comunidades tradicionais e o desenvolvimento das atividades turísticas, em áreas protegidas de forma sustentável.

REFERÊNCIAS

ADAMS, C. As populações caiçaras e o mito do bom selvagem: a necessidade de uma nova abordagem interdisciplinar. **Revista de Antropologia**, São Paulo, USP, v. 43, n. 1, 2000.

ARRUDA, O. D.; GONÇALVES, J. P. Limites e possibilidades no desenvolvimento de estratégias de Turismo de Base Comunitária em um território quilombola. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 21, n. 1, p. 107-123, jan.-mar. 2020.

ASHOKA; CTG BRASIL. **Mapeamento de inovações sociais em turismo sustentável**. 2020. Disponível em: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://www.ashoka.org/sites/default/files/2020-12/Inovacoes+Sociais+Para+o+Turismo+Sustentavel_final.pdf . Acesso: 02 mai. 2021.

BARROS, A. L. R.; RODRIGUES, C. G. O. Educação diferenciada e turismo de base comunitária nos territórios caiçaras de Paraty (RJ). **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 22, 2019.

BARTHOLO, R. Sobre o sentido da proximidade: implicações para um turismo situado de base comunitária. In: BARTHOLO, R; SANSOLO, D. G.; BURSZTYN, I. (org.). **Turismo de Base Comunitária:** diversidade de olhares e experiências brasileiras. Rio de Janeiro: Letra e Imagem, 2009. ISBN 978856101201-4.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Brasília, DF: D.O.U., 07 fev. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso: 02 mai. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.750, de 9 de maio de 2016. **Institui o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Brasília, DF: D.O.U., 10 mai. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8750.htm. Acesso: 02 mai. 2021.

CRUZ, V. C.; OLIVEIRA, D. A. (org.). **Geografia e giro descolonial:** experiências, ideias e horizontes de renovação do pensamento crítico. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017. ISBN: 978-85-7785-512-4.

DIEGUES, A. C. S. **Diversidade Biológica e Culturas Tradicionais Litorâneas:** O Caso das Comunidades Caiçaras. Série documentos e relatórios de pesquisa – Nº 5. Documento apresentado na 4ª Conferência da União Mundial para Conservação da Natureza, Costa Rica, 1988.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 4ª ed. São Paulo: HUCITEC: NUPAUB: USP, 2004. 169 p. ISBN: 85-271-0345-1.

ESCOBAR, A. O lugar da natureza e a natureza do lugar: globalização ou pós-desenvolvimento? In: LANDER, E. (org.). **A colonialidade do saber:** eurocentrismo e Ciências sociais. Perspectivas latino-americanas. Coleção Sur. Buenos Aires, Argentina: CLACSO, 2005.

FABRINO, N. H.; NASCIMENTO, E. P. do; COSTA, H. A. Turismo de Base Comunitária: uma reflexão sobre seus conceitos e práticas. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 172-190, dez. 2016.

FERREIRA, S. R. B. Conflitos territoriais e a explicitação de matrizes de racionalidade divergentes: projetos desenvolvimentistas e a emergência de r-existências dos povos e comunidades tradicionais no Espírito Santo.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Dossiê Mata Atlântica**. São Paulo: SOSMA, 1992.

GASPAR, L. **Reisado**. Pesquisa Escolar Online. Fundação Joaquim Nabuco, Recife, 2017. Disponível em: http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=217. Acesso em: 29 mai. 2021.

GRZEBIELUKA, D. Por uma tipologia das comunidades tradicionais brasileiras. **Revista Geografar**. Curitiba, v.7, n.1, p. 116-137, jun. 2012.

IPHAN (Instituto do patrimônio histórico e artístico nacional). **Fandango Caiçara**. Brasília, DF: IPHAN, 2014. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/83/. Acesso em 19 mai. 2021.

JAPIASSÚ, C. E.; GUERRA, I. F. 30 anos do Relatório Brundtland: nosso futuro comum e o desenvolvimento sustentável como diretriz constitucional brasileira. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 4. p. 1884-1901, 2017.

KRETZMANN, C. G. **Multiculturalismo e diversidade cultural:** comunidades tradicionais e a proteção do patrimônio comum da humanidade. 150f. 2007. Dissertação (Mestrado em Direto) - Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade de Caxias do Sul, 2007.

MALDONADO, C. O turismo rural comunitário na América Latina: gênesis, características e política. In: BARTHOLO, R; SANSOLO, D. G.; BURSZTYN, I. (org.). **Turismo de Base Comunitária:** diversidade de olhares e experiências brasileiras. Rio de Janeiro: Letra e Imagem, 2009. ISBN 978856101201-4.

SEABRA, L. Turismo sustentável: planejamento e gestão. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. G. (org.) **A questão ambiental:** diferentes abordagens. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 250p. ISBN: 978-85-286-0992-9.

SHIVA, V. **Biopirataria:** a pilhagem da natureza e do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 2001. p.101.

SWARBROOKE, J. **Turismo Sustentável:** meio ambiente e economia. v. 2. São Paulo: Aleph, 2000. 210p.

SETTI, K. Notas sobre a produção musical caiçara: música como foco de resistência entre pescadores do litoral paulista. **Rev. Inst. Est. Bra.**, São Paulo, n. 42, p. 145-169, 1997.

ZAOUAL, H. Do turismo de massa ao turismo situado: quais as transições? **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 1-14, 2008.

IVIDES.org

DOI 10.5281/zenodo.6672803

4 BOA VIAGEM, RECIFE-PERNAMBUCO: MEU LABORATÓRIO É A PRAIA

Maria Christina Barbosa de Araújo
Jacqueline Santos Silva-Cavalcanti
Monica Ferreira da Costa

A praia da Boa Viagem (Recife) é a única praia acessível da capital pernambucana. É, desde os anos 1800, um ambiente costeiro em acelerada e constante transformação, para atender aos usos e demandas da sociedade. Seu marco arquitetônico inicial (igreja de N. Sra. da Boa Viagem) data de 1743. Na primeira metade do século XX, os coqueirais já haviam substituído a vegetação nativa e começavam a dar lugar a algumas casas. Em meados do século XX, o bairro da Boa Viagem foi ocupado para fins militares. Desde o final da II Guerra Mundial, esse privilégio continuou sendo das classes abastadas, que estabeleceu ali segundas residências de veraneio. Desde os anos 1970, o bairro assumiu um perfil residencial, comercial e de serviços, sofrendo fortíssima verticalização, atualmente, consolidada desde a orla até seu interior. O modelo de ocupação gerou uma série de conflitos socioambientais. Um dos aspectos mais marcantes da praia é a presença de áreas contrastantes, tanto com relação às condições ambientais quanto aos aspectos socioeconômicos. Uma verificação da evolução da qualidade da praia em 2007 e 2017, por meio da utilização de quatro indicadores (A: excelente, B: bom, C: regular e D: ruim), com base na avaliação de 60 parâmetros, classificados em dois subsistemas (natural e antrópico), mostrou uma pequena melhoria na infraestrutura. Para o subsistema natural, houve uma redução (< 5%) na qualidade. Os trechos da praia próximos ao limite norte são mais largos, apresentando um ambiente praial relativamente bem conservado, com presença de pós-praia e pequenas dunas cobertas por vegetação rasteira e arbórea. A partir da região central, a largura vai sendo reduzida e o cordão dunar desaparece; a vegetação torna-se mais rarefeita, ocupando pontos esparsos. Na porção seguinte, os trechos vão se tornando ainda mais estreitos, sem pós-praia e desprovidos de vegetação, principalmente, em decorrência de estruturas artificiais, que continuam presentes, para contenção da erosão. Os resíduos sólidos vêm sendo monitorados desde 2004; a categoria plástico é a mais abundante e diversa, seguida por papel, matéria orgânica, madeira e outros (aço, alumínio e vidro). Dentre os itens mais comumente encontrados, estão os filtros de cigarro, os fragmentos plásticos, o celofane e os copos. Mudanças na qualidade dos itens foram observadas ao longo dos anos. A película de polipropileno biorientada (BOPP, do inglês *bi-axially oriented polypropylene*) e invólucros de canudos não foram registrados na década anterior. O maior número de fragmentos plásticos também foi uma mudança significativa na qualidade desses resíduos. Essa mudança sugere um maior acúmulo e fragmentação dos resíduos, ao longo dos anos. As partes da praia mais contaminadas por resíduos sólidos são o norte e central, sendo a contaminação diretamente proporcional ao número de usuários. O número de pessoas explica 88,6% dos resíduos sólidos encontrados na praia. Maior quantidade foi detectada no verão do que no inverno em todos os anos estudados (2004-2020), independentemente da parte da praia. Atualmente, tem-se observado uma discreta diminuição na quantidade dos resíduos sólidos na parte central da praia, provavelmente, em virtude de mudanças no padrão de uso da praia, devido à recente sinalização das correntes de retorno fixas e ao surgimento de novos “points” da moda.

IVIDES.org

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A praia da Boa Viagem (Recife) é a única praia acessível da capital pernambucana. Essa praia é, desde os últimos 250 anos, um ambiente costeiro em acelerada e constante transformação para atender aos usos e demandas da sociedade. Seu marco arquitetônico inicial (igreja de N. Sra. da Boa Viagem) data de 1743. Na primeira metade do século XX, os coqueirais, que já há muito, substituíram a vegetação nativa de mata de restinga e os alagados, começaram a dar lugar a algumas casas esparsas. Essa tendência de ocupação por segundas residências e de "loteamento" das fazendas de coco continuou lentamente, mas, na década de 1940, o bairro da Boa Viagem foi ocupado para fins militares. A Base aérea do Recife, a rádio transmissão da Marinha, além de diversas outras instalações militares, estavam nessa parte da cidade. Nessa época, a posição estratégica do Recife, no Atlântico, teve relação com os padrões de ocupação do bairro da Boa Viagem (e suas adjacências). Com o final da II Guerra Mundial, continuou a ser um privilégio das classes mais abastadas residir à beira-mar do Recife. Paulatinamente, ao longo da segunda metade do século XX, as vilas e instalações militares foram sendo substituídas por conjuntos mais e mais adensados de segundas residências de veraneio. A esse processo, seguiu-se a construção de prédios residenciais baixos e, cada vez mais, de hotéis.

Desde os anos 1970, o bairro assumiu um perfil residencial, comercial e de serviços, que se reinventa até hoje, sofrendo fortíssima verticalização e adensamento, consolidados desde a orla até seu interior. Segundo um sistema de classificação de praias, utilizado no Brasil e que avalia a tipologia paisagística e intensidade de povoamento (Projeto ORLA), a área é classificada como "orla exposta com urbanização consolidada"; enquadrando-se na categoria de "praia muito desenvolvida" (MMA; MPOG, 2001) (Figura 1).

O modelo de ocupação do bairro e da orla gerou uma série de conflitos socioambientais. O planejamento urbanístico inicial não vislumbrou (ou considerou) a possibilidade da substituição de casas unifamiliares por prédios de apartamentos altíssimos, o que aumentou exponencialmente a população local. Com isso, as medidas alternativas de fornecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo não foram mais suficientes. A cobertura de saneamento básico na Boa Viagem ainda é precária e, parcialmente, dependente de alternativas individuais (caminhões pipa, poços privados e fossas sépticas). A questão da água e do esgoto são, possivelmente, os maiores desafios do bairro.

Mas há tantos outros, todos em maior ou menor grau diretamente relacionados ao processo de verticalização. Para mencionar apenas alguns deles: supressão da vegetação nativa e impermeabilização do solo; bloqueio da circulação de ar; ilhas de calor (NÓBREGA; SANTOS; MOREIRA, 2016); falta de infraestrutura verde; vias estreitas e super-saturadas; poluição sonora (ARAÚJO, 2013), com múltiplas fontes; transporte público deficitário; poluição do ar e poluição visual. Com isso, houve uma forte perda da identidade "praieira" do bairro, que, em seu interior, acaba por se desconectar de suas origens e voltar suas costas para o mar.

Sobretudo a transformação mais acelerada, desde o final da II Guerra Mundial (quando a maior parte das ocupações pouco planejadas do bairro da Boa Viagem ocorreram), tiveram seus impactos na qualidade ambiental da praia e seus usos. Sendo assim, pesquisas que abordam a interface cidade-praia, a praia propriamente dita e o ambiente semi- e submerso adjacente (inclusive os recifes de arenito), são importantes. A praia da Boa Viagem e sua orla, tanto do ponto de vista natural quanto socioambiental, são ambientes cujos padrões de mudança, nas diversas escalas temporais e espaciais, servem de modelo para várias outras cidades costeiras da região, do Brasil e do mundo. Da mesma forma, experimentos de gestão conduzidos aqui podem inspirar e embasar propostas de ações em outras praias e orlas urbanas.

2 - OBJETIVO

O objetivo deste capítulo é compilar informações-chave sobre a praia da Boa Viagem, produzidas nos últimos 20 anos, para traçar um panorama de sua qualidade ambiental; e, assim, possibilitar a formulação de propostas para estudos futuros, que permitam o acompanhamento das mudanças e o redirecionamento das mesmas, para os melhores cenários possíveis, diante das mudanças globais que se enfrenta.

IVIDES.org

Figura 1 - Praia de Boa Viagem (Recife-PE). Principais características e representação gráfica da praia baseada no Projeto ORLA. Elaborado pelas autoras, adaptado de MMA e MPOG (2001).

3 - PRINCIPAIS RESULTADOS ALCANÇADOS

3.1 - QUALIDADE DA PRAIA

O desenvolvimento do turismo de praia nas últimas décadas proporcionou uma elevada fonte de recursos na economia de muitos países, por meio da expansão de atividades relacionadas a este tipo de turismo (VAZ *et al.*, 2017); no entanto, em virtude da exploração acentuada, ambientes costeiros em todo o mundo estão sob forte estresse (AMOYT; GRANT, 2014). O ambiente costeiro é composto por dois subsistemas interdependentes e fortemente integrados: um natural e outro antrópico (ARAÚJO; COSTA, 2008). O principal desafio do manejo costeiro é estabelecer e manter um equilíbrio entre esses dois componentes, de forma a garantir o uso sustentável, sem comprometer a qualidade ambiental. Atualmente, os países costeiros estão cada vez mais conscientes de que precisam proteger as praias da degradação, a fim de garantir sua atração de longo prazo como destinos turísticos e fortalecer seu valor ambiental e socioeconômico (PEÑA-ALONSO *et al*., 2018; DUVAT, 2011).

A qualidade da praia tem sido destacada como um fator muito importante para atrair turistas (SEME-OSHENKOVA *et al*., 2017). Os padrões de exploração e a percepção/preferências dos recursos costeiros variaram ao longo do tempo; mas atualmente, há uma atração em massa da sociedade para os espaços costeiros, particularmente aqueles ligados às praias (PEÑA-ALONSO *et al*., 2018). No entanto, de acordo com Williams (2011), pesquisas com usuários de praia mostram que quatro parâmetros têm sido de primordial importância na escolha da praia a ser frequentada: segurança, infraestrutura, qualidade da água e ausência de lixo; ou seja, usuários priorizam aspectos relacionados principalmente com seu conforto, e são pouco preocupados com questões relacionadas à conservação dos ambientes naturais.

A avaliação da qualidade da praia de Boa Viagem foi realizada em dois períodos distintos (2007 e 2017) para fins de comparação temporal, com base no uso de indicadores ambientes (A-excelente; B-bom; C- razoável e D-ruim), obtidos através da análise de 60 parâmetros, agrupados em dois subsistemas: natural e antrópico (ARAÚJO; COSTA, 2008).

IVIDES.org

Os resultados obtidos na segunda avaliação (2017) foram muito semelhantes aos obtidos na primeira (2007). Nos dois períodos, os indicadores A e D não ocorreram, ou seja, a praia permaneceu com qualidade entre boa e regular durante todo o período avaliado. De forma geral, a avaliação temporal identificou que houve uma ligeira melhoria na infraestrutura, o que elevou o escore dos parâmetros antrópicos; já para o subsistema natural, houve uma redução muito pequena na qualidade (< 5%).Os extremos norte e sul apresentaram as melhores condições para ambos os subsistemas (Figura 2).

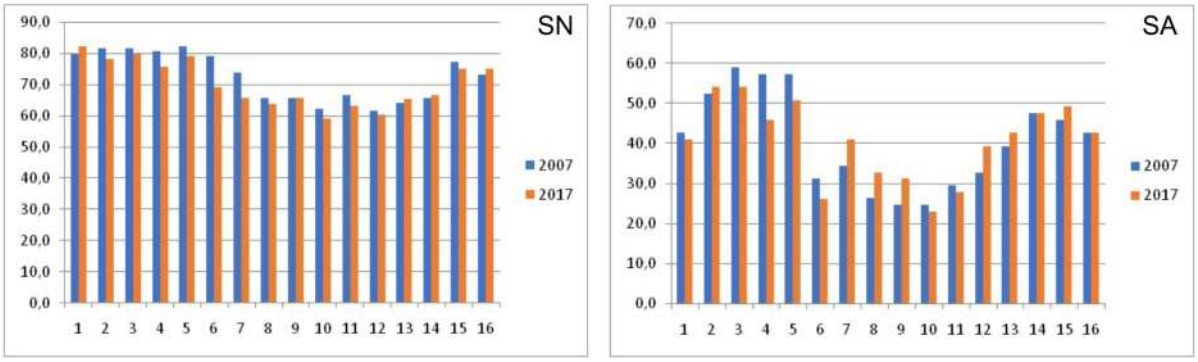


Figura 2 - Percentuais dos escores obtidos nos dois subsistemas avaliados (natural e antrópico). Fonte: Araújo *et al.* (2020).

Quando se considera de forma integrada toda a extensão da praia, alguns aspectos se destacam como positivos e outros como negativos. Ambos se mantiveram praticamente inalterados (com poucas exceções) entre os períodos avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Aspectos positivos e negativos comuns para toda a praia da Boa Viagem, nos dois subsistemas avaliados: SN (Subsistema Natural) e SA (Subsistema Antrópico).

	ASPECTOS POSITIVOS
SN	Presença de areia fina e clara. Boas condições de balneabilidade. Boa transparência da água Ausência de óleo ou piche na água e na areia. Ausência de incidentes com maré vermelha e águas-vivas. Ausência de grandes ondas batendo diretamente na costa. Pouca declividade da área de banho.
SA	Transporte público, hotéis e telefones nas proximidades. Acessos pavimentados para a praia. Investimentos públicos em infraestrutura. Placas de sinalização. Banheiros e chuveiros (mesmo em número reduzido). Salva-vidas equipados adequadamente.
	ASPECTOS NEGATIVOS
SN	Baixa cobertura vegetal Vulnerabilidade para processos erosivos Riscos de ataque por tubarões. Presença de lixo na água e na areia Evidências de descarga de esgotos.
SA	Acentuada verticalização na orla. Presença de pombos e de animais domésticos na praia. Descumprimento de leis e regulamentos. Policiamento insuficiente. Ausência de manejo costeiro integrado, zoneamento, proteção formal e/ou certificação ambiental.

Fonte: Araújo e Costa (2008, p. 145).

IVIDES.org

Apesar de pouco extensa, a praia da Boa Viagem possui regiões contrastantes, tanto com relação às condições ambientais, quanto aos aspectos socioeconômicos (antrópicos), os quais não sofreram grandes alterações ao longo do período de estudo.

3.1.1 - ASPECTOS NATURAIS

Com relação aos aspectos ambientais, os trechos da praia próximos ao limite norte continuam sendo os mais largos, apresentando um ambiente praial relativamente bem conservado, com presença de pós-praia e pequenas dunas cobertas por vegetação rasteira e arbórea (Figuras 3 e 5A). A partir da região central, a largura vai sendo reduzida e o cordão dunar desaparece; a vegetação torna-se mais rarefeita, ocupando pontos esparsos. Na porção seguinte, os trechos vão se tornando ainda mais estreitos, sem pós-praia e desprovidos de vegetação, principalmente, em decorrência de estruturas artificiais, que continuam presentes, para contenção da erosão na orla (Figura 4). Apenas no extremo sul da praia há uma recuperação das condições ambientais, mantidas desde a primeira avaliação. Em algumas áreas da praia, o arrecife[1] permanece emerso nas marés baixas, permitindo a formação de piscinas naturais; e são muito utilizados como áreas seguras para banho. Hotéis de luxo, que buscam explorar as características paisagísticas do local, concentram-se nesta parte, onde, na maré baixa, as piscinas naturais são formadas.

Em decorrência da discrepância de largura observada no ambiente praial de Boa Viagem, um extenso trecho de largura muito reduzida (Figura 4) apresenta sérios problemas relacionados com a erosão costeira. Nesse trecho, de aproximadamente 3km foi necessária a construção de uma estrutura de contensão conhecida como enrocamento aderente, a qual tem o objetivo de reduzir o impacto da água sobre a estrutura urbana adjacente (Figura 5B). Embora esse tipo de obra resolva parcialmente o problema da erosão, traz consequências negativas para a praia, causando uma perda ainda maior do espaço destinado aos banhistas, dificulta o acesso à praia e reduz a qualidade estética da área. Em cima do enrocamento foi criada uma praia artificial com cerca de 5-8m de largura, o que possibilita o banho de sol na maré alta (SILVA *et al.*, 2006).

3.1.2 - ASPECTOS ANTRÓPICOS

Atualmente, a Boa Viagem é um dos bairros mais populosos da Cidade do Recife (PE) (> 100.400 hab.) e apresenta alta densidade populacional (~136 hab./ha). O principal fator, responsável pela alta densidade populacional do bairro, é a sua intensa verticalização, tanto para fins residenciais quanto comerciais, que tem se intensificado muito desde a década de 2000 (Figura 6) (COSTA *et al*., 2008). A verticalização intensa tem consequências ambientais sérias para o bairro. Barra o vento do mar e cria ilhas de calor; causa sombra na praia à tarde; aumenta a quantidade de esgoto doméstico, aporte urbano e lixo; intensifica a impermeabilização do bairro como um todo; aumenta a demanda sobre recursos hídricos aumentando a demanda para perfuração de poços; sufoca e desvaloriza os outros prédios mais baixos e casas; sobrecarrega a paisagem; sobrecarrega o tráfego com veículos particulares e transporte público; e acentua a exclusão social (COSTA *et al*., 2008).

Sobre a infraestrutura da praia, a quantidade de banheiros públicos continua a mesma, seis unidades para toda a orla, sendo insuficiente para a quantidade de frequentadores, além do mais, a localização de alguns não coincide com os trechos em que se concentra o maior número de usuários. Para outros aspectos antrópicos, como o comércio de praia, a situação não é a mais adequada; uma avaliação, realizada por Araújo *et al.* (2012), identificou que a atividade é bastante desordenada, especialmente, nas áreas mais utilizadas. Essa situação continua e foi observada na avaliação da qualidade em 2017. A praia conta com o comércio formal (bares, restaurantes e quiosques) e informal (barraqueiros e ambulantes). A quantidade de comerciantes é bastante elevada; são vendidos bebidas (alcoólicas ou não) e alimentos, facilmente perecíveis, além de artesanato, produtos piratas e contrabandeados. Não foi observada a melhoria nas condições de trabalho e os cuidados com os itens comercializados, especialmente, os alimentos. O consumo de alimentos na praia e a elevada geração de lixo atraem uma enorme quantidade de pombos, animais conhecidamente transmissores de doenças ao Homem (Figura 7).

[1] Cordão rochoso de sedimento consolidado paralelo à praia.

IVIDES.org

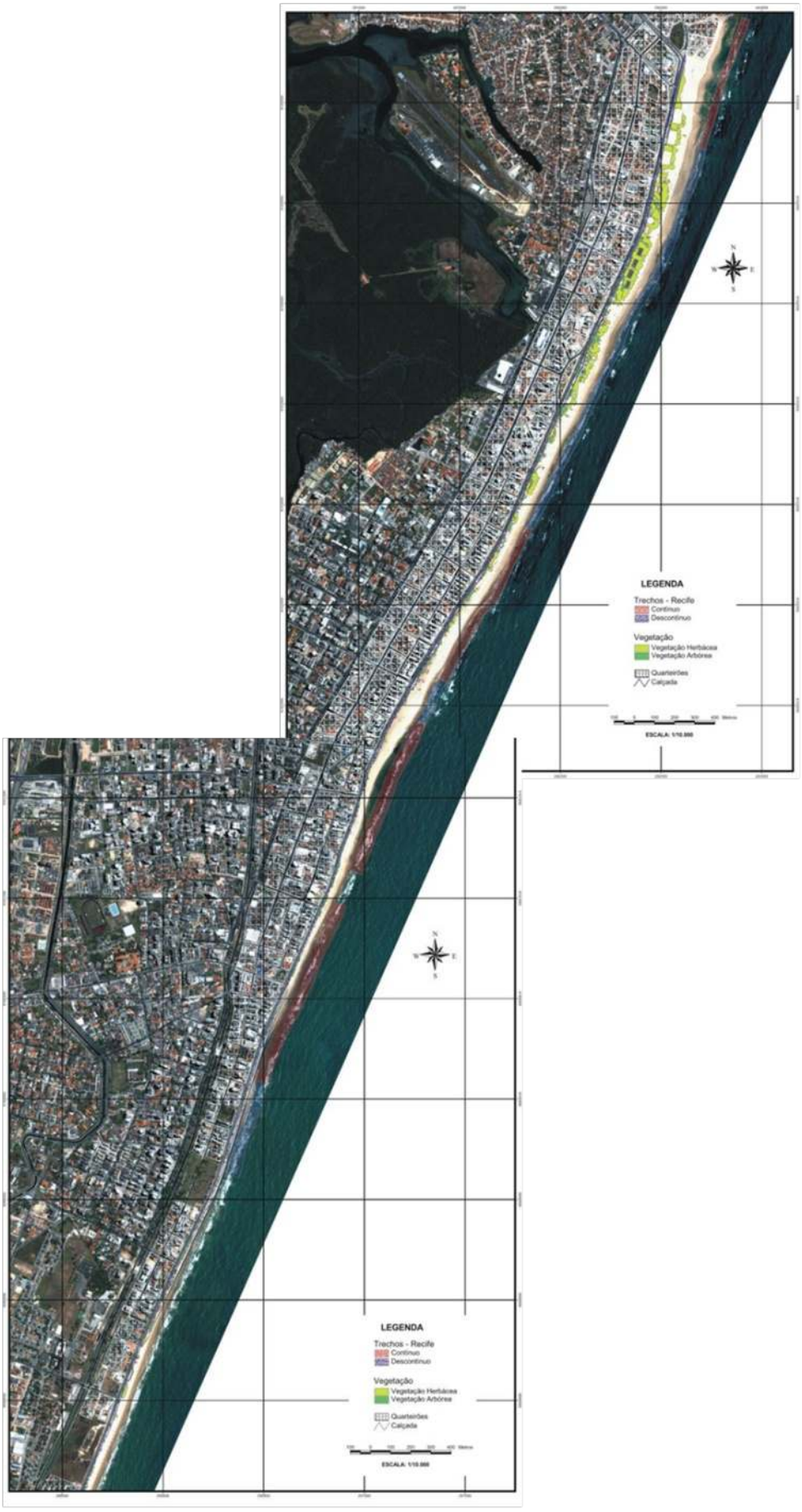


Figura 3 - Praia de Boa Viagem (Recife-PE). Localização das manchas de vegetação (herbácea e arbórea) ao longo da faixa de praia no sentido norte-sul. Fonte: Araújo (2008). Fonte: Araújo (2008, p. 115-116).

IVIDES.org

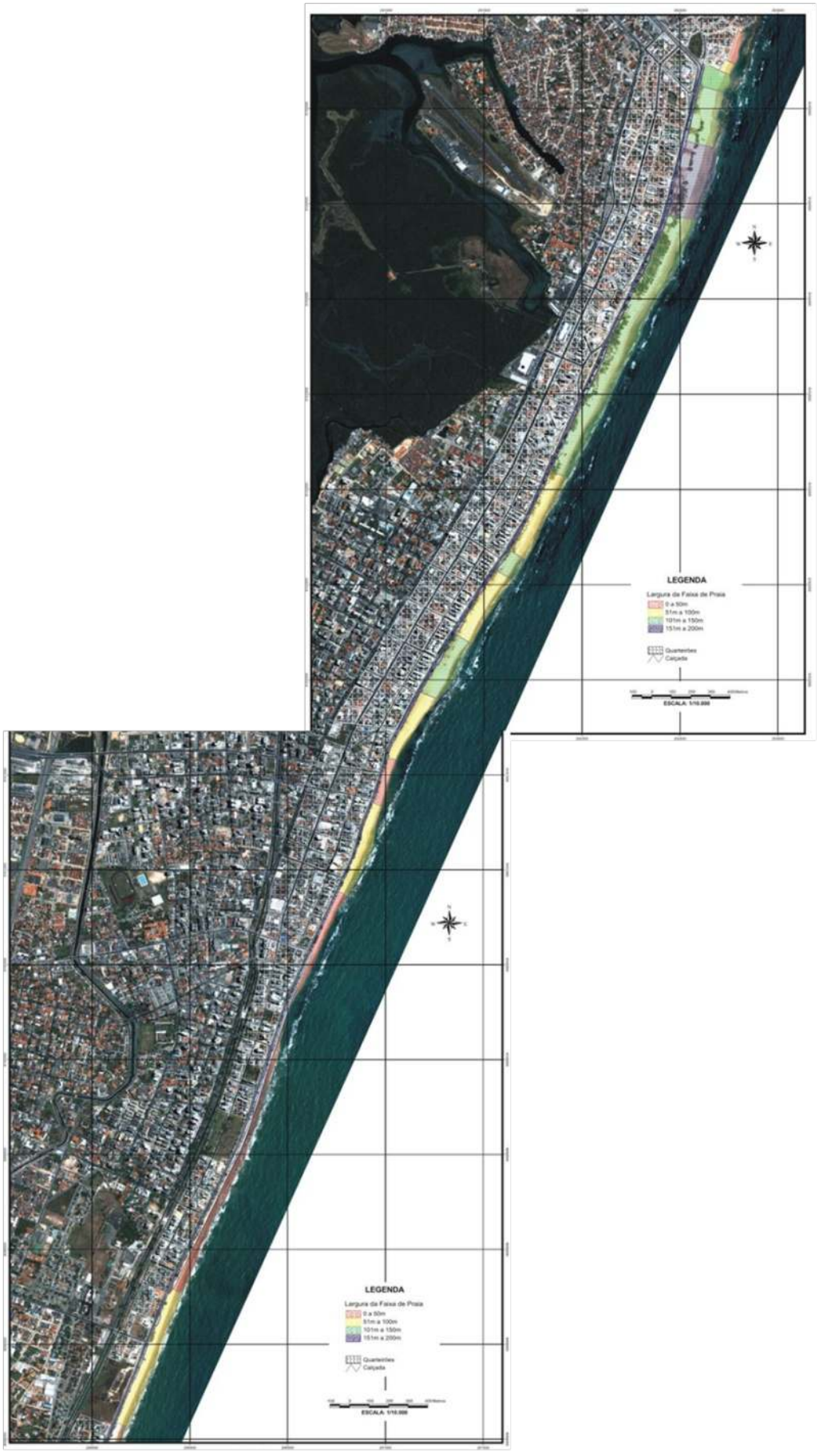


Figura 4 - Praia de Boa Viagem (Recife-PE). Redução do ambiente praial emerso no sentido norte-sul. Fonte: Araújo (2008, p. 109).

IVIDES.org

Figura 5 - Variação na largura do ambiente praial emerso na praia de Boa Viagem: (A) extremo norte da área; (B) região mais ao sul, onde o processo de erosão exigiu a colocação de um enrocamento aderente.

Figura 6 - Evolução do processo de verticalização da praia de Boa Viagem. Fonte: AMABV (2006, n.p.) *apud* Araújo (2008, p. 39).

Além disso, no trecho, ainda ocorrem altos níveis de barulho, conflitos de uso; desníveis entre as vias e a praia (dificultando o acesso); além de condições visuais ruins, resultantes do uso humano. A melhoria também só aparece nos últimos trechos da praia.

Apesar desses problemas, alguns aspectos foram responsáveis pela discreta melhoria na infraestrutura (detectada na segunda avaliação, 2017), entre os quais, a ampliação da ciclovia para toda a extensão da praia (antes, restrita apenas ao trecho norte); a recuperação e ampliação dos equipamentos de lazer; a instalação de chuveiros; a recuperação dos quiosques de comércio instalados no calçadão e o embutimento da fiação; a instalação de um local de acesso ao banho de mar (para pessoas com dificuldades especiais) e de sinalização dos locais de risco para banho.

Figura 7 - Atividade comercial na praia de Boa Viagem, geração de resíduos sólidos e presença de animais vetores de doenças. Fonte: Araújo *et al.* (2012, p. 385).

IVIDES.org

3.2 - CAPACIDADE DE CARGA

Capacidade de carga recreacional é definida através do número máximo de pessoas por m² que pode usar o ambiente, sem declínio na qualidade da experiência recreacional (SILVA; BARBOSA; COSTA, 2008). Geralmente, é analisada por meio da densidade de ocupação da faixa de areia, sendo baseada no conceito da manutenção do nível de desenvolvimento e uso, que não resulte na deterioração sociocultural e ambiental; ou na percepção da degradação do recurso pelos usuários (SILVA *et al.*, 2006; SILVA; BARBOSA; COSTA, 2008). A maioria dos estudos estabelece um intervalo "aceitável de uso" (nº de pessoas/m²), segundo o qual, o número de usuários não compromete a experiência recreacional (SILVA *et al*., 2006).

A escolha da praia visitada reflete a expectativa de uma praia ideal, que varia de usuário para usuário. Assim, o limite de tolerância do usuário ao número de pessoas no local está associado à idealização do que ele pretende experienciar. Os usuários das praias podem ser categorizados em agregacionistas e individualistas. Os agregacionistas vão à praia para experiência social, preferindo praias desenvolvidas, superlotadas e com abundância de atividades. Por outro lado, os individualistas, são aqueles que procuram uma experiência de contato com a natureza, preferindo praias pouco desenvolvidas, com beleza natural e tranquilidade (SILVA *et al.*, 2006).

A praia de Boa Viagem tem uma vocação tipicamente turística, especialmente, por estar inserida em uma grande metrópole. Mesmo considerando que os frequentadores dessa praia optem exatamente por esse tipo de ambiente, o qual privilegia o convívio social e o acesso imediato a facilidades, é de se esperar que haja um limite de tolerância para com os conflitos resultantes dessa intensa utilização. Um estudo piloto caracterizou a dinâmica de ocupação ao longo de um dia de verão, em uma faixa de areia localizada na porção central-sul desta praia (SILVA *et al*., 2006). O estudo identificou uma maior densidade de usuários, localizados no supra e mesolitoral (Zona do Solarium) coincidindo com o horário de maior intensidade solar (10-13h), culminando com o aumento do número de usuários e, consequentemente, uma diminuição da área disponível para uso (1,3 a 40,5 m²/pessoa) (SILVA-CAVALCANTI, 2015).

A dinâmica de uso da praia é regida pela disponibilidade de radiação solar, logo, nos dias de sol, é esperada máxima ocupação, independente do dia da semana. A praia tende a ser ocupada, de acordo com as facilidades de acesso, oferecidas aos seus usuários. Assim, faixas de areia superlotadas, geralmente, estão associadas à proximidade às áreas de estacionamento (ou às ruas de acesso direto ao transporte público), barracas com bebidas e lanches.

O padrão de uso dessa praia segue uma rotina bastante regular ao longo do ano todo, embora a quantidade de usuários se modifique, em virtude da sazonalidade dos períodos seco e chuvoso e também de férias escolares (SILVA *et al*., 2006). Ao amanhecer (5h), chegam os primeiros usuários da praia, os quais são, em sua maioria, residentes do bairro, que se envolvem na prática de atividades físicas, principalmente, o *cooper* e as caminhadas no calçadão e à beira-d'água. As quadras esportivas também são tomadas por professores e alunos de escolas públicas municipais, esportistas profissionais e amadores, bem como por pelotões militares para treinamentos físicos.

Os usuários que vêm para o banho de sol começam a chegar por volta das dez horas, quando o sol já está quente e permanecem em média 4 a 5 horas na praia, desfrutando do conjunto sol-areia-mar (Figura 8). À noite, a praia é utilizada por quem vem caminhar no calçadão, jogar futebol, contemplar o luar e pescar. A pesca noturna acontece nas luas novas e cheias, principalmente, próximo às piscinas naturais. A pesca recreativa na Boa Viagem é bastante intensa nesses períodos (SILVA, 2018). A pesca artesanal encontra-se representada por alguns pescadores, com pequenos barcos e jangadas, que costumam pescar em mar aberto (SILVA, 2018).

Mesmo no período das chuvas, é comum a presença pessoas correndo no calçadão e a prática de futebol e vôlei na chuva, principalmente, por grupos que têm o hábito de se reunir nos finais de semana. Mesmo com o dia nublado, muitos vão à praia.

Normalmente, os usuários da praia são territorialistas quanto à área onde se estabelecem e fiéis aos barraqueiros do local; além disso, preferem os locais com pessoas de mesmo perfil social que o deles. No extremo norte, concentra-se a população de nível de instrução e poder aquisitivo mais baixos. A parte central é caracterizada por alguns núcleos de aglomeração de usuários, principalmente, em frente ao Edifício Acaiaca e ao Recife Palace Hotel (Figura 9). O Acaiaca tem sido o local da moda há muitos anos. Lá, concentram-se jovens e adolescentes do bairro (de maneira geral, com melhor instrução e poder aquisitivo) e o maior número de visitantes da Região Metropolitana do Recife (LEAL, 2006).

IVIDES.org

Figura 8 - Variação na quantidade de usuários no mesmo horário (11h), em dois diferentes dias da semana, segunda-feira (A) e domingo (B), para janeiro de 2007. Fonte: Araújo (2008, p. 89).

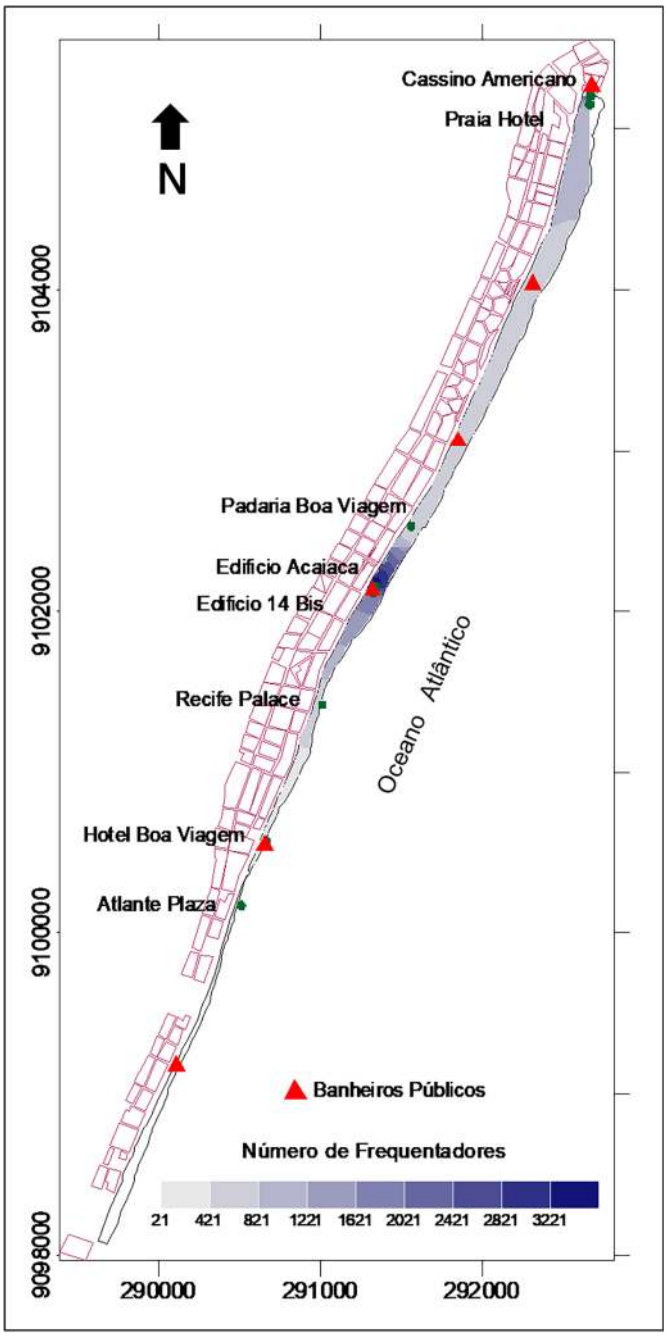


Figura 9 - Localização dos principais pontos de concentração e quantidade de usuários ao longo da faixa de praia em Boa Viagem. Fonte: Silva *et al.* (2008).

IVIDES.org

Na parte mais ao sul da praia, o uso é prejudicado pelo processo localizado de erosão marinha, que reduz consideravelmente a faixa de areia e a possibilidade do banho de mar e compromete o patrimônio público e privado (SILVA *et al*., 2006). Devido aos ataques de tubarões, o serviço de proteção aos banhistas tem aconselhado que as pessoas tomem banho de mar antes dos arrecifes.

Estudos de avaliação do uso da praia, realizados com intervalos de 10 anos (2004-2005 e 2015-2016), identificaram que o padrão de distribuição dos usuários ao longo da praia permaneceu o mesmo, assim também, como os dias mais freqüentados (segundas-feiras, sábado e domingo); no entanto, o número de usuários diminuiu. O número de usuários no verão variou de 22 a 3.610 ; e de 4 a 1.950 pessoas, por trecho, para os verões de 2004 e 2015, respectivamente. A diminuição no uso representou cerca de 35%, no trecho Central; e até 66%, na parte mais ao Sul. A diminuição de usuários nessas partes da praia está possivelmente relacionada à presença de sinalização quanto à corrente de retorno e aos ataques de tubarão, relatados na mídia para estas áreas (SILVA-CAVALCANTI; COSTA; PEREIRA, 2018).

A partir do ano de 2013, quando se iniciou um projeto de ordenamento da praia da Boa Viagem, foram realizadas medidas de intervenção para segurança dos usuários. Entre essas ações, está a adoção do padrão internacional de sinalização de perigo constante aos usuários, por meio do uso de bandeiras vermelhas, nos locais que representem perigo constante aos banhistas. A sinalização com as bandeiras vermelhas na praia da Boa Viagem indica a ocorrência de correntes de retorno fixa. Os locais com maior número de usuários da praia apresentam corrente de retorno fixa, sinalizada pelo corpo de bombeiro, por meio do uso da bandeira vermelha. A utilização dessas bandeiras de alerta pode ter sido a causa da diminuição no número de usuários da praia, principalmente, na parte Central da praia de Boa Viagem.

3.3 - SEGURANÇA PARA O BANHO DE MAR

A segurança na praia refere-se à gestão de situações de risco aos usuários, permitindo-lhes usufruir da vocação de lazer da praia com segurança, longe do perigo de afogamentos ou ferimentos (JIMÉNEZ *et al.*, 2007). As principais variáveis utilizadas para melhorar a segurança da praia são o entendimento da dinâmica natural da praia e de seus usuários. No que diz respeito à praia natural, incluem o entendimento dos aspectos associados às características físicas da praia, tais como, a profundidade da água, a topografia da zona de rebentação (estado morfodinâmico), a quebra de onda, as correntes de retorno (SHORT; HOGAN, 1994; KLEIN *et al*., 2003) e os riscos localizados, como os recifes e rochas (SHORT; HOGAN, 1994). A segunda variável é caracterizar as distribuições espaço-temporais de usuários na praia e avaliar o seu comportamento, quanto aos fatores de risco na praia. A posição relativa dos usuários na praia, com relação às fontes existentes de perigo, irá determinar o nível real de risco. Assim, por exemplo, o risco real de afogamento em uma praia não é a existência de uma corrente de retorno, mas a utilização da parte da praia, onde existem essas correntes.

A praia de Boa Viagem tem um conhecido histórico de ataques de tubarões. Foram 59, registrados desde 1992, sendo sete (11,9%), na área mais central da praia. As bandeiras de sinalização de perigo para esses ataques estão localizadas, muitas vezes, em áreas de pouca visibilidade para banhistas.

Além da questão do risco de ataques de tubarões, as principais causas de afogamento na praia de Boa Viagem estão associadas às correntes de retorno, as quais são monitoradas por um sistema de vídeo, porém, limitado a alguns pontos da praia (Figura 10). Nove correntes de retorno permanentes foram identificadas para a praia de Boa Viagem, porém, apenas quatro delas, são sinalizadas com bandeiras de alerta de perigo. As bandeiras de alerta são normalmente fixadas em locais da praia onde os usuários estão propensos a se machucar. Elas geralmente estão associadas à presença de correntes, relevo acidental ou presença de pedras, com o objetivo de alertar, informar e/ou lembrar os indivíduos, acerca de potenciais perigos e comportamentos inseguros, os quais devem ser evitados.

O número de bandeiras de sinalização é bem menor do que o número de correntes fixas na praia de Boa Viagem, sendo insuficiente para cobrir toda a extensão de praia exposta a esse risco. Somado a isso, foi verificado que as bandeiras utilizadas para sinalização estão velhas e danificadas, consideradas inadequadas ao uso. Alguns quilômetros de praia estão sem a cobertura desta sinalização e sem salva-vidas, deixando os usuários da praia como potenciais vítimas de afogamento, ou ainda, vítimas de incidentes com ataques de tubarão (SILVA-CAVALCANTI *et al.*, 2020). Na parte norte da praia de Boa Viagem, existem duas correntes permanentes, no entanto, nenhum sinal de bandeira é usado na área. Apesar disso, duas estações de salva-vidas (uma fixa e outra, móvel) ocorriam em 2017. Atualmente, apenas o ponto fixo faz a cobertura da área.

Figura 10 - Imagem oblícua do sistema de monitoramento em vídeo da praia, parte central, com bandeiras delimitando as áreas fixas de corrente de retorno. a) 05h30 b) 07h30 c) 09h30 d) 11h30 e) 13h30 f) 16h30, do dia 19 de outubro de 2014 (domingo). Setas amarelas marcam a sinalização da corrente de retorno. Eixo X: 900 px (pixels) e no Y: 1200 px. Fonte: Silva-Cavalcanti, Costa e Pereira (2018, p. 95).

A redução dos usuários em áreas antes muito ocupadas, possivelmente, está associada à presença de sinalização para correntes de retorno e aos alertas sobre ataques de tubarão, anunciados pela mídia. Instalar bandeiras de sinalização do perigo, localizadas ao nível dos olhos, à vista clara; e próximas ao perigo, é a melhor estratégia para evitar que os usuários da praia corram riscos. Ainda em relação às correntes de retorno, em um trabalho realizado em 2020, foram analisadas imagens da faixa de areia, sinalizada por bandeiras; e o comportamento dos usuários frente à sinalização (SILVA-CAVALCANTI *et al.*, 2020). Os resultados demonstraram que o local, onde as bandeiras eram fixadas, variava. Além disso, nem todos os dias, os salva-vidas colocavam as bandeiras em sua posição correta. Essa prática, não frequente, dificulta a percepção para os usuários da praia em associar a bandeira a uma zona de perigo com correntes de retorno. Outro ponto de dificuldade observado é que a bandeira vermelha é entendida pelos usuários da praia, como local onde é permitido nadar, sendo comum, o banho-mar entre as bandeiras vermelhas na praia de Boa Viagem. Avaliando a percepção dos usuários quanto às bandeiras de sinalização para correntes de retorno na praia de Boa Viagem, foi observada a falta de compreensão dos usuários da praia sobre a sinalização da praia e sobre a definição de corrente em si (SILVA-CAVALCANTI *et al*., 2020). Além disso, muitos usuários da praia acreditam que estão mais seguros se nadarem entre as bandeiras, inclusive, pela presença de salva-vidas nessas áreas. Foi verificado que existe uma maior ocorrência de afogamentos na praia de Boa Viagem, durante as férias escolares, deixando crianças e adolescentes mais suscetíveis ao incidente. E, quando considerado a variação semanal desses registros, eles foram maiores na segunda e sexta-feiras, estando relacionados a uma redução na quantidade de salva-vidas nas áreas de ocorrência de correntes (SILVA-CAVALCANTI; COSTA; PEREIRA, 2018).

Os usuários da praia percebem as bandeiras de sinalização das correntes de retorno quando a praia está vazia, mas, ao longo do dia e na maré alta, eles perdem essas referências devido à superlotação. A hora do dia com o maior número de usuários de praia (10h-13h) também foi o momento de maior ocorrência de afogamentos na praia de Boa Viagem (SILVA-CAVALCANTI; COSTA; PEREIRA, 2018; SILVA-CAVALCANTI *et al.*, 2020). As bandeiras vermelhas e as placas que orientam sobre os ataques de tubarão estão em estado de conservação precário. As bandeiras estão muito envelhecidas e as placas que explicam os riscos para ataques precisam de manutenção. Ações de gestão para essa praia seriam a troca de placas, melhor sinalização sobre correntes de retorno e ações de sensibilização quanto aos riscos eminentes nas áreas sujeitas a correntes.

Uma outra sugestão é a instalação de placas educativas, que expliquem o que é uma corrente de retorno, o que significa a bandeira vermelha e dando orientações de como agir, ao cair em uma corrente (SILVA-CAVALCANTI; COSTA; PEREIRA, 2018). Essa é uma estratégia barata e de alto retorno preventivo. Essas ações podem ser realizadas pelo poder público em parcerias com outros órgãos públicos ou privados, a fim de

IVIDES.org

apresentar os riscos da praia para a população e, principalmente, minimizando o número de vítimas de afogamento. O trabalho educativo nas escolas do bairro próximo à praia de Boa Viagem seria uma ação efetiva, na tentativa de minimizar os incidentes com crianças e adolescentes. Fatores sociais, como a ignorância, o abuso do consumo de álcool, a falta de atenção e o desrespeito em relação aos riscos ambientais, parecem ser responsáveis por muitos acidentes envolvendo afogamentos.

Resumindo, a praia conta atualmente com um sistema de proteção aos banhistas que inclui placas, bandeiras e postos salva-vidas (Figura 11). No entanto, apesar de todos os esforços do poder público, ainda há muitos aspectos a serem melhorados, especialmente, aqueles relacionados com a cobertura total da praia, a localização dos equipamentos, a infraestrutura e a manutenção das placas de alerta de perigo.

Figura 11 - Fotografias da bandeira vermelha com a palavra "perigo" (a) e aviso sobre o perigo de ataque de tubarão (b),expostos nas praias de Boa Viagem e do Pina; posto fixo dos guarda-vidas (c) e posto móvel dos guarda-vidas (d). Fonte: Silva-Cavalcanti; Costa e Pereira (2018, p. 92).

3.4 - POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS

A praia de Boa Viagem vem sendo monitorada para poluição por resíduos sólidos, desde 2004. Ao longo desse período, inúmeros trabalhos foram realizados pelo grupo (SILVA; ARAÚJO; COSTA, 2009; COSTA *et al*., 2010; DIAS-FILHO; SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO, 2011; ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI; COSTA, 2018; SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013), analisando as mais variadas dimensões dos impactos relacionados à contaminação da praia por resíduos sólidos (Figura 12).

IVIDES.org

Figura 12 - Presença de resíduos sólidos na "linha do deixa" (nível máximo da preamar), na praia de Boa Viagem. Entre os itens, podem ser observados tanto o macro quanto o microlixo. Acervo fotográfico do Laboratório de Ecologia e Gerenciamento de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos (LEGECE-UFPE).

Os estudos avaliaram as diferentes dimensões morfométricas dos resíduos sólidos, desde o micro ao macrolixo, bem como sua relação com variáveis abióticas (precipitação, correntes e morfologia da praia), variáveis bióticas (impactos nos recifes de corais e na pesca local), assim como, a relação com o padrão de uso e ocupação da praia. A maior parte dos levantamentos foi realizada por meio de caminhamentos, na região conhecida como "linha do deixa" (a qual corresponde ao limite máximo da preamar ou de maré alta), onde, normalmente, a maior parte dos resíduos se acumula (SILVA; BARBOSA; COSTA, 2008; SILVA; ARAÚJO; COSTA, 2009; SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013).

A quantidade de resíduos encontrada foi geralmente alta e, entre os itens predominantes, o plástico e as bitucas de cigarro (acetato de celulose) prevaleceram. Um estudo realizado em 2015 (SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013) identificou 38.708 itens, sendo os mais comuns, as bitucas de cigarro, os fragmentos plásticos, os celofanes e os copos. A categoria plástico, como esperado, foi a mais abundante (19.542 itens) e diversa, dentre os tipos de resíduos sólidos. Seguido por papel (8.930 itens), matéria orgânica (8.165 itens), madeira (1.193 itens), além de outros itens, enquadrados em categorias menos expressivas (aço, 375; alumínio, 221; e vidro, 122).

Independente do período analisado, o tipo de lixo encontrado não varia e a maioria dos itens apresenta como fonte, os usuários da praia (80%) (SILVA; BARBOSA; COSTA, 2008; SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013; ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2014). A relação entre a quantidade de resíduos sólidos na linha do deixa da praia de Boa Viagem e a presença de usuários foram bem estudadas por Silva, Araújo e Costa (2009); Silva-Cavalcanti, Araújo e Costa (2013); e Araújo e Silva-Cavalcanti (2014). Em todos os trabalhos, foi observado que os canudinhos e os copos aumentam proporcionalmente com o número de usuários. Alguns outros itens, também relacionados aos usuários da praia (bitucas de cigarro, sachet de bronzeador, copos, entre outros), apresentaram certa sazonalidade em sua ocorrência, sendo muito maior, durante a alta estação (dezembro a fevereiro), especialmente, durante as férias escolares de verão (dezembro a janeiro) e de inverno (julho) (SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013).

IVIDES.org

A descoberta da fonte dos resíduos é fundamental para agir efetivamente sobre o problema da contaminação nas áreas costeiras (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2014). Os usuários, o aporte do rio Jaboatão e a atividade de pesca foram as principais fontes identificadas de poluição para a praia (SILVA; BARBOSA; COSTA, 2008; SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013). Em todos os levantamentos realizados, observou-se que a quantidade de resíduos foi sempre maior nas áreas mais utilizadas da praia. A intervenção humana direta é a principal responsável pela contaminação de praias recreacionais. De acordo com Silva, Barbosa e Costa (2008), existe um padrão de distribuição espaço-temporal dos usuários na praia de Boa Viagem e a distribuição de resíduos sólidos segue o mesmo padrão de distribuição dos usuários (SILVA; ARAÚJO; COSTA, 2009). Assim, alguns itens marcadores podem ser utilizados para definir o nível de uso dessa praia (SILVA-CAVALCANTI; ARAÚJO; COSTA, 2013; ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2014).

As correntes podem exercer o papel de remobilizar os resíduos sólidos e auxiliar na dispersão pelos processos relacionados à corrente de deriva, seguindo a tendência de acúmulo *downstream* (ou a jusante da corrente) (OLIVEIRA; TESSLER; TURRA, 2011). O acúmulo dos resíduos sólidos sobre o pós-praia formam a linha de deixa, mostrando a influência das ondas e das correntes no transporte (ROSA; SILVA, 2016). A quantidade e composição do lixo depositado nas praias refletem fortemente a influência do transporte de lixo por correntes de maré e a flutuabilidade dos materiais. Na praia de Boa Viagem, foi observada uma relação entre a deposição dos resíduos sólidos e as correntes de retorno, sendo observada uma maior deposição na linha do deixa, em frente aos pontos com correntes fixas. A morfodinâmica, além de influenciar a deposição, influencia a quebra dos macro e mesoplásticos, em partículas menores - os microplásticos.

Os microplásticos tendem a se acumular na água e na areia, tornando-se disponíveis a diferentes tipos de interação com os animais marinhos (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2016). Na praia da Boa Viagem, a quantidade de microplásticos presentes na água se concentra nos arredores do recife de arenito, durante a maré baixa, devido à formação das piscinas naturais. Os cordões de arenito apresentam trechos colonizados por zoantídeos, das espécies *Zoanthus sociatus*, *Palythoa caribaeorum* e *Protopalythoa variabilis*. Essas espécies foram estudadas para avaliar a interação das mesmas com o microplástico biodisponível (SOUZA, 2020). As três espécies apresentaram registro de ingestão por microplástico. A espécie *P.caribaeorum* apresentou uma maior quantidade de partículas plásticas, por secretar uma grande quantidade de muco que a protege da dessecação. A espécie *Z. sociatus* obteve o maior índice de contaminação por microplásticos nas amostras. As espécies estudadas são potenciais bioindicadores da contaminação por microplásticos, podendo ser utilizadas como organismos modelo, em estudos futuros (SOUZA, 2020).

A areia da praia de Boa Viagem encontra-se contaminada tanto por fragmentos plásticos como por plástico virgem (*pellets*) (COSTA *et al.*, 2010). Uma densidade superficial de 0,3 cápsulas de plástico virgem e fragmentos plásticos por centímetro quadrado da área da linha do deixa foi registrada para essa praia. A principal fonte de fragmentos (96,7%) foi atribuída à quebra de itens plásticos maiores depositados na praia. No caso das pelotas de plástico virgem (3,3%), as principais fontes foram o ambiente marinho (já contaminado pelas atividades antrópicas) e, possivelmente, as instalações portuárias próximas. Esta categoria de poluente plástico oferece ameaças particulares ao ambiente marinho e aos usuários da praia (COSTA *et al.*, 2010).

Independente do tamanho da partícula e da fonte, a praia de Boa Viagem encontra-se pesadamente contaminada por resíduos sólidos. Medidas paliativas são realizadas, como a limpeza pública diária, a fim de diminuir a quantidade de resíduos nessa praia. Essas medidas auxiliam na prevenção da perda estética, por meio da retirada dos macroresíduos, que afetam visualmente a praia. No entanto, uma fração igualmente danosa vem sendo negligenciada (ou empurrada para o tapete de areia dessa praia) - os mesos e microresíduos são duas potenciais fontes de estudos futuros para esta área.

4 - SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

A praia da Boa Viagem conta hoje com um diverso conjunto de informações científicas de qualidade, que podem ser usadas em sua gestão. No entanto, existe ainda uma necessidade de consolidação do uso de indicadores da qualidade ambiental (ARAÚJO; COSTA, 2008; SOUTO, 2005; 2011; 2016; IVIDES, 2021) para comparações temporais. Alguns avanços nesse sentido têm sido feitos pela academia, mas ainda não se deu o passo seguinte, que é a apropriação pelos gestores públicos desses processos de monitoramento (e de permanente reavaliação) da evolução das condições ambientais (e das relações sociais com a praia). Com exceção do monito-

ramento da balneabilidade, realizado pelo Governo do Estado de Pernambuco, não há outros planos estratégicos de acompanhamento de qualidade ambiental, que estejam em desenvolvimento pela Prefeitura Municipal de Recife e que possam garantir decisões com base em dados.

Sendo assim, apontamos como uma prioridade, o levantamento das fontes de informação existentes sobre a praia (ex. resultados diários ou semanais da varrição e coleta mecanizada de lixo pelas concessionárias; estatísticas de afogamentos; estimativas quali-quantitativas de comerciantes licenciados ativos; licenciamentos de eventos etc.) que impactem sua qualidade e que possam gerar ou alimentar programas de acompanhamento de indicadores, para a elaboração e ajuste de metas, que resultem em melhoria contínua da experiência dos usuários e das possibilidades de conservação ambiental.

Essas informações, que podem ser transformadas em indicadores, já existem, precisando ser organizadas e os resultados, acompanhados. Propomos ainda, em uma segunda etapa, o estabelecimento de indicadores mais elaborados e articulados, seguindo a literatura especializada. Dentre eles, a contagem de usuários e a determinação da capacidade de carga da praia podem ser um bom começo[2], já que esse conhecimento permite o dimensionamento, o ajuste e o controle de diversos parâmetros determinantes de segurança, qualidade e boas práticas de uso de espaços públicos.

Finalmente, a praia da Boa Viagem é um ambiente natural com o qual estamos conectados e convivemos íntima e intensamente há muito tempo. Isso sugere que existe interesse da sociedade em dar continuidade a esse relacionamento, sendo, portanto, necessário buscar a compreensão e a melhoria da sua qualidade. A pesquisa científica indica possíveis caminhos a serem seguidos pela sociedade (inclusive, pelos gestores públicos), em suas relações com o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Monica F. da Costa é Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1B do Comitê de Assessoramento de Oceanografia (CA-OC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

AMABV. **Ama Boa Viagem**. Disponível em: http://www.amaboaviagem.hpg.ig.com.br. Acesso em: dez. 2006.

AMYOT, J.; GRANT, J. Environmental Function Analysis: A decision support tool for integrated sandy beach planning. **Ocean and Coastal Management**, v. 102, p. 317-327, 2014.

ARAÚJO, K. C. **Diagnóstico da poluição sonora na cidade do Recife-PE**. Vitória de Santo Antão, 2013. 54f. Dissertação (mestrado em saúde humana e meio ambiente) - Programa de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória, 2013.

ARAÚJO, M. C. B. **Praia da Boa Viagem, Recife - PE**: análise sócio-ambiental e propostas de ordenamento. 2008. 279f. Tese (doutorado em oceanografia) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Environmental quality indicators for recreational beaches classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439–1449. 2008. DOI: doi.org/10.2112/SI95-146.1.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M.F.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; MAGAROTTO, M. G. Did Boa Viagem Beach Environmental Quality Change after 10 Years? **Journal of Coastal Research**, v. 95, SI 1, p.748-752, 2020. DOI: doi.org/10.2112/SI95-146.1.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J.S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [*S.l.*], v. 10, p. 74-81, 2016.

[2] https://doi.org/10.2112/SI95-179.1

IVIDES.org

ARAÚJO, M. C. B. ; SILVA-CAVALCANTI; J.S. Lixo nas praias e no mar: o que temos a ver com isso? **Ciência Hoje**, [*S.l.*], v. 313, p. 26-30, 2014.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; COSTA, M. F. Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: a snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil). **Front. Mar. Sci.**, [*S.l.*], v. 5, n. 233, p. 1-10, 2018. DOI: 10.3389/fmars.2018.00233.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; VICENTE-LEAL, M. M.; COSTA, M. F. Análise do comércio formal e informal na Praia de Boa Viagem, Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, [*S.l.*], v. 12, n. 3, p. 373-388, 2012. DOI: 10.5894/rgci329.

COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; SOUZA S. T. Verticalização da praia da Boa Viagem (Recife, Pernambuco) e suas consequências socioambientais. **Revista da Gestão Costeira Integrada/ Journal of Integrated Coastal Management** , [*S.l.*], v. 8, n. 2, p. 233-245, 2008.

COSTA, M. F.; IVAR DO SUL, J. A.; SILVA-CAVALCANTI, J. S ; ARAÚJO, M. C. B.; SPENGLER, A.; TOURINHO, P. S. On the importance of size of plastic fragments and Pellets on the strandline: snapshot of a Brazilian beach. **Environmental Monitoring and Assessment**, [*S.l.*], v. 168, p. 299-304, 2010. DOI: 10.1007/s10661-009-1113-4.

DIAS-FILHO, M.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAÚJO, M. C. B. Contaminação da praia de Boa Viagem (Pernambuco-Brasil) por lixo marinho: relação com o uso da praia. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 33-39, 2011.

DUVAT, V. Interest of quality-based policies for integrated coastal zone management implementation: lessons learnt from a French case study. **Ocean and Coastal Management**, [*S.l.*], v. 54, p. 831-843, 2011.

JIMÉNEZ A, J. A.; OSORIO, A.; MARINO-TAPIA D ,I.; DAVIDSON, M.; MEDINA, R.; KROON, A. , ARCHETTI, R., CIAVOLA, P. , AARNIKHOF, S. G. J. Beach recreation planning using video-derived coastal state indicators. **Coastal Engineering**, [*S.l.*], v. 54, p. 507–521, 2007.

KLEIN; A.H.F.; SANTANA, G; DIEHL, F; MENEZES, J. Analysis of hazards associated with sea bathing: results of five years work in oceanic beaches of Santa Catarina State, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], SI 35 (Brazilian Sandy Beaches), p. 107-116, 2003.

LEAL, M.M.V. **A percepção dos usuários das praias urbanas do Recife em relação à construção de obras de contenção da erosão costeira**. 2006. 108f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); MPOG (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão). **Projeto de gestão integrada da orla marítima** - Projeto ORLA. Brasília: MMA; MPOG, 2001. 80 p.

NÓBREGA, R. S.; SANTOS, P. F. C.; MOREIRA, E. B. M. Morfologia urbana e ilhas de calor na Cidade do Recife/PE: distribuição espacial e intensidade. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 4, 2016.

OLIVEIRA, A. DE L.; TESSLER, M. G.; TURRA, A., Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. **Revista de Gestão Costeira Integrada/ Journal of Integrated Coastal Management**, [*S.l.*], v. 11, p. 75–84, 2011, DOI: doi.org/10.5894/rgci199

PEÑA-ALONSO, C.; ARIZA, E.; HERNÁNDEZ-CALVENTO, L., AND PÉREZ- CHACÓN, E. Exploring multi-dimensional recreational quality of beach socio-ecological systems in the Canary Islands (Spain). **Tourism Management**, [*S.l.*], v. 64, p. 303-313, 2018.

ROSA, K. S.; SILVA, A. L. C. A Influência dos processos costeiros na origem e distribuição do lixo na praia de Itaipuaçú (Maricá, RJ). 2016. *In*: **XI SINAGEO**: geomorfologia, compartimentação da paisagem, processo e dinâmica. Maringá-Paraná: 15 a 21 de setembro de 2016.

SEMEOSHENKOVA, V.; NEWTON, A.; CONTIN, A.; GREGGIO, N. Development and application of an Integrated Beach Quality Index (BQI). **Ocean and Coastal Management**, [*S.l.*], v. 143, p. 74-86, 2017.

SHORT, A.; HOGAN, C. Rip currents and beach hazards: their impact on public safety and implications for coastal management. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], SI 12, p. 197–209, 1994.

SILVA, J. S.; ARAUJO, M. C. B; COSTA, M. F. Plastic litter on an urban beach - a case study in Brazil. **Waste Management & Research (ISWA)**, [*S.l.*], v. 26, p. 1-5, 2009.

SILVA, J. S.; BARBOSA, S. T.; LEAL, M. M. V.; SOUZA, A. R. L.; COSTA, M. F. Ocupação da praia da Boa Viagem (Recife/ PE) ao longo de dois dias de verão: um estudo preliminar. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [*S.l.*], v. 1, p. 91-97, 2006.

SILVA, J. S.; BARBOSA, S. T.; COSTA, M. F. Flags items as a tool for a monitoring solid waste from users on urban beaches. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], v. 24, p. 890-898, 2008.

SILVA, J. S.; LEAL, M. M. V.; ARAUJO, M. C. B.; BARBOSA, S. T.; COSTA, M. F. Spatial and Temporal patterns of use of Boa Viagem beach, Northeast Brazil. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], v. 24, p. 79-86, 2008.

SILVA, N. D. **Impactos ecológicos e socioeconômicos associados à pesca nas praias sul-metropolitanas do Recife-PE**. 2018. 54f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2018.

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAUJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Padrões e tendências a médio-prazo da contaminação por resíduos sólidos na praia da Boa Viagem, nordeste do Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [*S.l.*], v. 4, p. 17-24, 2013.

SILVA-CAVALCANTI, J.S.; COSTA, M. F.; PEREIRA, P. S. Rip currents signalling and users behaviour at an over crowded urban beach. **Ocean & Coastal Management**, [*S.l.*], v. 155, p. 90-97, 2018.

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; LIMA, A. R. de; SILVA, J. C. P. da; ARAÚJO, M. C. B.; MARAGOTTO, M. G.; COSTA, M. F. User's perceptions about rip currents and their specific management approaches at a densely occupied urban beach. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], SI 95, p. 953-957, 2020.

SOUTO, R.D. **Assinatura de Sustentabilidade dos municípios costeiros do Rio de Janeiro**: proposta de uma estrutura de avaliação. 2016. 582 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1DJg2sn2pG2lC4fNDDHN7eIuOYIqWElsE/. Acesso em: 03 mai. 2021.

SOUTO, R. D. **Avaliação do Impacto Antropogênico na Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2005. 160 f. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.ivides.org/atlas/texto.php. Acesso em: 03 mai. 2021.

SOUTO, R.D. **Desenvolvimento Sustentável:** da tentativa de definição do conceito às experiências de mensuração. 2011. 283 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) - Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1cMtlCnjZPVGsGp5TGjqJeOIfAwZRGPaX/. Acesso em: 03 mai. 2021.

SOUZA, C. **Microplásticos nos zoantídeos Zoanthus sociatus e Palythoa caribaeorum (CNIDARIA, ANTHOZOA) de duas praias com diferentes graus de antropização**. 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

VAZ, B.; WILLIAMS, A.T; SILVA, C.P., AND AYSEN, E. A new typology for Portuguese beaches: An exploratory study. **Journal of Coastal Conservation**, [*S.l.*], v. 21, p. 95-103, 2017.

WILLIAMS, A.T. Definitions and typologies of coastal tourism beach destinations. *In*: JONES, A.L., PJILLIPS, M.R. (ed.). **Disappearing Destinations**: Climate Change and Future Challenges for Coastal Tourism. CABI, Wallingford, Oxford, UK, p. 47-65, 2011.

DOI 10.5281/zenodo.6672809

5 DESCARGA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM LAGUNAS E ZONAS COSTEIRAS SUBTROPICAIS

Priscilla Kern
Davide Franco
Patricia Kazue Uda

1 - INTRODUÇÃO

A descarga de água subterrânea (DAS) é um processo definido como qualquer entrada (ou saída) de água em um corpo hídrico superficial, através da interface sedimento – coluna d'água, independente da composição e origem do fluído advectante (ou das forçantes do processo) (ARCARI *et al*., 2019; BURNETT *et al.*, 2003). Tal processo foi, por muitos anos, negligenciado cientificamente, pela dificuldade de avaliação e da percepção de que este não era importante (BURNETT *et al*., 2003). Atualmente, esse processo é reconhecido (TANIGUCHI; STIEGLITZ; ISHITOBI, 2008) e é sabido que o impacto do fluxo de águas subterrâneas cresce exponencialmente com a proximidade da costa (TANIGUCHI *et al*., 2019). Na zona costeira, ocorre a interação de duas grandes massas de água (água subterrânea e água do mar), além das águas superficiais, advindas da precipitação (CABLE *et al.*, 1996; LEE, 1977). A descarga de águas subterrâneas responde por significativa parcela do balanço hídrico, relativo à zona de interação água do mar-água doce, em profundidades rasas (DAS *et al.*, 2020). A zona de transição entre as águas subterrâneas frescas e salinas, nos aquíferos costeiros, é frequentemente denominada "estuário subterrâneo" na literatura oceanográfica, devido à sua importância em reações químicas e ecologia subterrânea (SAWYER; MICHAEL; SCHROTH, 2016).

A DAS em lagunas e zonas costeiras geralmente ocorre como um fluxo difuso lento, com a exceção de terrenos cársicos, onde podem ser encontradas grandes fontes pontuais. Além das taxas de fluxo tipicamente baixas, a DAS é temporal e espacialmente variável, dificultando a caracterização dos regimes de fluxo específicos desses locais. No entanto, a importância da DAS, como uma fonte de sólidos dissolvidos para águas costeiras, tem se tornado cada vez mais reconhecida, com estudos recentes sugerindo que o carregamento químico derivado de DAS pode rivalizar com o carregamento de entradas de água de superfície, em muitas áreas costeiras (CONNOLLY *et al*., 2020; KIM, 2003; MOORE, 1996; WANG *et al*., 2015). Assim, embora na maioria dos casos, o volume de água descarregado como DAS possa ser pequeno em relação à descarga superficial, a entrada de sólidos dissolvidos da DAS pode ultrapassar a entrada (de sólidos dissolvidos) por água superficial. Por exemplo, DAS frequentemente representa uma importante fonte de nutrientes em estuários e lagunas costeiras (CHARETTE; BUESSELER; ANDREWS, 2001; KWON *et al.*, 2014). O excesso de carga de nitrogênio pode resultar em eutrofização (e seus efeitos secundários associados), incluindo a diminuição do conteúdo de oxigênio, morte de peixes e mudanças na flora dominante (BOWEN; VALIELA, 2001; ROBINSON *et al*., 2017; SLOMP; VAN CAPPELLEN, 2004; VALIELA *et al*., 1992).

No entanto, apesar da sua comprovada importância, a DAS é frequentemente omitida do balanço hídrico de lagunas costeiras. No Brasil, estudos realizados especificamente na Região Sul do estado do Rio Grande do Sul (RS), na Lagoa Mangueira (ANDRADE *et al.*, 2008; ATTISANO, 2012), Lagoa dos Patos (NIENCHESKI *et al*., 2007), Lagoa Mirim (SANTOS *et al.*, 2008) e em Santa Catarina na Lagoa da Conceição (ARCARI *et al.*, 2019; KERN, 2019), apontam que as taxas de DAS representam volumes expressivos, que afetam o tempo de residência destas águas superficiais e a negligência das DAS resultaria em divergências nos valores de balanço hídrico de tais lagoas.

Este capitulo tem como objetivo elucidar o comportamento da DAS em zonas e lagunas costeiras, em função das forçantes naturais (chuva, variação de níveis internos e externo, descargas fluviais, precipitação etc.) e da pressão antrópica. O preenchimento das lacunas de informações disponíveis na literatura brasileira, sobre o comportamento dos fluxos subterrâneos dentro de diferentes compartimentos; e, no estudo dos processos ambientais, dar-se-á abordando os seguintes tópicos, aplicados a lagunas costeiras: ciclo hidrológico, interação das águas superficiais e subterrâneas e métodos de quantificação de DAS.

2 - CICLO HIDROLÓGICO EM LAGUNAS COSTEIRAS

Laguna costeira é um sistema marinho raso, orientado geralmente paralelamente à costa, separado do oceano por uma barreira e interligada, pelo menos intermitentemente, ao oceano por um ou mais canais (KJERFVE, 1994; PHLEGAR, 1981). Segundo Miranda *et al.* (2017), as lagunas costeiras podem ser classificadas de acordo com a quantidade de troca de água com o oceano e com a intensidade da ação do nível oceânico no seu interior, que estão dinamicamente relacionadas com as condições dos canais e aberturas para o oceano. Uma laguna sufocada, por exemplo, caracteriza-se como um ambiente costeiro formado por células elípticas, conectado ao mar por somente um canal estreito, que funciona como um filtro, atenuando as oscilações oceânicas dentro da laguna.

As lagunas costeiras podem ser também classificadas de acordo com a sua coloração. Segundo Esteves *et al.* (1998), as lagunas costeiras podem ser agrupadas em: lagunas de águas claras e lagunas de águas escuras. As águas das lagunas costeiras de águas claras originam-se, na maioria dos casos, de rios e/ou oceanos. Em muitos casos, as águas claras têm origem de rios, que percorrem terrenos que fornecem poucos componentes solúveis para as águas que os drenam (ESTEVES; ISHII; CAMARGO, 1984).

A Figura 1 apresenta o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica costeira. Embora o ciclo hidrológico não tenha começo nem fim, é conveniente discutir suas principais características, começando com a evaporação e transpiração da vegetação, evaporação das superfícies úmidas expostas (incluindo a superfície terrestre) e do oceano. Essa umidade forma nuvens, que devolvem a água para a superfície terrestre (ou para os oceanos) na forma de precipitação (CHOW; MAIDMENT; MAYS, 1988; HEATH, 1983). Quando ocorre uma precipitação, a primeira chuva molha a vegetação e outras superfícies e, então, começa a infiltrar no solo. As taxas de infiltração variam amplamente, dependendo do uso da terra, do caráter e do teor de umidade do solo e da intensidade e duração da precipitação. A taxa de infiltração varia de, possivelmente, até 25 mm/h, em florestas maduras em solos arenosos; a poucos milímetros por hora, em solos argilosos e siltosos; a zero em áreas pavimentadas (CHOW; MAIDMENT; MAYS, 1988; HEATH, 1983). Parte do volume precipitado alcança o nível freático após a infiltração e percolação pelo solo. Uma parcela deste volume abastece o aquífero e não retorna a superfície, e outra parcela pode emergir lentamente em nascentes ou aflorar nos cursos d'água, como as lagunas costeiras a jusante. O fluxo de água subterrânea em aquíferos costeiros ocorre das áreas de recarga no continente, onde a carga hidráulica possui maior potencial, para as áreas de descarga costeira, onde os níveis de água subterrânea são mais baixos e possuem menores potenciais hidráulicos (BARLOW, 2003). O sentido do fluxo na interface sedimento-água, é definido, neste capitulo, como positivo, quando em direção ao corpo hídrico (GW-SW); e negativo, quando em direção ao manancial subterrâneo (SW-GW). Quando (e se) a taxa de precipitação excede a taxa de infiltração, ocorre um fluxo superficial. A água que atinge os cursos de água, tanto por fluxo terrestre quanto por descarga subterrânea, segue para o mar, onde é novamente evaporada para perpetuar o ciclo.

Em um contexto costeiro, água subterrânea consiste em qualquer água que resida nos espaços dos poros dos sedimentos na fronteira terra-oceano. Consequentemente, tal água pode ser água doce derivada da terra e que se origina da água da chuva, que se infiltra na subsuperfície; ou pode representar água oceânica salina, que flui através dos sedimentos. Devido à diferença de densidade entre os dois tipos de água, ocorre uma estratificação, ficando a água doce por cima e a salgada, por baixo (TODD, 2005). A interface água doce-água salgada, representa-

IVIDES.org

da na Figura 1, é uma zona com vários graus de mistura entre as duas águas. Portanto, as águas subterrâneas, que descarregam para as águas costeiras (oceanos ou lagunas), chamadas de descargas de águas subterrâneas (DAS), podem ter salinidade variável, por ser uma mistura da água infiltrada, originada da chuva e do oceano.

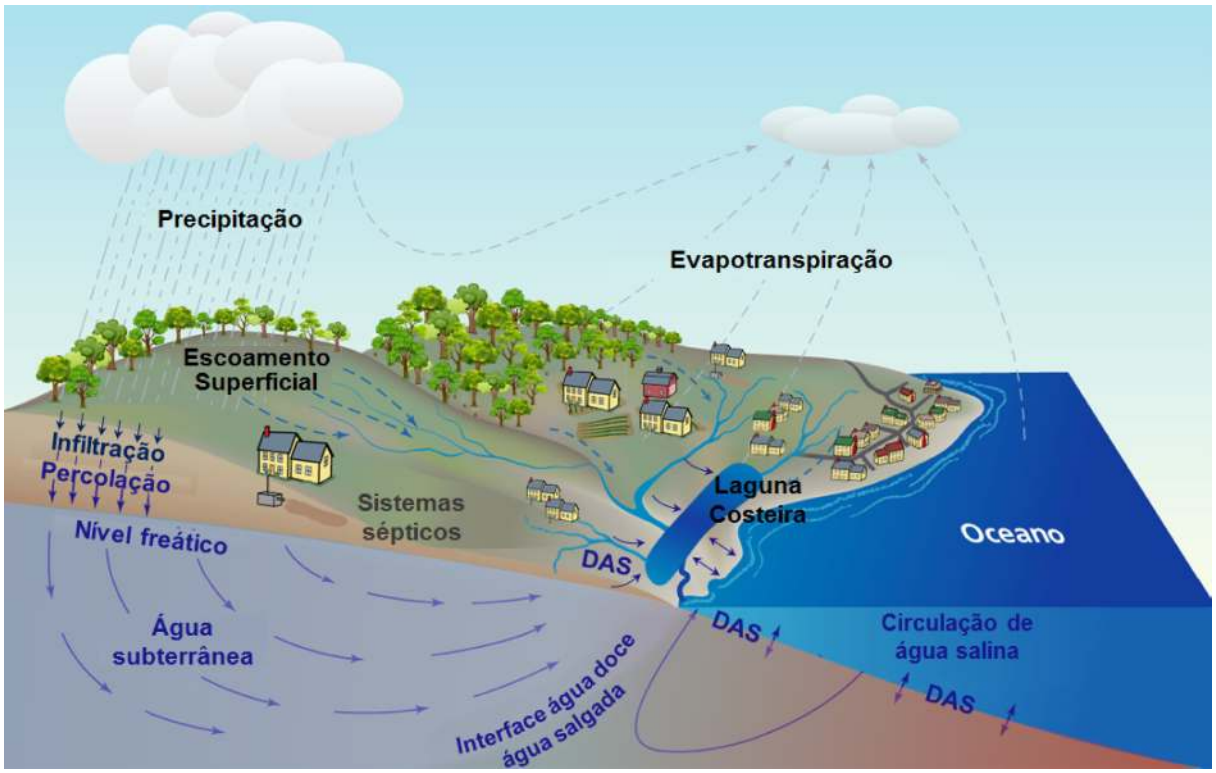


Figura 1 - Ciclo hidrológico simplificado em zonas costeiras. Elaborado pelos autores, modificado de Heath (1983).

As interações, sentido e intensidade das descargas de água subterrâneas (DAS), em ambientes lacustres, dependem primeiro da geologia e do tipo de solo da região; e, segundo, dos gradientes hidráulicos, formados entre a linha freática na bacia e o nível da laguna; e entre o nível oceânico e o nível da laguna.

Estudos detalhados classificam os corpos de água (BOYLE, 1994), no que diz respeito às características e contribuições relativas das entradas de água subterrânea e superficial. As lagunas podem apresentar distintas classificações de fluxo subterrâneo (Figura 2). Embora possam ser criados subtipos dentro desta classificação, a Figura 2 mostra a complexidade das relações que podem existir entre lagoas e os regimes de águas subterrâneas adjacentes. Em alguns casos, não é possível classificar o corpo de água como um tipo durante todo o ano; por exemplo, uma lagoa pode apresentar uma hidrologia muito semelhante ao tipo d (Figura 2) no final do verão, outono e inverno; mas, na primavera, as características do fluxo são representadas melhor pelo tipo b (Figura 2).

3 - INTERAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

3.1 - AQUIFEROS COSTEIROS

As formações geológicas saturadas, formadas por rochas permeáveis, que contêm água em quantidade suficiente para servir como fontes de abastecimento, são chamadas de aquíferos (BEDIENT; RIFAI; NEWELL, 1994). O aquífero livre ou freático é aquele constituído por uma formação geológica permeável e superficial, totalmente aflorante em toda sua extensão, e limitado na base, por uma camada impermeável. A superfície superior da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica, com a qual se comunica livremente. Os aquíferos livres têm a chamada recarga direta. Em aquíferos livres, o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população. São também os que mais apresentam problemas de contaminação (BORGHETTI; BORGHETTI; ROSA FILHO, 2004). Já os aquíferos confinados, são formações geológicas permeáveis, limitadas acima e abaixo por material geológico impermeável, e que estão sob pressão superiores à atmosférica (FEITOSA *et al.*, 2008).

IVIDES.org

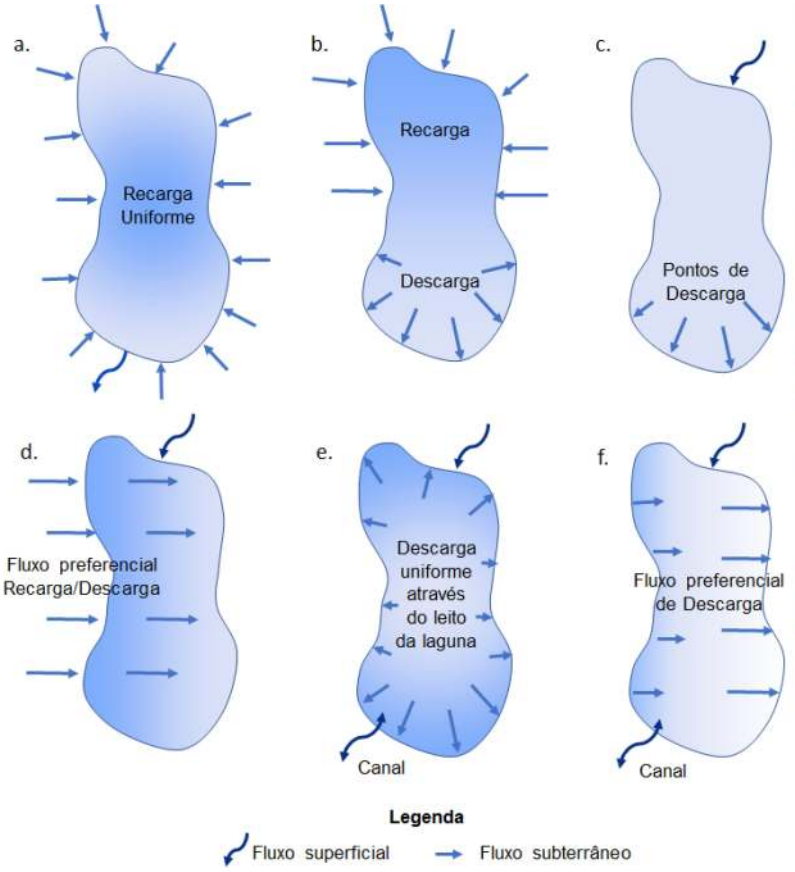


Figura 2 - Classificação de ambientes lacustres em seis classes principais, baseadas em tipos e influências relativas ao movimento das águas superficiais e subterrâneas. Os termos recarga e descarga nesta figura são usados para descrever o movimento das águas superficiais e subterrâneas para dentro (SW-GW) e para fora do corpo do lago (GW-SW). Fonte: adaptado de Boyle (1994).

A costa atlântica da América do Sul é composta majoritariamente por aquíferos sedimentares quaternários. A característica principal destes aquíferos é serem depósitos sedimentares bastante homogêneos, compostos quase que exclusivamente por grãos de quartzo, com diâmetro de areia fina a média, que formam acumulações espessas e alcançando grandes profundidades, de alta permeabilidade, nível freático com poucos metros de profundidade e excelente qualidade de água. São decorrentes, predominantemente, de processos marinhos, praiais e eólicos pleistocênicos; e, principalmente, holocênicos, que ocorreram ao longo de toda costa atlântica sul-americana (GOMES JUNIOR, 2002).

A faixa litorânea quaternária do sul do Brasil pode ser agrupada em dois tipos de sistemas: O sistema de "Leques Aluviais", relacionados aos processos de intemperismo e erosão continentais; e o sistema do tipo "Laguna – Barreira", relacionado diretamente aos processos de sedimentação marinho costeiros (MARTIN *et al*., 1988; MATEUS; HORN FILHO, 2020). O sistema de leques aluviais engloba sedimentos clásticos próximos das encostas de morros (embasamento cristalino), formando depósitos típicos de "Talus", podendo ou não ter sofrido retrabalhamento fluvial. Estes depósitos são sobrepostos por sedimentos do sistema "Laguna – Barreira"; que são, por sua vez, compostos por areias de origem marinha praial, areias finas eólicas (dunas) e, localmente, por sedimentos finos, lagunares, podendo, neste caso, ocorrer depósitos orgânicos do tipo: turfas (GIANINI; SUGUIO, 1994).

Segundo Gomes Junior (2002), a Ilha de Santa Catarina, capital do Estado homônimo, apresenta dois sistemas aqüíferos no seu território: o Sistema Aqüífero Cristalino Fraturado e o Sistema Aqüífero Sedimentos Inconsolidados. É comum que as bacias hidrográficas das lagunas costeiras apresentem essa mesma formação, com a encosta formada por rochas (aquífero fraturado) e a planície costeira formada por sedimentos arenosos. Os depósitos eólicos (dunas) apresentam a composição mais homogênea, sendo compostos, basicamente, por quartzo e de tamanho areia fina. Mostram, tipicamente, estratificação cruzada, devido à alternância constante na direção dos ventos. Contudo, esta característica não impede que a água subterrânea distribua-se de maneira homogênea no meio, sendo as dunas, o topo de um aquífero livre (ou representam o próprio aquífero). Desta forma, os pacotes sedimentares que compõem o sistema aquífero formam um conjunto de aquíferos livres e/ou confinados, derivados das oscilações do nível do mar no quaternário (Figura 3).

IVIDES.org

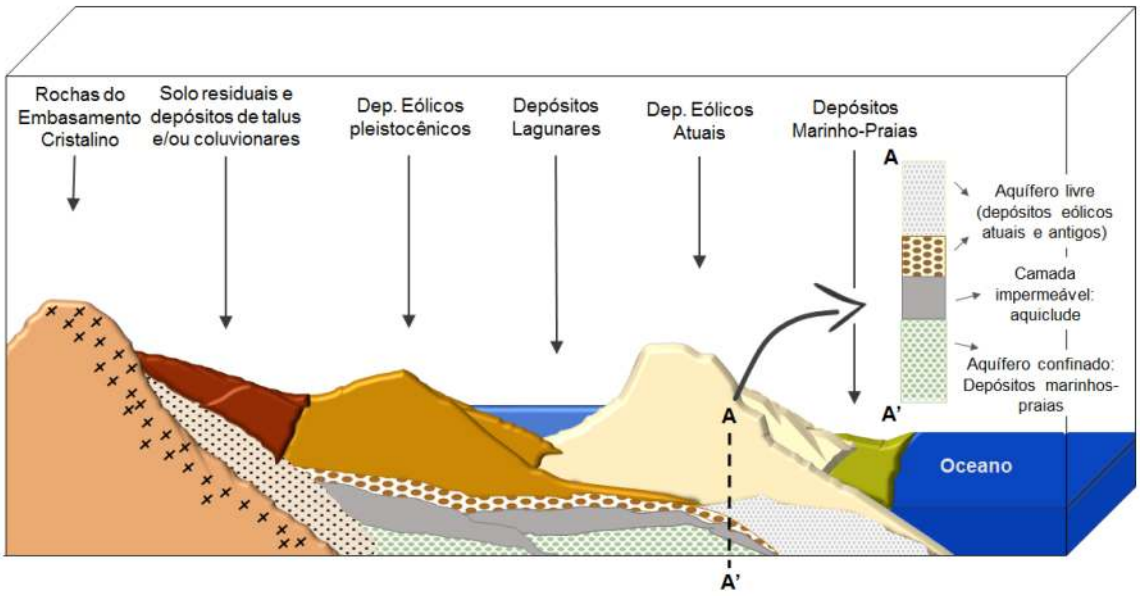


Figura 3 - Perfil tipo da província costeira brasileira. Fonte: adaptado de Guedes Junior (1999).

3.2 - FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA ZONA COSTEIRA

A zona costeira é a faixa de área terrestre junto à margem de oceano, mar ou lago, que caracteriza um ambiente geológico próprio, afetado pelas condições terrestre e aquática. A linha de costa refere-se ao limite água-terra e varia, segundo uma faixa mais ou menos estreita, determinada pelas baixas e altas marés e pelo relevo da costa. Ela pode comportar regiões naturais, como praias arenosas, praias de cascalhos, costões de rochas, falésias, limites de deltas, entre outras (GOMES JUNIOR, 2002; WINGE, 2001).

Regionalmente, as costas podem mudar de posição, devido às variações relativas do nível do mar, tendo como as principais causas: subida ou descida geral do nível dos oceanos (eustasia), ocasionada por variações climáticas globais; soerguimento ou abatimento da crosta terrestre, devido à isostasia. Estes dois fatores podem se somar, contrapor ou mesmo se equilibrar (WINGE, 2001).

Localmente, a geografia costeira pode variar, devido a três causas principais. A primeira, é o maior ou menor fluxo de carga sedimentar de rios, formando deltas projetados para dentro do mar ou formando barras, pelo espalhamento por correntes marítimas; sendo uma das causas para o acréscimo de carga fluvial, os desmatamentos extensivos, que provocam forte erosão, o atulhamento dos canais fluviais e a maior descarga sedimentar junto às desembocaduras, nos mares. A segunda, são as variações nas correntes marinhas costeiras, que podem provocar erosão em certos pontos da costa e deposição em outros, onde a energia da corrente é dissipada; e este processo também pode ser fortemente influenciado pela ação do homem, ao construir molhes e canais junto à costa. E, por fim, pelas variações climáticas, eventuais, cíclicas ou sazonais, que geram mais ou menos ventos e ondas mais fortes, podendo erodir a linha de costa (WINGE, 2001).

Várias forças impulsionam o fluxo da água subterrânea, através dos aquíferos costeiros, levando a um regime de fluxo complexo, com variabilidade significativa no espaço e no tempo (Figura 4). A força regente das descargas de águas subterrâneas, também chamada de gradiente hidráulico, é a variação das cargas hidráulicas da região montanhosa das bacias hidrográficas até o local da descarga de águas superficiais na costa. Porém, o fluxo de água doce também é influenciado por outras forças na fronteira costeira, que conduzem a água do mar através dos sedimentos.

A água do mar pode circular através de um aquífero costeiro devido à força da gravidade (LI; JIAO, 2003; LI *et al.*, 1999; WANG *et al.*, 2015), por meio de forças oceânicas, como ondas e marés (BURNETT *et al.*, 2003; MOORE, 2010; TANIGUCHI *et al.*, 2002), como resultado da circulação dispersiva, ao longo da fronteira de água doce-salgada dentro do aquífero (KOHOUT, 1960); e de mudanças na recarga de terras altas (MICHAEL; MULLIGAN; HARVEY, 2005; MOORE, 2010). Existem vários outros mecanismos de força, como o bombeamento de maré, efeitos climatológicos, gradientes de densidade e gradientes termais. Mas, geralmente, estão presentes apenas em ambientes e condições específicas. Todos esses mecanismos de força afetam a taxa de fluxo e são importantes no controle das descargas submarinas em ambos os sentidos (MOORE, 2010).

IVIDES.org

As zonas de água doce e água salgada dentro dos aquíferos costeiros são separadas por uma zona de transição (às vezes, referida como a zona de dispersão), dentro da qual, há mistura entre água doce e água salgada (BARLOW, 2003). Dentro da zona de transição, a água doce que flui para o oceano se mistura com a água salgada, pelos processos de dispersão e difusão molecular. A mistura por dispersão ocorre devido às variações espaciais na estrutura geológica e nas propriedades hidráulicas de um aquífero. Outras forçantes, que regem a movimentação da zona de transição, são as forças dinâmicas que operam em uma gama de escalas de tempo, incluindo as flutuações diárias nas fases da maré (sazonais e anuais), as mudanças de longo prazo na posição do nível do mar e as variações nas taxas de recarga da água subterrânea (BARLOW, 2003). Essas forças dinâmicas fazem com que as zonas de água doce e salgada se movam, às vezes, em direção ao mar e, às vezes, em direção à terra. A concentração de sal e a densidade do fluido variam ao longo da zona de transição, devido à dispersão mecânica e à difusão molecular. O sal é conduzido para a água doce que sai, o que, por sua vez, faz com que a água salgada adicional se mova para a terra, em direção à zona de transição. Contribuindo assim, para a circulação convectiva dentro da cunha (COSTALL *et al.*, 2020; WERNER *et al.*, 2013).

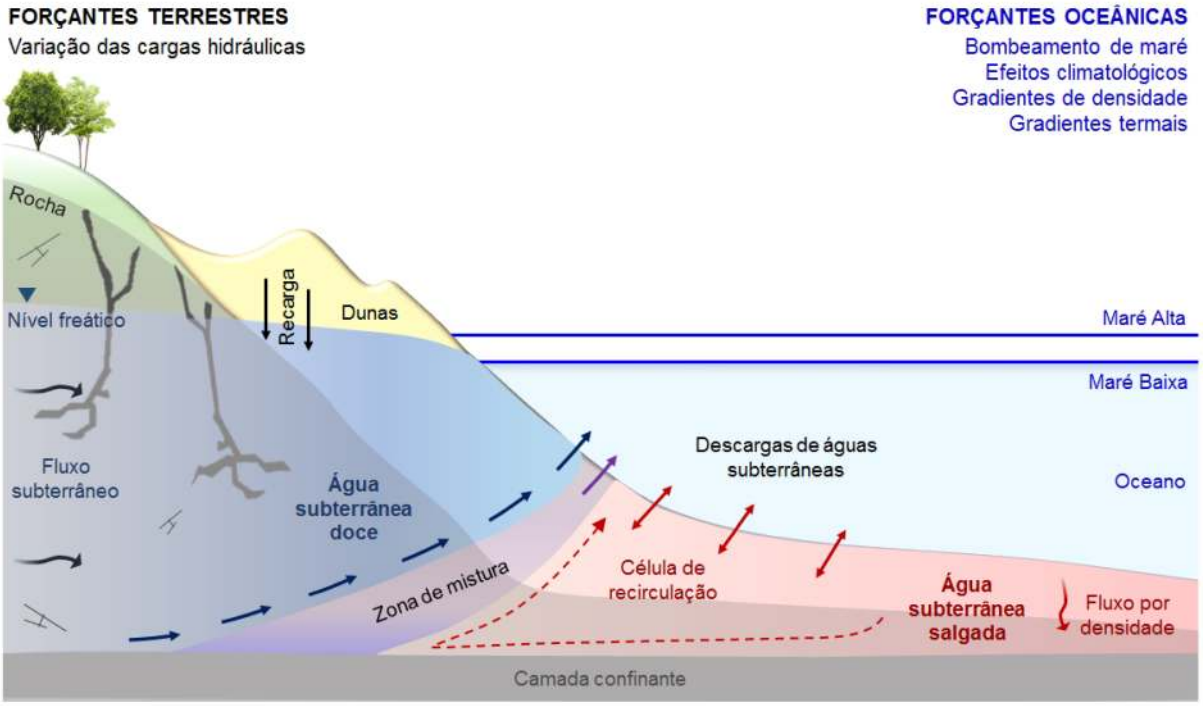


Figura 4 – Padrões de fluxo de água subterrânea e a zona de transição água doce-salgada em um aqüífero costeiro idealizado. As zonas de água doce e salgada dentro dos aquíferos costeiros são separadas por uma zona de transição dentro da qual há mistura entre água doce e água salgada. Perto da costa, a DAS é impulsionada por uma combinação de forças físicas terrestres e oceânicas que operam em um ambiente geológico complexo. Elaborado pelos autores, adaptado de Costall *et al.* (2020), Barlow (2003) e Moore (2010).

O litoral brasileiro pode ser constituído por rochas fraturadas, calcário ou depósitos clásticos. Na Ilha de Santa Catarina, por exemplo, as encostas são formadas predominantemente por granitos, que formam um aquífero fraturado, no qual a água circula lentamente, através de fracturas ou pequenas fissuras (TOMAZZOLI; PELLERIN; HORN FILHO, 2018). Os sedimentos podem ser depositados em camadas de alta condutividade hidráulica, como cascalho grosso e cárstico calcário ou baixa condutividade hidráulica, como argilitos. Os últimos, são chamados de camadas de confinamento. A interação das forças físicas com a geologia produz zonas de mistura da água terrestre e do mar (COSTALL *et al.*, 2020). Essas zonas de mistura são temporal e espacialmente variáveis, devido à variedade de forças, cada uma tendo diferentes escalas de tempo e espaço. Por isso, aquíferos costeiros estão sujeitos à intrusão salina, ou seja, à penetração de água do oceano, linha de costa adentro. Tal fenômeno ocorre com o rompimento do equilíbrio hidrodinâmico entre as massas de água doce e salina no aquífero, provocado pelo bombeamento de poços tubulares, próximos à linha de costa. A intrusão de cunha salina é, principalmente, o resultado da explotação indiscriminada e não planejada de aquíferos costeiros (SREEKANTH; DATTA, 2010). Em virtude da importância e complexidade desses aquíferos, busca-se, por meio de pesquisas, melhor compreender o sistema de fluxo e os processos de transporte, visando aumentar a segurança na explotação desses aquíferos e evitar a contaminação desses sistemas costeiros (DIERSCH; KOLDITZ, 2002).

IVIDES.org

4 - MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DE DAS

Determinar as DAS é um desafio particularmente difícil, pois o fluxo de água subterrânea é espacial e temporalmente variável, sendo função, como visto anteriormente, das forçantes terrestres e das forçantes oceânicas, tais como: a precipitação, as características físicas dos aquíferos e a variação da maré, que resultam na variação das cargas hidráulicas e velocidade do fluxo. Uma série de técnicas qualitativas e quantitativas foram desenvolvidas para quantificar a descarga de águas subterrâneas lagunares, ou submarinas. Cada método amostra em uma escala espacial e temporal particular. Devido às limitações de cada método de amostragem, é recomendável a utilização de técnicas combinadas em um mesmo local. Segundo Paiva & Niencheski (2018), existem quatro princípios que regulam as abordagens utilizadas na avaliação da DAS: (i) modelagem numérica; (ii) medição física direta; (iii) traçadores químicos; e (iv) traçadores geofísicos. Alguns valores de DAS, obtidos em estudos anteriores, estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 - Valores de DAS verificados em estudos anteriores.

DAS (cm/d)	Método	Local	Referência	Ano
-16,0 a 6,0	*Seepage meter*	Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC - BRA	Arcari *et al.*	2019
-0,2 a 0,7	*Seepage meter*	Lagoas Costeiras, Litoral Norte RS - BRA	Rocha *et al.*	2015
4,6 a 15,4	*Seepage meter*	Baia de Sarasota - EUA	Mwashote *et al.*	2013
-2,0 a 12,0	*Seepage meter*	Laguna Costeira Florida - EUA	Cable *et al.*	2006
-19,8 a -1,4	*Seepage meter*	Mirror Lake, New Hampshire - EUA	Rosenberry	2005
-1,5 a 1,5	*Seepage meter*	Lower Sylvan Pond - EUA	Sebestyen e Schneider	2004
-11,6 a 3,0	*Seepage meter*	Mirror Lake, New Hampshire - EUA	Asbury	1990
0,4 a 28,1	Traçador radioativo	Lagoas Costeiras, Litoral Norte RS - BRA	Rocha *et al.*	2015
2,4 a 17,6	Traçador radioativo	Lagoa de Laoye, Hainan - CHINA	Ji et al.	2013
0,5 a 2,2	Traçador radioativo	Lagoa dos Patos, RS - BRA	King e Salem	2012
1,9 a 3,3	Condutividade termal	Laguna de Ringkøbing Fjord, DK	Duque *et al.*	2015
9,0 a 26,0	Sensoriamento remoto + *seepage meters*	Baia de Waquoit, Massachusetts - EUA	Mulligan and Charette	2006
0,2	Balanço hídrico	Mar Adriático	Sekulic	1996

Elaborado pelos autores.

4.1 - MODELAGEM NUMÉRICA

Várias abordagens de modelagem foram desenvolvidas para a estimativa indireta de SGD, variando em complexidade de cálculos simples de balanço de massa de água subterrânea em terra, até modelos numéricos comparativamente complexos de fluxo subterrâneo. Embora os modelos numéricos tenham aumentado nossas capacidades preditivas, a falta de dados relativos a permeabilidade dos sedimentos, a medições experimentais e *in situ*, permanecem um problema para a aplicação e validação dos modelos (BURNETT *et al.*, 2006; SANTOS; EYRE; HUETTEL, 2012).

Os modelos de fluxo hidrológico se concentram na solução de armazenamento e fluxos de água em vários componentes do ciclo hidrológico terrestre, desde modelos que simulam separadamente os fluxos de água subterrânea e de superfície, até modelos totalmente integrados de fluxos superfície/subsuperfície/atmosférica. Estas interações entre águas superficiais e subterrâneas vêm sendo estudadas pela comunidade hidrológica, por meio de modelos por mais de cinco décadas (BONGANHA *et al.*, 2007; BURNETT *et al.*, 2006; CLARK *et al.*, 2017; DIAZ; SINICYN; GRODZKA-ŁUKASZEWSKA, 2020; JAMES, 1972; QUINN *et al.*, 1991; ROSENBERRY *et al.*, 2015; SANTOS, 2018; SIMMONS *et al.*, 2020; SMERDON; MENDOZA; DEVITO, 2007). Linderfelt e Turner (2001) avaliaram numericamente a descarga líquida advectada do meio subterrâneo para um estuário salino, enquanto Smith e Turner (2001) avaliaram numericamente o papel do componente de recirculação, orientado por densidade na descarga geral de água subterrânea para o mesmo estuário salino.

IVIDES.org

Avanços recentes na capacidade computacional permitiram que esses modelos se desenvolvessem em direção a uma solução simultânea das equações governantes para o fluxo superficial e subterrâneo, para quantificar diretamente as interações entre as águas subterrâneas e superficiais (GWSWI). Com a integração do balanço de energia superficial, a recente introdução da superfície terrestre em modelos hidrológicos marca um novo avanço em direção a uma representação mais precisa da evapotranspiração (CHEN *et al*., 2020; DAVISON *et al*., 2018; KOLLET *et al*., 2017). Como exemplo, tem-se o modelo SWAT (*Soil & Water Assessment Tool*) (NEITSCH *et al*., 2011); que, quando acoplado ao modelo de água subterrânea MODFLOW (*USGS Modular Hydrologic Model*) (HARBAUGH, 2005), pode simular a recarga das águas subterrâneas e a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas (BAILEY *et al*., 2016; CHUNN *et al*., 2019; WEI *et al*., 2019; YIFRU *et al*., 2020).

Embora as abordagens de modelagem usando pacotes de modelos de simulação de fluxo subterrâneo sejam amplamente utilizadas para a análise da hidrologia de águas subterrâneas em escala de bacia, essas técnicas têm certas limitações (BURNETT *et al.*, 2006). Por exemplo, apesar de muitos desses modelos simularem interações de águas superficiais e subterrâneas, eles não resolvem explicitamente as equações de transporte reativo multicomponente, que prescrevem o transporte de soluto e as reações biogeoquímicas, que transformam os nutrientes na água (BROOKFIELD *et al.*, 2021). Além disso, os sistemas aquíferos são geralmente heterogêneos e é difícil obter valores representativos suficientes, como a condutividade hidráulica e a porosidade, para caracterizar adequadamente essa heterogeneidade. Geralmente, a condutividade hidráulica varia em várias ordens de grandeza em curtas distâncias. Variações espaciais e temporais para as condições de contorno também são necessárias para a modelagem hidrológica, mas essas informações são frequentemente escassas, em função da dificuldade de se adquirir dados de campo adequados dentro do período de tempo de um estudo (BURNETT *et al*., 2006).

4.2 - MÉTODOS FÍSICOS DIRETOS

Medições físicas diretas têm sido realizadas desde as primeiras investigações sobre DAS. Dentre os métodos mais comuns, destacam-se as abordagens de Darcy, mini piezômetros ou piezomanômetros, por exemplo, que viabilizam as medições da direção e magnitude dos gradientes hidráulicos, através da interface sedimento-água (LEE; CHERRY, 1979; MARTINEZ, 2016a; ROSENBERRY; LABAUGH, 2008; SHINN; REICH; HICKEY, 2002). Ou ainda, a medição direta da taxa de fluxo por meio de "*seepage meters*" (CREMEANS *et al*., 2020; ISRAELSON; REEVE, 1944; LEE, 1977). A Figura 5 inclui a representação esquemática de alguns dos métodos físicos utilizados na atualidade, instalados em campo.

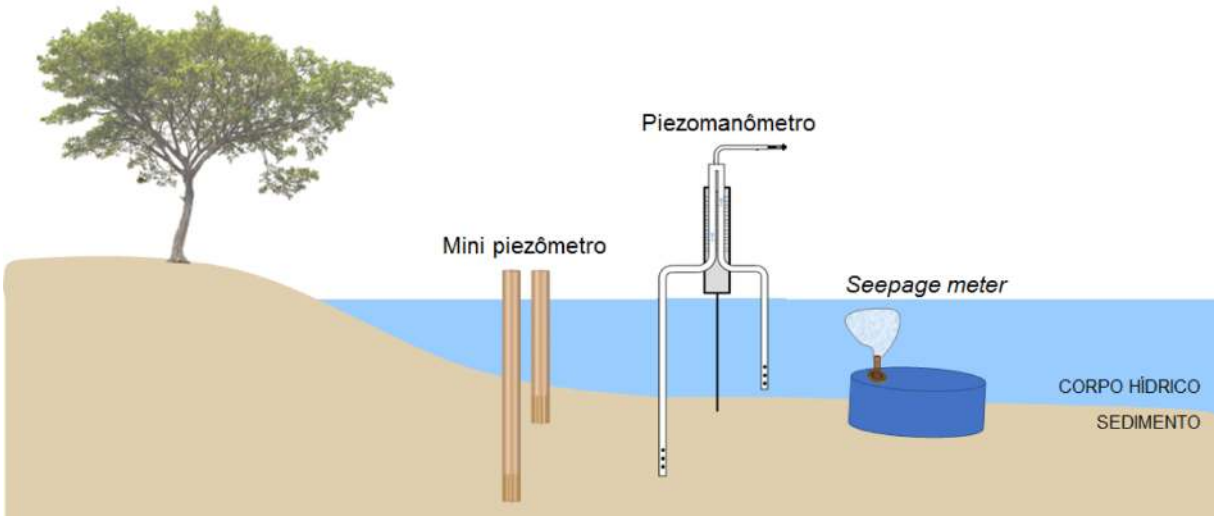


Figura 5 - Representação esquemática dos métodos físicos apresentados neste estudo. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

- **Abordagens de Darcy**

A abordagem de Darcy é amplamente usada e aceita, relativamente simples de implementar, com baixo custo de materiais e oferece potencial para medições em séries temporais. O método também é adequado para obter uma alta densidade de medição, que pode suportar a caracterização de alta resolução das DAS (CREMEANS *et al.*, 2020). Para realizar a medição do gradiente hidráulico em corpos hídricos podem ser utilizados piezômetros, mini piezômetros ou piezomanômetros.

Os mini piezômetros são uma versão em menor escala dos piezômetros convencionais, sendo normalmente instalados temporariamente no corpo hídrico, proporcionando a comparação entre as cargas hidráulicas do compartimento superficial e do subterrâneo. Para verificar o nível dentro do mini piezômetro é necessário utilizar um sensor de nível ou, quando o mini piezômetro está inserido dentro de um corpo hídrico, é possível utilizar um piezomanômetro.

Para facilitar e possibilitar medidas mais precisas, Winter *et al.* (1988) desenvolveram o piezomanômetro, onde as medições de cargas hidráulicas são realizadas através de um tubo flexível ligado a um manômetro. Muitos trabalhos vêm utilizando o equipamento. Entre eles, pode-se citar os trabalhos de Kelly e Murdoch (2003); Kennedy *et al.* (2007); Labaugh e Rosenberry (2008); Martinez (2013); Ong e Zlotnik (2011). Os piezomanômetros (Figura 6) consistem no acoplamento de tubos flexíveis com seção filtrante, formando um manômetro em U, onde uma extremidade com seção filtrante está inserida em determinada profundidade no sedimento e, a outra extremidade mergulhada no corpo hídrico. Assim, os piezomanômetros permitem mensurar a diferença entre a carga hidráulica no sedimento e do corpo superficial, por meio da medição da diferença do nível de água (Δh) nos tubos inseridos em cada um dos compartimentos.

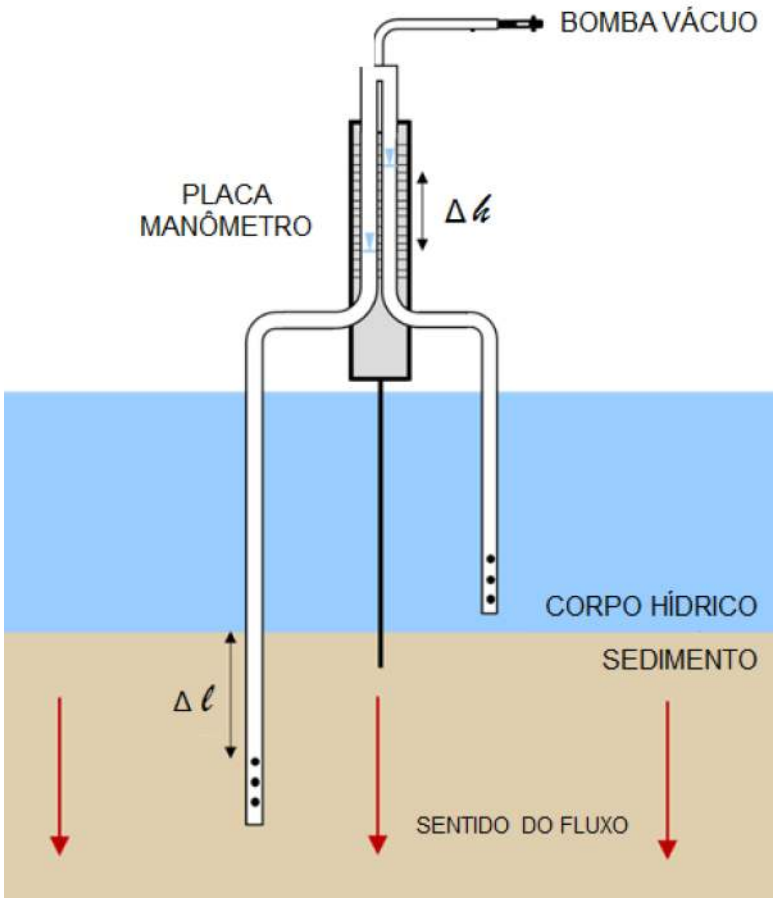


Figura 6 - O desnível é verificado através de régua milimetrada acoplada ao manômetro, medindo os níveis (cargas) dos dois tubos no mesmo instante. Quando a carga no tubo do sedimento é maior do que à do tubo na água superficial, a direção do fluxo na interface sedimento-água deve ser no sentido do compartimento subterrâneo para o superficial. Logo, se a carga no tubo do sedimento é inferior à do tubo da água superficial, é indicado que naquele local ocorre fluxo sentido superficial-subterrâneo. Elaborado pelos autores, modificado de Rosenberry (2008).

IVIDES.org

Além de proporcionar a medição do desnível de cargas hidráulicas, os mini piezômetros são utilizados para obtenção de amostras para análise de qualidade de água (ROSENBERRY; LABAUGH; HUNT, 2008). A desvantagem do piezomanômetro, em relação ao *seepage*, é que, para quantificar a taxa de fluxo no local, é necessário estimar a condutividade hidráulica, enquanto o *seepage* proporciona uma medida direta.

A condutividade hidráulica pode ser estimada a partir dos ensaios de granulometria do sedimento por meio de fórmulas empíricas. Essas fórmulas são normalmente utilizadas para uma primeira estimativa da ordem de grandeza da condutividade hidráulica, com vistas a futuras análises e aplicações. Entre as fórmulas empíricas pode-se citar Hazen (1892), Shepherd (1989), Terzaghi (1925), Kozeny (1927) e Carman (1938; 1956).

- ***Seepage meter***

Aqui serão apresentados os *seepage meter*, do tipo meio barril, são instrumentos utilizados para medir a taxa fluxo através da interface sedimento-água. Esta taxa de infiltração é medida no fundo de lagos, estuários e rios. O *seepage meter* foi, inicialmente, desenvolvido para medir as perdas dos canais de irrigação (ISRAELSON; REEVE, 1944); e, em meados da década de 1970, o projeto foi melhorado e o uso foi ampliado para medir a descarga de águas subterrâneas nos lagos (ARCARI *et al.*, 2019, CONNOR; BELANGER, 1981; ERICKSON, 1981; LEE; CHERRY, 1979; LEE, 1977; ROSENBERRY, 2008; ROSENBERRY; DUQUE; LEE, 2020; SHAW; PREPAS, 1990). Estudos recomendam que o monitoramento em lagunas seja realizado em transectos com três ou mais tambores, garantindo a triplicata e acurácia dos dados e possibilitando a verificação de um possível gradiente em relação a encosta (ARCARI *et al*., 2019; IKEZAWA, 2019; KERN, 2019).

Os *seepage meters* podem ser construídos de forma econômica e podem ser customizados, de acordo com as especificações da aplicação. O conceito básico do equipamento é isolar uma área da interface de água superficial- sedimento, com um cilindro aberto na base inferior e na parte superior, acoplado a uma bolsa coletora de plástico. A alteração do volume de água na bolsa coletora, ao longo de um intervalo de tempo, é utilizada para determinar a direção e a taxa de infiltração entre as águas superficiais e subterrâneas. O aumento no volume da bolsa indica que o fluxo ocorre das águas subterrâneas para as superficiais, enquanto a perda de volume indica o contrário (Figura 7).

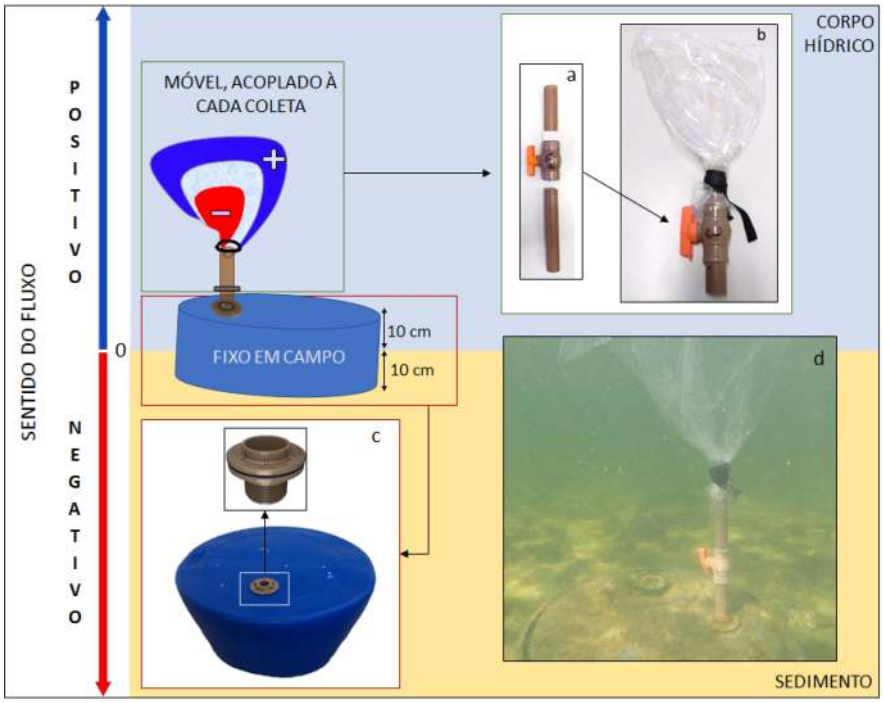


Figura 7 - Esquema de funcionamento do *seepage meter* e convenção dos sentidos do fluxo neste capítulo. O sentido do fluxo, positivo ou negativo está representado pelas setas azul e vermelha respectivamente. Quando o fluxo é positivo o volume final da bolsa coletora é maior que o inicial (bolsa azul) enquanto se o fluxo é negativo o volume final é menor que o inicial (bolsa vermelha). Componentes do equipamento *seepage meter*: a: tubos e registro que compõe o medidor; b: medidor com a bolsa coletora vedada com a venda de borracha; c: tambor com flange instalada para o acoplamento do medidor (b); d: foto do equipamento instalado em uma laguna. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Como os *seepage meters* fornecem um método rápido e simples para coletar informações sobre a direção, a taxa e a variabilidade do fluxo de infiltração através da interface sedimento-água, seu uso foi expandido para ambientes diferentes dos lagos. As taxas verticais de infiltração foram medidas em estuários (BOYLE, 1994; LEE, 1977; LINDERFELT; TURNER, 2001; LOCK; JOHN, 1978; YELVERTON; HACKNEY, 1986; ZIMMERMANN; MONTGOMERY; CARLSON, 1985) e margens oceânicas próximas (CABLE; BURNETT; CHANTON, 1997; CHANTON *et al.*, 2003; SHINN; REICH; HICKEY, 2002; TANIGUCHI *et al.*, 2002). Os *seepage meters* também foram utilizados para determinar o balanço hídrico (FELLOWS; BREZONIK, 1980) ou para obter amostras para análise química (BELANGER; MIKUTEL, 1985; BROCK *et al.*, 1982; LEE, 1977; PETERKA, 1978; SHAW; PREPAS, 1990).

Os *seepage meters* possuem a vantagem de medir a troca de águas subterrâneas e superficiais, sem a necessidade de realizar as medidas de condutividade hidráulica do sedimento. São particularmente úteis, quando é necessário realizar diversas medições, a fim de caracterizar diferentes segmentos de um corpo hídrico. As medições realizadas com *seepage meter* devem ser corrigidas por um fator de correção, para considerar as perdas por atrito, através dos componentes do instrumento (MARTINEZ, 2016). Essa ineficiência diminuiu ao longo do tempo, com melhorias no *design* do medidor de infiltração (ROSENBERRY; MENHEER, 2006). Os fatores de correção foram determinados para vários projetos de *seepage meters*, comparando as taxas de infiltração geradas em um tanque de calibração, com taxas de infiltração medidas pelos *seepage meters*, instalados nos tanques. A Tabela 2 apresenta os valores relatados, que variaram de 1,05 a 1,74.

Tabela 2 - Fatores de correção relatados para ajustar as taxas de fluxo do *seepage meter* às taxas reais.

Citação	Fator de Correção
Erickson, 1981	1,74
Cherkauer; Mcbride, 1988	1,60
Dorrance, 1989	1,61
Asbury, 1990	1,11
Belanger; Montgomery, 1992	1,30
Murdoch; Kelly, 2003	1,25
Rosenberry, Donald O; Menheer, 2006	1,05
Kern, 2019	1,06

Elaboração própria.

Em busca de uma maneira para automatizar as medidas realizadas com *seepage meters*, Solomon *et al*. (2020) projetou um *seepage meter* de tubo, capaz de medir mudanças no nível de água de até 0,1 mm. Tal experimento é um avanço sobre as técnicas descritas por Bouwer (1961) e Solder *et al*. (2016). A precisão das medições do nível de água permite medições da taxa de infiltração (descarga específica) tão pequena quanto 2 mm/dia. As medições podem ser realizadas em menos de 30 min. Isso, permite a avaliação da variabilidade temporal, que é difícil de medir com medidores de infiltração convencionais (ROSENBERRY *et al*., 2013).

4.3 - MÉTODOS QUÍMICOS

Um traçador é qualquer substância ou partícula (química/biológica), que pode ser usada para seguir, de forma pontual ou contínua, o comportamento de um determinado sistema, tal como volume de água, em ambiente aberto ou subterrâneo (FERREIRA *et al*., 2015). Traçadores químicos (traçadores naturais e artificiais) têm sido aplicados para avaliar as taxas de DAS, em lagunas e oceanos, de várias maneiras. O princípio de usar um traçador químico é simples: encontre um elemento ou isótopo, que seja altamente enriquecido (ou esgotado), na água subterrânea em relação a outras fontes de água, como rios ou chuva, para o sistema em estudo. Se a DAS está ocorrendo, então, o fluxo deste elemento, via água subterrânea, levará ao enriquecimento na zona costeira, por isso, é tão popular o uso de traçadores geoquímicos enriquecidos na água subterrânea em relação à água do mar ou das lagunas costeiras (CHARETTE; SHOLKOVITZ, 2006; PAIVA; NIENCHESKI, 2018; SANTOS; EYRE; HUETTEL, 2012).

IVIDES.org

Resumidamente, nessas técnicas, a concentração de um soluto em excesso (ou seja, não relacionado a outras fontes conhecidas) no corpo de água receptor é atribuída a entradas de água subterrânea (CABLE *et al*., 1996). Na aplicação de técnicas de rastreamento geoquímico, vários critérios devem ser avaliados ou definidos, incluindo condições de contorno (ou seja, área, volume), fontes e sumidouros de água e seus constituintes, tempos de residência do corpo de água superficial e concentrações do traçador. As fontes podem incluir água do oceano, água do rio, água subterrânea, precipitação, produção *in situ*, transporte horizontal da coluna de água, ressuspensão de sedimentos ou difusão de sedimentos. Sumidouros podem incluir degradação ou consumo *in situ*, transporte horizontal da coluna de água, difusão turbulenta horizontal ou vertical e evasão atmosférica (BURNETT *et al.*, 2006). Por meio de balanços de massa simples ou modelos de caixa que incorporam tanto a advecção de sedimentos quanto o transporte da coluna de água, a abordagem geoquímica pode ser bastante útil na avaliação de DAS. Todas as fontes do traçador, exceto as águas subterrâneas, são subtraídas do inventário total do produto químico. O estoque residual, ou "excesso", é então dividido pela concentração do traçador na água subterrânea afluente para calcular a taxa de fluxo da água subterrânea (MULLIGAN; CHARETTE, 2006). Usando uma estimativa do tempo de residência das águas em lagunas ou plataformas continentais e assumindo condições de estado estacionário, pode-se calcular o fluxo *offshore* do excesso do isótopo (Figura 8).

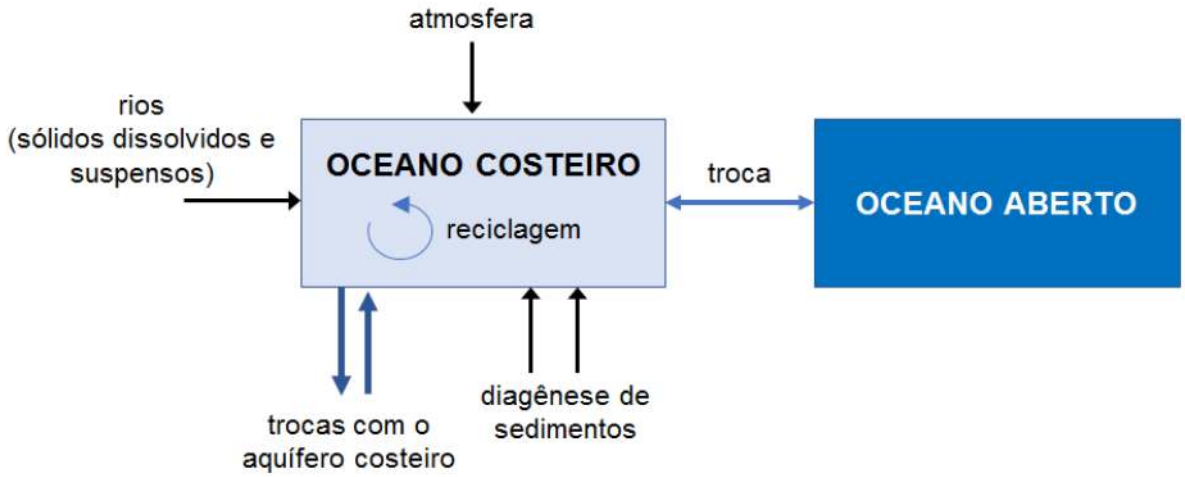


Figura 8 - Modelo de caixa mostrando como traçadores podem ser usados para investigar a troca entre o oceano costeiro e aberto. Elaborado pelos autores, modificado de Burnett *et al*. (2016).

Os traçadores de água subterrânea têm a vantagem de apresentar um sinal integrado, à medida que entram na coluna de água do mar, por vários caminhos no aquífero. Portanto, pequenas variabilidades temporais e espaciais tendem a ser atenuadas ao longo do tempo e do espaço (BURNETT; TANIGUCHI; OBERDORFER, 2001). Por outro lado, os traçadores naturais exigem que todas as outras fontes de traçadores e sumidouros (exceto as águas subterrâneas) sejam avaliadas, o que, muitas vezes, é desafiador (UNESCO, 2004).

Dentre os mais estudados, destaca-se o Ra, seu uso como traçador é preferido, devido à multiplicidade de isótopos radioativos (quatro), aparecimento nas três séries naturais, fácil separação e determinação em águas e elevada diferença na ordem de grandeza do tempo de meia-vida, para cada um dos isótopos (BEEK; SOUHAUT; REYSS, 2010). Os isótopos de Ra (^{226}Ra, T1/2=1600 anos; ^{228}Ra, T1/2= 5,75 anos; ^{223}Ra, T1/2=11,4 dias; ^{224}Ra, T1/2=3,66 dias) são provenientes, respectivamente, do decaimento natural do 230Th (série do ^{238}U), ^{232}Th, ^{228}Th (série do ^{232}Th) e ^{223}Fr ou ^{227}Th (série do ^{235}U).

Devido à meia vida mais longa dos isótopos ^{226}Ra e ^{228}Ra, estes são utilizados como traçadores nos estudos de massas de água e para provimento de informações sobre mistura horizontal e vertical em oceano aberto, enquanto os isótopos de meia vida curta (^{223}Ra,^{224}Ra) são utilizados em estudos costeiros, principalmente, os que envolvem mistura de águas estuarias e oceânicas, DAS e interações solo-água (BOYLE *et al*., 2008). Os isótopos de Rádio de curta-vida, ^{223}Ra, e^{224}Ra são regenerados, pelo decaimento de seus isótopos pais (Th), geralmente, adsorvidos no material particulado e/ou sedimento. A incorporação de radioisótopos na água subterrânea, assim como a maioria dos demais elementos químicos, ocorre a partir das rochas e minerais com que a água mantém contato. Esse processo se dá através dissolução de sais (e.g., urânio), suspensão de colóides (*e.g*., tório) ou de partículas de minerais que contêm os elementos radioativos (ATTISANO, 2012).

IVIDES.org

Além dos isótopos de Ra, outros radionuclídeos bastante importantes a serem destacados são os de Rn; se os de Ra tem importância, devido sua maior partição em fase aquosa, o radônio destaca-se por ser um gás nobre, pouco reativo, e percolar, facilmente, no solo, das camadas mais profundas às mais superficiais, por particionar do solo para o corpo d'água e, por fim, deste corpo d'água para a atmosfera (BOYLE *et al*., 2008; BURNETT; KIM, 2001; KELLY *et al*., 2019; STALKER; PRICE; SWART, 2009). Um determinante para limitar essa troca de compartimentos do radônio é o curto tempo de meia-vida de seus isótopos (^{219}Rn de 3,9 segundos, ^{220}Rn de 54,5 segundos e ^{222}Rn de 3,8 dias) (ADYASARI *et al.*, 2019). A abordagem para quantificar as DAS usando ^{222}Rn é semelhante à do rádio (226Ra), exceto por algumas diferenças principais: (1) a perda de ^{222}Rn para a atmosfera deve ser contabilizada em muitas situações, (2) não há fonte significativa de partículas nos rios e (3) o decaimento deve ser contabilizado devido à sua meia-vida relativamente curta (MULLIGAN; CHARETTE, 2009).

A determinação dos isótopos de Ra é realizada em laboratório por meio de um sistema RaDeCC, tal sistema existe no Brasil nos seguintes locais: UFRG, IRD (Instituto Radioproteção e Dosimetria), UFF (Campos Gragoatá) e na Fundep de Belo Horizonte. Enquanto a determinação dos isótopos de Rn é realizada *in loco* por meio do RAD-7 (Durridge Co., Inc.), a amostra passa por um difusor e o gás liberado é enviado ao equipamento para leitura.

4.4 - TRAÇADORES GEOFÍSICOS

Traçadores geofísicos podem ser utilizados em campo como a condutividade e temperatura (DUQUE *et al*., 2016; TIRADO-CONDE *et al*., 2019) (ou por meio de sensoriamento remoto), utilizando imagens de termografia infravermelha (e.g., BEJANNIN et al., 2017; COLUCCIO et al., 2020, ANN E. MULLIGAN, 2006; KELLY et al., 2019; SCHUETZ; WEILER, 2011) para estimar as taxas de DAS.

- **Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica do solo (ou o seu inverso, a resistividade) é uma medida da quantidade de sal, presente nos sedimentos marinhos, que é uma função da porosidade do sedimento, salinidade e temperatura da água subterrânea (PAIVA; NIENCHESKI, 2018). Sedimentos permeáveis, contendo água salgada, têm condutividades elevadas, que decrescem com a diminuição da salinidade. Assim, perfis de condutividade elétrica aparente do solo são úteis no mapeamento de zonas de subsuperfície, contendo água doce e/ou salobra, e pode ser empregado na investigação de padrões de fluxo de água subterrânea doce (MOORE, 2010; STIEGLITZ; TANIGUCHI; NEYLON, 2008).

- **Temperatura**

Por sua vez, a temperatura é aplicada com traçador da DAS considerando: (i) perfis verticais de temperatura (sob a premissa do transporte conservativo do calor por condução e advecção) e (ii) diferenças na temperatura da água subterrânea e água superficial como forma de medida qualitativa do sinal da DAS, a partir do uso de sensores infravermelhos ou outros modos de sensoriamento remoto (BURNETT *et al.*, 2006).

As séries temporais de dados de temperatura em diferentes profundidades são usadas para estimar fluxos verticais de troca. Os modelos analíticos para transporte de calor também requerem a especificação das condições de limite de temperatura superior e inferior. A condição de limite superior é frequentemente definida pelo valor medido na interface sedimento-água, enquanto a condição de limite inferior é considerada igual à temperatura média da água subterrânea (igual à temperatura média do sazonal do ar) em alguma profundidade abaixo do ponto de medição (TIRADO-CONDE *et al*., 2019). Embora o método térmico tenha encontrado uso extensivo para DAS em ambientes lacustres, não foi muito usado para estudar DAS em oceanos (BEFUS *et al*., 2013; DUQUE *et al*., 2016; LAND; PAULL, 2001).

Os dados térmicos podem ser coletados usando diferentes configurações de instrumentos (CREMEANS *et al.*, 2020; LAND; PAULL, 2001). Em um dos métodos, os perfis de temperatura dos sedimentos são

IVIDES.org

medidos com uma sonda de fluxo de calor inserida no sedimento, em diversos locais da área de estudo, em transectos, com um afastamento de aproximadamente 1,5 m entre os furos (CREMEANS *et al*., 2020) (Figura 9). Esta abordagem se baseia na solução analítica unidimensional (Equação 1), apresentada por (HOPMANS; ŠIMUNEK; BRISTOW, 2002):

$$q_z = \overbrace{\frac{k_{fs}}{p_f c_f z}}^{A} ln\left(\frac{T_Z - T_L}{T_0 - T_L}\right) \quad \text{(Eq. 1)}$$

Onde: q_z é o fluxo de Darcy na direção vertical (m/s), K_{fs} é a condutividade térmica do sedimento (J/s m K), A é a capacidade de calor volumétrico do fluido (J/m³ K), Z é a profundidade da medição, T_Z é a temperatura na profundidade z (°C), T_L é a temperatura da água subterrânea que é fixo para todos os cálculos (°C), e q_Z é a temperatura em z = 0 (°C).

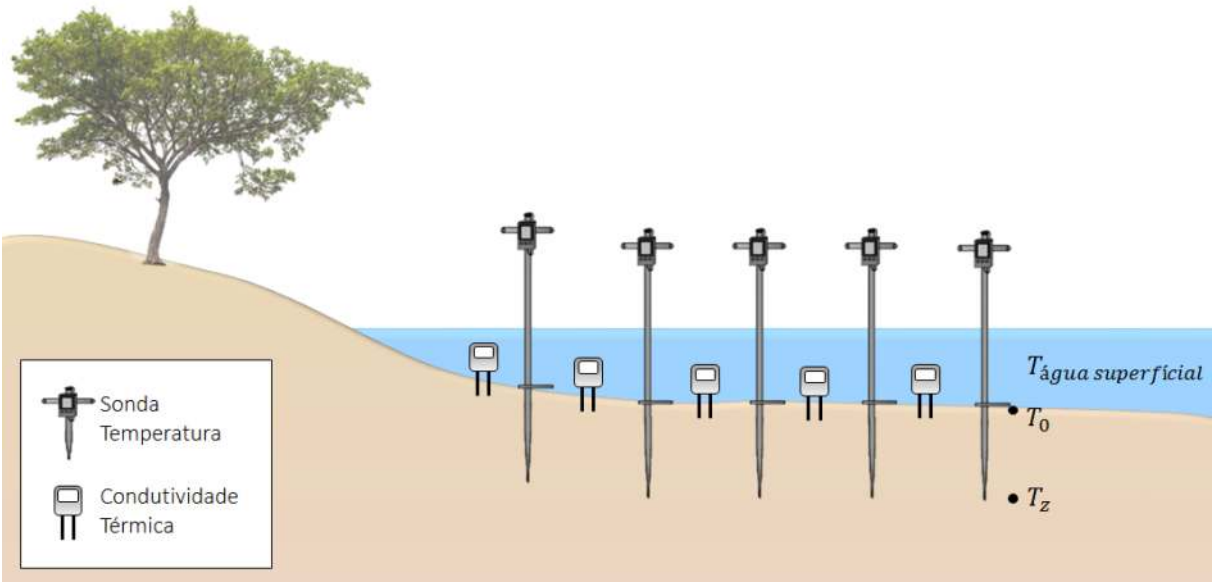


Figura 9 - Esquema do transecto com sondas de temperatura e medições de condutividade térmica do sedimento. Elaborado pelos autores, modificado de Duque *et al.* (2016).

- **Sensoriamento Remoto**

O uso do sensoriamento remoto do infravermelho termal (TIR – Thermal Infra Red) tem se tornado cada vez mais popular em estudos relacionados às ciências da terra e ambientais, para o mapeamento de padrões de temperatura e anomalias térmicas em corpos d'água (DUGDALE, 2016). O TIR é uma porção do espectro eletromagnético com várias aplicações no Sensoriamento Remoto, tais como: geologia, climatologia, análises de processos biológicos, análises geofísicas, geofísicas, avaliação de desastres e detecção de queimadas, entre outras. Na região espectral do TIR, a emissão de radiação dos alvos é dominante, comparado com a reflexão, e esta radiação é uma função de duas variáveis, a emissividade e a temperatura do alvo (GRONDONA; ROLIM, 2016). A imagem de TIR pode ser usada para identificar a localização e a variabilidade espacial do DAS, explorando a diferença de temperatura entre as águas superficiais e subterrâneas, em certas épocas do ano (MILLER; ULLMAN, 2004; MULLIGAN; CHARETTE, 2006; PORTNOY *et al*., 1998). Embora esta técnica seja bastante útil para identificar padrões de descarga espacial, ela sozinha não é capaz de estimar taxas de fluxo; e, para tal, devem ser utilizados métodos combinados (ANN; MULLIGAN, 2006).

Vários produtos de imagens de satélite fornecem imagens infravermelhas termais para a derivação da temperatura da superfície terrestre, de baixa a alta resolução espacial. Porém, as imagens de alta resolução espacial são de obtenção cara e a sua obtenção em grande escala é realizada e disponibilizada gratuitamente ainda em poucos locais, como por alguns países da América do Norte e Europa. A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de imagens de alta resolução, disponibilizadas gratuitamente, provenientes de voos, apenas nos Estados Unidos.

IVIDES.org

Tabela 3 – Fontes gratuitas de imagens de sensoriamento remoto com infravermelho termal.

Resolução	Satélite (sensor)	Resolução espacial (banda TIR)	Tempo de revisita (dias)	Anos de operação
Baixa	NOAA (AVHRR)	1000 m	1	1979 até o presente
	EOS (MODIS)	1000 m	1	1979 até o presente
Moderada	Landsat (TM)	120 m	16	1984–2011
	Landsat (ETM+)	60 m	16	1999 até o presente
	Landsat (OLI/TIRS)	100 m	16	2013 até o presente
	EOS (ASTER)	90 m	(sob demanda)	1999 até o presente
Alta	Airborne (MAS-TER)	Depende da altura do vôo (5-50m)	(sob demanda)	1998 até o presente
	Airborne (HyTES)	Depende da altura do vôo (3,41m com altitude de vôo de 2000m)	(sob demanda)	2013 até o presente

Elaborado pelos autores, daptado de Zhao e Wentz (2016).

Quando é necessária a maior precisão das imagens, o levantamento é feito por meio de aeronaves tripuladas ou não, com uma câmera de infravermelho termal embutida. Kelly, Glenn e Lucey (2013), por exemplo, utilizaram uma câmera de conjunto de microbolômetro não resfriado Photon 320, com temperatura ajustável customizada, *design* de tela plana; e sistema de navegação inercial e de posicionamento global combinados. A câmera foi fixada em um suporte de câmera personalizado e instalado na visão do nadir, na fuselagem de um avião bimotor piper navajo.

O sensoriamento remoto aéreo de TIR permite detectar e categorizar a descarga de águas subterrâneas para as águas superficiais com base nos tamanhos das plumas e na fonte pontual ou difusa da DAS. Kelly *et al.*, (2019) utilizou o levantamento de infravermelho termal, para determinar as temperaturas da superfície do mar, do submilímetro superior de um corpo de água. A imagem TIR é aplicável para estudos de DAS, sempre que houver diferenças de temperatura entre a descarga de águas subterrâneas e o estuário receptor ou água costeira (KELLY et al., 2019; MARRUEDO ARRICIBITA *et al.*, 2018).

Como tal, imagens do TIR foram aplicadas em uma ampla gama de contextos, para o monitoramento de processos naturais, que ocorrem naturalmente. Em sistemas marinhos, Johnson *et al.* (2008) demonstraram que imagens TIR são uma ferramenta apropriada para mapear as DAS. Mais recentemente, Kelly *et al.* (2019) e Tamborski *et al.* (2015) combinaram imagens de TIR com coletas de amostras de água para a detecção de rádio (^{223,224}Ra) e radônio (^{222}Rn) na superfície, visando à quantificação de DAS difusa. Da mesma forma, Lee *et al.* (2016) demonstraram como a combinação de imagens aéreas de TIR com observações de campo pode ser usada para identificar grandes entradas de água subterrânea de aquíferos costeiros para o oceano. Em ambientes de água doce, Schuetz e Weiler (2011) usaram a termografia TIR com um sensor remoto de superfície para detectar descargas pontuais de água subterrânea em riachos. Um experimento semelhante por Briggs *et al.* (2016) demonstrou como TIR com o sensor remoto de superfície, fixo no solo, pode revelar padrões de descarga de águas subterrâneas em escala refinada, que não teriam sido identificados por outras metodologias (mais grosseiras).

Um exemplo de imagem de infravermelho termal é mostrado na Figura 10, na lagoa Salses-Leucate (França), onde as imagens de TIR mostram claramente um fluxo difusivo de águas subterrâneas terrestres, que descarregam na parte sul da lagoa (BENJAMMIM *et al.*, 2017). No final do verão, a temperatura da água subterrânea é de, aproximadamente, 1° C mais fria que a temperatura da água superficial. As localizações de SGD podem ser vistas na imagem do TIR em tons rosados, ao longo da face da praia, com temperatura mais fria do que a água de superfície circundante. A imagem mostra claramente a variabilidade espacial em SGD ao longo superfície do solo, informação que é extremamente valiosa para a concepção representativa de uma campanha de amostragem de campo.

IVIDES.org

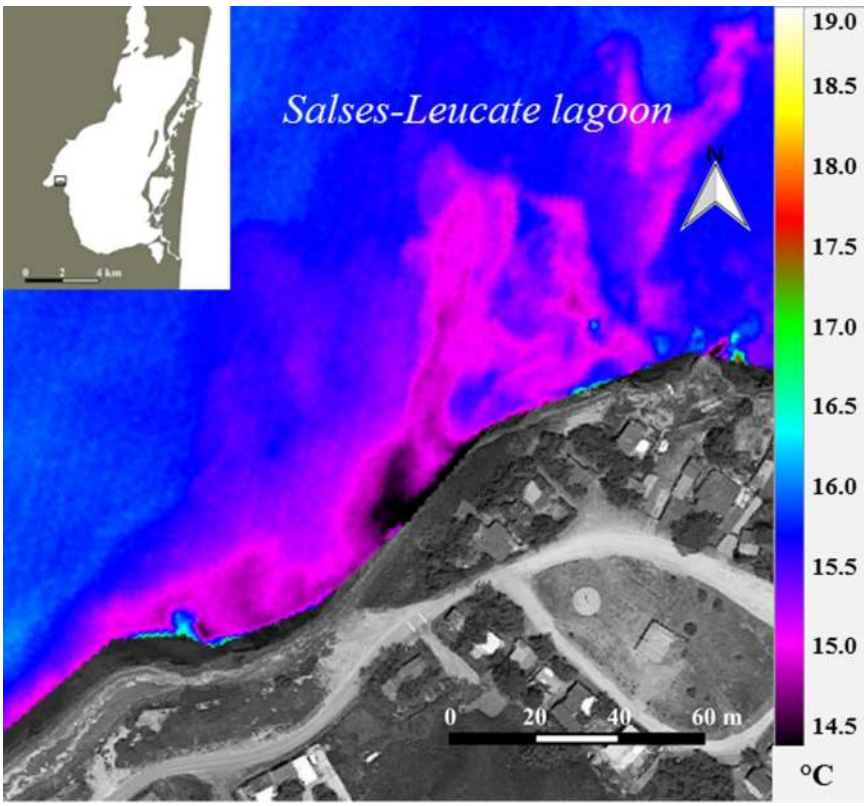


Figura 10 - Imagem do infravermelha termal ao longo da lagoa Salse-Leucate, França. Fonte: Bejannin *et al.* (2017).

Embora muito tenha sido aprendido até agora, a presente revisão lança luz sobre o papel, muitas vezes, esquecido, da água subterrânea como uma lacuna significativa de conhecimento, na compreensão do balanço hídrico em bacias costeiras.

Como foi ilustrado, muito progresso foi feito, no entendimento da distribuição natural da água salgada nos aquíferos da região costeira e os processos geológicos, hidrológicos e geoquímicos, que controlam o fluxo de água doce e salgada (e sua mistura) nos aquíferos costeiros. Destaca-se o papel dos processos geológicos, na determinação da composição e da estrutura dos aquíferos costeiros; e as forças dinâmicas de curto e longo prazo, que impulsionam o fluxo de água doce e salgada, dentro desses aquíferos.

O aumento populacional, ao longo da zona costeira, no Brasil e no mundo, reflete no aumento da demanda por recursos hídricos subterrâneos da região, que tende a crescer ainda mais nos próximos anos. A necessidade de água para sustentar as populações costeiras e a prosperidade econômica apresentarão aos cientistas, gestores de recursos hídricos e tomadores de decisão públicos uma série de desafios e oportunidades, para compreender e administrar sabiamente os recursos hídricos subterrâneos costeiros. Os estudos hidrológicos e as atividades de coleta de dados, como no passado, contribuirão para o desenvolvimento e gestão dos recursos hídricos subterrâneos costeiros. No entanto, há uma série de outras questões científicas, relacionadas à água subterrânea em ambientes de água doce-salgada, que precisam ser abordadas, tais como: o papel da água subterrânea nos ecossistemas costeiros, a melhor compreensão da ocorrência da intrusão salina e o apoio da comunidade científica, na gestão das águas subterrâneas costeiras.

A necessidade de quantificar as trocas entre as águas subterrâneas e superficiais tem crescido notavelmente, em resposta à exploração excessiva dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais. Felizmente, o mesmo aconteceu com a seleção de ferramentas e métodos, para quantificar essa troca. Existem inúmeros métodos para a quantificação de descargas subterrâneas, porém, devido às limitações de cada método, é recomendável a utilização de técnicas combinadas em um mesmo local. Embora tenham se passado mais de 76 anos, desde que o primeiro modelo de *seepage meter* foi apresentado na literatura (ISRAELSON; REEVE, 1944); e mais de 46 anos passados, desde que *seepage meter* "meio barril" foi introduzido (LEE, 1977; 1979); os *seepage meters* permanecem o único dispositivo que fornece uma medida direta da troca de água, através da interface sedimento-água.

IVIDES.org

Além disso, existe a necessidade de avaliar e quantificar as entradas de água subterrâneas nos ecossistemas costeiros, como fonte de água doce e contaminantes. Ainda hoje, as atividades de gestão de recursos hídricos costeiros, frequentemente, têm sido direcionadas apenas a fontes de contaminação superficiais em cursos d'água e redes de drenagem. Quando os ecossistemas costeiros recebem descargas de água subterrânea substanciais, em comparação com outras fontes de descarga, é necessário um melhor entendimento dos controles hidrogeológicos e geoquímicos sobre a taxa, da localização e da qualidade destes aportes subterrâneos. Uma necessidade relacionada, é quantificar os tempos de residência e o tempo de percurso da água subterrânea e contaminantes associados, em aquíferos costeiros. Como a água subterrânea se move lentamente, a poluição antrópica dos dias atuais e a consequente descarga de água subterrânea contaminada dos aquíferos costeiros para as áreas úmidas receptoras, lagunas costeiras e águas superficiais pode levar vários anos ou até décadas.

Assim, compreender as contribuições das descargas de água subterrânea para os ecossistemas costeiros exige um esforço integrado e contínuo das áreas de hidrologia, oceanografia, geologia, geoquímica e biologia, com o apoio e o avanço de técnicas simples de monitoramento, como as de sensoriamento remoto.

REFERÊNCIAS

ADYASARI, D. *et al.* Environmental impact of nutrient fluxes associated with submarine groundwater discharge at an urbanized tropical coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 221, 2019.

ANDRADE, C. F. F. de *et al.* Fluxos subterrâneos para a Lagoa Mangueira (RS). **Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica**, 2008.

ANN, E.; MULLIGAN, M. A. C. Groundwater flow to the coastal ocean. **Biogeochemistry**, v. 66, n. 1-2, p. 3-33, 2006.

ARCARI, T. D. L. *et al.* As interações entre águas subterrâneas e superficiais em uma laguna costeira: Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 34–44, 2019.

ASBURY, C. E. **The role of groundwater seepage in sediment chemistry and nutrient budgets in Mirror Lake, New Hampshire**. Ithaca, New York: Cornell University, 1990.

ATTISANO, K. K. **Aporte subterrâneo:** uma fonte complementar de nutrientes para a Costa Sul do Brasil e plataforma adjacente. 2012. 204 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

BAILEY, R. T. *et al.* Assessing regional-scale spatio-temporal patterns of groundwater–surface water interactions using a coupled SWAT-MODFLOW model. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 23, p. 4420-4433, 2016.

BARLOW, P. M. Ground Water in Freshwater-Saltwater Environments of the Atlantic Coast. **U S Geological Survey - Circular 1262**, Circular 1, 2003. 121 p.

BEDIENT, P. B.; RIFAI, H. S.; NEWELL, C. J. **Ground water contamination: transport and remediation.** [*S.l.*], Prentice-Hall International, Inc., 1994.

BEEK, P.; SOUHAUT, M.; REYSS, J.-L. Measuring the radium quartet (228Ra, 226Ra, 224Ra, 223Ra) in seawater samples using gamma spectrometry. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 101, n. 7, p. 521-529, 2010.

BEFUS, K. M. *et al*. Heat transport dynamics at a sandy intertidal zone. **Water Resources Research**, v. 49, n. 6, p. 3770–3786, 2013.

BEJANNIN, S. et al. Combining airborne thermal infrared images and radium isotopes to study submarine groundwater discharge along the French Mediterranean coastline. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 13, p. 72–90, jul. 2017.

BELANGER, T. V.; MIKUTEL, D. F. On the use of seepage meters to estimate groundwater nutrient loading to lakes. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 21, n. 2, 1985.

BELANGER, T. V.; MONTGOMERY, M. T. Seepage meter errors. **Limnology and Oceanography**, v. 37, n. 8, p. 1787-1795, 1992.

IVIDES.org

BONGANHA, C. A. *et al.* Conceitos e Fundamentos da Modelagem Matemática para Gerenciamento de Recursos Hídricos Subterrâneos. **Revista Analytica**, v. 30, 2007.

BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. da. **Aquífero Guarani:** a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba, PR: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos ambientais, 2004. 214 p.

BOUWER, H. Variable head technique for seepage meters. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 87, n. 1, p. 31-44, 1961.

BOWEN, J. L.; VALIELA, I. The ecological effects of urbanization of coastal watersheds: historical increases in nitrogen loads and eutrophication of Waquoit Bay estuaries. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 58, n. 8, p. 1489-1500, 2001.

BOYLE, D. R. Design of a seepage meter for measuring groundwater fluxes in the nonlittoral zones of lakes-Evaluation in a boreal forest lake. **Limnology and Oceanography**, v. 39, n. 3, 1994.

BOYLE, D. R. *et al.* Remaining uncertainties in the use of Rn-222 as a quantitative tracer of submarine groundwater discharge. **Limnology and Oceanography**, v. 76, n. 3, p. 1-8, 2008.

BRIGGS, M. A. *et al.* Thermal infrared video details multiscale groundwater discharge to surface water through macropores and peat pipes. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 14, 2016.

BROCK, T. D. *et al.* Groundwater seepage as a nutrient source to a drainage lake; Lake Mendota, Wisconsin. **Water Research**, v. 16, n. 7, p. 1255-1263, 1982.

BROOKFIELD, A. E. *et al.* Predicting algal blooms: Are we overlooking groundwater? **Science of the Total Environment**, v. 769, 2021.

BURNETT, W. C. *et al.* **Groundwater and pore water inputs to the coastal zone.** Biogeochemistry, v. 66, p. 3-33, 2003.

BURNETT, W. C. *et al.* Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods. **Science of the Total Environment**, p. 498–5433, ago. 2006.

BURNETT, W. C.; KIM, G. A continuous monitor for assessment of 222 Rn in the coastal ocean. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 249, n. 1, p. 167–172, 2001.

BURNETT, W. C.; TANIGUCHI, M.; OBERDORFER, J. Measurement and significance of the direct discharge of groundwater into the coastal zone. **Journal of Sea Research**, v. 46, n. 2, p. 109–116, 2001.

CABLE, J. E. *et al.* Estimating groundwater discharge into the northeastern Gulf of Mexico using radon-222. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 144, n. 3–4, 1996.

CABLE, J. E.; BURNETT, W. C.; CHANTON, J. P. Magnitude and variations of groundwater seepage along a Florida marine shoreline. **Biogeochemistry**, v. 38, n. 2, p. 189-205, 1997.

CARMAN, P. C. Determination of the specific surface of powders I. Transactions. **J. Soc. Chemical Industries.**, v. 57, p. 225-234, 1938.

CARMAN, P. C. **Flow of gases through porous media**. London: Butterworths Scientific Publications, 1956.

CHANTON, J. P. *et al.* Seepage rate variability in Florida Bay driven by Atlantic tidal height. **Biogeochemistry**, v. 66, n. 1-2, p. 187–202, 2003.

CHARETTE, M. A.; BUESSELER, K. O.; ANDREWS, J. E. Utility of radium isotopes for evaluating the input and transport of groundwater-derived nitrogen to a Cape Cod estuary. **Limnology and Oceanography**, v. 46, n. 2, 2001.

CHARETTE, M. A.; SHOLKOVITZ, E. R. Trace element cycling in a subterranean estuary: Part 2. Geochemistry of the pore water. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 70, n. 4, 2006.

CHEN, J. *et al.* Towards a climate-driven simulation of coupled surface-subsurface hydrology at the continental scale: a Canadian example. **Canadian Water Resources Journal/Revue canadienne des ressources hydriques**, v. 45, n. 1, p. 11-27, 2020.

CHERKAUER, D. A.; MCBRIDE, J. M. A Remotely Operated Seepage Meter for Use in Large Lakes and Ri-

IVIDES.org

vers. **Groundwater**, v. 26, n. 2, 1988.

CHOW, V. TE; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hidrology**. [*S.l.*], McGraw-Hill, 1988.

CHUNN, D. *et al.* Application of an integrated SWAT–MODFLOW model to evaluate potential impacts of climate change and water withdrawals on groundwater–surface water interactions in West-Central Alberta. **Water**, v. 11, n. 1, p. 110, 2019.

CLARK, M. P. *et al.* The evolution of process-based hydrologic models: historical challenges and the collective quest for physical realism. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 21, n. 7, p. 3427-3440, 2017.

COLUCCIO, K. *et al.* Mapping groundwater discharge to a coastal lagoon using combined spatial airborne thermal imaging, radon (222Rn) and multiple physicochemical variables. **Hydrological Processes**, v. 34, n. 24, 2020.

CONNOLLY, C. T. *et al.* Groundwater as a major source of dissolved organic matter to Arctic coastal waters. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, 2020.

CONNOR, J. N.; BELANGER, T. V. Ground Water Seepage in Lake Washington and the Upper St. Johns River Basin, Florida. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 17, n. 5, p. 799-805, 1981.

COSTALL, A. R. *et al.* Groundwater Throughflow and Seawater Intrusion in High Quality Coastal Aquifers. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–33, 2020.

CREMEANS, M. M. *et al.* A Comparison of Tools and Methods for Estimating Groundwater-Surface Water Exchange. **Groundwater Monitoring and Remediation**, v. 40, n. 1, p. 24-34, 2020.

DAS, K. *et al.* Implication of submarine groundwater discharge to coastal ecology of the Bay of Bengal. **Journal of Earth System Science**, v. 129, n. 1, dez. 2020.

DAVISON, J. H. et al. Full coupling between the atmosphere, surface, and subsurface for integrated hydrologic simulation. **Journal of Advances in Modeling Earth Systems**, v. 10, n. 1, p. 43-53, 2018.

DIAZ, M.; SINICYN, G.; GRODZKA-ŁUKASZEWSKA, M. Modelling of groundwater–surface water interaction applying the hyporheic flux model. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 12, 1 dez. 2020.

DIERSCH, H. J. G.; KOLDITZ, O. Variable-density flow and transport in porous media: Approaches and challenges. **Advances in Water Resources**, v. 25, n. 8-12, ago.-dez. 2002.

DORRANCE, D. W. **Streaming potential and seepage meter studies at Upper Lake Mary near Flagstaff, Arizona.** 1989. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Hidrologia) - Universidade do Arizona, Arizona, 1989.

DUGDALE, S. J. A practitioner's guide to thermal infrared remote sensing of rivers and streams: recent advances, precautions and considerations. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, 2016.

DUQUE, C. *et al*. Estimating groundwater discharge to surface waters using heat as a tracer in low flux environments: The role of thermal conductivity. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 3, p. 383-395, 30 jan. 2016.

ERICKSON, D. **A study of littoral groundwater seepage at Williams Lake, Minnesota using seepage meters and wells**. Minneapolis: University of Minnesota, 1981.

ESTEVES, F. DE A.; ISHII, I. H.; CAMARGO, A. F. M. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Restingas: origem, estrutura e processos**, p. 443-454, 1984.

ESTEVES, F. A.; ARAUJO, D. S. D.; SCARANO, F. R.; SA, M. P. C. de; KURTZ, B. A.; ZALUAR, H. L. T.; MONTEZUMA, R. C. M.; OLIVEIRA, R. C. **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

FEITOSA, F. A. C. *et al.* **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. [*S.l.*] CPRM, 2008.

FELLOWS, C. R.; BREZONIK, P. L. Seepage flow into Florida lakes. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 16, n. 4, 1980.

FERREIRA, V. V. M. et al. Uso do radônio como traçador para identificação de seções de descarga na bacia de Juatuba. **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 21., 22-27 nov. 2015, p. 1-8.

IVIDES.org

GIANINI, P. F.; SUGUIO, K. Diferenciação entre gerações de depósitos quaternários na costa centro – sul de Santa Catarina. Balneário Camboriú, **SCXXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia**, 1994.

GOMES JUNIOR, A. O Sistema Aquífero Janaína. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2002.

GRONDONA, A.; ROLIM, S. B. A. Separação de temperatura e emissividade a partir de imagens do infravermelho termal: Análise de suas aplicações/restrições. **Boletim de Ciencias Geodesicas**, v. 22, n. 1, 2016.

GUEDES JUNIOR, A. **Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina, utilizando geoprocessamento**. 1999. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, 1999.

HARBAUGH, A. W. **MODFLOW-2005, the US Geological Survey modular ground-water model: the ground-water flow process**. Reston, VA: US Department of the Interior, US Geological Survey, 2005.

HAZEN, A. **Some physical properties of sands and gravels**: with special reference to their use in filtration. 24th Annual Report, Massachusetts State Board of Health, 1892, p. 539-556.

HEATH, R. C. **Basic Ground-Water Hydrology.** Reston, VA: U.S. Geological Survey, 1983. (USGS Numbered Series; 2220).

HOPMANS, J. W.; ŠIMUNEK, J.; BRISTOW, K. L. Indirect estimation of soil thermal properties and water flux using heat pulse probe measurements: Geometry and dispersion effects. **Water Resources Research**, v. 38, n. 1, p. 1-7, 2002.

IKEZAWA, M. E. N. **Estudo sobre o aporte de água subterrânea na Região Leste da Laguna da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. 2019. TCC (graduação em Oceanografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Florianópolis, 2019.

ISRAELSON, O. W.; REEVE, R. C. Canal lining experiments in the Delta Area, Utah. Utah. **Agric. Exp. Stn. Bull.**, v. 313, p. 52, 1944.

JAMES, L. D. Hydrologic modeling, parameter estimation, and watershed characteristics. **Journal of Hydrology**, v. 17, n. 4, p. 283-307, 1972.

KELLY, J. L. *et al.* Integration of aerial infrared thermography and in situ radon-222 to investigate submarine groundwater discharge to Pearl Harbor, Hawaii, USA. **Limnology and Oceanography**, v. 64, n. 1, 2019.

KELLY, J. L.; GLENN, C. R.; LUCEY, P. G. High-resolution aerial infrared mapping of groundwater discharge to the coastal ocean. **Limnology and Oceanography: Methods**, v. 11, p. 262–277, mai. 2013.

KELLY, S. E.; MURDOCH, L. C. Measuring the hydraulic conductivity of shallow submerged sediments. **Ground Water**, v. 41, n. 4, 2003.

KENNEDY, C. D. et al. Design of a light-oil piezomanometer for measurement of hydraulic head differences and collection of groundwater samples. **Water Resources Research**, v. 43, n. 9, 2007.

KERN, P. **Estimativa de fluxos na interface sedimento-água em diferentes regiões de uma laguna subtropical: Lagoa da Conceição – Florianópolis/SC**. 2019. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2019.

KIM, G. Large submarine groundwater discharge (SGD) from a volcanic island. **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 21, 2003.

KJERFVE, B. Coastal Lagoons. **Elsevier Oceanography Series**, v. 60, n. C, 1994.

KOHOUT, F. A. Cyclic flow of salt water in the Biscayne aquifer of southeastern Florida. **Journal of Geophysical Research**, v. 65, n. 7, 1960.

KOLLET, S. et al. The integrated hydrologic model intercomparison project, IH-MIP2: A second set of benchmark results to diagnose integrated hydrology and feedbacks. **Water Resources Research**, v. 53, n. 1, p. 867-890, 2017.

KOZENY, J. Über kapillare Leitung des Wassers im Boden-Aufstieg. **Versickerung und Anwendung auf die Bewässerung**, 1927.

IVIDES.org

KWON, E. Y. et al. Global estimate of submarine groundwater discharge based on an observationally constrained radium isotope model. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 23, p. 8438-8444, 16 dez. 2014.

LABAUGH, J. W.; ROSENBERRY, D. O. Field Techniques for Estimating Water Fluxes Between Surface Water and Ground Water. Chapter 1 - Introduction and Characteristics of Flow. **U.S. Geological Survey Techniques and Methods**, v. 4-D2, 2008.

LAND, L. A.; PAULL, C. K. Thermal gradients as a tool for estimating groundwater advective rates in a coastal estuary: White Oak River, North Carolina, USA. **Journal of Hydrology**, v. 248, n. 1-4, p. 198–215, 2001.

LEE, D. R. A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries. **Limnology and Oceanography**, v. 22, p. 140-147, jan. 1977.

LEE, D. R.; CHERRY, J. A. A Field Exercise on Groundwater Flow Using Seepage Meter and Mini-piezometers. **Journal of Geological Education**, v. 27, p. 6–9, 1979.

LEE, E. *et al.* Submarine groundwater discharge revealed by aerial thermal infrared imagery: a case study on Jeju Island, Korea. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 19, 2016.

LI, H.; JIAO, J. J. Tide-induced seawater–groundwater circulation in a multi-layered coastal leaky aquifer system. **Journal of Hydrology**, v. 274, n. 1-4, p. 211–224, abr. 2003.

LI, L. *et al.* Submarine groundwater discharge and associated chemical input to a coastal sea. **Water Resources Research**, v. 35, n. 11, 1999.

LINDERFELT, W. R.; TURNER, J. V. Interaction between shallow groundwater, saline surface water and nutrient discharge in a seasonal estuary: The Swan - Canning system. **Hydrological Processes**, v. 15, n. 13, 2001.

LOCK, M. A.; JOHN, P. H. The measurement of groundwater discharge into a lake by a direct method. **Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, v. 63, n. 2, p. 271-275, 1978.

MARRUEDO ARRICIBITA, A. I. *et al.* Thermal infrared imaging for the detection of relatively warm lacustrine groundwater discharge at the surface of freshwater bodies. **Journal of Hydrology**, v. 562, 2018.

MARTIN, L. *et al.* **Mapa geológico do Quaternário do Estado de Santa Catarina. Texto explicativo e mapas.** Brasília, DF: MME – DNPM, 1988.

MARTINEZ, C. J. **Mini-piezometers for Measuring Groundwater to Surface Water Exchange**. Flórida: IF Extensions, AE-454, 2013. 9 p.

MARTINEZ, C. J. Seepage Meters for Measuring Groundwater – Surface Water Exchange. **IFA Extension**, Flórida, [n.p.], nov. 2016.

MATEUS, A. P.; HORN FILHO, N. O. Aspectos texturais dos sedimentos quaternários da planície costeira do sul do estado de Santa Catarina, Brasil: região das lagoas dos Esteves, Faxinal e Mãe Luzia. **Geosul**, v. 35, n. 74, p. 448-482, abr. 2020.

MICHAEL, H. A.; MULLIGAN, A. E.; HARVEY, C. F. Seasonal oscillations in water exchange between aquifers and the coastal ocean. **Nature**, v. 436, n. 7054, 2005.

MILLER, D. C.; ULLMAN, W. J. Ecological consequences of ground water discharge to Delaware Bay, United States. **Ground Water**, v. 42, n. 7, 2004.

MIRANDA, L. B. *et al.* **Fundamentals of Estuarine Physical Oceanography**. [s.l: s.n.]. v. 8 2017

MOORE, W. S. Large groundwater inputs to coastal waters revealed by 226Ra enrichments. **Nature**, v. 380, n. 6575, p. 612-614, 1996.

MOORE, W. S. The effect of submarine groundwater discharge on the ocean. **Annual Review of Marine Science**, v. 2, n. 1, p. 59–88, 2010.

MULLIGAN, A. E.; CHARETTE, M. A. Intercomparison of submarine groundwater discharge estimates from a sandy unconfined aquifer. **Journal of Hydrology**, v. 327, n. 3–4, 2006.

MULLIGAN, A. E.; CHARETTE, M. A. Groundwater flow to the coastal ocean. **Elements of Physical Oceanography: A derivative of the Encyclopedia of Ocean Sciences**, v. 465, 2009.

IVIDES.org

MURDOCH, L. C.; KELLY, S. E. Factors affecting the performance of conventional seepage meters. **Water Resources Research**, v. 39, n. 6, 2003.

NEITSCH, P. S. L. *et al.* Soil & Water Assessment Tool Theoretical Documentation. **Springer Reference**, n. 406, 2011.

NIENCHESKI, L. F. H. et al. Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil. **Marine Chemistry**, v. 106, n. 3-4, p. 546-561, 2007.

ONG, J. B.; ZLOTNIK, V. A. Assessing Lakebed Hydraulic Conductivity and Seepage Flux by Potentiomanometer. **Ground Water**, v. 49, n. 2, 2011.

PAIVA, M.; NIENCHESKI, F. H. **Advances of submarine groundwater discharge studies in South America-Journal of the Brazilian Chemical Society**. Sociedade Brasileira de Quimica, mai. 2018.

PETERKA, J. J. Relationship of rainfall and lake groundwater seepage 1. **Limnology and Oceanography**, v. 23, n. 4, p. 821–825, 1978.

PHLEGAR, F. B. **A review of some general features of coastal lagoons**. n. (Beaufort, U.S.A.: Aug. 29-Sep. 2, 1978), Paris, France: UNESCO, 1981.

PORTNOY, J. W. *et al*. The discharge of nitrate-contaminated groundwater from developed shoreline to marsh-fringed estuary. **Water Resources Research**, v. 34, n. 11, 1998.

QUINN, P. *et al*. The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models. **Hydrological processes**, v. 5, n. 1, p. 59–79, 1991.

ROBINSON, C. E. *et al.* Groundwater dynamics in subterranean estuaries of coastal unconfined aquifers: Controls on submarine groundwater discharge and chemical inputs to the ocean. **Advances in Water Resources**, v. 115, p. 315–331, nov. 2017.

ROSENBERRY, D. O. *et al.* Temporal variability of exchange between groundwater and surface water based on high-frequency direct measurements of seepage at the sediment-water interface. **Water Resources Research**, v. 49, n. 5, p. 2975-2986, 2013.

ROSENBERRY, D. O.; LABAUGH, J. W. Field Techniques for Estimating Water Fluxes Between Surface Water and Ground Water. **USGS Techniques and Methods**, TM 4 – D2, 2008. 128 p.

ROSENBERRY, D. O. A seepage meter designed for use in flowing water. **Journal of Hydrology**, v. 359, n. 1–2, 2008.

ROSENBERRY, D. O. *et al.* Groundwater - the disregarded component in lake water and nutrient budgets. Part 1: Effects of groundwater on hydrology. **Hydrological Processes**, v. 29, n. 13, p. 2895-2921, 2015.

ROSENBERRY, D. O.; DUQUE, C.; LEE, D. R. History and evolution of seepage meters for quantifying flow between groundwater and surface water: Part 1 – Freshwater settings. **Earth-Science Reviews**, v. 204, p. 103167, 2020.

ROSENBERRY, D. O.; LABAUGH, J. W.; HUNT, R. J. Field Techniques for Estimating Water Fluxes Between Surface Water and Ground Water. Chapter 2 - Use of Monitoring Wells, Portable Piezometers , and Seepage Meters to Quantify Flow Between Surface Water and Ground Water. **U.S. Geological Survey Techniques and Methods**, p. 128, 2008.

ROSENBERRY, D. O.; MENHEER, M. A. A System for Calibrating Seepage Meters Used to Measure Flow Between Ground Water and Surface Water. USGS, 2006, 21 p. (Scientific Investigations Report 2006-5053)

SANTOS, I. R. *et al*. Tracing anthropogenically driven groundwater discharge into a coastal lagoon from southern Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 353, n. 3-4, p. 275–293, 2008.

SANTOS, I. R.; EYRE, B. D.; HUETTEL, M. The driving forces of porewater and groundwater flow in permeable coastal sediments: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 98, p. 1-15, 2012.

SANTOS, V. **Disposição de efluentes tratados em uma lagoa de evapoinfiltração**. 2018. 148 f. Dissertação (mestrado em engenharia ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

IVIDES.org

SAWYER, A. H.; MICHAEL, H. A.; SCHROTH, A. W. From soil to sea: the role of groundwater in coastal critical zone processes. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 3, n. 5, p. 706-726, set. 2016.

SCHUETZ, T.; WEILER, M. Quantification of localized groundwater inflow into streams using ground-based infrared thermography. **Geophysical Research Letters**, v. 38, n. 3, 2011.

SHAW, R. D.; PREPAS, E. E. Groundwater-lake interactions: I. Accuracy of seepage meter estimates of lake seepage. **Journal of Hydrology**, v. 119, n. 1-4, 1990.

SHEPHERD, R. G. Correlations of permeability and grain size. **Groundwater**, v. 27, n. 5, p. 633-638, 1989.

SHINN, E. A.; REICH, C. D.; HICKEY, T. D. Seepage meters and Bernoulli's revenge. **Estuaries**, v. 25, n. 1, 2002.

SIMMONS, C. T. et al. Commemorating the 50th anniversary of the Freeze and Harlan (1969) Blueprint for a physically-based, digitally-simulated hydrologic response model. **Journal of Hydrology**, v. 584, p. 124309, 2020.

SLOMP, C. P.; VAN CAPPELLEN, P. Nutrient inputs to the coastal ocean through submarine groundwater discharge: Controls and potential impact. **Journal of Hydrology**, v. 295, n. 1-4, 2004.

SMERDON, B. D.; MENDOZA, C. A.; DEVITO, K. J. Simulations of fully coupled lake-groundwater exchange in a subhumid climate with an integrated hydrologic model. **Water Resources Research**, v. 43, n. 1, 2007.

SMITH, A. J.; TURNER, J. V. Density-dependent surface water–groundwater interaction and nutrient discharge in the Swan–Canning Estuary. **Hydrological Processes**, v. 15, n. 13, p. 2595–2616, 2001.

SOLDER, J. E. et al. A Tube Seepage Meter for In Situ Measurement of Seepage Rate and Groundwater Sampling. **Groundwater**, v. 54, n. 4, p. 588-595, 2016.

SOLOMON, D. K. et al. An Automated Seepage Meter for Streams and Lakes. **Water Resources Research**, v. 56, n. 4, 2020.

SREEKANTH, J.; DATTA, B. Multi-objective management of saltwater intrusion in coastal aquifers using genetic programming and modular neural network based surrogate models. **Journal of Hydrology**, v. 393, n. 3-4, nov. 2010.

STALKER, J. C.; PRICE, R. M.; SWART, P. K. Determining spatial and temporal inputs of freshwater, including submarine groundwater discharge, to a subtropical estuary using geochemical tracers, Biscayne Bay, South Florida. **Estuaries and Coasts**, v. 32, n. 4, p. 694-708, jul. 2009.

STIEGLITZ, T.; TANIGUCHI, M.; NEYLON, S. Spatial variability of submarine groundwater discharge, Ubatuba, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 76, n. 3, p. 493-500, 2008.

TAMBORSKI, J. J. *et al.* Identification and quantification of diffuse fresh submarine groundwater discharge via airborne thermal infrared remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 171, 2015.

TANIGUCHI, M. *et al.* Investigation of submarine groundwater discharge. **Hydrological Processes**, v. 16, n. 11, 2002.

TANIGUCHI, M. *et al.* Submarine Groundwater Discharge: Updates on Its Measurement Techniques, Geophysical Drivers, Magnitudes, and EffectsFrontiers in Environmental Science. **Frontiers Media S.A.**, 1 out. 2019.

TERZAGHI, C. Determination of the permeability of clay. **Eng. News Record**, v. 95, p. 832-836, 1925.

TIRADO-CONDE, J. et al. Evaluation of temperature profiling and seepage meter methods for quantifying submarine groundwater discharge to coastal lagoons: Impacts of saltwater intrusion and the associated thermal regime. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 8, 2019.

TODD, D. K. **Ground Water Hydrology**. USA: John Willey & Sons, 2005. 636 p.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M.; HORN FILHO, N. O. Geologia da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Geociencias**, v. 37, n. 4, p. 715-731, 2018.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). Submarine Groundwater Discharge: Management Implications, Measurements, and Effects. **IOC Manuals and Guides**, v. 44, p. 35, 2004.

VALIELA, I. *et al.* Couplings of watersheds and coastal waters: Sources and consequences of nutrient enrichment in Waquoit Bay, Massachusetts. **Estuaries**, v. 15, n. 4, 1992.

IVIDES.org

WEI, X. *et al.* Comprehensive simulation of nitrate transport in coupled surface-subsurface hydrologic systems using the linked SWAT-MODFLOW-RT3D model. **Environmental Modelling & Software**, v. 122, p. 104242, 2019.

WANG, X. *et al.* Submarine fresh groundwater discharge into Laizhou Bay comparable to the Yellow River flux. **Scientific Reports**, v. 5, p. 1-7, 2015.

WERNER, A. D. *et al.* Seawater intrusion processes, investigation and management: Recent advances and future challenges. **Advances in Water Resources**, v. 51, p. 3-26, 2013.

WINGE, M. *et al.* **Glossário Geológico Ilustrado.** Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/glossario/2001. Acesso em: 01 mar. 2021.

WINTER, T. C.; LABAUGH, J. W.; ROSENBERRY, D. O. The design and use of a hydraulic potentiomanometer in hydraulic of differences head direct measurement between and surface water groundwater. **Limnology and Oceanography**, v. 33, n. 5, p. 1209-1214, 1988.

YELVERTON, G. F.; HACKNEY, C. T. Flux of dissolved organic carbon and pore water through the substrate of a Spartina alterniflora marsh in North Carolina. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 22, n. 2, 1986.

YIFRU, B. A. *et al.* Assessment of groundwater recharge in agro-urban watersheds using integrated SWAT-MODFLOW model. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6593, 2020.

ZHAO, Q.; WENTZ, E. A. A MODIS/ASTER airborne simulator (MASTER) imagery for urban heat island research. **Data**, v. 1, n. 1, 2016.

ZIMMERMANN, C. F.; MONTGOMERY, J. R.; CARLSON, P. R. Variability of dissolved reactive phosphate flux rates in nearshore estuarine sediments: Effects of groundwater flow. **Estuaries**, v. 8, n. 2, p. 228-236, 1985.

IVIDES.org

DOI 10.5281/zenodo.6672813

6 PANORAMA DE ACIDENTES ENVOLVENDO O DERRAMAMENTO DE HIDROCARBONETOS E DERIVADOS NO MAR

Marina Carrato Galuzzi da Silva
Herlander Mata-Lima

1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda os acidentes envolvendo o derramamento de hidrocarbonteos e derivados (HD) nas zonas costeira e *offshore*, assim como os fatores de riscos associados. O derramamento de HD pode ser classificado como evento:

- Acidental – geralmente, eventos que envolvem danos e vítimas humanas e que resultam de colisão, encalhe, explosão (em navio, plataforma ou tanque na zona portuária), falha de equipamentos, entre outras causas. Variam de pequenos acidentes (< 7 toneladas de derramamento) a grandes (envolvendo centenas de toneladas);
- Operacional – eventos frequentes, mas que representam introdução de volume muito pequenos de HD no mar, devido às operações portuárias e de navios (*e.g*. lavagem de tanques). Vale destacar que, por serem eventos muito frequentes, chegam a representar cerca de 270.000 toneladas anuais, como resultado de operações de navios (US NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2009; SEPP NEVES *et al*., 2015).

Acidentes (ou eventos acidentais) envolvendo o derramamento de HD constituem uma fonte de poluição com impactos (in)diretos de curto e longo prazos no ecossistema aquático, especialmente, nas zonas costeiras com intensa atividade marítima. O crescimento populacional na zona costeira tem exercido pressão sobre o ambiente, com a consequente deterioração da estrutura e funcionalidade dos ecossistemas (KHIM *et al.*, 2018).

A mitigação de qualquer risco de acidente está diretamente relacionada com a avaliação e p controle das principais causas (Figura 1), razão pela qual requer a articulação de todos os elementos envolvidos (*e.g.* recursos humanos, equipamentos e condições ambientais).

Os acidentes que resultam no derramamento de HD podem desencadear desastres ecológicos porquanto provocam a poluição da água, dos sedimentos, de áreas de mangue e, consequentemente, a perda da biodiversidade (GALUZZI-SILVA; MATA-LIMA, 2019). Desse modo, importa atribuir a devida relevância aos fatores de risco, à responsabilidade social e ambiental e ao rigoroso cumprimento da legislação nacional vigente e os correspondentes acordos internacionais ratificados, designadamente, a Convenção Internacional de Prevenção da

IVIDES.org

Poluição por Navios (sigla inglesa MARPOL) (IMO, 1978) e a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, 1990[1]. Assim, é necessário realizar auditoria periódica dos processos e manutenção de equipamentos, bem como planos de emergência, progressivamente, mais exigentes e eficientes. À semelhança da prevenção, a capacidade de resposta imediata em caso de acidentes é vital, porque a velocidade de degradação ou o período de permanência dos HD em meio aquoso variam segundo o volume de óleo derramado, com as condições hidrodinâmicas e meteorológicas locais e com as características físico-químicas primárias das substâncias derramadas (*e.g.* cru, combustível) (WIECZOREK *et al*., 2007; LI *et al.*, 2016).

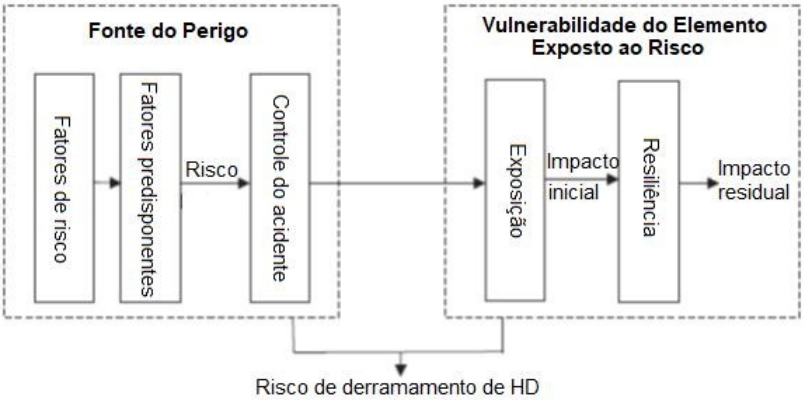


Figura 1 - Modelo conceitual do risco de acidentes que envolvem derramamento de HD. Elaborado pelos autores, adaptado de Dongdong (2015, p. 221).

A redução do risco de acidentes engloba diversas variáveis nas esferas da segurança marítima, em relação ao tráfego, à estrutura física e idade das embarcações, às condições meteorológicas e à proteção ambiental (BALMAT *et al*., 2011; FRAZÃO SANTOS *et al.*, 2013), sendo necessário analisar vários cenários para que o planejamento preventivo seja adequado e adaptável. De forma geral, é imprescindível integrar cenários que considerem o tipo e a quantidade de HD envolvidos no derramamento e a taxa de liberação ou lançamento, que varia em função das condições sinóticas, temperatura atmosférica e da água, das correntes oceânicas e das marés (VALDEZ BANDA *et al.*, 2016).

As experiências adquiridas nas atividades de petróleo até o presente, demonstraram os riscos inerentes, dos quais, se destacam, como exemplos paradigmáticos, os acidentes envolvendo a colisão do navio petroleiro (*Jakob Maersk*) com o fundo (e subsequente explosão e naufrágio), no Porto de Leixões, em Portugal, no ano de 1975; a explosão e incêndio na plataforma continental (*Piper Alpha*) do Reino Unido, em 1988; e, mais recentemente, a explosão na plataforma *Deepwater Horizon*, no ano de 2010, no Golfo do México, que ilustram as consequências ambientais e socioeconômicas dramáticas, advindas dos acidentes graves nas atividades de exploração e transporte de HD.

Este capítulo apresenta o panorama dos acidentes que envolvem o derramamento de HD no ambiente marinho e costeiro, apresentando a distribuição espacial, a evolução temporal do número de acidentes, a quantidade de volumes de HD derramados e as causas dos acidentes. Tais informações são de extrema utilidade para elaboração de planos preventivos, visando proteger os ecossistemas aquáticos e costeiros.

2 - DERRAMAMENTO DE HIDROCARBONETOS E DERIVADOS

A poluição de ecossistemas marinho e costeiro por hidrocarbonetos e derivados (HD) resulta essencialmente de vazamentos naturais, explosões associadas a plataformas de exploração petrolífera, vazamento em oleodutos e infraestrutura portuária e derramamento de petróleo bruto (e/ou refinado) por navios. O Quadro 1 sintetiza a importância relativa das diferentes fontes, que contribuem para a introdução de 1 a 3 milhões de toneladas de HD no ambiente marinho, anualmente.

[1] Ver Decreto nº 2.870, de 10 de dezembro de 1998.

IVIDES.org

Quadro 1 - Importância relativa das fontes de HD que atingem o ambiente marinho no mundo.

Fonte	Peso relativo (%)
Terrenos a montante (e.g. escoamento urbano, descarga industrial)	50
Descarga operacional do navio	18
Atmosférica (e.g. indústria petroquímica, exaustão de veículos)	13
Natural (infiltrações subaquáticas)	10
Derramamentos acidentais	6
Extração do petróleo em plataformas *offshore*	3

Elaborado pelos autores, adaptado de Eropean Environment Agency (2007).

Para identificar os fatores de risco de poluição ambiental mais relevantes é necessário analisar estatisticamente os dados históricos sobre acidentes com derramamento de HD, atribuindo especial atenção à vulnerabilidade ambiental (sensibilidade dos ecossistemas) e socioeconômica (população afetada, incluindo a recuperação das atividades econômicas, como o turismo, pesca etc.). Os dados sobre acidentes (*e.g.* número de ocorrências, volumes de HD derrramados, magnitude dos impactos) estão cada vez mais disponíveis nos trabalhos publicados em periódicos nas últimas décadas, na base de dados e relatórios de organizações internacionais (e.g. *International Maritime Organization* – IMO, *International Tanker Owners Pollution Federation* – ITOPF, *Petroleum Safety Authorities* – PSA), na administração dos portos, entre outras fontes.

Recorrendo a métodos estatísticos é possível determinar a correlação entre os fatores naturais (e.g. meteorológicos, fisiográficos), tecnológicos (e.g. características dos navios, das plataformas petrolíferas e portos) e humanos (e.g. tipo de operação, plano de segurança, recursos disponíveis), que contribuem para o aumento do risco potencial de acidentes com derramamento de HD, assim como definir o nível de significância dos aspectos e impactos ambientais resultantes (Quadro 2) de tais acidentes.

O derramamento de HD no mar é potencialmente nocivo para a o ecossistema marinho e costeiro, visto que ameaça a produtividade, contaminando praias, estuários, recifes de coral e manguezais. Por esta razão, é fundamental tratar estatisticamente os dados dos acidentes, a fim de conhecer a magnitude do problema, identificar as principais causas e realizar o planejamento preventivo.

Quadro 2 - Alguns dos principais impactos ambientais associados ao derramamento de HD no ambiente marinho e costeiro.

Meio afetado	Descrição dos efeitos
Ambiente marinho	Impedimento da fotossíntese do fitoplâncton marinho, redução do teor de oxigênio dissolvido, mudança na temperatura da água e outras partículas constituintes
	Contaminação da cadeia alimentar marinha na zona eufótica (ou fótica é a zona que recebe luz solar suficiente para que ocorra a fotossíntese)
	Degradação do habitat do vertebrados
	Depleção de recursos haliêuticos e distúrbios na distribuição das espécies
Ambiente costeiro	Inibição das atividades de lazer e o turismo industrial
	Mudanças na paisagem e geomorfologia
	Poluição e destruição de sapais e manguezais
	Contaminação do solo

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Os impactos do derramamento de HD (Quadro 2) acarretam elevados prejuízos econômicos e sociais. A título de exemplo, destaca-se o acidente com o navio *Prestige*, que poluiu 1.300 km da costa noroeste de Espanha e causou um prejuízo de 557 milhões de euros (LOUREIRO *et al.*, 2006). Informação exaustiva sobre os impactos ambientais (in)diretos do derramamento de HD pode ser consultada em Dhaka e Chattopadhyay (2021).

3 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS ACIDENTES

O surgimento de instrumentos legais e normas marítimas, bem como as suas atualizações (melhoria contínua) ao longo do tempo têm sido impulsionados sempre na sequência de ocorrência de graves acidentes (VANEM *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2019). Nesse contexto, Vierendeels *et al.* (2011) destacam a forma como – desde os acidentes de Bhopal (em 1984), Cidade do México (em 1985), Piper Alpha (em 1988), Exxon Valdez (no Alasca, em 1989) e do Prestige (na Espanha, em 2002) – cresceu a atenção para a relevância do enquadramento legislativo e sua função preventiva. Acrescente-se também que as consequências ambientais negativas desses eventos têm suscitado, ainda que com parcimônia, esforços institucionais e governamentais para a compensação das áreas degradadas pela poluição (KIM, 2003; WIECZOREK *et al.*, 2007).

Esta seção apresenta o tratamento estatístico da informação concernente ao derramamento de HD, com o objetivo de caracterizar o panorama da distribuição espacial (Figura 2) e temporal do acidentes (Quadro 3). Apresenta-se a distribuição espacial dos principais acidentes (de navios, infraestrutura portuária, oleodutos e plataformas de petróleo), que envolveram o derramamento de HD no mundo; e a sua evolução temporal, respectivamente, na Figura 2 e no Quadro 3.

Figura 2 - Mapa da distribuição espacial dos principais acidentes que envolveram o derramamento de HD. Elaborado pelos autores, utilizando Google My Maps ®.

Observa-se na Figura 2 que os acidentes ocorridos no Brasil concentram-se majoritariamente na região sudeste do país.

Cronologicamente, ocorreu um grande número de acidentes com derramamento de HD, muitos deles com impactos ambientais significativos, não só pelos elevados volumes derramados, mas também devido ao uso excessivo de dispersantes e solventes, razão pela qual existem convenções internacionais para a mitigação dos danos causados pela toxicidade dos detergentes e dispersantes utilizados (WOLFE *et al.*, 1998; CRUZ, 2012).

IVIDES.org

A importância da caracterização dos acidentes, quanto às causas e magnitude dos volume derramados pode ser ilustrada, recorrendo ao evento da explosão da Plataforma *Deepwater Horizon* da British Petroleum (BP), no Golfo do México, no ano de 2010; que provocou o colapso da coluna de perfuração e o afundamento da plataforma (BEKEFI; EPSTEIN, 2011). Os indícios do acidente apontam para uma falha na ativação das ações preventivas (WILSON, 2010). Em alguns países, por exemplo, Brasil e Noruega, é exigida a instalação de um dispositivo de *backup* (chamado de gatilho acústico), que interromperia o fluxo de petróleo no caso supracitado, cujo custo de implementação está estimado em cerca de US$ 500.000,00 (GOLD et al., 2010; SCHWARTZ; WEBER, 2010). Em contrapartida, a BP já apresentava, em 2011, um gasto na ordem de bilhões de dólares em créditos de seguros e custos de limpeza (BEKEFI; EPSTEIN, 2011; VIERENDEELS *et al.*, 2011). A seguir, apresenta-se a cronologia decrescente dos acidentes envolvendo grandes vazamentos de HD (Quadro 3), que foram já representados espacialmente na Figura 2.

Quadro 3 - Principais acidentes com vazamentos de hidrocarbonetos e derivados no Brasil e no mundo

Ano	Local	Unidade	Volume (ton)
2018	China	Navio – *Sanchi*	112.300[a]
2015	**Santos/SP – Brasil**	Tanques de combustível da empresa Ultracargo	26.335
2010	Golfo do México	Plataforma semi-submersível de perfuração - *Deepwater Horizon*	780.000
2009	Mar do Timor – Austrália	Plataformas de perfuração - *West Atlas e Montara*	30.000
2007	Coréia do Sul	Petroleiro – *Hebei Spirit*	11.000
2002	Galícia – Espanha	Petroleiro – *Prestige*	63.000
2001	**Baía de Paranaguá/PR – Brasil**	Petroleiro - frota da TRANSPETRO	392
2001	**Bacia de Campos/RJ – Brasil**	Plataforma de Produção - *P-36* Petrobrás	1.800
2000	**Baía de Guanabara/RJ – Brasil**	Oleoduto – Petrobrás	1.300
2000	**Araucária/PR – Brasil**	Tubulação de refinaria – Petrobrás	4.000
1997	**Baía de Guanabara/RJ – Brasil**	Oleoduto – Petrobrás	2.800
1996	Milford Haven – País de Gales	Petroleiro – *Sea Empress*	72.000
1993	Shetland – Escócia	Petroleiro – *Braer*	85.000
1992	Corunha – Espanha	Petroleiro – *Aegean Sea*	74.000
1992	Maputo – Moçambique	Petroleiro – *Katina P*	67.000
1991	700 milhas náuticas de Angola	Petroleiro – *ABT Summer*	260.000
1991	Gênova – Itália	Petroleiro – *Haven*	144.000
1990	Texas – EUA	Petroleiro - *Mega Borg*	25.000

IVIDES.org

Quadro 3 - Continuação

1989	120 milhas náuticas da Costa Atlântica do Marrocos	Petroleiro – *Khark 5*	70.000
1989	Alasca – EUA	Petroleiro - *Exxon Valdez*	37.000
1988	700 milhas náuticas de Nova Escócia – Canadá	Petroleiro – *Odyssey*	132.000
1988	Mar do Norte - próximo à costa da Escócia	Plataforma de Produção - *Piper Alpha*	34.000
1985	Ilha Kharg – Golfo do Irã	Petroleiro – *NOVA*	70.000
1984	**Cubatão/SP – Brasil**	Duto de gasolina – Petrobrás	700
1983	Golfo Pérsico	Plataforma – *Nowruz*	310.000
1983	Baía de Saldanha – África do Sul	Petroleiro – *Castillo de Bellver*	252.000
1983	**Bertioga/SP – Brasil**	Oleoduto – Petrobrás	3.000
1980	Baía de Navarino – Grécia	Petroleiro – *Serenade*	100.000
1979	Tobago – Caribe	Petroleiro - *Atlantic Empress*	287.000
1979	Baía de Campeche – México	Plataforma semi-submersível - *Sedco 135F*	550.000
1979	Bósforo – Turquia	Petroleiro – *Independenta*	94.000
1978	Costa da Bretanha –França	Petroleiro - *Amoco Cadiz*	223.000
1977	300 milhas náuticas de Honolulu – Havaí	Petroleiro – *Hawaiian Patriot*	95.000
1976	Corunha – Espanha	Petroleiro – *Urquiola*	100.000
1976	Massachussets – EUA	Navio-tanque - *Argo Merchant*	30.000
1975	Porto – Portugal	Petroleiro – *Jacob Maersk*	88.000
1975	**Baía de Guanabara/RJ – Brasil**	Cargueiro fretado pela Petrobrás	7.300
1972	Golfo de Omã	Petroleiro – *Sea Star*	115.000
1971	Cabo Hatteras –EUA	Petroleiro - *Texaco Oklahoma*	40.000
1967	Ilhas Scilly – Inglaterra	Petroleiro – *Torrey Canyon*	119.000

Elaborado pelos autores. Nota: [a] O navio transportava 111.300 toneladas de gás natural e 1.000 toneladas de combustível marinho. Do total de acidentes listados acima, 23% ocorreram no Brasil. O acidente mais recente, com o incêndio dos tanques de combustível da Ultracargo, no município de Santos, se destaca pelo volume vazado (26.335 toneladas), em comparação aos demais vazamentos nacionais, que não ultrapassaram a marca de 7.300 toneladas.

IVIDES.org

O Quadro 3 sintetiza apenas os principais acidentes, ou seja, aqueles que envolveram derramamento de grandes volumes de HD; e os impactos ambientais mais significativos. Considerando todos os acidentes (de pequena, média e grande dimensões) com derramamento de HD, os números são muito elevados, pois, apenas na China, foram registrados mais de 3.000, no período de 1973 a 2011, conforme as estatísticas do Ministério de Transportes da China (DONGDONG *et al*., 2015).

Analisam-se separadamente, nas duas subseções seguintes (3.1 e 3.2), o panorama da evolução dos acidentes envolvendo o derramento de HD, por navios (3.1) e plataformas petrolíferas (3.2).

3.1 - DERRAMAMENTO DE HIDROCARBONETOS E DERIVADOS POR NAVIOS

O primeiro registro de acidente no Brasil foi divulgado na edição da revista *International Oil Spill Statistics*, no ano de 1977. O acidente refere-se ao navio *Sinclair Petrolore*, que, na década de 60, na sequência de uma forte explosão e subsequente naufrágio, provocou o vazamento de aproximadamente 67 mil litros de petróleo na Ilha de Trindade, no Espírito Santo (CETESB, 2013).

A ITOPF indica que o número e o volume de derramamento de HD no ambiente marinho decresceu ao longo das últimas 5 décadas (ITOPF, 2020), conforme se representa nas Figuras 3 e 4.

Observa-se uma redução de número de acidentes, bem como do volume do derramamento de HD desde 1970. A intensa flutuação interanual ocorre até a década de 1990 e, a partir daí, estabiliza-se em valores baixos progressivamente descrescentes. As Figuras 3 e 4 revelam ainda que mais de 90% do total de acidentes e do volume de HD derramado ocorreram antes de 1990. De acordo com os dados de ITOPF (1970-2020), o número de grandes acidentes (maior que 73 toneladas de HD derramadas) diminuiu significativamente e, a partir de 2000, não ultrapassaram mais de dois por década. Na década de 1970, foram registrados sete acidentes de grande dimensão, totalizando volumes superiores a 1.003.000 toneladas de HD derramadas; seis na década de 1980, com volumes superiores a 661.000 toneladas de HD; e outros seis, na década de 1990, com 702.000 toneladas de HD derramadas.

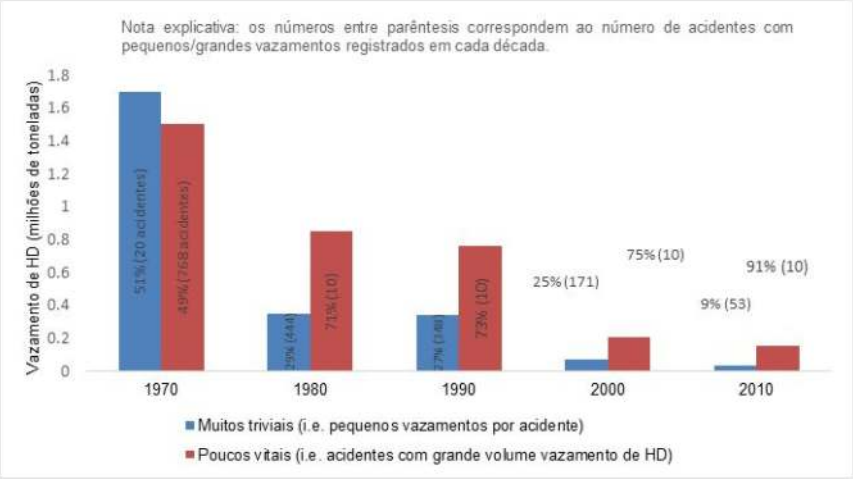


Figura 3 - Derramamentos superiores a sete toneladas de HD no mundo, por década. Elaborado pelos autores, com base nos dados de ITOPF (2020).

Os acidentes, em sua grande maioria, desencadeiam respostas imediatas de contenção e remediação dos derramementos de HD, de acordo com as respectivas gravidades (*e.g.* extensão da área afetada, natureza da substância vazada, grau de sensibilidade do ecossistema local) e disponibilidade tecnológica na região envolvida. Tais respostas imediatas dependem da existência do planejamento preventivo, cuja eficiência depende do conhecimento prévio das causas mais prováveis dos acidentes, pontos críticos (ou locais críticos para ocorrência de acidentes), vulnerabilidade dos elementos/receptores, suscetíveis de serem afetados, entre outros aspectos.

IVIDES.org

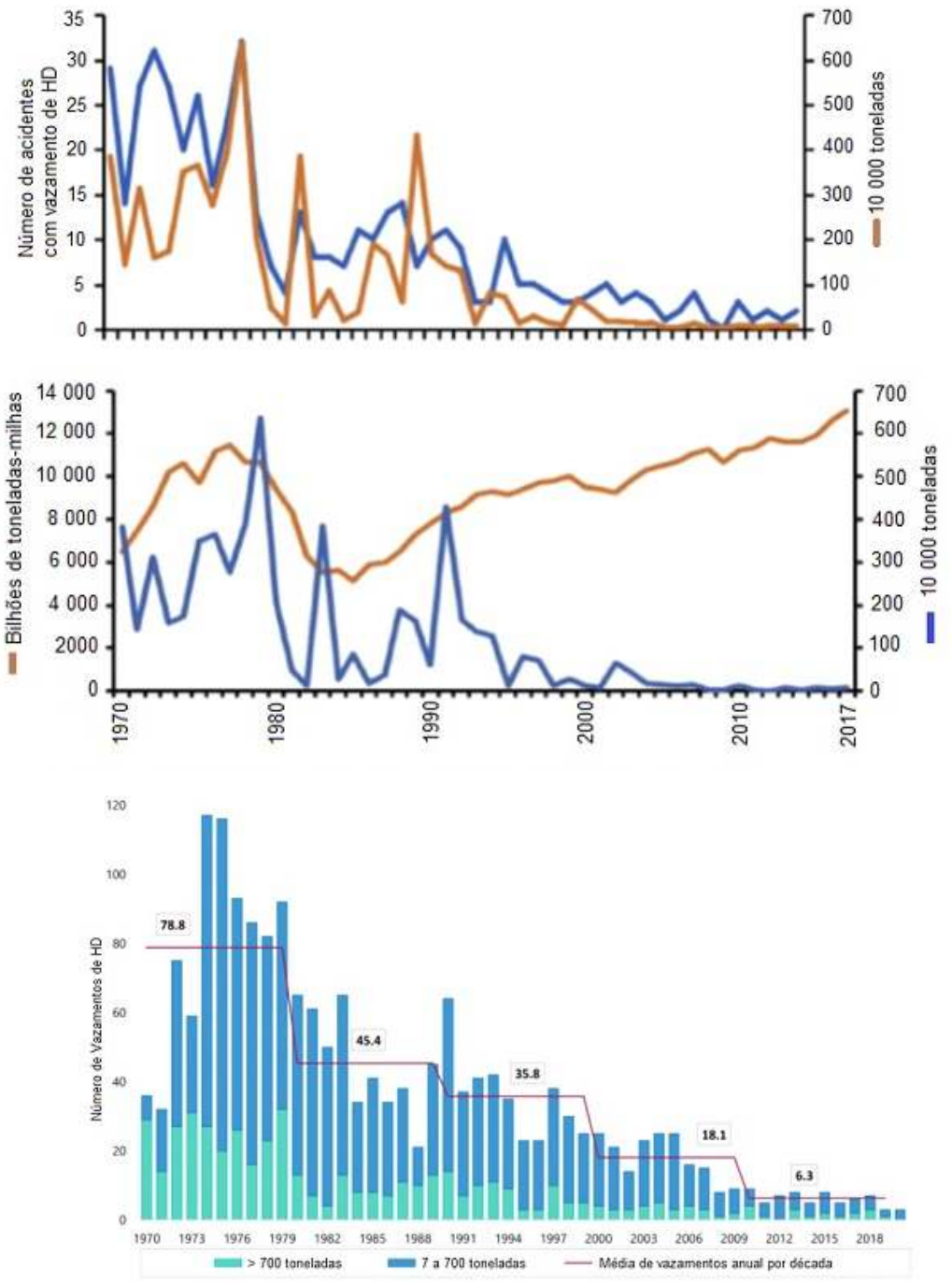


Figura 4 - Evolução global de acidentes e derramamento de HD por navios: (a) número de derramamentos de HD e volume de derramamento; (b) volume do comércio de HD no mundo e derramamento por navios; (c) derramamentos superiores a sete toneladas (1970 – 2020). Elaborado pelos autores, com base em Chen *et al.* (2019) e ITOPF (2020).

Esta subseção apresenta a análise distribuida dos acidentes, em função das causas mais recorrentes, tais como: encalhes, colisões, explosões, falhas técnicas de equipamentos e naufrágios das grandes embarcações-tanque (WIECZOREK *et al.*, 2007; ISMAIL; KARIM, 2013; VINNEM; RØED, 2015), conforme ilustra o levantamento dos acidentes mundiais com derramamento de HD, em navios de grande porte, em função das principais causas (Figura 5).

Observa-se na Figura 5 que a colisão, encalhe e fogo/explosão são as causas mais frequentes de acidentes e ocorrem em qualquer situação de operação em que se encontra o navio. Por outro lado, quando o navio está em andamento ou fundeado (ancorado), a colisão e o encalhe são as causas predominantes de acidentes.

IVIDES.org

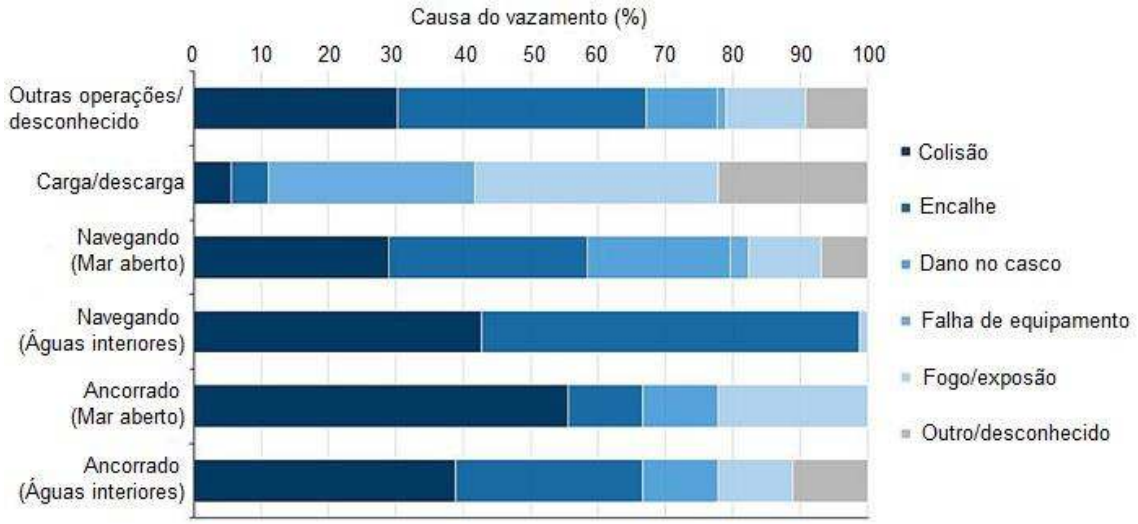


Figura 5 - Principais causas de acidentes mundiais com derramamentos superiores a 700 toneladas de HD, por navios (1970 a 2020). Elaborado pelos autores, adaptado de ITOPF (2020).

Os navios petroleiros são aqui classificados, quanto ao tamanho, em dois grandes grupos: grandes, cuja capacidade varia de 100.000 a 565.000 toneladas e cujo comprimento varia de 250 a 440 m; pequenos a médios, com até 100.000 toneladas e comprimento de 175-250 m. Esta classificação foi usada para construir gráficos que ilustram que o peso relativo de cada uma das causas de acidentes varia com a classificação do navio, conforme ilustra a Figura 6.

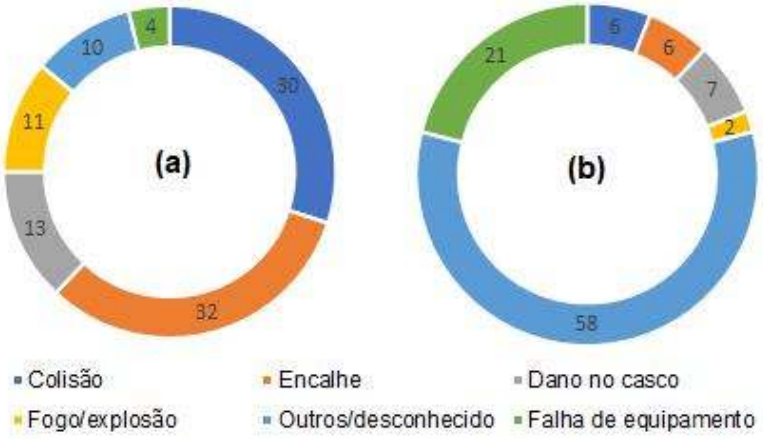


Figura 6 - Frequência relativa (%) das principais causas de acidentes com derramamento de hidrocarbonetos em navios de (a) grande porte e (b) pequeno a médio porte. Elaborado pelos autores, com base nos dados de ITOPF (2020).

O Quadro 4 sintetiza os fatores ou causas dos acidentes com navios petroleiros e a descrição das situações, que geralmente ocorrem na prática, para que os acidentes aconteçam.

3.2 - DERRAMAMENTO DE HIDROCARBONETOS E DERIVADOS NAS PLATAFORMAS PETROLÍFERAS: A EXPERIÊNCIA NORUEGUESA

Dentre as diferentes fontes que contribuem para a presença de hidrocarbonetos no mar, a plataforma de exploração *offshore* é aquela que menos contribui, conforme apresentado no Quadro 1.

Segundo os dados da *Petroleum Safety Authority Norway* (PSA), divulgados em seu relatório sobre tendências no nível de risco (PSA, 2020), desde 2015, não existe registro de vazamentos de hidrocarbonetos superiores a 10 kg/s, sendo que os vazamento na faixa de 0,1 a 1,0 kg/s predominam desde 2005. Em 2020, registraram-se cinco vazamentos acima de 0,1 kg/s, sendo três, na faixa de 1 a 10 kg/s; e dois, de 0,1 a 1,0 kg/s.

IVIDES.org

Quadro 4 - Descrição das principais causas de acidentes com navios petroleiros

Causas do acidente	Breve descrição do contexto
1. Colisão	O navio collide com outra embarcação ou objeto e sofre danos. Exemplo: navio *Exxon Valdez* (1989) sobre dano no caso após colisão com rocha no Alaska.
2. Encalhe	O navio encalha em águas pouco profundas e não consegue navegar. Exemplo: navio *Erika* (1999) em Malta.
3. Dano no casco	O navio sofre danos no casco, por uma das causas 1, 2 ou outra e derrama HD. Exemplo: navio *Torrey Canyon* (1967) no canal inglês.
4. Falha de equipamentos	Equipamento essencial sofre falha e fica inoperante. Exemplo: navio Amoco Cadiz (1978) que sofreu dano no casco após falha de equipamentos hidráulicos devido à condições climáticas adversas no canal inglês.
5. Fogo/explosão	O fato de HD serem inflamáveis facilita o agravamento de incêndio e explosões. Exemplo: navio *Sinclair Petrolore* (década de 60) no Espírito Santo (Brasil).
6. Outros/desconhecido	Esta categoria engloba erro humano, condições climáticas adversas e causas desconhecidas. Exemplo: navio *Prestige* (2002) que sofreu dano no casco devido à tempestade no noroeste da Espanha.

Elaborado pelos autores.

Cronologicamente, os registros de vazamentos indicam uma tendência descrescente com o número de ocorrências e o fluxo mássico (kg/s); sucessivamente menores, nos últimos 15 anos (Figura 7).

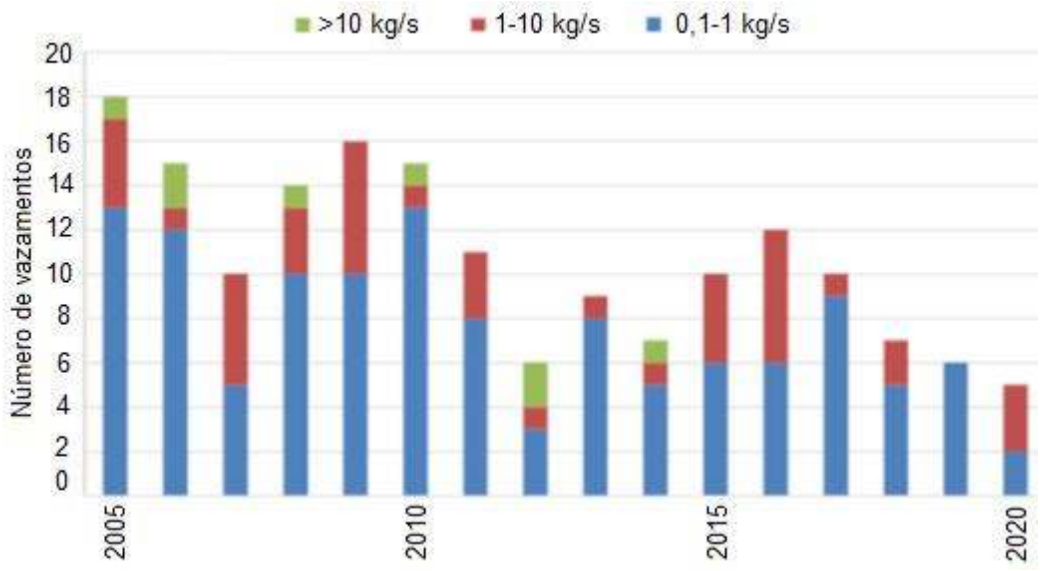


Figura 7 - Vazamentos de hidrocarbonetos contabilizados em plataformas de exploração petrolífera pela PSA. Elaborado pelos autores, adaptado de PSA (2020, p. 15).

IVIDES.org

Os relatórios da PSA fornecem informações de grande utilidade, pois incluem também os indicadores de risco, que se relacionam com acidentes de elevada periculosidade, barreiras associadas, lesões pessoais e fatores de risco no ambiente de trabalho, tais como e exposição à contaminação química, ruídos contínuos e fatores ergonômicos.

4 - SÍNTESE FINAL

Este capítulo caracteriza a distribuição espacial e temporal de acidentes envolvendo o derramamento de Hidrocarbonteos e Derivados (HD) no ambiente marinho e costeiro, assim como os correspondentes fatores/causas de risco. Portanto, a mitigação do risco requer que se conheçam os perigos (*e.g.*, colisão, encalhe, fogo/explosão) associados a cada operação envolvida no processo de produção, armazenamento e transporte de HD.

Para identificar os fatores de risco mais relevantes é necessário analisar estatisticamente os dados históricos sobre as diferentes naturezas e magnitudes de acidentes com derramamento de HD, bem como o(s) tipo(s) de operação associada(s) aos acidentes (Figura 5). Vale destacar que a ocorrência do derramamento serve para informar e orientar a tecnologia preventiva e os padrões operacionais apoiados pelos regulamentos correspondentes e que as condições ambientais (*e.g.*, condições sinópticas) predominantes no local do acidente exercem influência determinante nos processos de intemperismo (*weathering*). Yang *et al.* (2021) apresentam explicação detalhada sobre os processos do intemperismo.

O conhecimento das causas dos acidentes anteriores, bem como do modo como as condições ambientais e tecnológicas condicionaram os processos após o derramamento é crucial para a construção de planos de ação para situações de ocorrências de acidentes e, sobretudo, para definir ações que previnam a ocorrência de acidentes.

REFERÊNCIAS

BALMAT, J-F., LAFONT, F., MAIFRET, R., PESSEL, N. A decision-making system to maritime risk assessment. **Ocean Engineering**. v. 38, n. 1, p. 171-176, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2010.10.012.

BEKEFI, T., EPSTEIN, M.J. Integrating social and political risk into ROI calculations. **Environmental Quality Management**, v. 20, n. 3, p. 11-23, 2011. DOI: https://doi.org/10.1002/tqem.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo). Breve história do petróleo no Brasil e em São Paulo, e os principais acidentes. **Emergências Químicas**. São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/Principais-Acidentes-Brasil-.pdf. Acesso em: 16 mai. 2021.

CHEN, J.; ZHANG, W.; WAN, Z.; LI, S.; HUANG, T.; FEI, Y. Oil spills from global tankers: Status review and future governance. **Journal of Cleaner Production**. v. 227, p. 20-32, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.020.

CRUZ, J. F. **Avaliação da eficiência de surfactantes no processo de biodegradação de petróleo bruto em simulações de derrames no mar**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestre em Geoquímica do Petróleo e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente-POSPETRO, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/7180/1/DISSERTA_J%20CRUZ.pdf. Acesso em: 03 mai. 2022.

DHAKA, A.; CHATTOPADHYAY, P. A review on physical remediation techniques for treatment of marine oil spills. **Journal of Environmental Management**, v. 288, 112428, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112428.

DONGDONG, L.; BIN, L.; CHENGUANG, B.; MINGHUI, M.; YAN, X.; CHUNYAN, Y. Marine oil spill risk mapping for accidental pollution and its application in a coastal city. **Marine Pollution Bulletin**. v. 96, n. 1–2, p. 220-225, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.023.

IVIDES.org

EEA (European Environment Agency). **Europe's environment. The fourth assessment**. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2007. 452 p.

FRAZÃO SANTOS, C., MICHEL, J., NEVES, M., JANEIRO, J., ANDRADE, F., ORBACH, M. Marine spatial planning and oil spill risk analysis: Finding common grounds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 74, n. 1, p. 73-81, 2013. DOI: http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.029

GALUZZI-SILVA, M.C.; MATA-LIMA, H. Gestão de riscos de derramamento de hidrocarbonetos e derivados na zona costeira: o caso do porto de santos. **Finisterra**, v. 54, n. 111, p. 61-80, 2019. DOI: https://doi.org/10.18055/Finis17216

GOLD, R., CASSELMAN, B., CHAZAN, G. Leaking oil well lacked safeguard device. **Wall Street Journal**, 2010. Disponível em: https://www.wsj.com/articles/SB10001424052748704423504575212031417936798. Acesso em: 03 mai. 2022.

IMO (International Maritime Organization). **International Convention for the Prevention of Pollution from Ships MARPOL73/78**: The Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. IMO, London, 1978. Disponível em: http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_I/index.htm. Acesso em: 16 mai. 2021.

ISMAIL, Z.; KARIM, R. Some technical aspects of spills in the transportation of petroleum materials by tankers. **Safety Science**, v. 51, n. 1, p. 202-208, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2012.06.024

ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation). **Oil tanker spill statistics 2020**. Technical Report. London: ITOPF, 2020. Disponível em: https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/. Acesso em: 14 mai. 2021.

KHIM, J. S.; HONG, S., YOON, S. J.; NAM, J.; RYU, J.; KANG, S.-G. A comparative review and analysis of tentative ecological quality objectives (EcoQOs) for protection of marine environments in Korea and China. **Environmental Pollution**, v. 242, Part B, p. 2027-2039, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.094

KIM, I. A. Comparison between the international and US regimes regulating oil pollution liability and compensation. **Marine Policy**, v. 27, n.3, p. 265-279, 2003. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0308-597X(03)

LI, P.; CAI, Q.; LIN, W.; CHEN, B.; ZHANG, B. Offshore oil spill response practices and emerging challenges. **Marine Pollution Bulletin**, *[S. l.]*, v. 110, n. 1, p. 6–27, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.020

LOUREIRO, M.L.; RIBAS, A.; LÓPEZ, E.; OJEA, E. Estimated costs and admissible claims linked to the Prestige oil spill. **Ecological Economics, v. 59, n. 1**, p. 48-63, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.001

PSA (Petroleum Safety Authority Norway). **Trends in Risk Level - Annual report.** Petroleum Safety Authorities, Norway, 2020. Disponível em: https://www.ptil.no/contentassets/c4222734927b44f2bf2281446ab3ca1c/summary-report-2020. Acesso em: 16 mai. 2021.

SCHWARTZ, N., WEBER, H. R. Bubble of methane triggered rig blast. Associated Press, **The Huffington Post**, 2010. Disponível em: https://phys.org/news/2010-05-methane-triggered-rig-blast.html. Acesso em: 03 mai. 2022.

SEPP NEVES, A. A.; PINARDI, N.; MARTINS, F.; JANEIRO, J.; SAMARAS, A.; ZODIATIS, G.; DE DOMINICIS, M. Towards a common oil spill risk assessment framework – Adapting ISO 31000 and addressing uncertainties. **Journal of Environmental Management**, v. 159, p. 158–168, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.044

US NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Oil in the sea: Imputs, fates, and effects**. National Academy of Sciences. Washington, DC, USA, 2009. 277 p.

VALDEZ BANDA, O.A., GOERLANDT, F., KUZMIN, V., KUJALA, P., MONTEWKA, J. Risk management model of winter navigation operations. **Marine Pollution Bulletin**, v. 108, p. 242-262, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.071

VANEM, E., ENDRESEN, Ø., SKJONG, R. Cost-effectiveness criteria for marine oil spill preventive measures. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 93, n. 9, p. 1354-1368, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ress.2007.07.008

IVIDES.org

VIERENDEELS, G., RENIERS, G.L.L., ALE, B.J.M. Modeling the major accident prevention legislation change process within Europe. **Safety Science**, v. 49, n.3, p. 513-521, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.11.011

VINNEM, J. E.; RØED, W. Root causes of hydrocarbon leaks on *offshore* petroleum installations. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 36, p. 54-62, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2015.05.014

WIECZOREK, A., DIAS-BRITO, D., MILANELLI, J. C. C. Mapping oil spill environmental sensitivity in Cardoso Island State Park and surroundings areas, Sao Paulo, Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 50, n. 11, p. 872-886, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.04.

WILSON, E. K. Oil Spill's size swells: Deepwater Horizon - magnitude of Gulf accident is far larger than previous estimates. **Chemical & Engineering News**, v. 88, n. 39, 14 p., 2010. DOI: https://doi.org/10.1021/CEN092210132651

WOLFE, M. F., SCHLOSSER, J. A., SCHWARTZ, G. J. B., SINGARAMM S., MIELBRECHT, E. E., TIEERDEMA, R. S., SOWBY, M. L. Influence of dispersants on the bioavailability and trophic transfer of petroleum hydrocarbons to primary levels of a marine food chain. **Aquatic Toxicology**, v. 42, n.3, p. 211-227, 1998. DOI: https://doi.org/10.1016/S0166-445X(97)00096-9

YANG, Z.; CHEN, Z.; LEE, K.; OWENS, E.; BOUFADEL, M.C.; AN, C.; TAYLOR, E. Decision support tools for oil spill response (OSR-DSTs): Approaches, challenges, and future research perspectives. **Marine Pollution Bulletin**, v. 167, 112313, 2021.DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112313

7

DOI 10.5281/zenodo.6672824

CONCEITOS E ABORDAGEM METODOLÓGICA UTILIZADA EM OFICINA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA: UM IMPORTANTE INSTRUMENTO VOLTADO À EDUCAÇÃO PARA REDUÇÃO DOS RISCOS E DESASTRES (ERRD)*

Alessandra Conde de Freitas
Marina Aires
Gisele Silva Barbosa

No Brasil, em 2012, foi promulgada a Lei Federal no 12.608, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Como diretrizes dessa política nacional, inclui-se: (i) atuação articulada entre a União e os demais entes federativos; (ii) gestão que promova ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação - priorizando-se ações preventivas para redução dos riscos e desastres (RRD) e planejamento, com base na experiência e em resultados de pesquisas e estudos; e (iii) ações que possibilitem a participação dos muitos atores envolvidos (instituições e sociedade), como, por exemplo, o processo participativo de discussão, elaboração e validação de planos de contingência. Internacionalmente, o Marco de Ação de Sendai é o instrumento norteador das estratégias de ação de redução de risco de desastres (RRD) para o período de 2015-2030, o qual destaca a importância do conhecimento, da educação, da capacidade e da resiliência a desastres. Um de seus princípios norteadores aborda o aspecto de que a redução do risco de desastres exige o engajamento e a cooperação de toda a sociedade, o empoderamento e a participação de todas as partes interessadas; e ressalta a necessidade de abordagem mais centrada nas pessoas. Neste sentido, em alinhamento à legislação nacional vigente e ao Marco Internacional de Sendai, citados anteriormente, bem como aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à Nova Agenda Urbana (NUA), ambos da Organização das Nações Unidas (ONU), o presente capítulo apresenta os principais conceitos e a metodologia desenvolvida para o processo de concepção, elaboração e desenvolvimento de prática educativa, no formato de oficina colaborativa na área de gestão e redução de riscos e desastres (RRD). Esta atividade pode ser utilizada em ambientes formais e não formais, como recurso para discussão de temas associados à RRD. A proposta educativa, no âmbito de projeto de extensão da UFRJ, foi validada em 3 oficinas realizadas entre 2018 e 2019, em que foram abordados os riscos e a necessidade de contingenciamento para ameaças geohidrológicas (movimentos de massa, inundação, alagamento e erosão costeira) e tecnológicas. Os conceitos e as abordagens metodológicas descritas contemplam desde as atividades referentes aos critérios para definição/formação do grupo de trabalho (GT), facilitador das atividades realizadas durante as oficinas; a escolha dos estudos de caso que abordam, por exemplo, questões relacionadas à região costeira da cidade de Maricá, RJ; até as atividades concebidas e desenvolvidas antes e durante as atividades práticas, que incluem: (i) atividade de observação e localização de elementos relacionados ao assunto estudado em mapa; (ii) discussão e elaboração de texto que sintetize a visão de cada participante da oficina em relação ao assunto tratado, com ênfase nas principais ações, procedimentos e recursos necessários e nos responsáveis por estes; (iii) uso de Painéis Temáticos de Chão (PTC); (iv) elaboração de Painel Conceitual; (v) apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos participantes e (vi) processo avaliativo da oficina. Parte dos resultados obtidos em oficinas, realizadas em 2018 e 2019, é também apresentado, indicando a eficácia da abordagem utilizada, bem como alguns aspectos que podem ser melhorados futuramente.

* Versão em língua inglesa do título e resumo disponível ao final do capítulo.

IVIDES.org

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA: A IMPORTÂNCIA DA PARTIPAÇÃO DE TODA SOCIEDADE NA REDUÇÃO DOS RISCOS E DESASTRES

1.1 - ARCABOUÇO CONCEITUAL

O termo desastre, de acordo com o *United Nations Office for Disaster Risk Reduction*[1] (UNDRR, s.d.), pode ser entendido como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a um ou mais dos seguintes tipos de perdas e impactos: humano, material, econômico e ambiental.

Na definição apresentada anteriormente são citados vários outros termos que devem ser corretamente compreendidos, dentre eles, o *perigo*, que é um processo, fenômeno ou atividade humana, que pode causar perda de vidas, ferimentos ou outros impactos à saúde, danos à propriedade, perturbações sociais e econômicas ou degradação ambiental. Já a *exposição*, por sua vez, é a situação das pessoas, infraestrutura, moradia, capacidade de produção e outros ativos humanos tangíveis, localizados em áreas sujeitas ao perigo.

Há várias ameaças ou perigos naturais a que podemos estar expostos, como, por exemplo: inundação, alagamento, erosão costeira, vendaval, movimentos de massa e epidemias. Assim como há, também, várias ameaças ou perigos tecnológicos, que podem afetar uma comunidade: ruptura de barragem de rejeito, colapso de edificações, contaminação da água de um corpo hídrico por exposição a produtos perigosos, explosão de silo, vazamento de material radioativo, incêndio em área urbana, dentre outros. Assim, a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) classifica os diversos tipos de desastres, de acordo com a ameaça ou perigo que o originou, em dois grandes grupos: naturais e tecnológicos.

Importante destacar que a *vulnerabilidade* (condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade do indivíduo, da comunidade, do ativo ou do sistema aos impactos de perigos) pode amplificar as perdas, os danos e os impactos no elemento exposto ao perigo, de modo que a consequência seja, de fato, desastrosa.

Para evitar a ocorrência do desastre, visto que nem sempre é possível "eliminar" o elemento que representa perigo, deve ser estimulada a redução da vulnerabilidade dos elementos expostos e o aumento da *capacidade*, que, de acordo com UNDRR (s.d.) é a combinação de todos os pontos fortes, atributos e recursos disponíveis em uma organização, comunidade ou sociedade, para gerenciar e reduzir os riscos de desastres e fortalecer a resiliência.

Assim, uma comunidade ou sociedade exposta a riscos é considerada *resiliente* quando é capaz de absorver, acomodar, adaptar, transformar e se recuperar dos efeitos de um perigo em tempo hábil, de maneira oportuna e eficiente, inclusive, por meio da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais, por meio da gestão de riscos.

Há medidas estruturais e não estruturais para RRD. As medidas estruturais são construções físicas, para reduzir ou evitar possíveis impactos de perigos; ou a aplicação de técnicas ou tecnologias de engenharia para obter resistência e resiliência a perigos, em estruturas ou sistemas. Já as medidas não estruturais, não envolvem construção física. Usam conhecimento, prática ou acordo, a fim de reduzir os riscos e os impactos de desastres, em particular, por meio de políticas e leis, conscientização pública, treinamento e educação.

1.2 - MARCOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

No contexto de desastres, a nível internacional, destaca-se o *Marco de Sendai para Redução de Riscos de Desastres* (UNISDR, 2015), o qual foi aprovado em 2015, pela Assembléia Geral das Nações Unidas, após a Terceira Conferência Mundial sobre Redução de Riscos de Desastres, sendo o instrumento documental sucessor do *Marco de Hyogo* (2005-2015).

[1] Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres.

IVIDES.org

Em conjunto com os outros acordos da Agenda 2030, como o Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas, a *Agenda de Ações de Addis Abeba sobre Financiamento para o Desenvolvimento e a Nova Agenda Urbana* (NUA)[2] e os *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável* (ODS)[3], o *Marco de Sendai* objetiva prevenir novos riscos de desastres e reduzir os existentes, por meio da implementação de medidas integradas e inclusivas, que evitem ou reduzam a exposição ao perigo e à vulnerabilidade a desastres, melhorem a preparação para resposta e recuperação e, assim, fortaleçam a resiliência. As medidas integradas e inclusivas devem contemplar, por exemplo, aspectos econômicos, estruturais, legais, sociais, de saúde, culturais, educacionais, ambientais, tecnológicos, políticos e institucionais.

A implementação do *Marco de Sendai* é orientada por uma série de princípios, dentre os quais, se destaca o que contempla o aspecto participativo inclusivo, ao preconizar que (i) a Redução do Risco de Desastres (RRD) requer um envolvimento e parceria de toda a sociedade, devendo ser estimulada a participação inclusiva, acessível e não discriminatória, com atenção especial às pessoas desproporcionalmente afetadas por desastres, especialmente, as mais pobres. A RRD deve integrar, em todas as políticas e práticas, uma perspectiva de gênero, etária, de deficiências e cultural, assim como, deve promover a liderança de mulheres e jovens.

Outro princípio norteador do *Marco* também ressalta o aspecto participativo em vários níveis, ao citar que: (ii) a redução e gestão de riscos de desastres dependem de mecanismos de coordenação dentro e entre setores, bem como, com partes interessadas relevantes em todos os níveis. E, ainda, requer o envolvimento das instituições, nos níveis nacional e local; e uma articulação clara de responsabilidades entre as partes interessadas, públicas e privadas, incluindo empresas e a Academia. No entanto, embora os fatores de risco de desastres possam ser locais, nacionais, regionais ou globais, (iii) os riscos de desastres têm características locais e específicas, que devem ser compreendidas, de acordo com o *Marco de Sendai*, para o estabelecimento das medidas de RRD.

Finalmente, (iv) o desenvolvimento, o fortalecimento e a implementação de políticas, planos, práticas e mecanismos precisam visar a coerência entre as agendas de desenvolvimento sustentável e crescimento, de segurança alimentar, de saúde e segurança, de mudanças e variabilidade climática, de gestão ambiental e de RRD; sendo esta RRD, essencial para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Na Figura 1, é apresentada uma linha do tempo, contendo leis nacionais (amarelo); marcos e iniciativas internacionais na área de RRD (verde) - como os *Marcos de Hyogo* e *Sendai*; e informações relacionadas aos Projetos de extensão *Espaço Fluir* e MOLIPDEC, da Escola Politécnica da UFRJ (azul), os quais possibilitaram a elaboração deste trabalho. Outras iniciativas importantes, realizadas no Brasil, são também apresentadas (FREITAS, 2018a; 2019a).

Importante salientar que a declaração da Conferência de Estocolmo de 1972[4] (Figura 1) cita que cidadãos e comunidades, empresas e instituições, em todos os níveis, devem ser responsáveis e participar equitativamente no esforço comum, em prol do meio ambiente. Também chama a atenção para a necessidade de cooperação internacional, por meio da qual, por exemplo, países mais vulneráveis deveriam receber ajuda dos que possuíam mais recursos, para preservar e melhorar o meio ambiente humano, em benefício do Homem e de sua posteridade. Esta importante conferência possibilitou a elaboração de um manifesto ambiental, contendo uma série de princípios; e motivou a criação, ainda em 1972, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA ou ONU Meio Ambiente)[5], que prioriza os aspectos ambientais das catástrofes e conflitos, a gestão dos ecossistemas, a governança ambiental, as substâncias nocivas, a eficiência dos recursos e as mudanças climáticas.

Ainda em relação à Figura 1, é importante destacar outras duas plenárias relevantes, que trataram de temas sinérgicos à RRD e ocorreram no Rio de Janeiro, Brasil: a Conferência ECO-92 e Conferência RIO+20.

A segunda Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), realizada no Rio de Janeiro (Brasil), resultou na elaboração de documentos relacionados à exploração dos recursos naturais do mundo e ao desenvolvimento sustentável. Os debates culminaram na elaboração de importantes documentos

[2] Disponível em: https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese.pdf

[3] Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs

[4] *United Nations Conference on the Human Environment* (Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano ou Conferência de Estocolmo), realizada na Suécia, em 1972.

[5] *United Nations Environment Programme*, UNEP.

IVIDES.org

oficiais, tais como: a *Agenda 21*, a *Convenção da Biodiversidade, a Convenção da Desertificação, a Convenção das Mudanças Climáticas*, a *Declaração de Princípios sobre Florestas*, a *Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento* e a *Carta da Terra*[6]. Já a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), também realizada na cidade do Rio de Janeiro, em 2012, objetivou a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável e possibilitou a elaboração de relatório final, intitulado *The future we want* (ou O futuro que queremos). Neste relatório, são reafirmadas as ações necessárias para a "construção" da resiliência e a redução dos desastres, conforme preconizado no *Marco de Hyogo*[7], vigente na ocasião.

No contexto nacional, após o megadesastre na Região Serrana do Rio de Janeiro (Brasil), foi promulgada a Lei nº 12.608, de 2012 (Figura 1), que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), dispôs sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e sobre o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), dentre outras providências (BRASIL, 2012). A PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação, voltadas à proteção e defesa civis e deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, de desenvolvimento urbano, de saúde, de meio ambiente, de mudanças climáticas, de gestão de recursos hídricos, de geologia, de infraestrutura, de educação, de ciência e tecnologia; e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012), similarmente ao enfatizado no princípio norteador (iv) do *Marco de Sendai*.

Dentre os objetivos da PNPDEC, podem ser citados: (a) reduzir os riscos de desastres; (b) desenvolver a consciência nacional acerca dos riscos de desastres; (c) estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização; (d) promover a identificação e a avaliação das ameaças, das suscetibilidades e das vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência; (e) orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta, em situação de desastre, e promoção da autoproteção; (f) incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e de defesa civil, entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais e (g) estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana.

Dentre as diretrizes da PNPDEC, destaca-se a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres e a participação da sociedade civil, que está alinhada aos princípios (i) e (ii) do *Marco de Sendai*, citados anteriormente.

Já o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) é o órgão colegiado que, dentre outras atribuições, propõe normas para a implementação e a execução da PNPDEC; e os procedimentos para atendimento a crianças, adolescentes, gestantes, idosos e pessoas com deficiência, em situação de desastre, observada a legislação aplicável. Ou seja, similarmente ao observado no princípio (i) do *Marco de Sendai*, são estimuladas práticas participativas inclusivas, que contemplem uma perspectiva de gênero, etária e de deficiências. No entanto, embora importante, a perspectiva cultural não é citada.

1.3 - IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DE TODA A SOCIEDADE

De acordo com o *Marco de Sendai* e com a PNPDEC do Brasil, o Estado tem o papel principal na redução e gestão do risco de desastres. No entanto, a responsabilidade pelo envolvimento e parceria para RRD deve ser compartilhada, com integração de esforços entre o Poder Público, instituições de ensino e pesquisa, organizações comunitárias, demais instituições e indivíduos, para que haja uma redução substancial do risco de desastres, das perdas (de vidas, dos meios de subsistência e da saúde), bem como, dos danos, traduzidos em ativos econômicos, físicos, sociais, culturais e ambientais; de pessoas, empresas, comunidades e países.

Na participação de toda a sociedade, é importante valorizar tanto o conhecimento científico quanto o tradicional, assim como, os componentes técnicos, sociais, culturais e ambientais e as questões de gênero, etárias e étnicas. A participação deve ser também inclusiva, contemplando PcD (pessoas com deficiência); e as abordagens para RRD devem ser centradas nas pessoas.

[6] *United Nations Conference on Environment and Development* (UNCED), também conhecida como *Rio de Janeiro Earth Summit*, ou *Rio Summit*, ou *Rio Conference*, ou *Earth Summit*. Sendo os seus documentos oficiais mais importantes, denominados em inglês como: *Rio Declaration on Environment and Development*, *Agenda 21*, *Convention on Biological Diversity*, *United Nations Convention to Combat Desertification*, *Forest Principles*, *Rio Declaration on Environment and Development* e *Earth Charter*.

[7] 2005-2015: *Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters.*

IVIDES.org

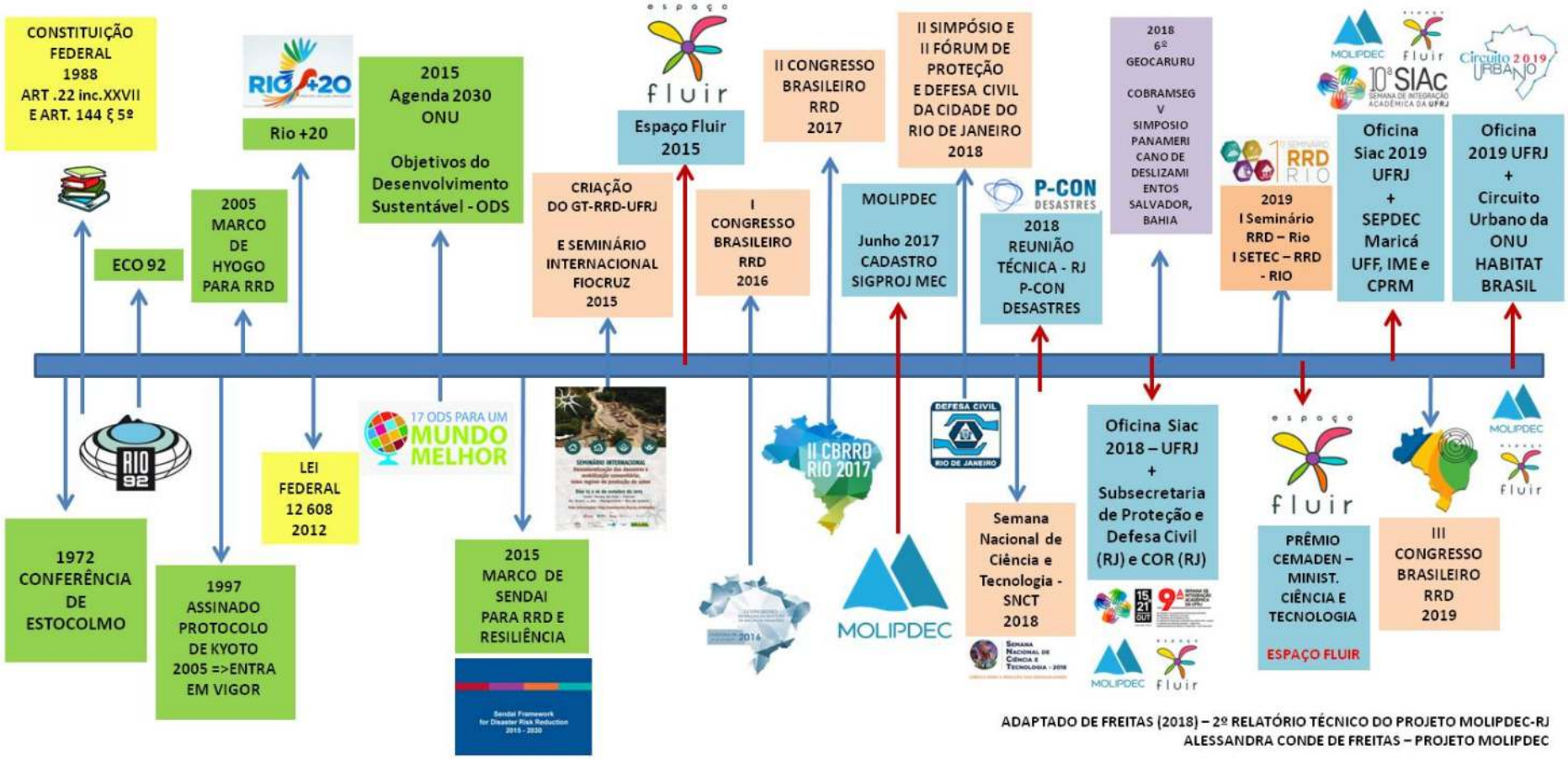


Figura 1 - Linha do tempo – Leis, marcos e ações. Adaptado de Freitas (2018a; 2019a).

Twigg (2015) reforça os aspectos citados anteriormente, ao mencionar que a concepção, o planejamento e a execução das ações de gestão de riscos precisam contemplar o trabalho colaborativo entre diferentes setores da sociedade, permitindo que as partes interessadas compartilhem ideias, saberes, experiências e recursos. Assim, os variados atores individuais ou institucionais, que constituem as partes interessadas na gestão de riscos, cada um com seus saberes e habilidades, devem possibilitar a realização das ações para RRD de forma coletiva e inclusiva.

Embora seja considerada fundamental, a prática de colaboração e integração inclusiva nas ações de gestão de riscos é desafiadora, visto que, em geral, a participação não é efetiva e, muitas vezes, os mais necessitados não são contemplados nas ações propostas, conforme destacado por Eyerkaufer e Sedlacek (2018).

Já Prater e Lindell (2000), por sua vez, ressaltam que é de vital importância o envolvimento ativo das diferentes partes interessadas, como as associações de moradores, as organizações não-governamentais (ONGs), as instituições humanitárias, as igrejas e outros, de forma coletiva (ou não), no desenvolvimento e na adoção de políticas de redução de riscos. Estes autores também abordam a dificuldade de mobilização desses atores, evidenciando a necessidade de uma atenção especial às políticas públicas, para garantir efetivamente atividades colaborativas na área de riscos e desastres.

1.4 - AÇÕES EDUCATIVAS PARA RRD: EDUCAÇÃO PARA REDUÇÃO DOS RISCOS E DESASTRES (ERRD)

Diante do exposto anteriormente, deve ser ressaltada a importância da participação de todas as partes interessadas da sociedade, a qual pode ser estimulada por meio da concepção e da elaboração de práticas educativas para RRD, que possibilitem, por exemplo, (i) acesso às informações relevantes na área da RRD, (ii) troca de saberes e experiências práticas entre os participantes e (iii) entendimento de que é necessária a mobilização, o engajamento, a articulação e a cooperação entre os diversos atores, nas ações para a redução dos riscos e desastres e para o aumento da resiliência, conforme o *Marco de Sendai*, o qual destaca a promoção da incorporação de conhecimento sobre o risco de desastres, na educação formal e não formal, em todos os níveis; e de estratégias para reforçar a educação e a conscientização públicas sobre a RRD, como uma de suas prioridades.

Importante compreender que a Educação para Redução dos Riscos e Desastres (ERRD), de acordo com Petal (2009), visa possibilitar o entendimento das condições naturais e das ações e inações humanas, que levam ao desastre, estimular as mudanças no comportamento individual e comunitário; e motivar a defesa e o aumento das expectativas das políticas sociais de RRD.

Mendonça e Freitas (2021) destacam que o tema de ERRD é relativamente recente e carece de estudos, a partir dos quais, se pode caminhar no sentido da construção de um método educacional, entretanto, sem deixar de considerar as especificidades do local, a ser contemplado com tais atividades. Experiências de ERRD no ensino formal e não formal, envolvendo atores estatais e não estatais, realizadas no Brasil e no exterior, têm destacado a necessidade de que a ERRD tenha seu conteúdo abordado de forma interdisciplinar; que suas atividades sejam práticas, interativas e participativas; estejam relacionadas com a realidade local; despertem a criatividade e um sentido afetivo entre seus participantes e garantam a troca de saberes entre os mesmos (DA-SILVA-ROSA *et al*., 2015; FREITAS, 2018a, 2018b; FREITAS 2019a, 2019b, 2019c, 2019d, 2019e; JOHNSON *et al*., 2014; LIDSTONE, 1996; MARCHEZINI *et al*., 2019; MENDONÇA; LUCENA, 2013; MENDONÇA; VALOIS, 2017; MORAIS, 2019; NORONHA, 2019; PETAL; IZADKHAH, 2008; SELBY; KAGAWA, 2012; SHAW *et al*., 2009, 2011; TRAJBER; OLIVATO, 2017).

Além das orientações anteriores relativas às abordagens em ERRD, Freitas (2018a; 2019b) apresenta alguns elementos, que devem ser observados nas atividades educativas para RRD, baseados nas experiências de oficinas educativas para RRD, realizadas entre 2015 e 2019, no âmbito do Projeto Espaço Fluir[8] e do Projeto MOLIPDEC. As oficinas contemplam jogos e/ou atividades educativas similares. Dentre os elementos, foram resumidos, a seguir, os que são considerados relevantes:

[8] Mais informações sobre o Projeto *Espaço Fluir* podem ser obtidas nos sítios eletrônicos do CEMADEN EDUCAÇÃO (http://200.133.244.149/2018/?p=930 ou em http://www.cemaden.gov.br/resultados-da-campanha-aprenderparaprevenir-mostram-crescimento-na-participacao-nacional/); na Plataforma do Conhecimento em Desastres: P-CON Desastres (https://www.pcon-desastres.poli.ufrj.br/map_acoes/projeto-espaco-fluir/); (continua)

IVIDES.org

(i) Procurar compreender quais são, de fato, os interesses, as necessidades e as limitações do público, a que a atividade/jogo se destina (processo de escuta e observação);

(ii) Criar estratégias para estabelecimento de vínculo harmonioso e empatia entre todos os integrantes da equipe executora e participantes da atividade. O que aumenta o engajamento, a colaboração e a cooperação nas atividades interativas e participativas (ao invés da competição), além de potencializar a concretização dos resultados, por meio da troca de saberes e experiências;

(iii) Estimular o processo observacional em várias escalas (temporais e espaciais). Nas atividades ou jogos, em que a observação de cenários é requerida para tomada de decisão, compreender que, em determinados momentos, é necessário ter-se a visão global de um dado aspecto e, em outros, a visão mais detalhada é requerida. Compreender também que, por exemplo, há situações em que a tomada de decisão pessoal pode afetar, apenas, o próprio indivíduo ou o núcleo familiar. Mas, em outros casos, a tomada de decisão pessoal pode afetar, também, a comunidade em que se está inserido e o meio ambiente (relação causa e efeito, em escalas diferenciadas);

(iv) Independentemente do contexto da atividade ou do jogo (local, regional, nacional ou global), reconhecer o valor intrínseco da natureza e da vida humana; e estimular o desejo de melhorar e proteger o ambiente natural, o local em que se vive, a comunidade e o planeta Terra, procurando despertar o senso crítico, o interesse e a sensibilização pelo meio ambiente, entendendo que a vida/pessoa é o elemento mais importante do sistema;

(v) Nas atividades ou jogos realizados em espaços de educação formal e não formal, estabelecer relação entre os conteúdos trabalhados e competências desenvolvidas em sala de aula (geografia, matemática, história, idiomas, artes, etc…), com as atividades desenvolvidas nas atividades propostas. Procurando estimular o desenvolvimento da habilidade de trabalhar sozinho e/ou em equipe e a capacidade de utilizar os conhecimentos adquiridos, para resolver os desafios propostos nas atividades;

(vi) Estabelecer estratégias para potencializar o uso do recurso pedagógico por outros grupos e em espaços de educação informal;

(vii) Propiciar o conhecimento das ameaças ou perigos mais comuns, entender suas características, incluindo a sazonalidade, as principais causas (naturais e antropogênicas) e os sinais que caracterizam a deflagração/instabilização do elemento que representa o perigo;

(viii) Possibilitar saber sobre o passado dos desastres locais e os riscos específicos locais, bem como, conhecer as populações mais vulneráveis aos desastres e a sazonalidade das ameaças;

(ix) Propiciar o entendimento/discussão de que há comunidades que mais influenciam as mudanças climáticas, enquanto outras são mais prejudicadas pelas mesmas (“Injustiça climática”). Relacionar as mudanças climáticas e as ações antrópicas à frequência de ocorrência, à severidade e à abrangência dos desastres;

(x) Possibilitar espaço de discussão de como e por que os desastres podem ser devastadores para algumas comunidades, enquanto outras saem relativamente ilesas. Entender que desastres têm impactos diferenciados. Compreender que há grupos, crianças, por exemplo, que podem ser desproporcionalmente afetados por desastres;

(xi) Entender que os seres humanos são atores dentro dos ecossistemas e que determinados comportamentos e práticas podem ser prejudiciais ao meio ambiente. Compreender que todos nós somos agentes importantes no estabelecimento de práticas e comportamentos sustentáveis e seguros para redução dos riscos e desastres e aumento da resiliência;

[8] (continuação) no sítio eletrônico do CPRM (https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Oficina-apresenta-jogo-Cidade-Resiliente-voltado-ao-aprendizado-sobre-prevencao-aos-desastres-naturais-6076.html) ou no sítio eletrônico da UFRJ (https://poli.ufrj.br/noticia/jogo-de-tabuleiro-desenvolvido-em-projeto-da-poli-ufrj-alerta-criancas-e-jovens-sobre-reducao-do-risco-de-desastres/).

IVIDES.org

(xii) Compreender os principais conceitos: ameaça, exposição, vulnerabilidade, desastre, risco e redução do risco, resiliência e sustentabilidade e a aplicação destes, em situações concretas na comunidade local;

(xiii) Entender que o risco de desastres (mesmo que grosseiramente entendido como sendo a probabilidade de um evento danoso ocorrer e suas consequências) é afetado pela intensidade do perigo, grau de exposição (espacial e temporal) e pela vulnerabilidade, entendendo que esta última é temática (por exemplo, ambiental e social). E que o risco pode ser reduzido em função da capacidade da sociedade de lidar com ele.

Diante do exposto, a educação ambiental (EA) pode representar uma importante e útil abordagem para a RRD, pois, de acordo com Loureiro (2012), a educação ambiental é considerada uma estratégia de mobilização e de empoderamento da sociedade, com o intuito de estimular a cidadania, consciente de seu papel no respeito da sustentabilidade ecológica.

Importante contextualizar que a Constituição Federal do Brasil[9], promulgada em 1988, cita, no artigo 225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade, o dever de defendê-lo e preservá- lo para as presentes e futuras gerações. Dentre as maneiras de assegurar a efetividade deste direito, pode-se citar a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública, para a preservação do meio ambiente.

No que diz respeito à mobilização para participação em atividades educativas e colaborativas para educação ambiental e RRD, é importante ressaltar que, quando pessoas e instituições tentam resolver colaborativamente um problema ou desafio significativo para todos (como a redução do risco de desastres, o aumento da resiliência, o desenvolvimento sustentável e a redução das mudanças climáticas, entre outros) e estabelecem um diálogo, no qual as ações e soluções podem ser compartilhadas, propostas, ampliadas, modificadas ou contrapostas, ocorre a co-construção do conhecimento. O processo de “co-construção do conhecimento” foi descrito por Wells (2001), que o considera como parte essencial do processo de aprendizagem e transformação.

1.5 - OFICINA PRÁTICA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA – UMA IMPORTANTE FERRAMENTA NA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES

Em 2015, foi formado o Grupo de Trabalho para Redução do Risco de Desastres da UFRJ (GT-RRD-UFRJ), o qual é responsável por várias iniciativas importantes na área de RRD. Neste mesmo ano, as primeiras iniciativas de ERRD do Projeto *Espaço Fluir*, da Escola Politécnica da UFRJ, foram implementadas na Escola Municipal Tagore (RJ). Estas ações educativas para RRD desenvolvidas no projeto foram premiadas em 2018, pelo CEMADEN EDUCAÇÃO[10] (Figura 1). Outra iniciativa importante do GT-RRD-UFRJ foi a concepção e elaboração da Plataforma do Conhecimento em Desastres[11], a qual está em funcionamento e disponível para todos os interessados na área.

Em 2017, iniciou-se o projeto MOLIPDEC (Modelo de levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil), cuja equipe é composta alunos, ex-alunos, professores, pesquisadores e profissionais que atuam de forma direta ou indireta na redução dos riscos e dos desastres (RRD), além de membros da sociedade civil interessados no tema (MOLIPDEC, 2018).

[9] A Constituição Federal do Brasil, promulgada em 1988, cita no artigo 22, inciso XXVIII, que compete privativamente à União legislar sobre defesa territorial, defesa aeroespacial, defesa marítima, defesa civil e mobilização nacional. No entanto, possibilita que Lei complementar autorize os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas neste artigo. Já o artigo 144, inciso 5º, cita que a execução de atividades de defesa civil compete aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei. Finalmente o artigo 225 cita que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá- lo para as presentes e futuras gerações.

[10] Disponível em: http://www.cemaden.gov.br/resultados-da-campanha-aprenderparaprevenir-mostram-crescimento-na-participacao-nacional

[11] Disponível em: https://pcon-desastres.poli.ufrj.br/

IVIDES.org

O referido projeto tem como objetivo propiciar um melhor entendimento da estrutura, organização, procedimentos e documentos utilizados pelos órgãos municipais de proteção e defesa civil, de modo a potencializar ações participativas e estratégias inovadoras, que possibilitem a redução dos riscos e dos desastres (RRD). A partir das atividades colaborativas e de trocas de saberes, propiciadas pelas ações realizadas pelo projeto, tem sido possível compreender as potencialidades e os principais desafios enfrentados por municípios e, assim, propor novas abordagens e melhorias relacionadas às ações preventivas e de preparação para RRD, bem como, estimular a integração entre União, Estado e Município, como descrito na PNPDEC.

Objetivando refletir e discutir acerca de conteúdos associados à Gestão e RRD, apresentados anteriormente, foi elaborada a oficina intitulada "**PRÁTICA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA – UMA IMPORTANTE FERRAMENTA NA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES**".

A metodologia utilizada, baseada em Freitas (2018a), foi desenvolvida no âmbito dos Projetos de Extensão *Espaço Fluir* e MOLIPDEC, da Escola Politécnica da UFRJ, e possibilitou o processo de concepção, elaboração e desenvolvimento da prática educativa, no formato de oficina participativa, colaborativa e inclusiva na área de gestão e RRD. A abordagem proposta, voltada à educação para redução dos riscos e desastres (ERRD), está alinhada com o *Marco Internacional de Sendai* e com a legislação nacional vigente (Constituição Federal de 1988 e Lei nº 12.608/2012), conforme citado anteriormente, bem como, com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e com a Nova Agenda Urbana (NUA), da Organização das Nações Unidas (ONU).

A primeira oficina sobre processo de elaboração de Plano de Contingência (realizada na 9ª Semana de Integração Acadêmica e Científica da UFRJ, OFICINA SIAC 2018, conforme a Figura 1) foi elaborada em 2018 e realizada colaborativamente, no âmbito dos projetos de extensão *Espaço Fluir* e MOLIPDEC da UFRJ, em parceria com a Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil, do município do Rio de Janeiro (SUBPDEC) e com o Centro de Operações da Prefeitura do Rio (COR RIO). Foi possível contar com especialistas destas instituições e com professores e alunos participantes do Projeto MOLIPDEC, para levantamento de informações, organização e realização de atividades, durante a oficina realizada, a qual focou um Estudo de Caso da cidade do Rio de Janeiro (Comunidade Paula Ramos), associado ao perigo de deslizamento de terra, muito comum na região estudada.

No ano seguinte, em 2019, foi organizada OFICINA SIAC 2019, na 10ª Semana de Integração Acadêmica e Científica da UFRJ (Figura 1), a qual foi realizada colaborativamente, no âmbito dos projetos de extensão *Espaço Fluir* e MOLIPDEC da UFRJ, em parceria com a Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá (SEPDEC – Maricá) e com especialistas de várias instituições (CPRM, IME e UFF), além de alunos e pesquisadores da UFRJ. Com essa parceria, o cenário de análise escolhido foi o município de Maricá, no estado do Rio de Janeiro. Destaca-se que o presente manuscrito trata de parte do material elaborado por Freitas (2018a; 2019d; 2019e), para uso na própria oficina. Em outubro de 2019, esta oficina foi realizada também no Circuito Urbano 2019, da ONU HABITAT BRASIL (Figura 1).

Cumpre destacar que *contingência* é conceituada em BRASIL (2017) como a "situação de incerteza quanto a um determinado evento, fenômeno ou acidente, que pode se concretizar ou não, durante um período de tempo determinado". O PLANCON torna-se uma ferramenta de planejamento da resposta e, assim, sua elaboração deve ser no período de normalidade, definindo-se os procedimentos, as ações e as decisões que devem ser tomadas na ocorrência do desastre. Já na etapa de resposta, tem-se a operacionalização do PLANCON, onde será posto em prática todo o planejamento realizado anteriormente, adaptado à situação real do desastre.

A "Elaboração de Planos de Contingência", assim como todas as ações da gestão do risco, requerem um modelo participativo de aplicação e, por isso, a articulação entre o órgão de proteção e defesa civil, os órgãos setoriais e a população são fundamentais, conforme ressaltado anteriormente.

A seguir, serão apresentadas informações, que possibilitarão o entendimento da iniciativa, de seus objetivos e resultados.

IVIDES.org

2 - OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

Objetivando despertar o senso crítico, o interesse e a sensibilização pelo meio ambiente, entendendo que a vida/pessoa é o elemento mais importante do sistema e, tendo em vista o aumento da resiliência, a promoção do desenvolvimento sustentável e a RRD, conforme preconizado pelo *Marco de Sendai*, PNPDEC, *Nova Agenda Urbana* (NUA) e *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável* (ODS) da ONU, foi concebida e elaborada uma atividade educativa para RRD (ERRD), no formato de oficina prática colaborativa, participativa e inclusiva, a qual possibilita a vivência do processo participativo de discussão, elaboração e validação de um plano de contingência (PLANCON). A oficina é intitulada "**PRÁTICA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA – UMA IMPORTANTE FERRAMENTA NA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES**" (FREITAS, 2018a).

A oficina visa estimular e possibilitar a mobilização de representantes de toda a sociedade, para sua participação em atividade colaborativa, participativa, interativa e inclusiva, priorizando-se as ações preventivas, relacionadas à minimização de desastres e abrangendo as ações de preparação e de resposta para vários cenários de análise, relacionados a desastres que contemplem a realidade local, com conteúdos abordados de forma interdisciplinar.

Assim, o presente trabalho objetiva apresentar os principais conceitos necessários ao entendimento do tema RRD, o que foi feito no item 1, bem como a metodologia desenvolvida no âmbito dos Projetos de Extensão *Espaço Fluir* e MOLIPDEC, da Escola Politécnica da UFRJ, para o processo de concepção, elaboração e desenvolvimento da prática educativa e os resultados obtidos.

A oficina proposta pode ser utilizada em ambientes formais (e não formais), como recurso para reflexão e discussão de temas associados à RRD. As ações de educação formal consistem em atividades realizadas em escolas, para a integração do tema de desastres e RRD no currículo formal de ensino. Já as ações em educação não formal, são aquelas que não fazem parte do currículo formal de ensino, como por exemplo, atividades lúdicas de diferentes tipos sobre o tema desastres e RRD: jogos, quadrinhos, pinturas, desenhos, maquetes, música, dança, teatro, fotografia, áudios, vídeos e oficinas participativas e interativas.

A proposta educativa, no âmbito de projetos de extensão da UFRJ (Projetos MOLIPDEC e *Espaço Fluir*), foi validada em três oficinas realizadas entre 2018 e 2019 (Siac – UFRJ 2018 e 2019 e CIRCUITO URBANO DA ONU HABITAT BRASIL), conforme Figura 1. Nestas oficinas foram abordados os tipos de ameaça existentes, os elementos expostos, a vulnerabilidade e capacidade destes, os riscos e a necessidade de contingenciamento para as ameaças identificadas: geohidrológicas (movimentos de massa, inundação, alagamento e erosão costeira) e tecnológicas (FREITAS, 2018a; 2019d; 2019e).

Os conceitos e abordagens apresentados contemplam desde as atividades referentes aos critérios para definição/formação do grupo de trabalho (GT), facilitador das atividades realizadas durante as oficinas, a escolha dos estudos de caso que abordam, por exemplo, questões relacionadas à região costeira da cidade de Maricá (RJ), até as atividades concebidas e desenvolvidas antes (e durante) as atividades práticas, que incluem: (i) atividade de observação e localização de elementos relacionados ao assunto estudado em mapa; (ii) discussão e elaboração de texto, que sintetize a visão de cada participante da oficina em relação ao assunto tratado, com ênfase nas principais ações, procedimentos e recursos necessários e nos responsáveis por estes; (iii) uso de Painéis Temáticos de Chão (PTC); (iv) elaboração de Painel Conceitual; (v) apresentação e discussão dos resultados obtidos pelos participantes e (vi) processo avaliativo da oficina.

Parte dos resultados obtidos em oficinas realizadas em 2018 e 2019 é também apresentado, indicando a eficácia da abordagem utilizada, bem como alguns aspectos que podem ser melhorados futuramente.

3 - USO DE ATIVIDADE EDUCATIVA PARA RRD: "PRÁTICA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA – UMA IMPORTANTE FERRAMENTA NA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES"

Após terem sido elencados e discutidos os principais conceitos, é possível, nesta seção, apresentar o desenvolvimento da pesquisa, cuja abordagem metodológica é baseada em Freitas (2018a). As atividades realizadas durante a oficina **"PRÁTICA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA – UMA**

IVIDES.org

IMPORTANTE FERRAMENTA NA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES" procuram abordar as fases de elaboração de um PLANCON (BRASIL, 2017), nas seguintes etapas: (a) Exposição dos conceitos principais para elaboração de um plano de contingência – PLANCON; (b) Atividade prática- Elaboração de PLANCON para determinados cenários; (c) Apresentação dos materiais elaborados coletivamente e (d) Avaliação final.

Procurou-se contar com a participação de representantes de toda a sociedade (Figura 2), de modo que o público participante (42 pessoas na OFICINA SIAC 2019, por exemplo) foi composto por estudantes e profissionais interessados na gestão e redução do risco de desastres, voluntários e agentes de Proteção e Defesa Civil da administração pública (Sedec-RJ, s.d.), bem como, membros de comunidades afetadas por desastres associados a movimentos de massa, inundações, alagamentos, erosões costeiras, dentre outros.

Após um processo reflexivo inicial, oportunizado na oficina, é verificada a importância da tomada de decisão de construir colaborativamente um plano de contingência, ainda na fase de preparação, para que, na fase de resposta, as ações sejam mais efetivas e, de fato, reduzam o risco de ocorrência de desastre. Para a realização das atividades propostas na oficina são apresentadas, a seguir, as principais informações, as quais são baseadas em Freitas (2018a).

Sugere-se que os participantes sejam organizados em grupos de trabalho (divisão do grupo/ turma em, no máximo, 8 grupos). Se possível, cada grupo de trabalho (Figuras 3 e 4) deve conter membros representantes de instituições públicas, da iniciativa privada e da sociedade civil. Preferencialmente, devem possuir formações, experiências pessoais, culturais e profissionais distintas e, preferencialmente, não deve ter predomínio de participantes de mesmo gênero e faixa etária, visto que a diversidade do perfil constitutivo do grupo favorece as discussões e a troca de saberes e de experiências, inclusive as intergeracionais (FREITAS, 2018a). Portadores de necessidades especiais devem ser estimulados a participar.

Cada grupo de trabalho conta com o auxílio de um mediador da oficina durante as atividades, o qual é um especialista no tema tratado. Assim, as abreviaturas utilizadas para identificar cada grupo durante as atividades se referem aos assuntos/temas propostos na oficina. A oficina realizada em 2019, a qual focou o município de Maricá (RJ), teve como temas: TPN – Terminais Ponta Negra, MM - Movimentos de massa, IN – Inundações e EC - Erosão costeira, conforme indicado na Figura 3. Dentre os temas propostos, sugere-se que o assunto/estudo de caso de cada grupo seja definido por meio de sorteio ou livre escolha dos participantes.

Figura 2 – Parte dos participantes da oficina "Prática de elaboração de plano de contingência – uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres", realizada na Siac – UFRJ 2019. Acervo pessoal de Alessandra Conde de Freitas.

IVIDES.org

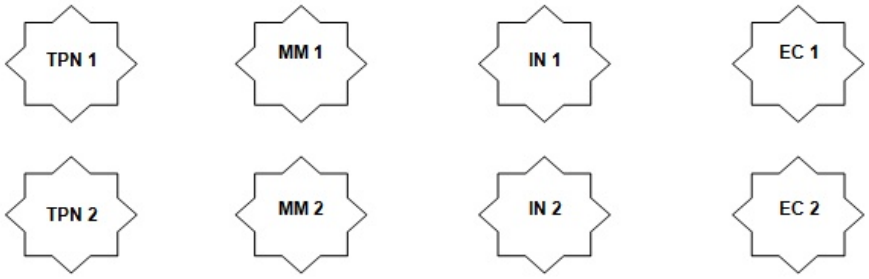


Figura 3 – Esquema representativo dos grupos de trabalho. Elaborado pelas autoras.

Na sequência, cada grupo deve ter acesso aos seguintes materiais: (A) materiais para uso no grupo de trabalhos, parte dos quais são indicados na Figura 5 (1 a 5; e A, B e C); (B) Materiais diversos para uso coletivo e (C) materiais em Painéis Temáticos de Chão (PTC), para uso e consulta coletiva. Cumpre destacar que a concepção dos materiais é baseada em Freitas (2018a). Já a elaboração dos mesmos, assim como na OFICINA SIAC 2018, foi realizada de forma colaborativa pelos participantes envolvidos na organização e/ou execução de atividades. Os materiais são descritos a seguir.

Cada grupo recebe, para uso na oficina, os seguintes materiais (adaptado de Freitas, 2018a; 2019d; 2019e), conforme esquematizado na Figura 5:

1. KIT INFORMATIVO – OFICINA - Explica como as atividades serão realizadas;
2. KIT “A CIDADE DE MARICÁ” - Contextualização da área de estudo;
3. KIT Estudo de Caso (TERMINAIS PONTA NEGRA, EROSÃO COSTEIRA, INUNDAÇÂO OU MOVIMENTOS DE MASSA) - Contextualização do caso para análise;
4. KIT GLOSSÁRIO E LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS;
5. KIT PLANO DE CONTINGÊNCIA – Material contendo informações sobre PLANCON;
6. COBRADE (apenas para estudo de caso do empreendimento TPN);
7. MAPA - Apresenta detalhes do ponto de interesse (TERMINAIS PONTA NEGRA, EROSÃO COSTEIRA, INUNDAÇÂO OU MOVIMENTOS DE MASSA) + vias de acesso + elementos expostos, dentre outras informações relevantes da cidade estudada – no caso das oficinas realizadas em 2019 (Maricá, RJ);
8. TABELAS – Fornecidas para facilitar a coleta de informações necessárias/ requeridas;
9. FOLHA NO FORMATO A3 - Para elaboração de Painel Conceitual;
10. Lápis e borracha.

Os materiais dispostos em Painéis Temáticos de Chão (PTC) são para uso e consulta coletivas (Figuras 6 e 7). São também disponibilizados os seguintes materiais para uso coletivo nas atividades: lápis, borracha, tesoura, cola, giz de cera e caneta. Os painéis temáticos de chão (PTC), baseados em Freitas (2014; 2018a) são utilizados como instrumentos pedagógicos para apresentação de conteúdos, observação, consulta, e interação. Os PTC, de acordo com Freitas (2018a), podem conter informações em diversos formatos, como, por exemplo, textos, imagens, linhas do tempo, notícias, livros, amostras de materiais diversos e materiais artísticos. Estas informações, por sua vez, podem ser consultadas, de forma dinâmica e por todos os participantes, durante a realização das atividades. Sugere-se que a concepção de cada PTC seja participativa, contando com a colaboração da equipe executora (especialistas, alunos e pesquisadores).

Na Figura 6, são indicados os esquemas representativos dos conteúdos contemplados nos PTCs, concebidos colaborativamente pela equipe executora e preparados para a oficina em questão (OFICINA SIAC 2019).

IVIDES.org

Figura 4 – Exemplos de grupos formados na (a) OFICINA SIAC - 2018 (FREITAS, 2018a) e na (b) OFICINA SIAC – 2019. Fonte: Freitas (2019d; 2019e).

IVIDES.org

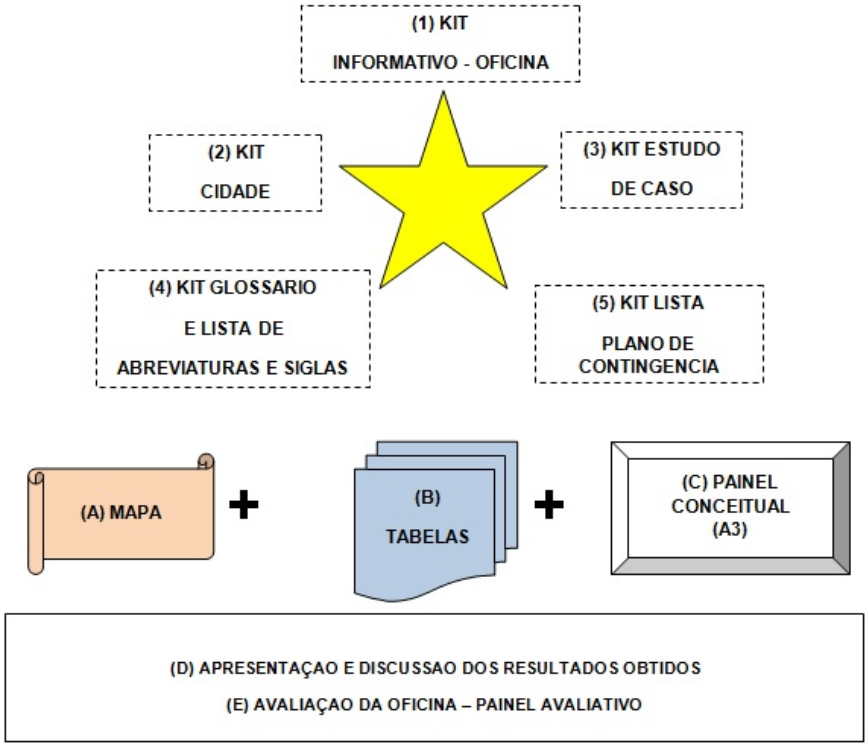


Figura 5 – Esquema representativo de parte dos materiais disponibilizados (1 a 5; e A, B e C) e das atividades propostas (A, B, C, D e E). Adaptado de Freitas (2018a).

Já a Figura 7, ilustra os momentos de uso de PTCs, elaborados para a OFICINA SIAC 2018, que tratou de desastre associado a movimento de massa (deslizamento de terra) na cidade do Rio de Janeiro, RJ (FREITAS, 2018a); e para OFICINA SIAC 2019, que abordou vários tipos de desastres na cidade de Maricá, RJ (FREITAS, 2019d; 2019e).

As atividades sugeridas na oficina são representadas nas Figuras 5 e 8, e são subdivididas em atividade com mapa; uso de textos preparados previamente; elaboração de textos curtos, preenchimento de tabelas – ações, procedimentos, recursos e responsáveis; elaboração de Painel Conceitual; apresentação e discussão dos resultados e avaliação da oficina. Durante todas as etapas os participantes podem consultar os Painéis Temáticos de Chão (PTC).

Algumas orientações para realização das atividades são indicadas a seguir.

Na atividade com mapa (A), deve-se procurar analisar o cenário de risco da cidade (escolhida para o estudo de caso) e os recursos disponíveis, para marcar/referenciar no mapa disponibilizado os elementos sugeridos durante a atividade (ameaça, rota de fuga, pontos de apoio, elementos expostos, possíveis abrigos provisórios e demais elementos considerados importantes). Os participantes devem elaborar título e legenda para o mapa. Esta etapa (A) está relacionada à 1º fase de elaboração de um PLANCON, em que se decide construir colaborativamente um plano de contingência, a partir da avaliação dos cenários de risco existentes; e à 3º fase, em que devem ser analisados os cenários de risco e cadastradas as capacidades existentes, enquanto recursos disponíveis (FREITAS, 2018a).

Na descrição do cenário, procurar avaliar a quantidade de pessoas afetadas; as necessidades prioritárias de atendimento humanitário; as demandas logísticas; a qualidade de acesso e a geografia local; a escala de resposta (comunitária, governamental, agências especializadas); e os serviços afetados (comércio, escolas, infraestrutura etc.). Importante lembrar que o PLANCON deve ser elaborado para cenários de riscos específicos, ainda que não seja possível determinar com exatidão seus impactos. Para isso, trabalha-se com cenários de riscos, de forma a pensar em impactos potenciais e planejar aspectos de resposta: recursos necessários, tarefas e responsáveis; e, deste modo, quanto melhor a qualidade das informações coletadas, melhor o planejamento realizado.

Além do estudo de cenários de risco, vários aspectos devem ser considerados na elaboração de um plano de contingência, dentre os quais, se destacam as estratégias para mapeamento, os sistemas de monitoramento, de alerta e de alarme, as rotas de fuga ou evacuação, as ações de assistência às vítimas e as de

IVIDES.org

Figura 6 – Esquema representativo dos conteúdos dos Painéis Temáticos de Chão (PTC). Elaborado pelas autoras.

restabelecimento de serviços essenciais, o cadastramento das equipes técnicas e de voluntários, a avaliação de locais para estabelecimento de centros de recebimento e de atendimento médico-hospitalar/ psicológico e a estratégia de distribuição de recursos.

Na parte referente às ações, procedimentos, recursos e responsáveis (B), deve-se elencar as principais ações e procedimentos requeridos, bem como, os recursos necessários para a realização dos mesmos. Os responsáveis por cada ação/atribuição devem ser definidos. Possíveis mecanismos de coordenação e operação devem ser discutidos nesta etapa. Para auxiliar as atividades realizadas nesta etapa, sugere-se que a equipe executora elabore previamente tabelas, a fim de facilitar a coleta de informações por cada grupo participante.

Esta etapa (B) está relacionada à 4º fase de elaboração de um PLANCON, em que são definidas as ações e procedimentos, dentre os quais podem-se citar: (i) organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança; (ii) manter a população informada sobre as áreas de risco e a ocorrência de eventos extremos, bem como, sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais, em circunstâncias de desastres; (iii) mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre; (iv) realizar regularmente exercícios simulados, conforme plano de contingência de Proteção e Defesa Civil; (v) promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre; (vi) proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres; (vii) estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias, nas ações do SINPDEC e (viii) promover o treinamento de associações de voluntários, para atuação conjunta com as comunidades apoiadas.

Deste modo, observa-se que muitas informações podem ser úteis para subsidiar a definição das ações necessárias e de seus respectivos responsáveis: mapas geológicos de áreas suscetíveis a movimentos de massa, hidrológicos ou de áreas suscetíveis a alagamentos; existência de estações de monitoramento; dados de vento, chuva, nível do mar e dos rios; relatórios de vistorias; histórico de desastres (banco de dados, notícias, conforme citado anteriormente); carta geotécnica; Plano Diretor; dados demográficos (IBGE); organograma da estrutura municipal (secretarias, subsecretarias, coordenadorias, autarquias, empresas públicas,...); diagnósticos socioambientais de secretarias municipais (meio ambiente, saúde, economia, assistência social, educação, planejamento, dentre outros); relatórios de equipes de saúde da família (grupos vulneráveis, por exemplo); cadastro da população situada no cenário de risco (incluindo idosos, crianças e adolescentes, recém-nascidos; pessoas com necessidade de entendimento especial ou dificuldades na mobilidade); planos de emergências das

IVIDES.org

a)

b)

Figura 7 – Painéis Temáticos de Chão (PTC), em oficinas realizadas: (a) OFICINA SIAC 2018 (FREITAS, 2018a) e (b) OFICINA SIAC 2019 (FREITAS, 2019d; 2019e).

agências de resposta; infraestrutura e equipe da prefeitura municipal; estruturas sociais com capacidade de suporte (hospitais locais e regionais, de infraestrutura, de transporte, abrigos, ginásios, dentre outros); lideranças comunitárias; grupos organizados, possíveis colaboradores de instituições de ensino e pesquisa e de empresas privadas e registros/dados de simulados, realizados na área estudada, nos quais, por exemplo, a rota de fuga é validada.

Importante considerar e avaliar as especificidades regionais, os costumes e a cultura locais, atentando-se a características locais que determinam o modo como as pessoas se comunicam e se mobilizam, influenciando diretamente nas definições de alerta, alarme e fuga, na organização de abrigos e na comunicação com a mídia, para o fornecimento de informações, por exemplo.

IVIDES.org

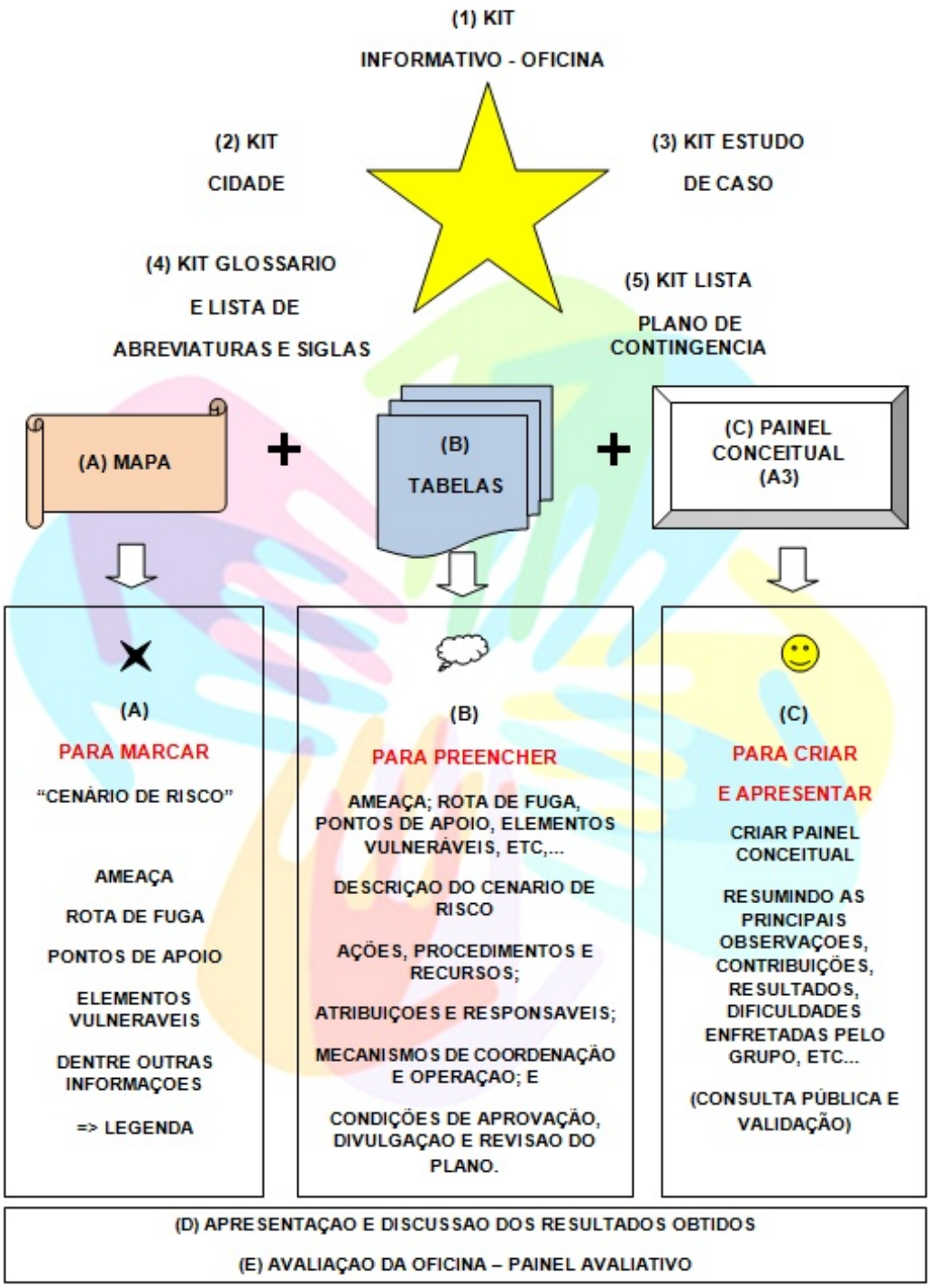


Figura 8 – Detalhamento das atividades propostas (A, B, C e D). Adaptado de Freitas (2018a).

Cada grupo deve elaborar, ao final das atividades, um Painel Conceitual (C), que permita sintetizar as principais observações e contribuições do grupo de trabalho, surgidas durante a oficina (Figura 9a). O Painel conceitual, em formato A3 ou A4, pode ser concebido de forma livre, utilizando-se diferentes técnicas de representação, comunicação e apresentação. O importante, nesta etapa, é que os participantes consigam materializar, por meio dos elementos escolhidos (desenhos, gráficos, mapas, organogramas, textos, linhas do tempo, dentre outras formas de representação), suas ideias, valores, conceitos, observações, contribuições, dificuldades observadas, dentre outros elementos significativos para o grupo.

Os participantes têm a oportunidade de apresentar (divulgar para os demais grupos) um resumo dos resultados obtidos por meio do Painel Conceitual elaborado em (C). É disponibilizado para cada grupo 2 a 5 minutos para sua apresentação (D) do painel elaborado. A Figura 9 ilustra o momento de elaboração e apresentação de resultados, obtidos em oficina realizada na Siac – UFRJ, em 2019. Nesta etapa (D), é também oportunizado o espaço de troca de saberes, de experiências e de reflexão.

IVIDES.org

Figura 9 – Registros de participantes elaborando (a) e apresentando (b) o Painel Conceitual preparado (OFICINA SIAC 2019). Acervo pessoal de Alessandra Conde de Freitas.

Após a etapa de apresentação e discussão, cada grupo deve definir as condições de aprovação dos itens apresentados no Painel Conceitual. Nesta fase, os participantes podem simular etapas planejadas, conforme ilustrado na Figura 10, em que é apresentada a atividade de identificação da localização da rota de fuga no mapa e a avaliação da mesma, pelos participantes (OFICINA SIAC 2019). Se, por um lado, o plano de contingência é o instrumento de planejamento de ações para o momento da resposta ao desastre; por outro lado, as simulações representam a oportunidade ou o momento de treinar, preparar-se e avaliar se o planejamento está adequado e se funciona.

Ainda em (D), é proposto que os grupos relatem sugestões de formas ou condições de divulgação e de revisão do plano de contingência – PLANCON, elaborado coletivamente. Esta etapa procura representar a consulta pública/ audiência pública, importantes etapas na elaboração e validação de um plano de contingência – PLANCON, conforme destacado em BRASIL (2017). Sugere-se também que sejam antecipadas e apontadas, possíveis dificuldades na fase de operacionalização do plano elaborado, baseadas na simulação realizada com auxílio do mapa e nas discussões ocorridas.

Finalmente, em (E), realiza-se a avaliação final da oficina, por meio de um Painel Avaliativo. Após a qual, é realizado o seu encerramento (Figuras 11 e 12).

Na Figura 12, é apresentada a equipe que colaborou para realização da OFICINA SIAC 2019. Da esquerda para a direita: Jorge Pimentel (CPRM); Wellington Silva (Defesa Civil de Maricá, RJ); Lidiane Lima (Defesa Civil de Maricá, RJ); Marcella Rodrigues (Defesa Civil de Maricá, RJ); Rúbia de Azevedo (Defesa Civil de Maricá, RJ) e sua bebê no ventre; Fabíola Freitas (IME); Marina Aires (UFF); Alessandra Freitas (UFRJ), Gisele Barbosa (UFRJ), Gleyce (UFRJ), Lucas (UFRJ) e Andre (UFRJ). Na Figura 13 é apresentado encerramento da Oficina realizada no Circuito Urbano Da ONU HABITAT BRASIL em 2019.

4 - RESULTADOS OBTIDOS

Dentre os resultados alcançados, vale ressaltar a efetiva mobilização e estímulo da equipe colaboradora para realização das atividades realizadas nas 9ª e 10ª Semana de Integração Acadêmica e Científica da UFRJ e no Circuito Urbano da ONU Habitat Brasil em 2019, no âmbito do projeto *Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil* (MOLIPDEC, 2018) e do Projeto *Espaço Fluir.* Mobilizar não é tarefa simples e manter o grupo estimulado a produzir com constância e qualidade, durante os meses que antecedem a atividade prática, é também desafiador. O grupo estabeleceu metas que pudessem ser atingidas em curto prazo, em conjunto com tarefas, que requeriam tempo, a fim de manter a motivação.

IVIDES.org

Figura 10 – Facilitadora da oficina, auxiliando os participantes a utilizar mapa para simulação de rota de fuga prevista (a), com uso de materiais disponibilizados (b e c) (OFICINA SIAC 2019). Acervo pessoal de Alessandra Conde de Freitas.

Figura 11 – Encerramento, com parte da equipe e com os participantes da oficina realizada na 9ª Siac – UFRJ, em 2018 (FREITAS, 2018a). Acervo das autoras.

IVIDES.org

Figura 12 – Encerramento, com apresentação da equipe colaboradora da oficina realizada na 10ª Siac – UFRJ, em 2019. Acervo das autoras.

Já a mobilização dos participantes, foi realizada por meio da divulgação oficial, nos sítios eletrônicos dos eventos (Siac – UFRJ e Circuito Urbano da ONU Habitat Brasil); e por meio de redes de relacionamento dos colaboradores, com envio de e-mails e com a divulgação de convites em redes de sociais, como a Plataforma do Conhecimento em Desastres. A adesão pode ter sido motivada pelos temas escolhidos, pela gratuidade da iniciativa e pelo perfil constitutivo da equipe executora.

Importante ressaltar que a metodologia utilizada na oficina "**PRÁTICA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CONTINGÊNCIA – UMA IMPORTANTE FERRAMENTA NA GESTÃO DO RISCO DE DESASTRES**" foi implementada de forma colaborativa, com especialistas de instituições de ensino e/ou pesquisa (UFRJ, CPRM, IME e UFF), em conjunto com profissionais que atuam na RRD da Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil do Rio de Janeiro (RJ), em 2018; e da Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá (RJ), em 2019, no sentido de promover a troca de saberes e de experiências, por meio da Educação para Redução dos Riscos e Desastres (ERRD).

Em 2019, representou um desafio adicional, compor um grupo colaborador (para realização da oficina), com formações e experiências diversas, mas que tivesse intencionalmente o predomínio de mulheres, a ocupar posições nas quais pudessem ser as protagonistas, durante a realização das atividades (ao ocuparem posições de liderança). Assim, todas as colaboradoras especialistas nas áreas abordadas (inundação, alagamento, movimento de massa e Terminal Ponta Negra – TPN), as quais eram facilitadoras das atividades realizadas pelos participantes durante a oficina, eram mulheres. Um aspecto curioso (e que precisa ser ressaltado) é que este perfil constitutivo (baseado na formação e no gênero) parece ter possibilitado relações de trabalho (tanto na preparação da oficina quanto durante a realização da mesma) mais afetuosas e mais colaborativas, do que de costume, de acordo com a percepção da própria equipe.

Durante a realização das atividades das oficinas, observou-se que alguns conceitos, mesmo que complexos, podem ser mais facilmente entendidos, ao se adotarem abordagens inovadoras e instrumentos pedagógicos, que estimulem a troca de saberes e de experiências; a reflexão e a criatividade, conforme observado também por Freitas (2019a). Deste modo, por meio da metodologia sugerida e das atividades realizadas durante as oficinas, os participantes tiveram condições de identificar e compreender, mesmo que inicialmente, as etapas e os diversos atores e instituições envolvidas na elaboração de um PLANCON.

De modo geral, observou-se que, por meio das atividades propostas, os participantes dos grupos foram estimulados a trocar saberes e experiências; a despertar a criatividade e o sentido afetivo entre os mesmos, para

IVIDES.org

Figura 13 – Encerramento da Oficina Circuito Urbano da ONU Habitat Brasil, realizada em 2019. Acervo das autoras.

solucionar (individualmente ou coletivamente) os desafios propostos; e a compreender que todos são agentes importantes no estabelecimento de práticas e comportamentos sustentáveis e seguros, para redução dos riscos e desastres (RRD) e aumento da resiliência. Sendo possível, assim, facilitar os processos de aprendizagem e de transformação, capazes de potencializar as mudanças nos valores e no comportamento individual, que podem refletir em modificações efetivas nas comunidades/grupos em que os participantes estão inseridos.

Foi propiciado espaço para que os participantes conheçam os principais conceitos relacionados à RRD, assim como as ameaças ou perigos mais comuns na região abordada durante as oficinas, entendendo suas características, como a sazonalidade, as principais causas (naturais e antropogênicas) e os sinais que caracterizam a instabilização do elemento perigoso (inundação, alagamento, movimento de massa e explosão ou derramamento de produto perigoso no TPN).

Neste sentido, os participantes foram também estimulados a saber sobre o passado dos desastres locais e os riscos específicos locais, bem como, conhecer as populações mais vulneráveis aos desastres e à sazonalidade das ameaças na cidade estudada, compreendendo que desastres têm impactos diferenciados e que o risco de ocorrência destes desastres pode ser reduzido, em função da capacidade da sociedade em lidar com eles. Daí, decorre a importância de saber o que é e para que serve um PLANCON, entendendo como todos devem se comportar diante de uma situação de alerta de desastre (ou por ocasião da emissão de alarme) em comunidades monitoradas.

Outro aspecto importante é que, durante a validação da metodologia, por ocasião da realização das oficinas, foi possível observar que os participantes conseguiram identificar ações antrópicas, que podem gerar passivos socioambientais e potencializar as alterações climáticas e microclimáticas, bem como, a ocorrência de eventos danosos. Aspecto importante, por exemplo, para o caso estudado da cidade litorânea de Maricá (RJ), que possui amplo complexo lagunar, formações geológicas importantes e unidades de conservação da Natureza estaduais e municipais em seu território: o Parque Estadual da Serra da Tiririca; a Área de Proteção Ambiental Estadual de Maricá (APA); o Refúgio da Vida Silvestre Municipal das Serras de Maricá (REVIS); a Área de Proteção Ambiental das Serras de Maricá (APA) e o Monumento Natural Municipal da Pedra de Inoã e da Pedra de Itacoaia (MONA).

Dentre os aspectos inovadores da metodologia, destaca-se o processo de mobilização de equipe executora com perfil constitutivo diverso; a própria elaboração dos materiais utilizados na oficina; o uso de painéis temáticos de chão (PTC), como sítios físicos para consulta de informações; e a abordagem de refletir (pensar) na elaboração de PLANCON, para ameaças ainda não instaladas (como o caso do TPN), mas que podem impactar severamente a Cidade de Maricá, RJ.

IVIDES.org

Importante destacar que a abordagem metodológica apresentada neste capítulo visa possibilitar aos diversos participantes envolvidos: estudantes, população afetada, pesquisadores, defesa civil, gestores, empresários, dentre outros, atuar colaborativamente, de acordo com suas possibilidades e seus interesses, com fins à RRD. De modo que, nesse processo, os participantes sejam responsáveis pela qualidade do que é produzido em conjunto e pela integração de esforços, troca de saberes e experiências e ainda, pela colaboração para co-construção do conhecimento. Assim, os participantes têm a oportunidade de estabelecer relações inclusivas, que tendem a não hierarquização, visando atingir objetivos comuns, de interesse coletivo, com promoção da aprendizagem mútua e o intercâmbio de boas práticas, experiências e demais informações, saberes científicos e tradicionais, visando à RRD e o aumento da resiliência. Por meio do uso das diferentes potencialidades dos participantes, o conhecimento construído por cada um e os resultados alcançados são ampliados pela introdução de elementos resultantes da interação entre eles. Ou seja, com base no enriquecimento trazido pela interação dinâmica de vários saberes específicos e de vários processos cognitivos nas atividades colaborativas, é possível alcançar, de um modo melhor, os resultados pretendidos, conforme sugere Roldão (2007). E ainda, os participantes, após as atividades, relataram sentirem-se estimulados a participar de iniciativas similares, o que propicia também a popularização de ações educativas, relacionadas ao tema da RRD.

Dentre as limitações observadas, pode-se citar o fato da oficina, no caso em que se opta por abordar mais de um tipo de cenário/ameaça, requerer a colaboração de uma equipe relativamente grande, para sua elaboração e realização. Também é necessário espaço multiuso e adaptável, assim como, muitos materiais impressos (mapas, textos, linhas do tempo, PTC...). Alternativamente, sugere-se a utilização de um único caso de estudo, ao invés dos quatro abordados nas oficinas realizadas em 2019 (inundação, alagamento, erosão costeira e TPN), de modo que seja possível reduzir a equipe e os materiais necessários[12]. Outra limitação está relacionada ao tempo, pois a oficina tem duração de quatro horas, o que é pouco tempo para as múltiplas atividades. Por outro lado, a curta duração é o que parece possibilitar a participação de muitas pessoas, que só dispõem de meio período livre.

5 - SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir, são destacadas sugestões para trabalhos futuros.

Estabelecer parcerias e estratégias para a realização da oficina desenvolvida e descrita na pesquisa realizada na cidade de Maricá (RJ). Assim como, para a realização da oficina em outras cidades, utilizando a realidade local como caso de estudo e análise. Deste modo, será possível a participação de muitos interessados no assunto e estabelecer melhorias na abordagem proposta.

Integrar os resultados das discussões realizadas nas oficinas de 2019 aos processos de desenvolvimento e planejamento urbano e territorial da cidade de Maricá (RJ), estimulando a cooperação entre setores e a capacitação de autoridades locais, para desenvolvimento e implementação de planos de redução de risco e de resposta a catástrofes e para o planejamento de procedimentos de contingência, adequados e alinhados à *Nova Agenda Urbana* da ONU, ao *Marco de Sendai* e à PNPDEC.

Estabelecer análise baseada em estudo quantitativo, por meio de respostas a questionários, que possam ser disponibilizados aos participantes das oficinas, de modo que seja possível compreender os pontos fortes e os que precisam ser melhorados na atividade, bem como, a influência da atividade na possível mudança de valores e comportamentos dos participantes.

[12] Em 18 de fevereiro de 2022 foi realizada, na modalidade virtual síncrona, a oficina sobre plano de contingência apresentada neste capítulo. Nesta versão da oficina, que abordou desastres hidrológicos, foi eliminada a necessidade de materiais impressos e possibilitada a participação remota dos interessados. Inclusive uma moradora e voluntária da cidade de Petrópolis, RJ, que havia participado da oficina presencial em 2019, acompanhou a oficina remota síncrona de 18/02/2022, dentro de um dos abrigos instalados na referida cidade após desastre ocorrido em 15 de fevereiro de 2022. Mais informações estão disponíveis em: https://pcon-desastres.poli.ufrj.br/map_acoes/pratica-de-elaboracao-de-plano-de-contingencia-uma-importante-ferramenta-na-gestao-de-riscos-e-desastres/ e em https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/02/15/chuva-em-petropolis-causa-alagamentos-e-arrasta-carros-fotos.ghtml. Acesso em 16 de fevereiro de 2022.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei n.º 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. Brasília, DF: D.O.U., 10 abr. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 02 jul. 2021.

BRASIL. **Módulo de formação:** elaboração de plano de contingência - livro base. Brasília: Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres, 2017. 62 p. ISBN 978-85-68813-07-2.

DA-SILVA-ROSA, T. *et al.* Environmental Education as a Strategy for Reduction of Socio-Environmental Risks. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 211-230, 2015.

EYERKAUFER, M. L.; SEDLACEK. A.C. 2018. Governança em riscos e desastres a partir da gestão e modelagem de processos colaborativos de trabalho. **R. Gest. Sust. Ambient.**, Florianópolis, v. 7, Edição Especial - II Seminário Internacional de Proteção e Defesa Civil, p. 166-185, 2018.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro, RJ) e oficina com o jogo "Zoom". *In:* **Semana de Integração Acadêmica da UFRJ – SIAC**, 9., 2018, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2018a.

FREITAS, A. C. **Projeto Espaço Fluir**. *In*: Campanha aprender para prevenir do CEMADEN Educação, 2018b. Disponível em: http://200.133.244.149/2018/?p=930. Acesso em: 2 out. 2020.

FREITAS, A. C. **Curso ações educativas para RRD e Oficina com o jogo Cidade Resiliente**. *In*: Curso e oficina realizados na sede do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Rio de Janeiro, 2019a.

FREITAS, A. C. Educação para redução do risco de desastres: ações desenvolvidas no projeto Espaço Fluir. *In*: **Seminário RRD Rio - Ciência, tecnologia e inovação na Redução de Riscos de Desastres na Cidade do Rio de Janeiro**, SETEC RRD RIO, 1., 2019b. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/seminariorrdrio e em https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12931487/4354744/ANAIS_Ebook_final.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

FREITAS, A. C. **Ações de Educação para a Redução dos Riscos e Desastres**. *In*: Curso "Risco geológico Defesa Civil de Maricá e CPRM, Maricá, RJ", 2019c. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Pesquisadores-em-Geociencias-da-CPRM-capacitam-agentes-de-Defesa-Civil-de-diversos-estados-brasileiros-em-Marica-%28RJ%29-5608.html. Acesso em: 30 set. 2020.

FREITAS, A. C. **Projetos Espaço Fluir e Molipdec: "Juntos somos mais fortes"**. Módulo N: Espaço Fluir e MOLIPDEC: Jogos Educativos. Ação cadastrada na 4ª campanha Aprender para Prevenir (2019) do Cemaden Educação. 2019d. Disponível em: http://200.133.244.149/2019/?p=1109 . Acesso em: 2 out. 2020.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade de Maricá, RJ) e oficina com o jogo "Vai Rolar". *In*: **Semana de Integração Acadêmica da UFRJ – SIAC**, 10., 2019, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2019e.

JOHNSON, V. A. *et al*. Evaluations of disaster education programs for children: a methodological review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 9, p. 107-123, 2014.

LIDSTONE, J. Disaster Education: Where we are and where we should be. *In*: LIDSTONE, J. (ed.) **International Perspectives on Teaching about Hazards and Disasters**. International Geographical Union, Channel View Publications. Adelaide, Australia, 1996. pp. 7-17.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e Educação**. Um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012.

MARCHEZINI, V. et al. Educação para Redução de Riscos de Desastres: Experiências Formais e Não-Formais no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, p. 102-117, 2019.

MENDONÇA, M. B. de; FREITAS, A. C. Uma experiência de concepção de jogos pedagógicos para redução de riscos de desastres. **Revista Vértices**, v. 23, n. 1, p. 299-314, 30 abr. 2021.

MENDONÇA, M. B.; LUCENA, R. Atividades Socioeducativas para a Redução de Desastres Associados a Deslizamentos. **Revista de Comunicação e Educação Ambiental**, v. 3, p. 109-123, 2013.

IVIDES.org

MENDONCA, M. B.; VALOIS A.S. Disaster education for landslide risk reduction: an experience in a public school in Rio de Janeiro State, Brazil. **Natural Hazards**, v. 89, n. 1, p. 351-365, 2017.

MORAIS, J. **Oficina apresenta jogo Cidade Resiliente voltado ao aprendizado sobre prevenção aos desastres naturais**. 2019. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Oficina-apresenta-jogo-Cidade-Resiliente-voltado-ao-aprendizado-sobre-prevencao-aos-desastres-naturais-6076.html. Acesso em: 30 set. 2020.

MOLIPDEC. **Projeto MOLIPDEC-RJ** - Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Projeto de Extensão da Escola Politécnica da UFRJ. Coordenação: Alessandra Conde de Freitas. Rio de Janeiro: UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 09/01/2018 a 29/12/2020.

NORONHA, M. **Jogo cidade resiliente:** um estudo sobre aplicação de ferramenta de redução de riscos de desastres em ambientes escolares. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029369.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.

PETAL, M. Education in disaster risk reduction Education. *In*: SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (ed.). **Disaster Management**: Global Challenges and Local Solutions. Hyderabad: University Press, 2009. p. 285-320.

PETAL, M. A.; IZADKHAH, Y. O. **Concept Note**: Formal and Informal Education for Disaster Risk Reduction. A contribution from Risk RED for the International Conference on School Safety, Islamabad, May 2008. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.371.284&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 15 dez. 2018.

PRATER, C.S. e LINDELL, M.K. Politics of hazard mitigation. **Natural Hazards Review**, v. 1, n. 1, p. 73–82, 2000.

ROLDÃO, M. Colaborar é preciso: questões de qualidade e eficácia no trabalho dos professores. **Revista Noesis**, Dossier: Trabalho colaborativo dos professores, n. 71, p. 24-29, 2007.

Sedec-RJ (Secretaria Estadual de Defesa Civil). Sedec-RJ participa da Semana de Integração Acadêmica da UFRJ. s.d. Disponível em: http://www.defesacivil.rj.gov.br/index.php/noticias-da-defesa-civil/211-sedec-rj-participa-da-semana-de-integracao-academica-da-ufrj. Acesso em: 15 dez. 2021.

SELBY, D.; KAGAWA, F. **Disaster Risk Reduction in School Curricula:** Case Studies from Thirty Countries. Genebra: United Nations Children Fund, UNICEF, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO 7, 2012. Disponível em: https://www.unicef.org/environment/files/DRRinCurricula-Mapping30-countriesFINAL.pdf. Acesso em: 27 ago. 2019.

SHAW, R. *et al*. Disaster education: an introduction. *In*: SHAW, R.; SHIWAKU, K.; TAKEUCHI, Y. (ed.) **Disaster education**: community, environment and disaster risk management. v. 7. Bingley: Emerald, 2011. p. 1-22.

SHAW, R. *et al*. **1-2-3 of Disaster Education**. Kyoto: European Union United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR, Kyoto University, 2009.

TRAJBER, R; OLIVATO, D. A escola e a comunidade: ciência cidadã e tecnologias digitais na prevenção de desastres. *In*: MARCHEZINI, V. *et al* (ed.). **Reduction of Vulnerability to Disasters**: from knowledge to action. São Carlos: Editora Rima, 2017. p. 531-550.

TWIGG, J. **Disaster Risk Reduction**. Good Practice Review 9. New edition 2015. Humanitarian Policy Group Overseas Development Institute, 2015. Disponível em: https://odihpn.org/wp-content/uploads/2011/06/GPR-9-web-string-1.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Online glossary**. [*S.I.*], [s.d.]. Disponível em: https://www.undrr.org/terminology. Acesso em: 10 jun. 2021.

UNISDR. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres**. (versão Português não oficial). Paris: Nações Unidas, 7 abr. 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf e http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeSendaiPortugues.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

WELLS, G. **Indagación dialógica**: hacia una teoria y una práctica socioculturales de la educación. Barcelona: Paidós, 2001.

IVIDES.org

*CONCEPTS AND METHODOLOGICAL APPROACH USED IN WORKSHOP FOR THE PREPARATION OF A CONTINGENCY PLAN: AN IMPORTANT INSTRUMENT AIMED AT DISASTER RISK REDUCTION EDUCATION (DRRE)

In Brazil, in 2012, Federal Law 12,608 was enacted, which institutes the National Policy for Civil Protection and Defense. The guidelines of this national policy include (i) articulated action between the Union and the other federative entities, (ii) management that promotes prevention, mitigation, preparation, response and recovery actions - prioritizing preventive actions to disaster risk reduction and planning, based on experience and results of research and studies and (iii) actions that enable the participation of the many actors involved (institutions and society), such as, for example, the participatory process of discussion, elaboration and contingency plan validation. Internationally, the Sendai Framework of Action is the guiding instrument for disaster risk reduction (RRD) action strategies (2015-2030), which highlights the importance of knowledge, education, capacity and resilience to disasters. One of its guiding principles addresses the aspect that disaster risk reduction requires engagement and cooperation from the whole society, the empowerment and participation of all stakeholders and highlights the need for a more people-centered approach. In this sense, in alignment with the national legislation in force and the Sendai International Framework, mentioned above, as well as with the Sustainable Development Goals and the New Urban Agenda, this paper presents the main concepts and methodology developed for the process of conception, elaboration and development of educational practice, in the format of a collaborative workshop in the area of management and disaster risk reduction (DRR). This activity can be used in formal and non-formal environments as a resource for discussing topics associated with DRR. The educational proposal, within the scope of the UFRJ extension project, was validated in 3 workshops held between 2018 and 2019, in which the risks and the need for contingency for geohydrological (mass movements, flooding and coastal erosion) and technological hazards were addressed. The concepts and methodological approaches described include activities related to the criteria for defining the working group, facilitator of the activities carried out during the workshops, the choice of case studies, for example, issues related to the coastal region. from the city of Maricá, RJ, and the activities conceived and developed before and during the practical activities, which include: (i) observation and location of elements related to the subject studied on a map; (ii) discussion and elaboration of a text that synthesizes the vision of each workshop participant, with emphasis on the main actions, procedures and necessary resources and those responsible for them; (iii) use of Thematic Floor Panels (PTC); (iv) elaboration of Conceptual Panel; (v) presentation and discussion of the results obtained by the participants and (vi) evaluation process of the workshop. Part of the results obtained in workshops held in 2018 and 2019 is also presented, indicating the effectiveness of the approach used, as well as some aspects that can be improved in the future.

Keywords: Education, Risks, Disasters.

IVIDES.org

8

DOI 10.5281/zenodo.6675833

ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS EM REGIÕES COSTEIRAS: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DE FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Simone Mendonça dos Santos
Célia Regina Gouveia de Souza
Aline Cardinale de Araújo de Oliveira
Anne Karoline de Oliveira

1 - ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA EM REGIÕES COSTEIRAS

1.1 - O CONCEITO DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

Como provedoras de aproximadamente 43% dos bens e serviços ecossistêmicos globais (COSTANZA *et al.*, 1997), as zonas costeiras contemplam ecossistemas de fundamental importância para o planeta. Não por acaso, essas zonas constituem polos preferenciais de ocupação humana desde os primórdios da humanidade (*e.g.*, BARRAGÁN-MUÑOZ, 2010), estando os seus sistemas socioecológicos entre os mais ameaçados pelos efeitos das mudanças climáticas globais (IPCC, 2001), com previsões de intensificação dos impactos dessas mudanças para os próximos anos (IPCC, 2012; PBMC, 2016).

Na América do Sul, por exemplo, as projeções de elevação do nível do mar e as alterações previstas na dinâmica dos eventos meteorológicos-oceanográficos aumentarão o risco de desastres relacionados a perigos geológicos e hidro-meteorológicos, tais como: erosão (e/ou inundação costeira) e inundação continental, com fortes impactos nos ecossistemas, nas infraestruturas e nos meios de sobrevivência das comunidades costeiras (IOC, 2009; CEPAL, 2012; IPCC, 2012; PBMC, 2016).

A probabilidade de uma ameaça a um sistema socioecológico[1] vulnerável se concretizar, combinada aos impactos potenciais caso essa ameaça se materialize, resulta no que se define como risco climático (IPCC, 2014; MMA, 2018) (Figura 1). Uma perspectiva complementar à da adaptação climática dos sistemas socioecológicos costeiros está relacionada à resiliência climática, que se refere à capacidade que esses sistemas têm de lidar com um dano, tendência ou distúrbio, respondendo ou reorganizando-se de forma apropriada à manutenção de suas funções, identidades e estruturas essenciais, além de sua capacidade de adaptação, aprendizado e transformação (IPCC, 2018).

[1] Sistema socioecológico é conceito que busca integrar as unidades ambientais (por exemplo, os ecossistemas), os processos socioecológicos (dinâmicas culturais e fluxos de serviços), as partes interessadas e a governança associada (OSTROM, 2009).

IVIDES.org

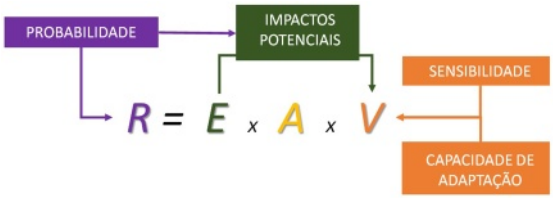


Figura 1 - Representação da equação de risco climático. R= risco climático; E= exposição; A= ameaça; V= vulnerabilidade. Elaborado pelas autoras, adaptado de IPCC (2014).

Visando à redução das vulnerabilidades dos sistemas socioecológicos costeiros, frente aos riscos climáticos em curso, as estratégias de adaptação climática devem conciliar medidas de redução da exposição e sensibilidade, com aquelas relacionadas à expansão da capacidade adaptativa (GIZ; UNEP-WCMC; FEBA, 2017). Vale ressaltar que o conceito de capacidade adaptativa aqui adotado diz respeito à capacidade dos sistemas, das instituições, dos humanos e dos outros organismos se ajustarem a danos potenciais, aproveitar oportunidades ou responder às consequências (IPCC, 2018, p. 542).

De fato, o Art. 6º da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de 1992, fomenta a participação pública na abordagem da mudança do clima e no desenvolvimento de estratégias de adaptação adequadas (UN, 1992, p. 17). Entretanto, em muitos campos da gestão costeira, a experiência evidencia questões complexas associadas ao envolvimento público nos processos de tomada de decisão (BARRAGÁN-MUÑOZ, 2016).

Por outro lado, corroborando Few, Brown e Tompinks (2007), entende-se que no planejamento da adaptação climática, o envolvimento ativo dos diversos atores sociais é apropriado, se o objetivo for definir prioridades gerais para a sociedade, ou estimular uma ampla deliberação das questões relativas aos efeitos das mudanças climáticas, ou quando os impactos dessas mudanças tiverem efeitos tangíveis na sociedade.

A atuação pública em adaptação climática pode se dar a partir de duas abordagens complementares e não excludentes: (i) por meio da apresentação de uma nova proposta política (*dedicated approach*), com respostas específicas em adaptação – uma política, plano ou programa nacional, regional, estadual ou municipal de adaptação climática; ou (ii) a partir de uma abordagem *mainstreaming*, que busca a integração da temática da adaptação nas políticas públicas, planos ou programas setoriais de desenvolvimento (Di GIULIO *et al*., 2018).

Em processos de adaptação antecipatória, uma vez que a principal decisão estratégica já foi tomada, ou seja, atuar para a redução das vulnerabilidades sociais aos impactos das mudanças climáticas, uma abordagem criativa e informada da participação pública, que não mimetize um processo de decisão de ascendente (*bottom-up*), parece conduzir a resultados mais honestos. Em outras palavras, se o objetivo final for instrumentalizar uma estratégia de adaptação antecipatória, "há a necessidade de reconhecer o quanto ele limita abordagens amplamente inclusivas e ser explícito, desde o início, sobre o verdadeiro escopo do envolvimento público" (FEW; BROWN; TOMPKINS, 2007, p. 55).

Além disso, na tomada de decisão sobre as estratégias preventivas e de longo prazo, como no caso dos planos de adaptação, as incertezas sobre os impactos das mudanças climáticas adicionam maior complexidade ao planejamento, especialmente, nos casos em que as medidas de adaptação implicam custos elevados e/ou alteração radical das atividades atuais. Embora haja benefícios locais evidentes a serem obtidos com a ação adaptativa, em geral, esses benefícios são intergeracionais e essa disparidade de escala temporal representa um dilema clássico sobre gestão de bens públicos, entre os atores que têm uma perspectiva estratégica e aqueles que defendem a priorização de problemas que têm imediatismo espacial ou temporal (DIETZ; STROM; STERN, 2003).

Importante destacar que um dos fatores determinantes para o sucesso das estratégias de adaptação climática é o comprometimento das instituições governamentais com a transparência. Segundo Jacobi (2009), atualmente, um dos principais desafios da gestão costeira é garantir uma abordagem aberta, transparente, inclusiva e comunicativa nas tomadas de decisão que envolvem toda a cadeia do risco climático.

IVIDES.org

1.2 - DESAFIOS DA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA EM REGIÕES COSTEIRAS

Enquanto as estratégias de mitigação buscam limitar as mudanças climáticas, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa (GEEs), as estratégias de adaptação buscam realizar ajustes para antecipar impactos adversos das mudanças climáticas, que resultem na redução das vulnerabilidades (IPCC, 2007). Contudo, embora possa ocorrer de forma espontânea, como uma resposta dos sistemas socioecológicos às alterações do clima, a adaptação climática deve idealmente se dar de forma deliberada e baseada em um processo de planejamento, que, além de identificar e avaliar os riscos e as vulnerabilidades, deve definir um conjunto de ações que auxiliarão as comunidades a lidar com esses impactos (MMA, 2018).

Em função dos diferentes níveis de vulnerabilidade dos sistemas naturais e antrópicos, do grande número de atores sociais direta (ou indiretamente) envolvidos com as questões climáticas, dos diferentes níveis de tomada de decisão e das articulações intersetoriais necessárias, o planejamento da adaptação é um processo complexo, que enfrenta inúmeros desafios (GVCES, 2014; 2016). Somam-se a isso, as incertezas relacionadas às projeções climáticas e às limitações perceptivas, sociopolíticas, institucionais e econômicas, que reduzem a capacidade dos governos e das organizações, em prover infraestrutura de suporte aos ecossistemas e às populações (Di GIULIO; MARTINS; LEMOS, 2016).

Mesmo assim, vários países vêm buscando definir estratégias nacionais de adaptação, numa perspectiva integrada e transversal (GVCES, 2014; 2016), influenciados tanto pelos relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de 2001, 2007 e 2014 que, ao fornecerem uma visão atualizada da vulnerabilidade dos ecossistemas e das populações, evidenciaram a relevância da temática da adaptação climática (LIMA; DUARTE, 2020).

No Brasil, as projeções climáticas e de elevação do nível do mar indicam que importantes alterações já estão em curso e devem se acelerar até o final deste século (MARENGO *et al*., 2015). Diante desse cenário, em 2016, seguindo determinação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09), foi instituído no Brasil o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), contendo um conjunto de diretrizes de orientação para a gestão e redução do risco climático no longo prazo.

Ao propor a implementação da estratégia nacional de adaptação por meio da integração da gestão dos riscos da mudança do clima nos planos e políticas públicas setoriais ou temáticas, o PNA, ao mesmo tempo que se caracteriza como um plano com medidas específicas de adaptação climática, enfatiza o papel da abordagem *mainstreaming*, admitindo que as medidas de adaptação climática tendem a ser mais facilmente implementadas, quando encontram sinergismo com outras políticas, planos e programas existentes, como aqueles orientados para o desenvolvimento sustentável, a qualidade de vida e a infraestrutura (MMA, 2016; DI GIULIO; MARTINS; LEMOS, 2016).

Contudo, poucos estados avançaram na agenda climática, desenvolvendo seus planos de adaptação, sendo eles, os Estados do Acre, Pernambuco, Tocantins, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (CPD WORLDWIDE, 2021). No âmbito municipal, prevalece ainda uma falta de atenção e de capacidade técnica e financeira, para lidar com a questão da adaptação climática (WWF BRASIL, 2017).

Tendo em vista a otimização do uso dos recursos públicos, o PNA articulou a estratégia nacional de adaptação climática das zonas costeiras com o arranjo institucional do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC (Lei nº 7.661 de 1988), reforçando o papel das políticas de planejamento e ordenamento territorial e costeiro, na avaliação e gestão dos riscos climáticos. Segundo informações do próprio PNA, a articulação permitiu a definição de uma abordagem de adaptação climática das regiões costeiras, baseada em critérios de co-benefícios e medidas de não arrependimento, que considera o caráter sistêmico da adaptação para reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima (MMA, 2016, p. 349).

Além de preconizar uma abordagem compartilhada entre União, Estados e Municípios, o PNGC insere no arcabouço da Política Nacional de Adaptação Climática outros instrumentos de planejamento e ordenamento territorial, dentre eles, os Planos Estaduais de Gerenciamento Costeiro (PEGCs), o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC), os Planos Diretores Municipais e o Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla) (NICOLODI *et al*., 2021), configurando uma organização político-administrativa complexa, que exige coordenação das ações de uma variedade de instituições, com processos e normas de diversas naturezas

IVIDES.org

(SCHERER; SANCHES; NEGREIROS, 2010). Desse modo, para alcançar os resultados desejados, o planejamento público da adaptação climática deve considerar quatro princípios orientadores: (i) a coerência; (ii) a priorização de medidas de adaptação do tipo *no-regrets* (em inglês, sem arrependimentos)*;* (iii) a abordagem territorial; e (iv) a integração (GVCES, 2014; 2016).

O princípio da coerência enfatiza a necessidade de alinhamento entre o planejamento da adaptação e os demais planejamentos públicos, em prol de uma abordagem sistêmica, dada a natureza transversal e multissetorial da temática da adaptação. A coerência pode, portanto, ser definida como o produto da compatibilização entre os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos das diversas políticas públicas e planos governamentais, ambientais, de desenvolvimento, econômicas e de mudança climática.

Admitindo que a incerteza é aspecto inerente ao planejamento da adaptação, o princípio das medidas *no-regrets* (sem arrependimento) fomenta a priorização de ações, que gerem benefícios e co-benefícios, como a captura de gases do efeito estufa (GEEs) ou o estabelecimento de áreas de recreação, mesmo que os cenários climáticos projetados não se concretizem. Entende-se que as medidas de adaptação de baixo arrependimento facilitam os acordos e a tomada de decisão compartilhada entre os diversos atores envolvidos no planejamento.

Por sua vez, o princípio da territorialidade considera a dimensão espacial do planejamento, na qual o uso de recorte temáticos, em contraposição ao recorte setorial, promove uma abordagem sistêmica, que considera os processos e instituições públicas, a partir de recortes mais representativos das dinâmicas histórica, cultural, sociopolítica e ambiental. Por fim, o princípio da integração fomenta a busca pela incorporação de medidas de adaptação ao planejamento público existente, considerando processos, instrumentos e orçamentos correntes, nos níveis nacional, subnacionais e setoriais.

Assim, uma vez que as mudanças climáticas impactam de alguma forma todos os setores da sociedade, é de se esperar que qualquer política pública, plano ou programa setorial/regional formulados no Brasil busquem integrar a temática da adaptação e, sempre que possível, orientar os outros planejamentos direta ou indiretamente relacionados sobre as questões climáticas e eventuais oportunidades de adaptação. De acordo com a *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), esse desafio pode ser superado com auxílio de mecanismos técnicos, políticos e institucionais (OECD, 2016), que promovam:

- Coerência horizontal: assegurando que objetivos das diferentes políticas setoriais se reforcem mutuamente, fortalecendo a comunicação e o alinhamento de perspectiva em relação às mudanças climáticas;
- Coerência vertical: assegurando que as práticas de agências e órgãos dos diferentes níveis governamentais reforcem os objetivos mais amplos de adaptação climática;
- Coerência temporal: garantindo as diferentes políticas, planos e programas de mudanças climáticas continuem efetivas, nos médio e longo prazos, e que medidas setoriais de curto prazo não se contraponham aos objetivos estratégicos mais amplos.

Contudo, ao que parece, embora a perspectiva da sustentabilidade tenha influenciado a sociedade e suas relações, colocando a adaptação climática nas agendas políticas internacionais, esse movimento não promoveu alterações substanciais no cenário de crise ambiental planetária (LIMA; DUARTE, 2020). Em um levantamento realizado por Di Giulio *et al.* (2018), sobre os estudos que buscaram analisar as percepções dos indivíduos sobre as mudanças climáticas e os riscos associados, constatou-se que, apesar da ampla sensibilização sobre as questões climáticas, as pessoas ainda têm dificuldades em compreender as causas e os efeitos das alterações climáticas, as quais acabam não sendo priorizadas nas agendas de desenvolvimento dos países.

Tendo em vista que as estratégias de adaptação climática são, em última análise, estratégias de desenvolvimento sustentável, destacamos as oportunidades que emergem do conhecimento acumulado com a prática de planejamento ambiental. Assim, longe de uma apropriação redutora dessa temática, que é ampla e transversal, este capítulo propõe uma aproximação entre o planejamento da adaptação climática e as ferramentas de gestão ambiental potencialmente capazes de lidar com os desafios desse processo.

Assim, à medida que se avança no conhecimento e descrição dos processos que sustentam a base de recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos, muitos são os benefícios que podem ser observados na tomada de decisão em planejamento ambiental, incluindo a simulação e a análise de diferentes cenários prospectivos de comportamento dos sistemas ambientais (SÁNCHEZ, 2013).

IVIDES.org

É nesse contexto, que se justificam as discussões sobre o potencial da modelagem computacional no planejamento da adaptação climática em regiões costeiras, cujo desenvolvimento tem ajudado gestores a compreender os efeitos de longo prazo de grandes tempestades e do aumento do nível do mar sobre a costa, além de fornecer diretrizes para recuperação de praias e outros ecossistemas sensíveis da interface terra-mar.

Por outro lado, considerando que as mudanças climáticas constituem uma das maiores causas da perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (MEA, 2005), é notório o papel das abordagens de adaptação baseada em ecossistemas (AbE), na redução das vulnerabilidades das comunidades humanas, por meio da conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (BPBES, 2018). Nesse prisma, com uma a abordagem orientada para o desenvolvimento sustentável e sistemática de avaliação, que possibilita a consideração dos efeitos cumulativos e de longo prazo das alterações climáticas, a avaliação ambiental estratégica (AAE) é instrumento de planejamento estratégico, que favorece a integração das questões relacionadas à adaptação climática e à biodiversidade no desenvolvimento territorial costeiro, constituindo alternativa relevante para o planejamento da AbE (McCALLUM *et al*., 2013).

Assim, nas próximas seções são discutidas as contribuições da modelagem computacional de sistemas ambientais, das abordagens da AbE e da AAE para o planejamento e a adaptação climática e o desenvolvimento territorial costeiro. A última seção apresenta uma proposta de arranjo instrumental aplicável a esse processo, tendo em vista a inclusão sobre algumas das variáveis críticas para o sucesso das estratégias de adaptação nas regiões costeiras do Brasil.

2 - A MODELAGEM COMPUTACIONAL DE SISTEMAS AMBIENTAIS

No planejamento da adaptação climática, a avaliação da vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos de interesse é fundamental. Logo, a modelagem surge como uma ferramenta imprescindível na compreensão dos processos e variáveis, que sustentam a dinâmica da base de recursos naturais e de serviços ecossistêmicos. A partir da aquisição, do processamento e da análise de um conjunto de dados e informações, a modelagem possibilita a identificação das unidades de exposição relevantes para a adaptação, além de atribuir coerência temporal ao planejamento da adaptação. Entende-se, por unidade de exposição, "aquela que está sujeita a impactos e é simultaneamente agente e alvo de ações adaptativas" (LINDOSO, 2017, p. 134), o que, neste caso, pode compreender as populações, os grupos sociais, os lugares, os setores, as regiões geográficas ou as unidades político-administrativas, bem como os ecossistemas ou os elementos da biodiversidade.

O caráter multidisciplinar da modelagem de sistemas ambientais costeiros auxilia o entendimento dos mecanismos causais entre ambiente biofísico e suas interações com diferentes contextos socioeconômicos. O uso de métodos e técnicas de modelagem permite a compreensão da complexa interação homem-natureza e fortalece a capacidade para intervir na busca de soluções para o manejo e a gestão ambiental (NÓBREGA *et al*, 2020). Desse modo, o objetivo dessa seção é trazer noções introdutórias sobre a modelagem de sistemas ambientais, de forma a indicar as potencialidades desta ferramenta para o planejamento da adaptação climática.

A modelagem contempla os procedimentos metodológicos adotados na implementação de um modelo capaz de representar o fenômeno físico estudado. Trata-se de um processo de sucessivas traduções do fenômeno observado em uma linguagem físico-matemática, que permita compreendê-lo, reproduzi-lo e até prevê-lo (*e.g.*. ROSMAN, 1997; PALANDI *et al*., 2010; WENDLAND; RÜBER, 1998).

Um modelo pode ser definido como uma reprodução abstrata, simplificada e idealizada do comportamento de um sistema, proporcionando a representação conceitual ou visual de suas características físicas em escala reduzida. A seleção das características físicas que constituirão o modelo é feita de maneira intuitiva ou por conformidade matemática.

Vale ressaltar que os processos biogeoquímicos atuantes nos ambientes costeiros estão naturalmente em equilíbrio dinâmico. A ação antrópica sobre esses ambientes, em geral, interrompe este mecanismo de autoajuste, provocando alterações físicas e biológicas nos ecossistemas. Da mesma forma, as pressões exercidas pelos efeitos das mudanças climáticas também causam alterações nesses ambientes.

Assim, o conjunto dessas alterações se converte em mudanças ambientais, as quais vão desencadear os impactos ambientais e estes respondem na forma de prejuízos socioeconômicos, tanto na escala da humanidade

IVIDES.org

quanto na das comunidades locais. Nas regiões costeiras, a sociedade pode responder a essas mudanças e impactos, por meio de políticas, planos, programas ou projetos de gestão integrada da zona costeira (GIZC), em um mecanismo que exemplifica o modelo Pressão-Mudança-Impacto-Resposta (P-M-I-R), resumido na Figura 2.

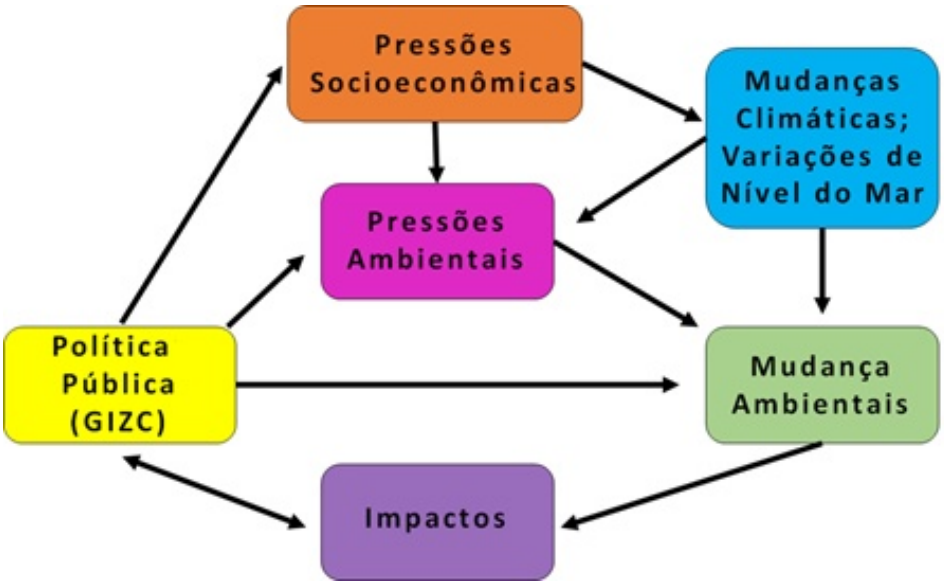


Figura 2 - Estrutura do mecanismo de fluxo contínuo da gestão integrada da zona costeira (GIZC), em cenários de mudanças climáticas e seus efeitos. Fonte: Souza e Suguio (2003).

Um efetivo planejamento ambiental requer o conhecimento profundo daquilo que se busca gerir ou gerenciar, como forma de diagnosticar os problemas concernentes à área de interesse. Logo, é imprescindível monitorar as principais variáveis ambientais envolvidas nos processos da região estudada, a partir da aquisição, processamento e análise de dados ambientais. Nesse contexto, a finalidade dos modelos é simplificar os fenômenos naturais, de modo que se possa analisá-los, a partir das características que descrevem o sistema estudado.

Embora essenciais ao estudo e diagnóstico ambientais, os dados e informações de diagnóstico ambiental são geralmente escassos, principalmente, por envolverem um elevado custo no seu levantamento. Ademais, os pontos de medições, por mais representativos que sejam, são apenas uma diminuta parcela amostral do todo a ser estudado.

Neste contexto, os modelos permitem que as informações obtidas nos pontos onde os dados foram medidos sejam interpoladas e extrapoladas, tanto no espaço como no tempo, para toda a área e o período de interesse. Para Rosman (1997), os modelos validados são ferramentas indispensáveis à gestão e ao gerenciamento de sistemas ambientais, pois permitem otimizar custos de monitoramento e aquisição de dados, além de contribuir com a interpretação e o entendimento da dinâmica dos processos modelados.

Contudo, os modelos necessitam ser devidamente calibrados, a fim de que sejam capazes de reproduzir os valores nos pontos onde foram feitas as medições, para que as interpolações e extrapolações sejam consideradas confiáveis. Desse modo, os modelos propiciam o entendimento da dinâmica de processos, já que a análise de dados medidos em pontos isolados dificilmente fornece uma clara compreensão da dinâmica do sistema como um todo.

No que se refere à modelagem de sistemas ambientais, existem várias etapas (Figura 3), discutidas aqui com base em modelos de hidrodinâmica costeira (*e.g.*, ROSMAN, 1997; ASSAD *et al*., 2009; HARARI, 2015).

A mais importante e fundamental etapa na construção de um modelo é a modelagem conceptual, que nada mais é do que formar na mente a concepção do fenômeno natural de interesse. A minuciosa observação do fenômeno físico estudado permite conhecer sua origem, sua variação espaço-temporal e suas causas e efeitos, além de compreender as interações dos agentes intervenientes na sua ocorrência. Uma vez entendido o fenômeno, faz-se necessário definir as leis físicas universais que o descrevem.

IVIDES.org

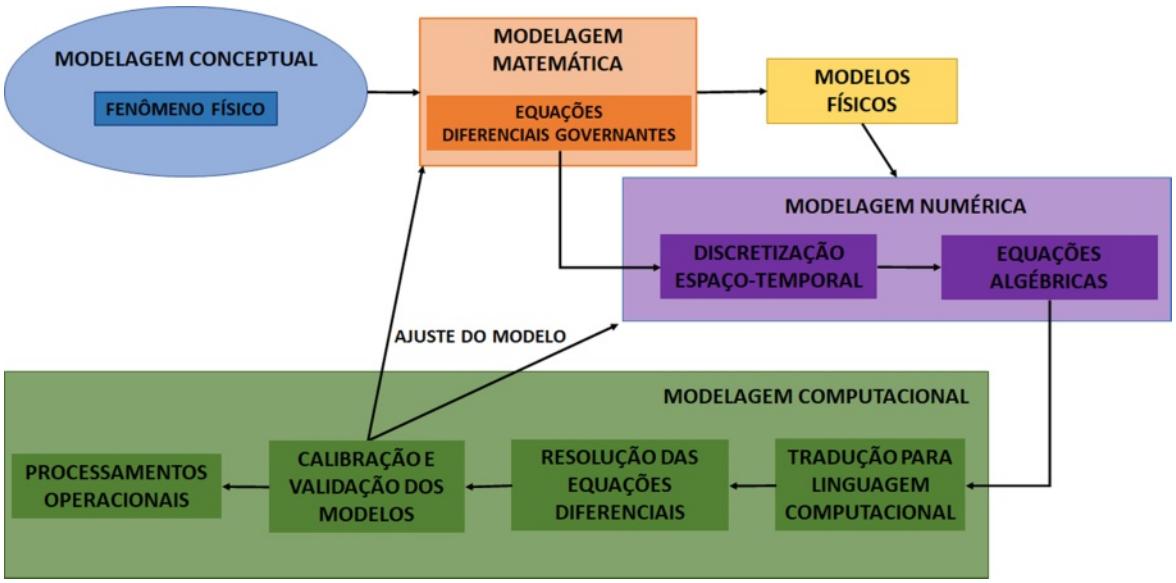


Figura 3 - Etapas de implantação e utilização de modelagem numérica em sistemas ambientais costeiros. Elaborado pelas autoras.

O próximo passo é traduzir o modelo conceptual do fenômeno em uma linguagem matemática capaz de representá-lo. A esta etapa, dá-se o nome de modelagem matemática, que consiste basicamente na adequação do fenômeno a ser estudado em um conjunto de fórmulas matemáticas, chamadas de equações governantes. O modelo matemático é, então, um sistema de equações governantes, cuja correta aplicação exige a particularização, em termos de condições iniciais (tempo) e de condições de contorno (espaço).

Nesta etapa da modelagem, também podem ser empregados modelos físicos, que são protótipos construídos para representar o sistema estudado em uma escala menor, possibilitando a investigação do processo de interesse. A utilização de modelos físicos permite observar e mensurar fenômenos que, dificilmente, poderiam ser avaliados na natureza, além de oferecer maior controle, quanto à modificação de variáveis e de séries temporais; e possibilitar a repetição do experimento tantas vezes quanto seja necessário.

Apesar de suas vantagens, os modelos físicos exigem gastos de tempo e de recursos, que podem ser otimizados por meio do desenvolvimento de modelos numéricos. A modelagem numérica consiste em traduzir as equações governantes do modelo matemático em equações diferenciais. Na sequência, o processo, chamado discretização numérica, trata de simplificar as equações diferenciais governantes, tornando-as solucionáveis, por meio de um sistema de equações algébricas, em pontos discretos no espaço e no tempo. Isto significa que as equações serão solucionadas em cada ponto no espaço, dentro de um domínio espacial pré-definido e para instantes de interesse.

A última etapa é a modelagem computacional, que é a tradução do modelo numérico para uma linguagem, que possa ser compilada e executada em um computador, como, por exemplo, Python, JavaScript, C, C++, Fortran, Pascal, Matlab, entre outras, de modo a resolver as equações diferenciais governantes. Nesta etapa do processo de modelagem, é necessário que o modelo seja calibrado e validado, a fim de que sua capacidade representativa e preditiva seja comprovada.

A calibração consiste na comparação de resultados do modelo com um conjunto de dados, de modo que se obtenham valores mais adequados para os coeficientes das equações. Os dados utilizados na calibração, na validação e no processamento do modelo podem ser obtidos por meio de medições *in situ*, de forma remota, ou ainda, a partir dos resultados de outros modelos. Após calibrar o modelo, deve-se fazer sua validação, por meio da comparação dos resultados obtidos com outro conjunto de dados, para que a qualidade dos resultados das simulações do modelo possa ser averiguada.

A seguir, o modelo passa a ser utilizado de forma plena. Ao final desta etapa, processamentos operacionais permitem obter resultados de interesse para simulações envolvendo situações pretéritas, condições atuais realísticas, cenários idealizados ou projeções futuras. A aplicação dos métodos numéricos permite, portanto, o uso de técnicas computacionais para resolver problemas complexos, para os quais as soluções manuais não são factíveis e podem demandar muito tempo para sua execução, além de muitas vezes conduzirem a resultados imprecisos.

IVIDES.org

A modelagem computacional em regiões costeiras vem sendo empregada, com inúmeras contribuições, em estudos que buscam a compreensão dos processos atuantes em ambientes complexos, tais como: os estuários, os deltas, as baías, as dunas, as ilhas, as praias, entre outros, que sofrem a influência da dinâmica oceânica em águas rasas. No caso de modelagens hidrodinâmicas para ambientes costeiros, existem diversos softwares, sendo os mais utilizados: DELFT-3D®, X-BEACH®, MIKE21®, SisBaHiA® e SMC-Brasil®.

Há uma enorme quantidade de trabalhos que simulam processos naturais na zona costeira e marinha, tais como: modelos da circulação oceânica e costeira, de propagação de ondas no mar, de evolução das condições atmosféricas, de distribuição de poluentes no ar e em corpos hídricos, de dispersão e deposição de sedimentos em áreas costeiras, de evolução do sistema praial ou praia-duna, da cadeia alimentar no oceano e de qualidade da água em áreas litorâneas (*e.g.*, VELLINGA, 1982; COWELL, *et al*., 1995; BRADFORD, 2000; FREYERMUTH *et al*., 2007; SYVITSKI *et al*., 2010; CASTELLE *et al*., 2020).

Como ferramentas de suporte à tomada de decisão no planejamento da adaptação climática, há também inúmeros modelos que usam as mesmas concepções dos modelos computacionais descritos anteriormente, mas que se destinam à espacialização de mudanças e problemas ambientais na zona costeira, riscos geológicos e hidrometeorológicos, bem como, de projeções de cenários climáticos e de elevação do nível do mar e eventos extremos (e.g. KRIEBEL; DEAN, 1985; SOUZA, 2005, 2009; DAVIDSON-ARNOTT, 2005; FERREIRA *et al*., 2017; MARENGO *et al*., 2017; PASSOS *et al*., 2013; KLEIN *et al*., 2016; CHOU *et al*., 2019; ATHANASIOU *et al*., 2020, entre muitos outros).

No Brasil e, em especial, no estado de São Paulo, os modelos têm se mostrado ferramentas úteis para estudos de diagnóstico e prognóstico das condições de base de recursos naturais (*baseline*). Por exemplo, têm servido muito para o aprendizado nos processos de Licenciamento Ambiental e Estudos de Impacto Ambiental (EIA), bem como, na elaboração de Planos de Contingência e Emergência Ambiental. Ao simularem novos cenários, por meio da extrapolação temporal, os modelos permitem a previsão dos impactos decorrentes de modificações a serem introduzidas nos sistemas socioecológicos de interesse, procedimento imprescindível no planejamento da adaptação climática. Assim, por permitirem a inserção da dimensão temporal no planejamento da adaptação, os modelos podem contribuir para a definição de medidas de prevenção ou de mitigação mais coerentes com a temporalidade dos impactos das mudanças climáticas (coerência temporal), permitindo a definição de planos de adaptação mais consistentes (SÁNCHEZ, 2013).

3 - O PAPEL DA NATUREZA NA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

3.1 - OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Os serviços ecossistêmicos desempenham um papel importante nas estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (TURNER *et al.*, 2010; MALHI *et al*., 2020) e, embora sejam parte da solução, eles mesmos também são afetados pelas mudanças climáticas (LOCATELLI, 2001). Essas estratégias têm como objetivo conciliar medidas de redução da exposição, da sensibilidade e das vulnerabilidades, além de contribuir para o aumento da resiliência dos sistemas socioecológicos costeiros (GIZ, 2017).

O termo “Serviços Ecossistêmicos” surgiu em meados da década de 1970, para descrever a estruturação e a síntese do entendimento biofísico dos processos ecossistêmicos, em termos de bem estar humano (BRAUMAN *et al*., 2007). Com o passar do tempo, a forma com que o ser humano passou a enxergar a natureza foi transicionando do antropocentrismo para o ecocentrismo, na qual, atribui-se um valor intrínseco à natureza (SILVA, 2011). No final da década de 1990, os primeiros sistemas de categorização de bens e serviços ecossistêmicos foram publicados (DAILY, 1997; COSTANZA *et al*., 1997).

Em 2005, no relatório da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (*Millenium Ecosystem Assessment*-MEA), surge a primeira tentativa de classificação dos serviços ecossistêmicos, com a seguinte proposta: Provisão, Regulação, Suporte e Cultural (MEA, 2005). Alguns exemplos de serviços ecossistêmicos das zonas costeiras são: 1. Provisão - oferta de água, alimentos e matéria-prima; 2. Regulação - regulação do clima, proteção da linha de costa oceânica, prevenção de escorregamentos, prevenção de inundações e enchentes; 3. Suporte - formação do solo, fotossíntese: produção de oxigênio atmosférico, produção primária, ciclagem de nutrientes e ciclagem da água (BUCHIANERI, 2017).

IVIDES.org

A abordagem dos serviços ecossistêmicos tornou-se uma ferramenta muito popular nesta última década, pelo seu caráter integrador, focado nas relações entre o homem e a natureza; e com elevado potencial de aplicação na gestão ambiental (GROOT *et al*., 2010; GROOT, 1987; GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). Sendo que ela, juntamente com as práticas de valoração ambiental, mudou os termos dos debates sobre a conservação da natureza, a gestão de recursos naturais e outras áreas de política pública (BUCHIANERI, 2017).

A abordagem da valoração econômica sob o olhar da perspectiva da Economia Ecológica, possibilita estimar os benefícios proporcionados pelos serviços ecossistêmicos ou a perda deles, em função da conservação ou da mudança do uso da terra, em unidades monetárias. Consequentemente, ampliando o grau de conhecimento sobre os trabalhos econômicos ou os serviços prestados pelos ecossistemas, pode-se usar esses valores para ajudar no reconhecimento de sua importância e para orientação de investimentos para melhoria dos ambientes naturais (BUCHIANERI, 2017).

Um dos primeiros passos para considerar os serviços ecossistêmicos como parte integradora de ferramentas de gestão, frente às mudanças climáticas, é inventariar os serviços ecossistêmicos presentes no ecossistema em questão. De acordo com Shelton *et al*. (2001), o inventário de serviços ecossistêmicos é essencial para identificar e priorizar a importância relativa dos serviços e bens produzidos pelos ecossistemas. Desse modo, os ecossistemas e seus serviços são relevantes, tanto para a mitigação quanto para a adaptação às mudanças climáticas.

No campo da mitigação dos impactos das mudanças climáticas deve ser priorizadas ações que visem, por exemplo, reduzir as fontes de emissões ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa, como a capacidade de remover carbono da atmosfera e armazená-lo. Já no campo da adaptação climática, a meta é ajustar os sistemas naturais ou humanos para moderar os danos ou explorar oportunidades benéficas das variações climáticas. Aqui, os ecossistemas contribuem no fornecimento de serviços que podem auxiliar a sociedade na adaptação aos riscos climáticos atuais e às mudanças climáticas futuras (Kabisch *et al*., 2016; Chausson *et al*., 2020). Assim, atualmente descritos como as contribuições diretas e indiretas da natureza para o bem-estar humano (BPBES, 2018), a identificação e análise dos serviços ecossistêmicos constitui a base da adaptação baseada em ecossistemas (AbE) (CBD, 2009).

3.2 - A ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS

A adaptação baseada em ecossistemas é definida como “o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, como parte de uma estratégia geral de adaptação para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos das mudanças climáticas" (CBD, 2009). O conceito deriva de uma série de práticas, com abordagens na escala dos ecossistemas ou na escala da paisagem, empregadas pelos setores de conservação e desenvolvimento e pode, por exemplo, envolver estratégias de gestão integrada da zona costeira (GIZC), voltadas para a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (UNEP; IEMP, 2019).

Por buscar proteger, gerir ou restaurar os ecossistemas naturais ou modificados, de forma eficaz e adaptativa, a AbE gera co-benefícios valoráveis como, por exemplo, o sequestro de carbono, a mitigação dos impactos da erosão costeira e da elevação do nível do mar e a redução da vulnerabilidade a desastres naturais (BPBES, 2018), proporcionando ao mesmo tempo bem-estar humano e benefícios para a biodiversidade (IUCN, 2020).

A AbE integra um grupo mais amplo das soluções baseadas na natureza (SbE), descrito como o conjunto de medidas e/ou tecnologias, inspiradas ou apoiadas na natureza, que visam auxiliar as comunidades humanas no enfrentamento dos desafios ambientais e sociais globais (EUROPEAN COMISSON, 2015). Assim, sob o guarda-chuva das SbN, além da AbE e dos serviços ecossistêmicos, encontram-se os projetos de “infraestruturas verde e azul” (*Green and Blue infrastructure*, GBI) e outras abordagens de gestão e projeto, baseadas na filosofia “trabalhando com a natureza” (*Working with Nature*, WwN) (CHARLESWORTH; WARWICK, 2021).

Uma das vantagens da AbE é o seu potencial de aplicação a diversos ecossistemas e escalas geográficas – local, nacional, regional e global (Devisscher, 2010). Contudo, orientadas para o desenvolvimento sustentável, as abordagens de AbE devem integrar um contexto mais amplo de adaptação, que demanda articulação da AbE com outras estratégias setoriais de adaptação climática (CBD, 2009). Desse modo, os princípios gerais da AbE incluem (UNEP; IEMP, 2019):

IVIDES.org

- A promoção da resiliência dos ecossistemas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, incluindo aqueles que reduzem o risco de desastres em decorrência das mudanças climáticas;
- A promoção das abordagens multissetoriais;
- O reconhecimento e a consideração da escala funcional dos ecossistemas, dos seus limites e interligações;
- A redução dos riscos, relacionados aos efeitos adversos das medidas adotadas, por meio da consideração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, no delineamento das medidas de adaptação e da estruturação de sistemas de avaliação e monitoramento das medidas implementadas;
- A utilização de abordagens participativas, de estruturas de gestão descentralizadas e flexíveis; e
- A utilização do melhor conhecimento científico disponível e do conhecimento tradicional local, fomentando a geração e a difusão de informações.

Considerando que, no bojo das abordagens de AbE, são adotados procedimentos de análise e de avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre os ecossistemas e as comunidades humanas (GVCES, 2014; 2016), uma metodologia interessante para apoiar a integração da AbE nos processos de planejamento, é a "Prova Climática para o Desenvolvimento" (*Climate Proofing for Development*, CP4D), desenvolvida pela Agência Alemã de Cooperação Internacional (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbei*, GIZ), a partir das diretrizes da orientação política do relatório "Integrando a Adaptação às Mudanças Climáticas na Cooperação para o Desenvolvimento" da OECD.

A CP4D é uma abordagem baseada em risco (*risk-based approach*), caracterizada por uma sequência de atividades e procedimentos, que possibilitam avaliar os desafios e as oportunidades atuais e futuras, impostos pelas mudanças climáticas (OECD, 2009). Ela pode ser utilizada durante a elaboração de projetos de desenvolvimento e/ou adaptação mais resilientes ou como abordagem preparatória para o desenvolvimento de estratégias mais abrangentes (políticas, planos ou programas), em associação com outros instrumentos de planejamento ambiental, como a Avaliação Ambiental Estratégica (HAHN e FRÖDE, 2011), abordada com maior ênfase na próxima seção.

Com aplicações na região das Ilhas do Pacífico (Ilhas Cook e Estados Federados da Micronésia) - no âmbito do programa de Energia Renovável, Eficiência Energética e Mudanças Climáticas (REACH), do Banco Asiático de Desenvolvimento (ADB, 2005); além de países como a Índia, Marrocos e Holanda (Agrawala *et al*., 2010; HAHN e FRÖDE, 2011; Swart *et al*., 2014), a abordagem tem demonstrado benefícios relacionados à objetividade e à praticidade de seus procedimentos, que combinam componentes de probabilidade e de análise das consequências dos impactos relacionados ao clima (ADB, 2005).

A fim de ilustrar a integração da AbE aos processos de planejamento, a seguir, serão descritas as etapas que compõem o denominado Ciclo da AbE (Figura 4), uma abordagem mais prática da metodologia CP4D, que utiliza técnicas de análise multicritério, para hierarquizar e priorizar as medidas, identificadas no âmbito das estratégias de adaptação climática (MMA, 2018).

A primeira etapa de aplicação da "lente climática" busca analisar, pela perspectiva da mudança do clima, os objetivos da área de abrangência e os sistemas socioecológicos de interesse para a estratégia de desenvolvimento em questão, decidindo como a mudança do clima deve ser considerada no planejamento. Nessa etapa, informações climáticas sobre as tendências atuais e futuras (projeções de disponibilidade hídrica, elevação do nível médio do mar, temperatura média anual, precipitação etc.) devem ser reunidas e compiladas, considerando-se a viabilidade de realização de estudos documentais complementares, no caso da identificação de lacunas ou da ausência de informações relevantes (OECD, 2009).

Como nem todas as estratégias têm impactos relevantes sobre os sistemas socioecológicos de interesse, Hahn e Fröde (2011) sugerem algumas questões, que devem ser respondidas durante a etapa de aplicação da lente climática, de modo a verificar a necessidade de definição de medidas de adaptação: (i) O horizonte de tempo dessas tendências é relevante para o planejamento? (ii) As tendências climáticas, tais como o aumento da temperatura, têm um impacto potencialmente relevante para os objetivos, a área de abrangência ou os sistemas socioecológicos de interesse para o planejamento? (iii) Há aspectos ambientais ou unidades de exposição, reconhecidamente, vulneráveis às mudanças climáticas? O planejamento é influenciado por alguma unidade de exposição específica (por exemplo, setores, aspectos políticos, área geográfica, grupo-alvo específico etc.)? Se sim, qual?

IVIDES.org

As chamadas “unidades de exposição” podem incluir setores produtivos (por exemplo, produção de energia, setor hoteleiro etc.), áreas geográficas (zonas costeiras, setores/bairros dentro de um município etc.), grupos-alvo específicos (populações costeiras, população caiçara etc.). Vale destacar que, nas abordagens de AbE, os ecossistemas determinantes conservação e uso sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, constituem unidades de exposição prioritárias.

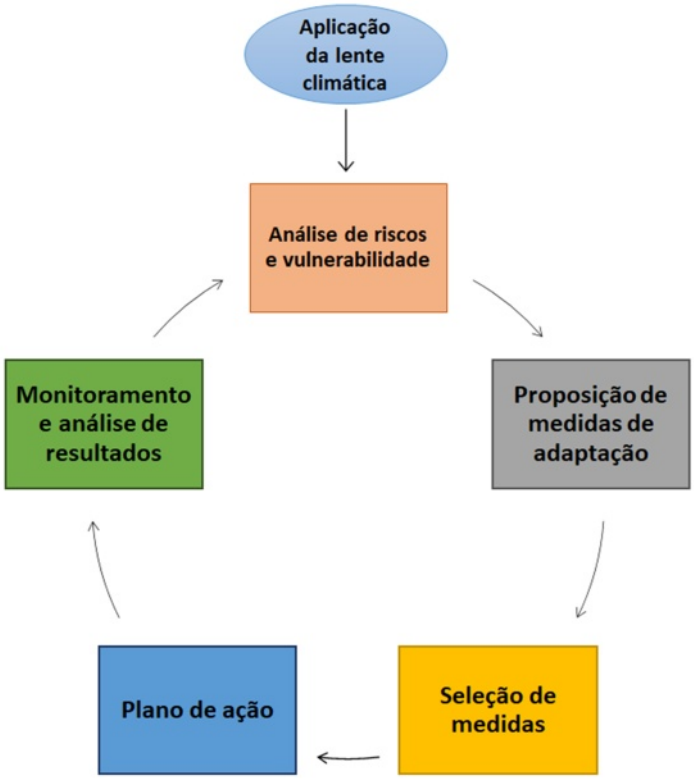


Figura 4 - Ciclo da Adaptação baseada em Ecossistemas. Elaborado pelas autoras, adaptado de OECD (2009).

Uma vez identificadas a necessidade de medidas de adaptação climática, a etapa seguinte é identificar e mensurar o risco climático, bem como os vetores de exposição, fatores ambientais determinantes das vulnerabilidades das comunidades humanas, sendo esta última mensurada em termos de sensibilidade e capacidade adaptativa. Conforme Lindoso (2017, p. 133), nesse contexto a sensibilidade diz respeito às características internas do sistema que o tornam mais ou menos susceptível a um determinado estímulo, podendo ser entendida como a propensão do sistema em ser modificado, afetado ou impactado. Assim, partindo-se de uma análise dos efeitos biofísicos e socioeconômicos das tendências climáticas em cada uma das unidades de exposição, são elaboradas as prováveis cadeias de impactos das mudanças climáticas sobre o sistema de interesse. Em seguida, a relevância desses efeitos é também avaliada.

O termo “cadeia de impacto (ou cadeias de efeito) deriva do reconhecimento explícito de que os sistemas socioecológicos são compostos por uma intrincada rede de relações entre seus componentes (MONTAÑO; RANIERI, 2019), e que além dos impactos diretos, os impactos de segunda ordem ou de ordem superior também têm de ser considerados nas análises dos efeitos das mudanças climáticas (VANCLAY *et al*., 2015). Trata-se, portanto, do conjunto de eventos em “cascata” que contempla tanto os impactos diretos das alterações climáticas, como o derretimento das geleiras em decorrência do aumento de temperatura, a elevação do nível do mar e as alterações das dinâmicas costeiras quanto os indiretos, a exemplo da redução da oferta de alimentos, ou outra fonte de subsistência das comunidades humanas. Esses impactos podem ser tanto biofísicos como socioeconômicos.

A ideia é que as etapas seguintes do ciclo AbE sejam direcionadas para a redução dos impactos mais relevantes. Neste sentido, as análises climáticas integradas, que recorrem a cenários e modelos climáticos, bem como aos inventários, aos mapeamentos e às valiações de serviços ecossistêmicos, são ferramentas importantes para o planejamento da AbE (GÖHLE *et al*., 2013). Na perspectiva das zonas costeiras, também as projeções de elevação do nível do mar e de eventos meteorológicos-oceanográficos extremos devem ser integradas às demais análises.

IVIDES.org

Ressalta-se que, tanto a priorização das unidades de exposição quanto a análise da relevância dos impactos das mudanças climáticas nessas unidades demandam o envolvimento de todas as partes interessadas no planejamento em questão (OECD, 2009). Idealmente, quanto mais diversificado for o grupo de atores envolvidos no processo da AbE, com participação ativa de representantes dos diferentes setores que conhecem o sistema de interesse e que têm observado sua resposta a diferentes pressões, no passado ou no presente, mais eficaz e resiliente ao risco climático, será o processo de planejamento e gestão.

Na etapa seguinte do ciclo AbE, são identificadas as medidas para reduzir os impactos considerados como significativos, buscando minimizá-los, por meio da redução da exposição ou sensibilidade de uma unidade de exposição a uma ameaça identificada ou do aumento de sua capacidade adaptativa, aproveitando, sempre que possível, as oportunidades que se apresentam em termos de serviços ecossistêmicos, qualidade de vida e bem-estar humano. Nessa etapa, experiências setoriais de adaptação às mudanças do clima em setores específicos podem ser consideradas, permitindo a construção de um plano de ação robusto, que engloba soluções técnicas, de desenvolvimento das capacidades e das ações políticas de pesquisa e divulgação (SÁNCHEZ, 2013).

Após a identificação das medidas de adaptação, elas são priorizadas e selecionadas, identificando aquelas que conduzirão a maiores benefícios socioeconômicos e ambientais. Em certos casos, as medidas de adaptação fornecem benefícios adicionais, que devem ser considerados, como o aumento da disponibilidade hídrica, a melhoria das condições de saúde ambiental ou a geração de oportunidades de emprego. Neste sentido, é importante ressaltar que, muito embora a etapa anterior permita a proposição de uma variedade de opções de adaptação, incluindo medidas convencionais e híbridas, as medidas de AbE tendem a apresentar maiores vantagens, com co-benefícios, como a mitigação da mudança do clima, mesmo que nenhum dos impactos sobre o sistema socioecológico de interesse venham a ocorrer, caracterizando-se como medidas "*no-regrets*".

Para realizar a seleção das melhores medidas, é necessário definir uma metodologia, que leve em consideração a identificação de um conjunto de critérios pertinentes e a avaliação desses critérios, com atribuição de valores a cada um deles. Deste modo, todas as medidas de adaptação propostas poderão ser avaliadas e hierarquizadas, a partir de uma base comum de critérios relevantes para os tomadores de decisão, os ecossistemas e a comunidade de interesse. Alguns instrumentos podem apoiar a avaliação das medidas de adaptação propostas, dentre eles, as análises custo-benefício e as análises multicritério. A Figura 5 apresenta o quadro analítico para a definição de medidas de AbE.

Ao final dessa etapa de priorização, as opções de adaptação selecionadas serão incorporadas a um plano de ação, contendo as medidas a serem implementadas, a ordem de prioridade estabelecida e os responsáveis pela implementação dessas medidas. A depender do recorte e da escala do planejamento em questão, em alguns casos, as medidas podem ser bastante específicas, indicando, por exemplo, a utilização de áreas específicas, em função do potencial de inundação. Em outros, poderá envolver apenas a sugestão para uma mudança de prioridades de uso. Além das informações sobre o estado atual e a funcionalidade dos ecossistemas de interesse, o plano de ação também deve informar as medidas necessárias para a recuperação dos ecossistemas degradados.

A última etapa do ciclo da AbE é o monitoramento, que tem como objetivos, o acompanhamento, a avaliação periódica das medidas de adaptação implementadas e a avaliação dos resultados alcançados. Importante destacar que, diante das inúmeras incertezas relacionadas aos impactos das mudanças climáticas e ao planejamento da AbE, o monitoramento deve ser visto como um componente essencial, e não, opcional (GIZ; UNEP-WCMC; FEBA, 2020). Além disso, uma vez instituído, o sistema de monitoramento constitui fonte de informações essenciais para futuros processos de revisão e atualização da estratégia de AbE.

Importante destacar que, nas regiões costeiras, a AbE tende a enfrentar desafios bastante complexos, uma vez que os ecossistemas na interface terra-mar são simultaneamente influenciados por processos oceânicos, atmosféricos e continentais, sendo os mais afetados pelo aumento médio do nível do mar e a intensificação dos extremos climáticos. Além disso, nessas regiões, os determinantes da perda da biodiversidade (desmatamento, urbanização, superexploração de recursos pesqueiros, entre outros) definem uma cadeia de impactos bastante complexa, com impactos cumulativos e sinérgicos significativos (NEVES; MUEHE, 2010; IPCC, 2014; SANTOS *et al*., 2021).

IVIDES.org

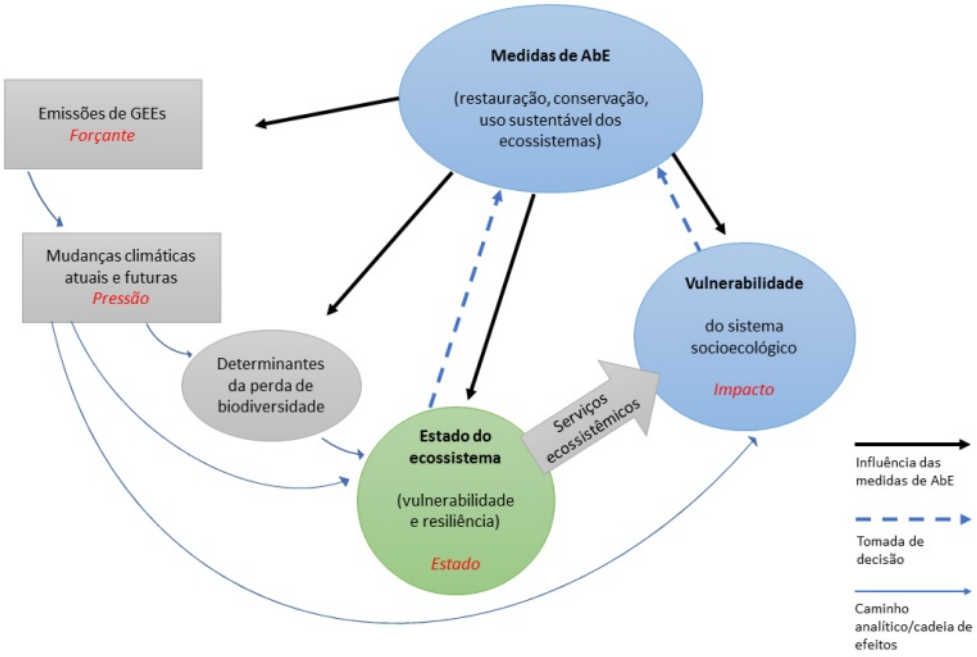


Figura 5 - Quadro analítico da adaptação baseada em ecossistemas (AbE). Fonte: Göhle *et al*. (2013).

4 - A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

A avaliação ambiental estratégica (AAE) surgiu da necessidade de adoção de abordagens participativas e transparentes em relação à tomada de decisão, associando crescimento econômico, equidade social e preservação ambiental de modo equilibrado, reforçando assim, o conceito de desenvolvimento sustentável (ESPINOSA, 1996). A relação entre as opções de desenvolvimento, a utilização (sustentável) da base de recursos naturais e os impactos delas resultantes fundamentam, portanto, o processo de AAE (THERIVEL, 2010).

Assim, no ano de 1997, o Conselho da União Europeia (UE) elaborou uma proposta de abordagem para avaliação dos efeitos de certos planos no ambiente, que em 2001 foi finalmente aceita e regulamentada por meio da Diretiva 2001/42/CE (EUROPEAN UNION, 2001; FISCHER, 2007; PARTIDÁRIO, 2007). Desde então, a Diretiva Europeia sobre AAE, como ficou conhecida, segue influenciando não só os estados membros da UE, mas todo o cenário internacional de Avaliação de Impacto (AI)[2] (DONNELLY; PRENDERGAST; HANUSCH, 2008).

Como uma abordagem complementar à avaliação de impacto ambiental (AIA), a AAE surgiu da necessidade de se integrar objetivos de desenvolvimento sustentável nos níveis estratégicos de tomada de decisão, antecipando a avaliação das consequências ambientais de políticas, planos e programas de desenvolvimento (THERIVEL, 2010), em geral no âmbito de iniciativas governamentais, embora possa também ser aplicada em organizações privadas (SÁNCHEZ, 2017). A figura 6, situa a AAE e a AIA no ciclo de planejamento de políticas públicas de desenvolvimento, explicitando a complementaridade entre esses dois instrumentos.

Portanto, a AAE é cada vez mais conhecida, como instrumento essencial para facilitar a consideração de questões estratégicas em regiões costeiras, tais quais aquelas relacionadas às mudanças climáticas (ISLAM; ZHANG, 2019; LOSADA *et al*., 2019), durante os processos de avaliação de diferentes opções de desenvolvimento. Seus princípios básicos (PARTIDÁRIO, 2012) são apresentados a seguir:

[2] Avaliação de Impacto (AI) é a expressão que se refere a um conjunto de diferentes instrumentos de planejamento ambiental, tais como, a avaliação de impacto ambiental e a avaliação ambiental estratégica. Esses instrumentos buscam avaliar os impactos significativos das propostas de desenvolvimento (políticas, planos, programas ou projetos) sobre as pessoas, comunidades e sistemas que compõem o ambiente natural (HONRADO *et al*., 2013).

IVIDES.org

- A inserção das questões de sustentabilidade (mudanças climáticas, biodiversidade e saúde e qualidade ambiental) nas tomadas de decisão estratégicas;
- Possibilidade de avaliação de ações estratégicas em recortes territoriais amplos e não pontuais;
- A participação social em todas as suas etapas;
- O aprimoramento e a compatibilização de planos e programas de desenvolvimento, incluindo os de adaptação;
- Realizar-se de modo a subsidiar planejamento ambiental de um modo mais amplo e não somente o licenciamento ambiental, como os Estudos de Impacto Ambiental;
- Consideração das alternativas de localização e de tecnologias, considerando as vocações e a suscetibilidades dos ecossistemas e dos recursos naturais;
- Avaliação dos potenciais impactos ambientais indiretos e cumulativos das ações estratégicas;
- Promoção da integração institucional, por necessitar da coordenação de ações das diversas instâncias e setores governamentais;
- Permitir uma maior transparência nas tomadas de decisão, em função da participação social, evitando que haja a predominância de interesses de grupos com maior articulação política nos processos decisórios;
- É um instrumento com possibilidade de retroalimentação, em função da necessidade de monitoramento das decisões tomadas.

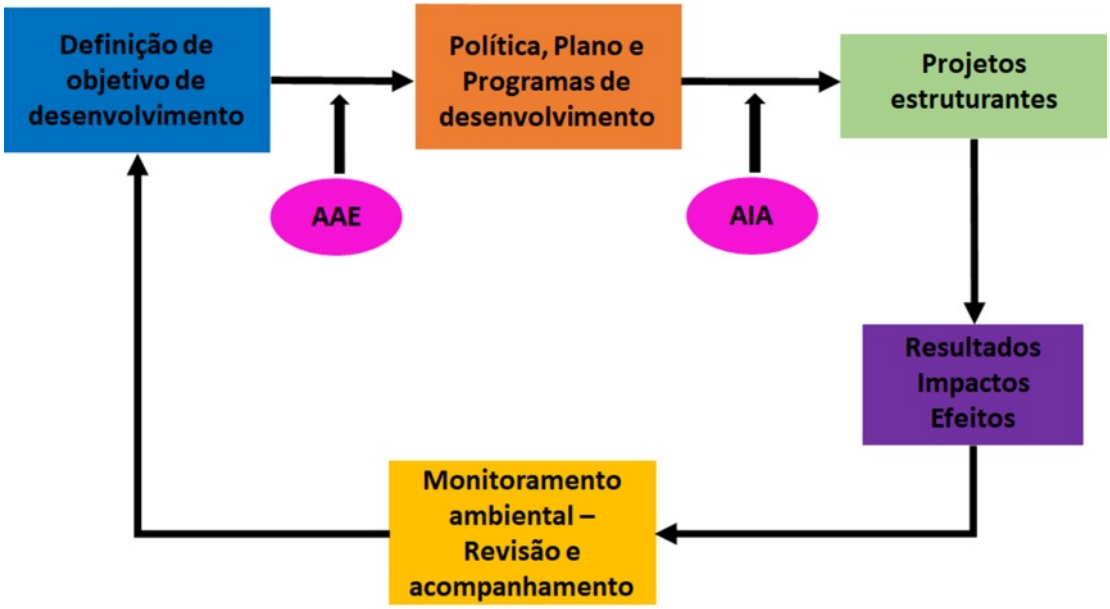


Figura 6. A avaliação ambiental estratégica (AAE) no ciclo de políticas públicas. Elaborado pelas autoras, adaptado de Teixeira (2008).

A AAE pode desempenhar um importante papel no fornecimento de uma base sistemática para a definição de estratégias de adaptação climática mais robustas, apoiadas no amplo entendimento dos impactos dos eventos climáticos passados e futuros e na investigação das vulnerabilidades das populações, considerando sua capacidade adaptativa. Além disso, ao possibilitar a inclusão de cenários climáticos (passados e futuros), a AAE pode contribuir tanto para a redução dos riscos e incertezas inerentes aos processos de planejamento quanto para o alcance de metas locais, nacionais e internacionais de adaptação climática (POSAS, 2011; NADRUZ *et al*., 2018).

Segundo o acordo com *Canadian Environmental Assessment Agency* (CEAA, 2003), muitos são os benefícios que podem advir do tratamento das mudanças climáticas por meio da AAE, dentre os quais, se destacam:

IVIDES.org

- O estabelecimento de vínculo entre as metas climáticas e os objetivos das políticas, planos e programas de desenvolvimento setorial;
- A promoção da cooperação regional;
- a inserção da gestão e da redução de riscos climáticos nas estratégias de desenvolvimento.

Portanto, considerando que a base sistemática da AAE permite a incorporação de diversas ferramentas analíticas no processo de avaliação das consequências de diferentes propostas de desenvolvimento (NADRUZ *et al*., 2018), dentre elas, as avaliações de riscos e as projeções climáticas (como a CP4D), entende-se que a AAE constitui ferramenta essencial para o planejamento da adaptação climática em regiões costeiras. Além disso, ela fomenta uma abordagem de adaptação mais coerente e integrada (BARKER, 2006), dado o encadeamento entre os diferentes níveis de planejamento, associado ao conceito de "*tiering*" ou avaliação em cascata[3] (Figura 7).

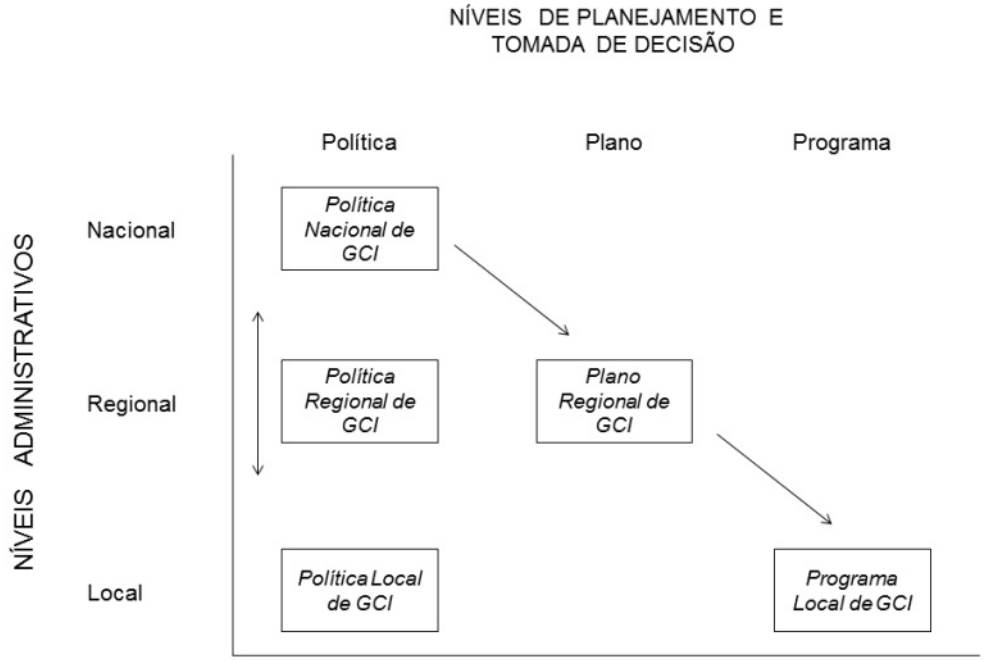


Figura 7 - Transferência de informações no contexto da gestão integrada da zona costeira (GIZC). Fonte: Barker (2006).

Contudo, para que alcance todos esses objetivos e promova a coerência horizontal (entre as estratégias de adaptação em um mesmo nível administrativo) e a coerência vertical (entre as estratégias de adaptação climática em níveis administrativos diferentes), a AAE deve, de forma contínua e interativa, subsidiar todos os níveis do planejamento e da tomada de decisão em adaptação climática, reduzindo as consequências das estratégias nacionais, regionais e locais de adaptação climática ou de desenvolvimento setorial, num sinergismo coordenado, voltado para a redução da vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos aos impactos da mudança do clima.

4.1 - A GEO-BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NA AAE

A Convenção da Diversidade Biológica (CDB, 1992) reconhece a AI como processo fundamental para o alcance dos objetivos de conservação, uso sustentável da biodiversidade e de justa repartição dos benefícios resultantes desse uso; e aponta a AIA de projetos e a AAE, como oportunidades para a inserção da biodiversidade no planejamento das propostas de desenvolvimento. Ademais, no bojo dessa convenção, são propostas diretrizes voluntárias, para a inclusão da biodiversidade em todas as fases e processos de AI, incluindo a AAE (SLOOTWEG *et al*., 2006).

[3] Segundo Arts, Tomnlinson e Voogd (2011, p. 417) o conceito de "*tiering*" diz respeito à transferência deliberada e organizada de informações e questões entre as estratégias de níveis subsequentes na hierarquia de planejamento, tendo em vista o estabelecimento de uma sequência mais eficiente de Avaliação de Impacto, dos níveis estratégicos aos mais operacionais, em outras palavras, das políticas públicas e planos setoriais para projetos (obras e empreendimentos, de infraestrutura ou não).

IVIDES.org

Nesse contexto, segundo a *International Association for Impact Assessment*[4] (IAIA, 2005), os países signatários devem implementar políticas públicas para proteger a biodiversidade em diferentes níveis, nomeadamente: (i) os ecossistemas que contenham elevada biodiversidade e grande número de espécies ameaçadas ou endêmicas, de importância ecológica, social, cultural, econômica e científica; (ii) as espécies e comunidades que se encontram ameaçadas, parentes selvagens de espécies domesticadas ou cultivadas, de importância medicinal, agrícola ou outro significado sociocultural e científico, como no caso de espécies indicadoras; e (iii) genótipos, com significado social, científico e econômico.

De forma complementar, são também propostos os seguintes princípios orientadores para a inserção da biodiversidade na AI:

- A adoção de uma abordagem ecossistêmica e de longo prazo;
- A adoção de um planejamento positivo para a biodiversidade, tendo como premissa, a "ausência de perda líquida" ("*no net loss*") de biodiversidade;
- Promoção do uso sustentável dos recursos da geo-biodiversidade, de modo que os resultados do planejamento sejam mantidos no longo prazo, principalmente, em países em desenvolvimento, dado que, nesses casos, a proteção da biodiversidade depende da garantia dos meios de subsistência sustentáveis para as populações locais;
- Garantia da repartição equitativa, reconhecendo os direitos e usos tradicionais da geo-biodiversidade, garantindo que os benefícios decorrentes da sua utilização sejam repartidos de forma justa, buscando alternativas que não troquem o capital da biodiversidade pela satisfação de necessidades de curto prazo;
- Aplicação do princípio da precaução, sempre que algum componente relevante da geo-biodiversidade esteja ameaçado e o conhecimento existente seja insuficiente para quantificar os riscos ou identificar medidas de mitigação, adiando-se a autorização para a implementação das propostas de desenvolvimento, até a obtenção de informação consistente;
- Adoção de abordagens participativas, garantindo que o valor social da geo-biodiversidade seja aferido, a partir da ampla consulta e negociação entre os diversos atores sociais.

A abordagem ecossistêmica, promovida pela CDB, expande o foco dos processos de AI (WRI, 2008), orientando a prática da AAE, no sentido da análise das causas e dos efeitos das políticas, planos e programas sobre os serviços ecossistêmicos de interesse, particularmente, aqueles dos quais dependem as comunidades locais. Entretanto, apesar do considerável avanço na integração da biodiversidade nos processos de AI, há ainda um caminho a ser percorrido (IAIA, 2005), principalmente, no que diz respeito à explícita incorporação dos valores da biodiversidade na tomada de decisão, numa abordagem de planejamento positivo para a biodiversidade (GUTIERREZ; BEKESSY; GORDON, 2021).

Nos últimos anos, diversos estudos impulsionaram a inserção dos serviços ecossistêmicos, como mecanismo de integração da biodiversidade na tomada de decisão relacionada ao planejamento de políticas públicas (WRI, 2008; OECD, 2008; GROOT *et al.*, 2010; CBD, 2012). Dentre eles, destaca-se a *Millenium Ecosystem Assessment*[5] *(*MEA, 2005), cuja abordagem inseriu, no pensamento científico e político convencional, um modelo conceitual de avaliação, que compreende a análise dos fatores de mudanças nos ecossistemas e nos serviços fornecidos (forçantes de mudança), como procedimento essencial ao planejamento de novas intervenções (HONRADO *et al*., 2013).

No âmbito da MEA (2005), as forçantes de mudanças podem incluir fatores naturais e antrópicos, que operam simultaneamente em diferentes escalas espaciais e temporais. Entretanto, as forçantes socioeconômicas, relacionadas ao crescimento populacional e à mudança no uso da terra, são os principais impulsionadores de mudanças nos ecossistemas (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013). Finalmente, as oscilações nas demandas sociais pelos benefícios dos serviços ecossistêmicos podem também produzir mudanças na qualidade e na dinâmica de oferta dos mesmos (MEA, 2005).

[4] Associação internacional de avaliação de impacto.
[5] Avaliação ecossistêmica do milênio.

IVIDES.org

Alguns autores sugerem que a integração dos serviços ecossistêmicos na AAE amplia os resultados obtidos com as estratégias de desenvolvimento (BAKER *et al*., 2013; GENELETTI, 2013, GUTIERREZ; BEKESSY; GORDON, 2021), assegurando a definição de níveis aceitáveis de mudanças nos sistemas ambientais (SLOOTWEG *et al*., 2006). Nesses casos, a AAE atuaria (i) na inclusão do valor da geo-biodiversidade no planejamento; (ii) na identificação de ecossistemas estratégicos, em termos de serviços ecossistêmicos; e (iii) na avaliação das medidas e opções de adaptação climática, propostas em função dos riscos e dos benefícios para os ecossistemas e ou as comunidades humanas (PARTIDÁRIO, 2007).

4.2 - UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA PARA A AbE

Tendo em vista que a AAE pode assegurar que a concepção de políticas, planos e programas de desenvolvimento, que integrem as questões relacionadas à adaptação climática, auxiliando na redução das vulnerabilidades dos sistemas socioecológicos (MCCALLUM *et al*., 2013), será apresentada, a seguir, uma abordagem de AAE, cujos procedimentos podem auxiliar Estados e Municípios a lidarem com o desafio da adaptação baseada em ecossistemas (AbE). Trata-se de uma abordagem de AAE, de base estratégica (PARTIDÁRIO, 2012) e baseada na proposta de Partidário e Gomes (2013), para a integração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na AAE, à qual foram associados procedimentos da metodologia CP4D (OECD, 2009), cuja estrutura e procedimentos previstos permitem a aplicação em diferentes contextos e escalas (estadual, regional e local) de planejamento e tomada de decisão.

Buscando apoiar a elaboração de estratégias de desenvolvimento territorial orientadas por objetivos estratégicos e de biodiversidade, em situações em que a governança é aspecto-chave (HONRADO *et al*., 2013), a referida abordagem tem sido aplicada na avaliação de um número considerável de estratégias de desenvolvimento (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013).

Segundo as mesmas autoras, na referida abordagem, a integração dos serviços ecossistêmicos pode ocorrer de várias formas, dependendo da relevância dos diferentes aspectos da biodiversidade para a tomada de decisão. Os serviços ecossistêmicos podem, por exemplo, ser integrados numa perspectiva mais estrutural da biodiversidade, quando consideram a recuperação de ecossistemas de interesse para a comunidade humana, como critério de avaliação das alternativas de adaptação climática em planos de gerenciamento costeiro, ou quando se adota a conectividade dos ecossistemas como um fator crítico para a decisão (FCD)[6], em processos de formulação de planos diretores municipais.

Outra possibilidade é a integração dos serviços ecossistêmicos numa perspectiva funcional, definindo-se um ou mais recursos, naturais ou culturais, que compõem os ecossistemas, como FCDs no planejamento espacial marinho (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013), processo público e político, que busca compatibilizar as atividades humanas no mar, conservando os ecossistemas marinhos e seus serviços ecossistêmicos (GANDRA; BONETI; SCHERER, 2020). E ainda, podem ser adotadas abordagens mistas, definindo-se a estrutura ecológica e a função como FCDs, em planos de desenvolvimento regional, ou abordagens diretas, quando se dispõe de estudos consistentes de inventário e quantificação dos serviços ecossistêmicos, podendo então utilizá-los diretamente como critérios de avaliação das medidas propostas.

O envolvimento dos diversos atores sociais, desde o início do processo, garantindo que as preferências e compensações relacionadas aos benefícios dos serviços ecossistêmicos sejam interpretadas pelos diversos atores sociais, é condição fundamental para o sucesso dessa abordagem de AAE (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013).

A seguir, é apresentada uma breve descrição das principais etapas e procedimentos da abordagem de AAE, proposta por Partidário e Gomes (2013) (Figura 8), de modo a identificar as potenciais contribuições da abordagem proposta para o planejamento da adaptação baseada em ecossistemas (AbE) de regiões costeiras (IAIA, 2005; MCCALLUM *et al*., 2013; PARTIDÁRIO, 2012; BYER *et al*., 2018).

[6] Fatores Críticos para Decisão (FCD) são temas chave para o sucesso e sustentabilidade da estratégia de conservação ou desenvolvimento, que devem ser priorizados como foco da AAE e dos estudos técnicos relativos às análises de tendências. São determinados por meio de interpretação técnica e diálogo com os diversos atores sociais (PARTIDÁRIO, 2012). No contexto das abordagens de AbE, aspectos relacionados às funções e aos serviços ecossistêmicos devem integrar os FCDs (UNEP-IEMP, 2019).

IVIDES.org

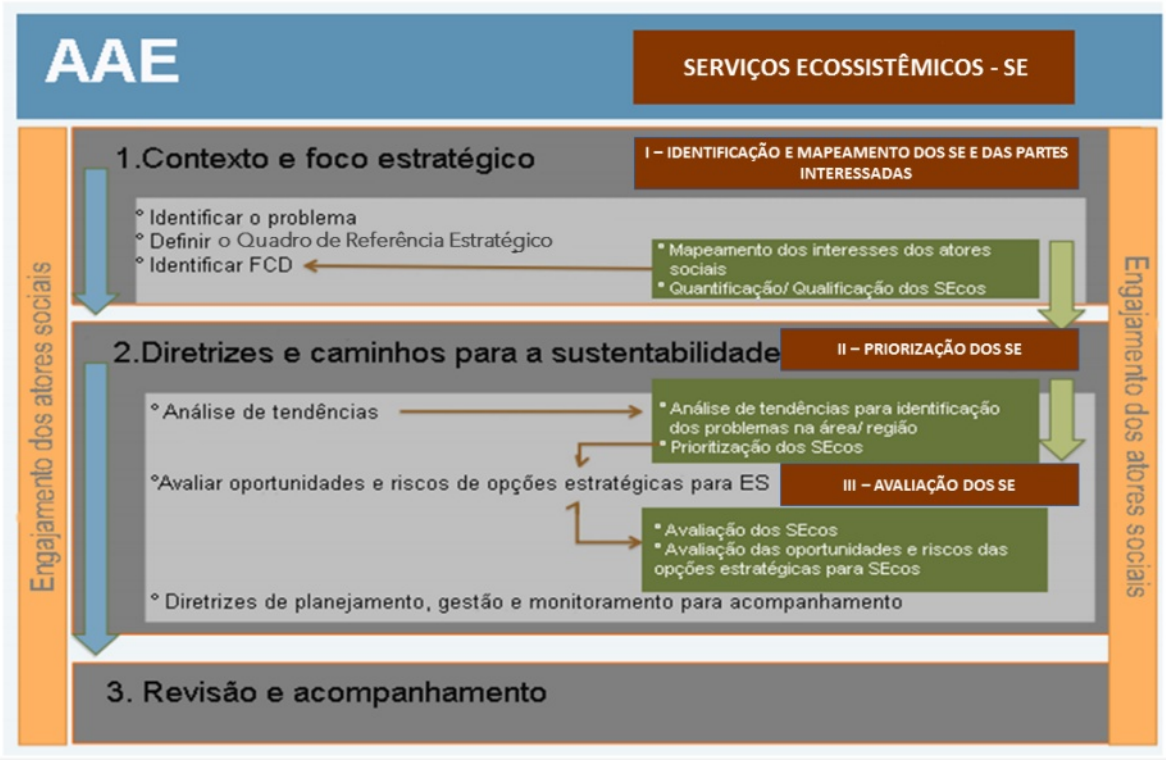


Figura 8 - Avaliação ambiental estratégica (AAE) como instrumento de integração da adaptação baseada em ecossistemas (AbE) no desenvolvimento territorial costeiro. Elaborado pelas autoras, adaptado de Partidário e Gomes (2013).

Como uma **etapa preliminar**, que antecede a própria AAE voltada para o planejamento da AbE, inicialmente, deve ser analisada a possibilidade da política, plano ou programa de desenvolvimento territorial costeiro incorporar medidas para a redução da vulnerabilidade de sistemas socioecológicos de interesse, com ênfase no aumento da capacidade adaptativa da comunidades locais (BYER *et al*., 2018). Em caso de uma resposta positiva, dá-se início ao processo, que se baseia nas seguintes premissas (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013; MCCALLUM *et al*., 2013):

- Os atores sociais e a comunidade vulnerável são cruciais no processo de priorização dos serviços ecossistêmicos (SE);
- Os atores sociais e a comunidade vulnerável devem ser engajados nos procedimentos de identificação dos FCDs, na identificação de medidas de adaptação e na avaliação dos riscos e oportunidades;
- A depender do conhecimento científico disponível, procedimentos de identificação e quantificação dos SE aprimoram o processo de planejamento;
- A avaliação dos SE deve ser uma abordagem de fácil compreensão pelos tomadores de decisão.

Na **etapa 1 - Contexto e foco estratégico**, o quadro institucional e político (quadro de referência estratégica) da área de influência do planejamento é analisado, incluindo os atores sociais e as políticas públicas direta ou indiretamente relacionadas aos objetivos de desenvolvimento territorial, de modo a identificar os principais problemas e demandas socioecológicas relevantes para a tomada de decisão, considerando o entrelaçamento sistêmico das questões sociais, físicas, ecológicas, culturais, econômicas, políticas.

Para tanto, é proposto um conjunto de atividades denominado *Identificação e mapeamento dos SE e das partes interessadas.* Entre as atividades que integram esse conjunto, destacam-se (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013):

IVIDES.org

a) definição da escala de planejamento, numa abordagem de ecossistemas ou de paisagem;

b) mapeamento e caracterização dos ecossistemas existentes e/ou o inventário de serviços ecossistêmicos;

c) identificação dos atores envolvidos, incluindo os representantes de comunidades locais;

d) identificação das pressões sobre os ecossistemas e dos conflitos no uso e ocupação da terra e entre os setores de desenvolvimento;

e) diagnóstico da acessibilidade das partes interessadas aos serviços ecossistêmicos;

f) identificação e avaliação da relação entre os ecossistemas e os atores envolvidos, em termos de benefícios atuais ou futuros;

g) engajamento das partes interessadas para interpretação do valor social dos serviços ecossistêmicos;

h) definição dos serviços ecossistêmicos ou ecossistemas valorizados, definindo-os como um FCD ou um critério para a avaliação das medidas de desenvolvimento e de adaptação.

Documentos, diretamente relacionados às temática da adaptação climática, como os planos municipais de adaptação climática, os planos diretores municipais, o ZEEc, os planos de manejo de unidades de conservação e os planos de bacia hidrográfica podem ser consultados durante a etapa 1. Além de fornecerem uma base informacional de diagnóstico do ambiente biofísico, esses planos apresentam análises de cenários e tendências sociais, econômicas e ambientais, que auxiliam a identificação de conflitos entre os usos dos recursos naturais. Além disso, podem evidenciar arranjos políticos-institucionais relevantes para o processo político de tomada de decisão.

Desse modo, a identificação e o mapeamento dos serviços ecossistêmicos (SE) e das partes interessadas explicitam a relação entre o desenvolvimento das atividades socioeconômicas e a qualidade dos SE, fornecendo informações extremamente importantes para a próxima etapa do processo de AAE, cujo objetivo principal é a definição do foco e das prioridades de análise.

Na **etapa 2 – Diretrizes e caminhos para a sustentabilidade**, são definidas as prioridades de análise, traduzidas na figura dos FCD, o que permite contribuições pragmáticas para o processo político, garantindo a integridade dos ecossistemas e serviços, valorizados frente aos objetivos da política, plano ou programa de desenvolvimento.

Assim, tanto a interpretação das relações entre os usos da terra, os ecossistemas, os serviços ecossistêmicos e as partes interessadas quanto a análise de cenários e tendências de evolução dos fatores de pressão sobre os ecossistemas, devem integrar o conjunto de atividades denominado *II. Priorização de serviços ecossistêmicos*. Vale destacar que o engajamento dos atores sociais relevantes é parte essencial dos procedimentos de priorização, dado que o valores da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos são sempre identificados de forma contextualizada (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013).

Estudos de análise da percepção das partes interessadas e de valoração dos serviços ecossistêmicos podem contribuir para os procedimentos de priorização, favorecendo a identificação de preferências e a definição de uma escala de priorização dos serviços ecossistêmicos. Assim, uma vez definida, a escala de priorização pode ser utilizada como critério de avaliação das medidas de desenvolvimento territorial e costeiro, em termos de riscos e oportunidades para: (i) o valor ecológico, social e econômico dos serviços ecossistêmicos; (ii) os atores sociais relevantes; e (iii) os serviços ecossistêmicos relevantes para a estratégia em questão.

Posteriormente, a partir de um conjunto de atividades denominado *III. Avaliação dos serviços ecossistêmicos e das medidas de desenvolvimento*, tanto os riscos associados às mudanças climáticas, quanto as oportunidades e riscos em termos de SE são avaliados. Modelos computacionais e outros estudos para estimar os parâmetros climáticos devem ser consultados (BYER *et al*., 2018). Nesta etapa, para uma abordagem equilibrada dos riscos climáticos e não-climáticos (MCCALLUM *et al*., 2013), a AAE deve identificar os recursos naturais e os serviços ecossistêmicos, que poderão ser alterados pelas mudanças climáticas, a partir da análise de, pelo menos, dois cenários alternativos de mudanças, no curto, médio e longo prazos.

Os resultados dessas atividades permitirão a revisão das medidas de desenvolvimento territorial propostas, bem como a proposição das medidas de adaptação cabíveis. As medidas de adaptação devem incluir as medidas que fazem uso dos serviços e funções dos ecossistemas, bem como as medidas para fomentar o sistema de conhecimento científico e tecnológico, que fornece suporte para a adaptação (BYER *et al*., 2018).

Após a proposição de adaptação climática, dá-se início à etapa de avaliação das medidas propostas, tendo em vista a seleção daquelas que irão integrar o plano de ação. O processo de AAE deve permitir a avaliação um conjunto razoável de medidas para reduzir a vulnerabilidade dos serviços ecossistêmicos de interesse para a estratégia de desenvolvimento territorial e costeiro, buscando, sempre que possível, recuperar a qualidade dos ecossistemas, numa perspectiva de planejamento positivo para a biodiversidade (IAIA, 2005).

Nesta etapa, podem ser utilizados critérios e escalas normalizadas, de modo a permitir a comparação e a discussão entre as partes interessadas. Avaliações qualitativas e quantitativas podem ser utilizadas, contudo, as técnicas de negociação são indispensáveis (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013). De maneira geral, é importante que as diferentes vulnerabilidades socioculturais e socioeconômicas dentro dos diferentes grupos sociais sejam consideradas em todas as etapas, dados os efeitos adversos potencialmente desproporcionais (BYER *et al*., 2018).

Após a revisão das medidas de desenvolvimento e seleção das medidas de adaptação, tem início a **etapa 3 – Revisão e Acompanhamento**, onde são estabelecidas medidas de monitoramento e análise contínua da eficácia, eficiência, equidade e legitimidade das decisões, tomadas em resposta às alterações climáticas, definindo-se mecanismos apropriados de monitoramento e a reavaliação dos riscos (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013).

Desse modo, a AAE permite que o risco climático seja considerado conjuntamente com as questões ambientais, sociais e econômicas, que afetam os sistemas socioecológicos e não, de forma separada. Além disso, avaliar as consequências das propostas de desenvolvimento territorial e costeiro possibilita a identificação de medidas de adaptação e redução da vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos costeiros.

Na ausência de obrigação legal para a sua realização, a experiência brasileira em AAE é bastante limitada (NADRUZ *et al*., 2018), contemplando algumas iniciativas voluntárias, motivadas pelas exigências de agências financeiras multilaterais (PELLIN *et al*., 2011) ou pela visão otimista de governos e agentes sobre o potencial do instrumento como facilitador do licenciamento ambiental de projetos (SÁNCHEZ, 2017). Montaño *et al.* (2014) identificaram cerca de 40 casos de aplicação do instrumento no País.

Assim, apesar da AAE ter sido promovida como meio para o alcance dos objetivos da CDB (SLOOTWEG *et al*., 2006), conforme Sánchez (2017), o Brasil ainda não foi capaz de atender ao Artigo 14 da referida convenção, que versa sobre a necessidade de se "tomar providências adequadas para assegurar que sejam devidamente levadas em conta as consequências ambientais de seus programas e políticas que possam ter sensíveis efeitos negativos na diversidade biológica" (CDB, 1992, p. 11).

Ao que parece há um enorme potencial a ser explorado, no tocante à sua utilização como instrumento de apoio à concepção de políticas públicas com efeitos ambientais difusos (muitas vezes, ignorados pelos tomadores de decisão), cumulativos no tempo e no espaço (SÁNCHEZ, 2017), como aquelas políticas públicas voltadas para o desenvolvimento territorial costeiro (BARKER, 2006). Contudo, para a consolidação da AAE no Brasil, ênfase deve ser dada à estruturação de processos decisórios menos burocráticos, compatíveis com os tempos de governo e, consequentemente, com maiores chances de influenciar o desenho das políticas, planos e programas e a proposição de opções de desenvolvimento mais sustentáveis (SÁNCHEZ, 2017)

Portanto, muito embora a utilização da AAE como ferramenta de integração da AbE no desenvolvimento territorial costeiro seja promissora, são necessários esforços complementares em vários níveis de planejamento e tomada de decisão. Conforme Gupta *et al.* (2007), outras medidas complementares podem incluir acordos voluntários, subsídios e incentivos à mitigação, pesquisa e desenvolvimento, a fim de estimular os avanços tecnológicos necessários à adaptação das populações à mudança do clima, exigências de divulgação pública, campanhas de conscientização e educação.

5 - PARA UMA ABORDAGEM SISTÊMICA DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

Acima foram apresentadas as potenciais contribuições da modelagem computacional de sistemas ambientais, das abordagens da AbE e da AAE para o planejamento e adaptação climática. Aqui, convém destacar a complementariedade dessas ferramentas de planejamento ambiental e costeiro. Enquanto a AbE surge como abordagem de adaptação mais voltada para a redução da vulnerabilidade das comunidades costeiras, com foco em questões de implementação, sem o intuito de interferir na estrutura política e institucional vigente, a AAE atua

IVIDES.org

sobre os processos de planejamento, buscando inserir preocupações ambientais e climáticas nas políticas, planos e programas de desenvolvimento territorial costeiro. Neste sentido, a modelagem computacional e a abordagem dos serviços ecossistêmicos potencializam o papel da AAE, ampliando a tangibilidade das decisões tomadas.

Como visto, a AAE busca integrar adaptação climática, conservação da biodiversidade, desenvolvimento e redução da pobreza, inserindo critérios de resiliência socioecológica nos procedimentos de priorização de medidas de adaptação. Além disso, por fomentar medidas de baixo arrependimento, essa abordagem surge como alternativa para lidar com as incertezas atreladas às projeções climáticas, facilitando o diálogo e a cooperação entre os diversos atores sociais.

Entretanto, diante da complexidade e dinâmica de sistemas socioecológicos costeiros, uma abordagem mais robusta de planejamento, que considere os sinergismos dos impactos das diferentes estratégias de desenvolvimento territorial costeiro e um conjunto mais amplo de medidas de adaptação, é imprescindível. Nesse sentido, além da abordagem complementar dos instrumentos de planejamento ambiental estratégico, como a avaliação ambiental estratégica (AAE), adquirem relevância as medidas não estruturais de fortalecimento dos mecanismos de governança (envolvimento comunitário, acesso à informação e justiça ambiental) e de cooperação institucional.

Entendemos que uma abordagem de AAE, estruturada de modo a integrar os riscos climáticos e os serviços ecossistêmicos na tomada de decisão relativa às estratégias de desenvolvimento territorial costeiro, como apresentado na Figura 8, constitui importante instrumento estratégico para a adaptação baseada em ecossistemas (AbE). Portanto, na Figura 9, é apresentada uma proposta de arranjo instrumental e analítico para uma abordagem sistêmica da adaptação climática nas regiões costeiras, promovendo a integração dos objetivos de biodiversidade e adaptação climática nas políticas públicas de gestão integrada da zona costeira (GIZC).

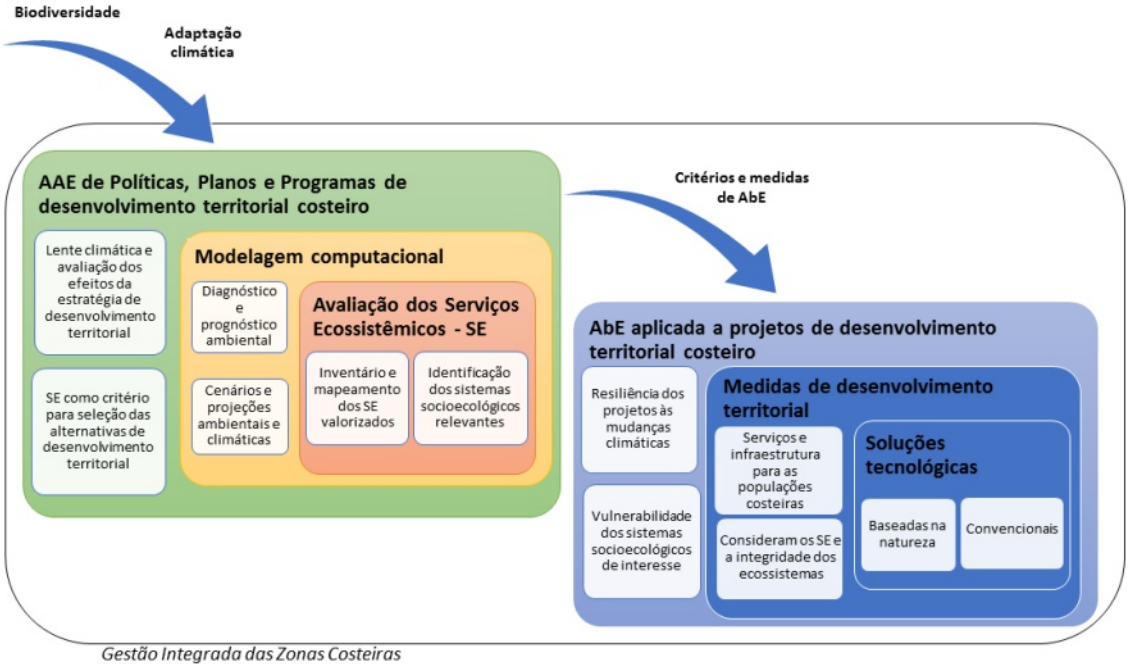


Figura 9 - Arranjo instrumental e analítico para o planejamento da adaptação baseada em ecossistemas (AbE) nas regiões costeiras. Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

ADB (Asian Development Bank). **Pacific studies series, climate proofing:** a risk-based approach to adaptation. Manila: ADB, 2005. Disponível em: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/28796/climate-proofing.pdf. Acesso em: 18 mar. 2022.

AGRAWALA S., A. M. KRAMER, G. PRUDENT-RICHARD AND M. SAINSBURY. **Incorporating climate change impacts and adaptation in Environmental Impact Assessments:** Opportunities and Challenges, 2010, OECD Publishing, 2010. (Environmental Working Paper; 2) DOI: https://doi.org/10.1787/5km959r3jcmw-en

ARTS, J.; P. TOMLINSON; H. VOOGD. Planning in tiers? Tiering as a way of linking SEA and EIA. *In*: SADLER, B. *et al*. (ed.). **Handbook of strategic environmental assessment**, p. 415-433, Washington, DC: Earthscan Publications Ltd, 2011. ISBN 9781138975699

ASSAD, L. P. F. *et al.* **Noções básicas de modelagem hidrodinâmica computacional e de dispersão de poluentes.** COPPE, Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: http://numa.lamce.coppe.ufrj.br/DATA/cursos/apostila.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

ATHANASIOU, P. *et al*. Uncertainties in projections of sandy beach erosion due to sea level rise. An analysis at the European scale. **Scientific Reports** v. 10, 11895, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-68576-0

BAKER, J. *et al*. Ecosystem services in environmental assessment — Help or hindrance? **EIA Review**, v. 40, p. 3-13, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.11.004.

BARKER, A. Strategic Environmental Assessment (SEA) as a Tool for Integration within Coastal Planning. **Journal of Coastal Research**, v. 224, n. 1, p. 946-950, 2006. DOI: http://www.jstor.org/stable/4300351.

BARRAGÁN-MUÑOZ, J. M. (coord.) **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica:** Un diagnóstico. Necesidad de Cambio, Cádiz, Espanha: Red IBERMAR (CYTED), 2010. 380 p. ISBN13: 978-84-694-4844-1.

BARRAGÁN-MUÑOZ, J. M. **Política, Gestão e Litoral:** uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais. Traduzido por Scherer, M.E.G.; Ferreira, W.L.S; Asmus, M. L. Editora Tébar Flores, Madrid, Spain. 683 p. 2016. ISBN 9788473605632 (Tradução).

BPBES (Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos). **1 º Diagnóstico Brasileiro De Biodiversidade & serviços ecossistêmicos**. Campinas, SP: BPBES, 2018. 179 p. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/produtos/. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRADFORD, S. F. Numerical simulation of surf zone dynamics. **Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering**, v. 126, n. 1, p. 1-13, fev. 2000. ISSN 0733950X DOI : https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(2000)126:1(1).

BRAUMAN, K. A. *et al*. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, n. 1, p. 67-98, jul. 2007. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758. Acesso em: 01 abr. 2021.

BUCHIANERI, V. C. **O Valor dos Serviços Ecossistêmicos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itaguaré e Guaratuba, Bertioga, SP.** Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós- Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. DOI: https://doi.org/10.11606/T.8.2018.tde-30052018-105644 Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30052018-105644/pt-br.php. Acesso em: 08 ago. 2019.

BYER., P. *et al.* **Climate Change in Impact Climate Change in Impact Assessment: international best practice principles**. 8. ed. Fargo, USA: Iaia.org, 2018. 4 p. Disponível em: https://www.iaia.org/best-practice.php. Acesso em: 20 jun. 2021.

CASTELLE B. *et al.* Modelling of embayed beach equilibrium planform and rotation signal. **Geomorphology**, v. 369, 107367, [n.p.], 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107367

IVIDES.org

CBD (Convention on Biological Diversity). **Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation.** Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change under the Convention on Biological Diversity (CBD). Montreal, CA: CBD, 2009. (Technical Series; 41). Disponível em: https://www.cbd.int/doc/publications/ahteg-brochure-en.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

CDB (Convention on Biological Diversity). **Convention on Biological Diversity**. New York, USA: CBD, 1992. (Text of the Convention). Disponível em: https://www.cbd.int/convention/text/ . Acesso em: 20 jun. 2021.

CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe). **Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Impactos.** Documentos de Projeto (LC/W.484), Santiago de Chile, jul. 2012. 118 p. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4003/1/S2012065_es.pdf. Acesso em: 04 out. 2019.

CEAA (Canadian Environmental Assessment Agency). **Incorporating Climate Change Considerations in Environmental Assessment: General Guidance for Practitioners**. The Federal–Provincial–Territorial Committee on Climate Change and Environmental Assessment, 2003. Disponível em: http://www.iaia.org/IAIA-Climate-Symposium-DC/documents/Canada_Guide_EIA_CC.pdf. Acesso em: 19 mar. 2022.

CHARLESWORTH, S.M.; WARWICK, F. Sustainable drainage, green and blue infrastructure in urban areas. *In*: CHARLESWORTH, S.M., BOOTH, C., ADEYEYE, K. (ed.). **Sustainable Water Engineering**. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 185–206. ISBN 978012816120.

CHAUSSON, A.; TURNER, B.; SEDDON, D.; CHABANEIX, N.; GIRARDIN, C. A. J.; KAPOS, V.; KEY, I.; ROE, D.; SMITH, A.; WORONIECKI, S.; SEDDON, N. Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. **Global Change Biology,** v. 26, n. 11, p. 6134-6155, 2020. https://doi.org/10.1111/gcb.15310.

CHOU, S.C., *et al.* Projections of Climate Change in the Coastal Area of Santos. *In*: NUNES, L.H.; GRECO, R.; MARENGO, J.A. (ed.). **Climate change in Santos, Brazil**: projections, impacts and adaptation options, [*S.l.*], [s.n.], p. 59-73, 2019. Cham: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96535-2_4.

CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R.W. Integrated Coastal and Ocean Management Concepts and Practices. **Island Press**, Washington DC, EUA., 1998.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world s ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, mai. 1997. DOI: https://doi.org/10.1038/387253a0. Disponível em: https://www.nature.com/articles/387253a0#citeas. Acesso em: 08 ago. 2019.

COWELL, P.J.; ROY, P.S.; JONES, R.A. Simulation of large-scale coastal change using a morphological behaviour model. **Marine Geology**, v. 126, n. 1-4, p. 45-61, ago. 1995. DOI: https://doi.org/10.1016/0025-3227(95)00065-7

CPD Worldwide. **Como os governos estaduais brasileiros enfrentam a mudança do clima?** Resumo das respostas dos estados brasileiros ao questionário de Estados & Regiões de 2020 do CDP, 2021. 19 p. Disponível em: https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/845/original/CDP-relatorio-governoseclima-FINAL_.pdf?1628892687. Acesso em: 11 mar. 2022.

DAILY, G. C. **Nature's Services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC: Island Press. 1997. p. 49-64.

DAVIDSON-ARNOTT, R.G.D. A conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coasts. **Journal of Coastal Research**, West Palm Beach (Florida), v. 21, n. 6, p. 1166–1172, 2005.

DEVISSCHER, T. **Ecosystem-based Adaptation in Africa:** Rationale, Pathways and Cost Estimates. Sectoral Report for the Adapt Cost Study. Stockholm: Stockholm Environment Institute - SEI, 2010.

DI GIULIO, G. M.; MARTINS, A.M.B.B.; VASCONCELLOS, M. da P.; RIBEIRO, W. C. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 2, p. 75-87, 4 out. 2018. Editora de Livros IABS. DOI: http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v8n2.2017.19868.

DI GIULIO, G. M.; MARTINS, A.M.B.B.; LEMOS, M.C. Adaptação climática: fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 25-41, dez. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.30880004.

IVIDES.org

DIETZ, T., OSTROM, E.; STERN, P. C. The Struggle to Govern the Commons.Science. **American Association for the Advancement of Science** (AAAS). [S.L.], v. 302, n. 5652, p. 1907-1912, 12 dez. 2003. DOI: http://dx.-doi.org/10.1126/science.1091015.

DONNELLY, A.; PRENDERGAST, T.; HANUSCH, M. Examining quality of environmental ojectives, targets and indicators in environmental reports prepared for strategic environmental assessment. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 10, n. 04, p. 381-401, dez. 2008. DOI: http://dx.doi.org/10.1142/s1464333208003196.

ESPINOSA, H. R. M. **Diretrizes para uma política ambiental sustentabilista**. Avaliação de Impactos. Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 79-87, 1996.

EUROPEAN UNION. **Directiva 2001/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Junho de 2001 relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente**. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 21 jul. 2001. p. 30-37. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0042&from=PT. Acesso em: 01 mar. 2021.

EUROPEAN UNION. **Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities:** Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities". Publications Office of the European Union, 2015. DOI: https://doi.org/10.2777/479582.

FERREIRA, C.J. *et al.* Integração de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Combination of risk mapping and rain index for planar landslides risk monitoring and warning in North Coast of State of Sao Paulo. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 37-54, 2017. Disponível em: https://www.abge.org.br/downloads/revistas/integracao.pdf. Acesso em: 14 nov. 2020.

FEW, R.; BROWN, K.; TOMPKINS, E. L. Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion. **Climate Policy**, [*S.l.*], v. 7, n. 1, p. 46-59, jan. 2007. Informa UK Limited. DOI: https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685637.

FISCHER, T. B. **Strategic Environmental Assessment in Action:** towards a more systematic approach. UK: Editora Taylor & Francis Ltd, 2007. 218 p. ISBN:1844074536.

FREYERMUTH, A.T.; LOSADA, I. J.; LARA, J. L. 2007. Modeling of surf zone processes on a natural beach using Reynolds-Averaged Navier-Stokes equation. **Journal of Geophysical Research**, v. 112, C09014, 2007. DOI: https://doi.org/10.1029/2006JC004050.

GANDRA, T. B. R.; BONETTI, J.; SCHERER, M. E. G. Planejamento Espacial Marinho. *In*: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (org.). **Geografia Marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 456-472. ISBN 978-65-992571-0-0.

GENELETTI, D. Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. **Environmental Impact Assessment Review**, [*S.l.*], v. 40, p. 25-35, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.12.003.

GIZ. **The vulnerability sourcebook:** concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2017. 180 p. Disponível em: http://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=203.

GIZ; UNEP-WCMC; FEBA. **Guidebook for Monitoring and Evaluating Ecosystem-based Adaptation Interventions.** Bonn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2020.

GÖHLE, D. *et al.* **Ecosystem-based Adaptation (EbA)**. Eschborn, Feldafing, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2013. 8 p. Disponível em: https://publikationen.giz.de/qlink/ID=41655000. Acesso em: 20 jun. 2021.

GROOT, R. de. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, v.7, n. 2, p. 105-109, 1987.

GROOT, R. de *et al.* **Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation**. [*S.l.*]: The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB, 2010. (Full Draft). Disponível em: http://teebweb.org/publications/teeb-for/research-and-academia/. Acesso em: 20 jun. 2021.

IVIDES.org

GROOT, R. de; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n.3, p. 393-408, 2002. ISSN 0921-8009. DOI: https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800902000897. Acesso em: 08 ago. 2019.

GUPTA, S. *et al.* **Policies, instruments and co-operative arrangements.** In Climate Change 2007: Mitigation, ed. B Metz *et al*, pp. 745–807. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge:Cambridge University Press, 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg3-chapter13-2.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

GUTIERREZ, M.; BEKESSY, S. A.; GORDON, A. Biodiversity and ecosystem services in strategic environmental assessment: an evaluation of six australian cases. **EIA Review**, v. 87, p. 106552, mar. 2021. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106552.

GVCES (Centro de Estudos em Sustentabilidade). **Metodologias para identificação e priorização de medidas de adaptação**. Brasília: Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2014. Disponível em: https://eaesp.fgv.br/producao-intelectual/metodologias-para-identificacao-e-priorizacao-medidas-adaptacao-parte-2-produto. Acesso em: 20 jun. 2021.

GVCES (Centro de Estudos em Sustentabilidade). **Relatório 1 – Planejamento público em adaptação à mudança do clima:** Principais conceitos e aprendizados a partir de experiências internacionais. Brasília/DF: Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, GVCES, 2016. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18620. Acesso em: 20 jun. 2021.

HAHN, M.; FRÖDE, A.. **Climate Proofing for Development:** adapting to climate change, reducing risk. Eschborn, Feldafing, Alemanha: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ, 2011. 38 p. Disponível em: https://publikationen.giz.de/qlink/ID=40807000. Acesso em: 20 jun. 2021.

HARARI, J. **Fundamentos de modelagem numérica em Oceanografia**. São Paulo: IO-USP, 2015. 246 p.

HONRADO, J. P. *et al*. Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practice? A framework for analysis and examples from Portugal. **EIA Review**, v. 40, p. 14-24, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.12.002.

IAIA (International Association for Impact Assessment). **Biodiversidade na Avaliação de Impactos**. 3. ed. Fargo, USA: Iaia.org, 2005. Disponível em: https://www.iaia.org/best-practice.php. Acesso em: 20 jun. 2021. [Tradução em língua portuguesa efetuada no âmbito da Rede de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos (http://www. redeimpactos.org), um projeto da APAI – Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes (http://www.apai.org.pt)].

IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission). **Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management**. Paris, França: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2009. 141 p. (Unesco Manuals and Guides; 50; ICAM Dossier; 5). Disponível em http://ioc-unesco.org/ index.php?option=comoe&task=viewDocumentRecord&docID=3947. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Annex I: Glossary. *In*: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (ed.). **Global Warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC, 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf. Acesso em: 11 mar. 2022.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2001:** Synthesis Report. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001. 148 p. Disponível em: https://www.ess.uci.edu/researchgrp/prather/files/2001IPCC_SyR-Watson.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2007:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

IVIDES.org

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. NY, USA: Cambridge University Press, 2012. 582 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Summary for policymakers**. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32, 2014. Disponível em https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf. Acesso em 20 de junho de 2021.

ISLAM, S.; ZHANG, Y. The potential of strategic environmental assessment to reduce disaster risks through climate change adaptation in the coastal zone of Bangladesh. **International Journal of Climate Change Strategies And Management**, v. 11, n. 1, p. 137-153, 14 jan. 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.1108/ijccsm-11-2017-0201.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). **Guidance for using the IUCN global standard for nature-based solutions**. 1. ed. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. ISBN: 978-2-8317-2061-6. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.en.

JACOBI, P. R. **Governança da água no Brasil**. *In*: RIBEIRO, W. (org.). Governança da Água no Brasil: uma visão interdisciplinar. cap. 2. São Paulo: Annablume, 2009. 379 p. ISBN: 978-85-7419-927-6.

Kabisch, N. *et al.* Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society**, v. 21, n. 2, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5751/ES-08373-210239

KLEIN, A. H. *et al*. **Metodologia para quantificação de perigos costeiros e projeção de linhas de costa futuras como subsídio para estudos de adaptação das zonas costeiras:** litoral norte da Ilha de Santa Catarina e entorno. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável; Laboratório de Oceanografia Costeira; Universidade Federal de Santa Catarina (ed.). Brasília, DF: MMA, 2016. 252 p.

KRIEBEL, D.; DEAN, R. G. Numerical simulation of time-dependent beach and dune erosion. **Coastal Engineering**, v. 9, n. 3, set. 1985, p. 221-245, set. 1985. DOI: https://doi.org/10.1016/0378-3839(85)90009-2

LIMA, A. S.; DUARTE, F. G. Políticas de adaptação às mudanças climáticas como fator propulsor ao desenvolvimento sustentável. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 3085-3099, out./dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-029.

LINDOSO, D. P. Adaptação à mudança climática: ciência, política e desenvolvimento sustentável. **ClimaCom**, ano 2, n.2, 2015. Disponível em: http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/adaptacao-a-mudanca-climatica-ciencia-politica-e-desenvolvimento-sustentavel/. Acesso em: 20 jun. 2021.

LINDOSO, D. P. Vulnerabilidade e Resiliência: potenciais, convergências e limitações na pesquisa interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, n. 20, v. 4, out.-dez. 2017. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0248r1v2042017. Acesso em: 20 jun. 2021.

LOCATELLI, B. Ecosystem Services and Climate Change. *In*: POTSCHIN, M. HAINES-YOUNG, R; FISH R; TURNER R. K. (ed.). **Routledge Handbook of Ecosystem Services**. Routledge, London and New York, 2016. p. 481-490. Disponível em: https://www. routledge. com/products/9781138025080. Acesso em: 01 abr. 2021.

LOSADA, I.J. *et al*. A planning strategy for the adaptation of coastal areas to climate change: the Spanish case. **Ocean & Coastal Management**, v. 182, p. 104983, dez. 2019. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104983.

MALHI, Y. *et al*. Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. **Phil. Trans. R. Soc.**, [*S.l.*], [s.n.], 27 jan. 2020. DOI: http://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104

MARENGO, J. A. *et al*. An Integrated Framework to Analyze Local Decision Making and Adaptation to Sea Level Rise in Coastal Regions in Selsey (UK), Broward County (USA), and Santos (Brazil). American **Journal of Climate Change**. v. 6, n. 2, jun. 2017. DOI: https://doi.org/10.4236/ajcc.2017.62021.

IVIDES.org

MARENGO, J. A. *et al*. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista Usp**, n. 106, p. 31, 2 set. 2015. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44.

MCCALLUM, S. *et al*. **Decisões Climáticas Inteligentes**. 3. ed. Maina Arriscado (trad.). Fargo, USA: Iaia.org, 2013. Disponível em: https://www.iaia.org/fasttips.php. Acesso em: 20 jun. 2021.

MEA (Millenium Ecosystem Assessment). **Ecosystems and human well-being:** synthesis report. Washington, DC: Island Press, 2005.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Adaptação baseada em ecossistemas frente à mudança do clima**. Brasília, 2018. 112 p. (Apostila do curso). Disponível em: http://mma.gov.br/publicacoes-mma. Acesso em: 20 jun. 2021.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Brasília, DF: MMA, 2016. 370 p. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/caisan/Publicacao/Caisan_Nacional/PlanoNacionaldeAdaptacaoaMudancadoClima_Junho2015.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

MONTAÑO, M.; OPERMANN, P.; MALVESTIO, A. C.; SOUZA, M. P. Current state of the SEA system in Brazil: a comparative study. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 16, n. 2, 1450022, 2014.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V.E.L. Análise da viabilidade ambiental de projetos. *In*: CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F.C. **Engenharia Ambiental: Conceitos, tecnologias e gestão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. 685 p. ISBN 978-85-352-9047-9.

NADRUZ, V. N. *et al*. Identifying the missing link between climate change policies and sectoral/regional planning supported by Strategic Environmental Assessment in emergent economies: lessons from Brazil. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, v. 88, p. 46-53, 2018.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 217-296, 2010.

NICOLODI, J. L. *et al*. Critical gaps in the implementation of Coastal Ecological and Economic Zoning persist after 30 years of the Brazilian coastal management policy. **Marine Policy**, v. 128, 104470, 2021.

NÓBREGA, R. A. A.; TEIXEIRA, F. Z.; SAYAGO, D. A. V. Environmental system modeling and landscape management. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 11–16, 2020. DOI: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.33466. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/33466. Acesso em: 01 abr. 2021.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). **Better Policies for Sustainable Development 2016**: A New Framework for Policy Coherence. Paris: OECD, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1787/9789264256996-en. Acesso em: 14 mar. 2022.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). **Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation: policy guidance**. Paris: Oecd, 2009. 197 p. ISBN-978-92-64-05476-9. Disponível em: https://www.oecd.org/env/cc/44887764.pdf. Acesso em: 20 jun.2021.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). **Strategic environmental assessment and ecosystem services**. 8th Meeting on Environment and Development Co-operation (ENVIRONET), 8., 2008. Disponível em: https://www.oecd.org/dac/environment-development/41882953.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of socialecological systems. **Sci. New Ser**. v. 325, p. 419-422, 2009. DOI: https://doi.org/10.1126/science.1172133.

PALANDI, J. *et al*. **Cinemática e Dinâmica**. Departamento de Física. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de melhores práticas para avaliação ambiental estratégica** – Orientações Metodológicas para um pensamento estratégico em AAE. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente e Redes Energéticas Nacionais, 2012.

PARTIDÁRIO, M. R. **Strategic environmental assessment good practice guidance—methodological guidance**. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007. Disponível em: http://www.seataskteam.net/library.php e http://www.iambiente.pt/portal/page?_pageid=73,426033&_dad=portal&_schema=PORTAL&not_c_qry=boui=15473913. Acesso em: 20 jun. 2021.

PARTIDÁRIO, M. R.; GOMES, R. C. Ecosystem services inclusive strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 40, p. 36-46, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2013.01.001

PASSOS, A.S. *et al*. Evaluation of the effects of a possible sea-level rise in Mangaratiba-RJ. **Journal of Coastal Conservation**., v. 17, n. 2, p. 355-366, 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/s11852-018-0665-2.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas:** Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. MARENGO, J.A., SCARANO, F.R. (ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE - UFRJ, 2016. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6.

PELLIN, A.; LEMOS, C. C.; TACHARD, A.; OLIVEIRA, I. S. D.; SOUZA, M. P. Avaliação ambiental estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 27-36, 2011.

POSAS, P. Climate change in SEA: learning from English local spatial planning experience. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 29, n. 4, p. 289-302, 2011. DOI: https://doi.org/10.3152/146155111X12959673795967.

ROSMAN, P.C.C. Subsídios Para Modelagem de Sistemas Estuarinos. *In*: ROSMAN, P.C.C., ALMEIDA, A.B., EIGER, S. (ed.). **Métodos Numéricos em Recursos Hídricos**, 3. ed. Porto Alegre, RS: ABRH, 1997. p. 238-348.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 263-278.

SÁNCHEZ, L. E., Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil?. **Estudos Avançados**, 2017, v. 31, n. 89, pp. 167-183. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890015.

SANTOS, M.R.S.; VITORINO, M.I; PEREIRA, L.C.C.; PIMENTEL, M.A.S.; QUINTÃO, A.F. Vulnerabilidade Socioambiental às Mudanças Climáticas: Condições dos Municípios Costeiros no Estado do Pará. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24, p. 1-22, 2021.

SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. H. Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas do Brasil: um diagnóstico. *In*: BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. (coord.), **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica:** Un diagnóstico. Necesidad de Cambio, 2010. Cádiz, Espanha: Red IBERMAR (CYTED), 2010. p. 293-329. ISBN: 978-84-693-0355-9. Disponível em: http://www.ibermar.org/documentos/publicaciones/FASE%20I.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

SHELTON, D. *et al.* Application of an ecosystem services inventory approach to the Goulburn Broken Catchment. **Third Australian Stream Management Conference**, August 27-29, 2001. RUTHERFORD, I., SHELDON, F.; BRIERLEY, G.; KENYON, C. (ed.). Brisbane: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, 2001. p. 157-162.

SILVA, J. Z. D. **Fundamentos da produção e consumo de frutos em populações naturais de *Euterpe edulis* Martius**. 2011. 262 f. Tese (Doutorado) - Programa de PósGraduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96070. Acesso em: 01 abr. 2021.

SLOOTWEG, R. *et al.* Biodiversity in EIA & SEA - Background Document to CBD Decision VIII/28: **Voluntary Guidelines on Biodiversity-Inclusive Impact Assessment.** The Netherlands: Commission for Environmental Assessment, 2006. ISBN: 978-90-421-1811-9. Disponível em: https://pacific-data.sprep.org/dataset/biodiversity-eia-and-sea-background-document-cbd-decision-viii28-voluntary-guidelines. Acesso em: 20 jun. 2021.

SOUZA, C.R. de G. Projeto SIIGAL: Um sistema geográfico de informações geoambientais para o litoral de São Paulo. *In:* Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**,** XI, 05 a 09 de maio de 2005. **Anais [...]**, São Paulo, SP, DG-USP, AGB, UGB, ABClima, 2005.

IVIDES.org

SOUZA, C.R. de G. Flood risk assessment in coastal drainage basins through a multivariate analysis within a GIS-based model. **Journal of Coastal Research**, SI 56, p. 900-904, 2009.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. The Coastal erosion Risk Zoning and the São Paulo State Plan for coastal management. **Journal of Coastal Research**, SI 35, p. 530-547, 2003. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/40928805. Acesso em: 20 jun. 2021.

SWART, R.; SEDEE, A.G.J.; DE PATER, F.; GOOSEN, H.; PIJNAPPELS, M.; VELLINGA, P. Climate-Proofing Spatial Planning and Water Management Projects: An Analysis of 100 Local and Regional Projects in the Netherlands.**J. Environ. Policy Plan**, v. 16, n. 1, p. 55–57, 2014.

SYVITSKI, J. P.M. *et al*. **Morphodynamic Models:** An Overview. Journal of Sedimentary Research, v. 81, n. 1, p. 18-37, 2010.

TEIXEIRA, I.M.V. **O uso da Avaliação ambiental estratégica no planejamento da oferta de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil:** uma proposta. p. 302. Tese (Doutorado em ciências em planejamento energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

THERIVEL, R. **Strategic Environmental Assessment in Action**. 2. ed. Florence, United Kingdom: Routledge, 2010. 304 p. ISBN: 9781849710657.

TURNER, W.R.B.A.; BRADLEY, L.D.; ESTES, D.G.; HOLE, M. OPPENHEIMER, D.S. WILCOVE, D.S. Climate change: helping natural survive the human response **Conserv. Lett.,** v. 3, n. 5, p. 304-312, 2010. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00128.x.

UN (United Nations). **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Rio de Janeiro: United Nations, 1992. Disponível em: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

UNEP (United Nations Environment Programm); IEMP (International Ecosystem Management Partnership). **Research on Ecosystem-based Adaptation (EbA):** A reference guide. Document produced as part of the GEF-funded EbA South Project, 2019. Disponível em: https://wedocs.unep.org/20.500.11822/33379. Acesso em: 20 jun. 2021.

VANCLAY, F.; ESTEVES, A.M.; AUCAMP, I.; FRANKS, D. **Social Impact Assessment:** Guidance for assessing and managing the social impacts of projects. Fargo, ND: Associação Internacional de Avaliação de Impactos (AIAI), 2015.

VELLINGA, P. Beach and dune erosion during storm surges. **Coastal Engineering**. Volume 6, Issue 4, November 1982, p. 361-387. DOI: https://doi.org/10.1016/0378-3839(82)90007-2.

WENDLAND, E.; RUBER, O. **Hydrogeologic Modelle**. Lehrstuhl fur Angewandte Hydrogeologie. Ruhr, Alemanha: Universitat Bochum, 1998.

WRI (World Research Institute). **Ecosystem Services**: a guide for decision makers. 2007941147. ed. Washington DC, USA: World Resources Institute, 2008. 97 p. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4060.6164. Acesso em: 20 jun. 2021.

WWF Brasil (World Wide Fund for Narure). **Guia de adaptação às mudanças do clima**: para entes federativos. Brasília, DF: World Wide Fund for Nature, 2017. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?62222/Guia-de-adaptao-s-mudanas-do-clima-para-entes-federativos. Acesso em: 20 jun. 2021.

IVIDES.org

DOI 10.5281/zenodo.6672833

9 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL AO RISCO TECNOLÓGICO EM CIDADES PORTUÁRIAS: UM NOVO FOCO PARA A GESTÃO COSTEIRA?*

Brenda Ramos Uliano
Ícaro Aronovich da Cunha

O litoral é apontado como um cenário de conflitos e de crise global, uma vez que abriga mais de um terço da população mundial e concentra numerosas atividades, destacando-se as relacionadas com a indústria, o transporte marítimo, o setor portuário, a construção naval etc. As cidades costeiras que congregam setores portuário e industrial convivem com o risco tecnológico inerente das atividades perigosas, o que acarreta em ameaças à população, tornando-a vulnerável, sobretudo, quando não se dispõe de preparo para responder a eventos indesejáveis, como explosões, incêndios, vazamentos ou emissão de substâncias tóxicas. No contexto do risco ambiental de origem tecnológica, a gestão costeira, notadamente, necessita acoplar outras áreas do conhecimento, para tornar suas ações efetivas. Este capítulo tem o objetivo de ampliar e qualificar a compreensão acerca dos riscos tecnológicos, a partir de aspectos teóricos e práticos que evidenciem a importância destes serem incorporados para enfrentar a vulnerabilidade socioambiental e alcançar a sustentabilidade na zona costeira.

1 - INTRODUÇÃO

A zona costeira é um ambiente de alta relevância ambiental, social e econômica, ao mesmo tempo que constitui um cenário de crise e conflito global devido aos processos de expansão urbana e adensamento populacional que ocorrem nessa estreita faixa do globo (BARRAGÁN, 2016).

Cerca de ¼ da população brasileira (24,6%) reside nos 463 municípios da zona costeira e sua densidade demográfica é pelo menos cinco vezes maior que a média nacional desde 2010 (IBGE, 2011). A economia nesta porção do território cresce e existe a tendência de aumentar a exploração de riquezas submarinas, o que somado à expansão das trocas da economia globalizada e intensificação das atividades portuárias, desenha cenários de pressão crescente sobre os ecossistemas vitais para a saúde da vida marinha.

O desenvolvimento de atividades portuárias e industriais está intimamente relacionado à expansão urbana que ocorre no litoral e exerce forte influência sobre a dinâmica de organização deste território (ARENAS, 2012; BARRAGÁN; DE ANDRÉS, 2016; CUNHA, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2013). Os processos industriais de fabricação, transporte e armazenamento de substâncias perigosas são atividades que oferecem riscos de origem tecnológica ao ambiente e às populações (PORTO; FREITAS, 1997), podendo torná-los vulneráveis a eventos adversos, quando não gerenciados adequadamente.

Historicamente, acidentes tecnológicos acarretaram danos sociais, econômicos e ambientais expressivos, sobretudo devido às precárias medidas de resposta a situações de emergências (FREITAS *et al.*, 2000). Portanto, a gestão de riscos tecnológicos advindos do setor portuário-industrial é uma tarefa complexa, devido aos variados cenários acidentais e atores sociais envolvidos.

* Versão em língua inglesa do título e resumo disponível ao final do capítulo.

IVIDES.org

A eminente tendência de maior concentração demográfica nas cidades costeiras (PBMC, 2016), concomitantemente, com a expansão da atividade marítima-portuária, tendo em vista, sua importância estratégica para o desenvolvimento socioeconômico do país (VEIGA LIMA, 2020), amplifica a predisposição de se estabelecer contextos de vulnerabilidade socioambiental, associados ao risco de origem tecnológica.

Tendo como base uma gestão costeira que se preocupa em administrar os comportamentos e as atividades humanas, em prol da sustentabilidade e do bem-estar social, é imprescindível a este campo científico, acoplar outras áreas do conhecimento, para tornar a gestão mais efetiva (BARRAGÁN, 2016). Nesse sentido, a pergunta que orienta a presente pesquisa é: *por que é importante integrar o risco tecnológico à gestão costeira?*

Para respondê-la, o estudo se concentra em apresentar aspectos teóricos, que envolvem o risco tecnológico e os desafios que este representa para a gestão em áreas costeiras, por meio de um estudo empírico numa importante cidade portuária do país.

2 - BASES CONCEITUAIS: RISCO, VULNERABILIDADE E GESTÃO

2.1 - RISCO

A noção de risco está relacionada à incerteza de efeitos futuros, decorrentes de ações e decisões tomadas no presente (EGLER, 1996). Sua definição consiste no produto entre a probabilidade (frequência) e a consequência (severidade) de um evento inesperado, que resulta em efeito adverso para a saúde, a propriedade ou ao ambiente (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005; SERPA, 2002).

A abordagem do risco, necessariamente, compreende a identificação de perigos e pressupõe uma mensuração quantitativa e/ou qualitativa dos seus efeitos para a coletividade. Assim, são diferenciados claramente os termos *perigo* e *risco*, sendo o primeiro, uma propriedade intrínseca de uma atividade, instalação ou substância; enquanto o segundo, está associado à chance de acontecer um evento indesejado.

Desta forma, o risco é passível de controle, por meio de ações para reduzir tanto a probabilidade de um acidente acontecer como as consequências por ele geradas, caso este venha a ocorrer (SERPA, 2002).

A concepção de risco ambiental é configurada a partir de fatores derivados dos processos naturais, econômicos e sociais, que se reproduzem no espaço. Portanto, a definição de risco ambiental se dá pela integração de três categorias: risco natural, risco tecnológico e risco social (EGLER, 1996).

O risco natural está relacionado ao comportamento dinâmico dos sistemas naturais e seu grau de vulnerabilidade a eventos críticos, como inundações, tempestades, tsunamis, erosão, desabamentos etc.

Já o risco social, está atrelado ao conjunto de carências sociais, que contribuem para a degradação das condições de vida, como, por exemplo, acesso aos serviços básicos e à habitabilidade. Ainda, uma visão ampliada inclui as condições de emprego, renda e capacitação técnica da população local, assim como os fatores de desenvolvimento humano, que interferem na condição de risco social (EGLER, 1996).

Por fim, o risco tecnológico está relacionado ao potencial de ocorrência de eventos danosos à vida, a curto, médio e longo prazos, em consequência das decisões de investimento na estrutura produtiva. Envolve não só a avaliação da probabilidade de eventos críticos de curta duração com amplas consequências - explosões, incêndios e vazamentos de produtos tóxicos; mas também, os efeitos a longo prazo, decorrentes da contaminação dos sistemas naturais - lançamento e deposição de resíduos do processo produtivo (EGLER, 1996). Ou seja, o risco tecnológico circunscreve-se ao âmbito dos processos produtivos e da atividade industrial (CASTRO; PEIXOTO; RIO, 2005), todavia, as consequências de seus impactos podem ultrapassar suas fronteiras, uma vez que:

> A sucessão de acidentes de vastas proporções, em particular a partir da década de 1970, e casos exuberantes de poluição crônica (...) demonstram que são virtuais e quiméricos os muros e limites entre as plantas industriais de setores poluentes e seu entorno – rios, mares, ar, terras, fauna, flora, áreas residenciais (FRANCO; DRUCK, 1998, p. 65).

IVIDES.org

Tendo em vista que o risco ambiental é um campo abrangente de estudo, é comum que as pesquisas utilizem as categorias do risco – natural, social e tecnológica, separadamente, de forma a gerar informações concisas e aprofundadas, em determinado aspecto. Nesta perspectiva, a corrente análise se direciona ao estudo do risco tecnológico, uma vez que esta é uma categoria ainda pouco explorada, no âmbito da gestão costeira.

Ao direcionar o olhar para a questão do risco de origem tecnológica em cidades costeiras, constata-se que a concentração produtiva em trechos do litoral brasileiro, com complexos químicos, industriais, energéticos e portuários, levantam a possibilidade de acidentes, que podem comprometer a vida em todos os níveis, devido aos efeitos graves a que estão associados.

Estes eventos danosos, conhecidos pelo termo *major accidents* na comunidade europeia, são chamados *acidentes industriais ampliados* no Brasil e configurados como:

> (...) eventos agudos, como explosões, incêndios e emissões nas atividades de produção, isolados ou combinados, envolvendo uma ou mais substâncias perigosas com potencial para causar simultaneamente múltiplos danos, sociais, ambientais e à saúde física e mental dos seres humanos expostos (FREITAS; PORTO; GOMEZ, 1995, p. 28).

Freitas, Porto e Machado (2000) afirmam que os setores da indústria de processo contínuo, tais como as indústrias química, petroquímica e nuclear abarcam sistemas altamente complexos e os acidentes ampliados, oriundos dessas categorias são, em geral, configurados como de baixa frequência, mas de gravidade elevada.

Adicionam ainda que, neste setor, os processos de trabalho envolvem uma complexidade tecnológica altamente sofisticada. Assim, anomalias em determinada parte do processo podem, por meio do 'efeito dominó', causar acidentes sistêmicos, que afetam toda (ou boa parte) da estrutura, gerando danos e prejuízos substanciais.

Nesta perspectiva, a literatura que aborda o tema salienta que os acidentes ampliados devem ser compreendidos no ambiente socioeconômico em que ocorrem, onde sistemas sociotécnicos suscetíveis a falhas interagem com populações tornadas vulneráveis, por meio da rápida urbanização, das moradias precárias, dos altos níveis de pobreza e da ausência de recursos para enfrentar os eventos de risco.

Ou seja, ao tentar compreender o risco de um acidente ampliado, é necessário que se conheçam as condições do ambiente e das populações expostas ao risco, a fim de se conhecer os aspectos da vulnerabilidade.

2.2. - VULNERABILIDADE

Primariamente, o termo vulnerabilidade é vinculado à ideia ampla de "estar sujeito" ou vulnerável a sofrer dano ou perda, por efeito de um evento (CUTTER, 1996). Sua concepção é aplicada em diversos campos de atuação, tendo, portanto, uma pluralidade de definições que variam com o *locus* de estudo.

Marandola Júnior e Hogan (2004; 2006) assinalam que a vulnerabilidade é uma variável que está atrelada à condição de risco. Nesse aspecto, a vulnerabilidade é entendida como sendo a capacidade de resposta e de condições de enfrentamento de cada população (e lugar) às situações de perigo. Conforme os autores, os elementos que promovem a absorção do impacto do risco e a recuperação dos seus danos são entendidos em termos de *capacidade de resposta*. Esta pode então ser compreendida a partir dos recursos disponíveis, de acordo com a condição social, política, econômica e institucional, que um determinado grupo dispõe para responder às situações acidentais.

Emprega-se aqui, o termo *vulnerabilidade socioambiental*, que deriva da combinação dos aspectos ambiental e social. Sendo o primeiro, referente à probabilidade de exposição ao risco; e o segundo, relacionado à probabilidade de consequências adversas (CUTTER; MITCHELL; SCOTT, 2012). Portanto, a vulnerabilidade é um fator que precisa ser considerado, quando se pretende compreender os cenários de risco presentes num determinado território.

IVIDES.org

A exposição aos riscos é uma condição objetiva, que define um campo de possibilidades de ocorrer um acidente ampliado (por exemplo, um vazamento seguido de um incêndio) e um raio de distância, onde as pessoas que transitam (ou ali habitam) serão afetadas de alguma forma, por consequências, tais como: calor, vibrações, ruídos etc.

A vulnerabilidade está em fatores que são culturais e sociopolíticos, como o nível de informação prévia sobre o que pode ocorrer, a existência (ou não) de algum plano e uma organização coletiva, para agir ordenadamente, diante de uma emergência; agência(s) treinada(s) com credibilidade junto à população, para atuar e evitar o pânico generalizado que costuma instalar-se nesse tipo de situação, quando não existe treinamento anterior, bem como, serviços de saúde preparados.

Conforme o estágio de vulnerabilidade, uma determinada condição de exposição ao risco poderá acarretar em consequências com amplitude e severidade muito variadas em escala de gravidade. Para fixar a ideia, pode-se dizer que os acidentes da Samarco em Mariana (MG) e da Vale em Brumadinho (MG) foram exemplos de situações em que nada (ou pouco) fora feito para reduzir a vulnerabilidade da população e dos ecossistemas, diante de cenários de riscos conhecidos.

Ainda, um ponto que acompanha a noção de vulnerabilidade é a percepção que as pessoas têm do risco. Nesse sentido, Marandola Júnior e Hogan (2006) salientam que é um aspecto que deve ser considerado quando se busca delinear um contexto de vulnerabilidade socioambiental. Enfatizam que a visão das pessoas que convivem com o risco, dos cientistas e dos tomadores de decisão não é necessariamente coincidente. Logo, considerar a percepção dos riscos é importante, pois esta se mostra reveladora na compreensão de como os riscos são vivenciados, enxergados e se são conhecidos e tolerados.

Dessa maneira, permite uma melhor análise de como possíveis acidentes podem ser enfrentados, tendo em vista que o desconhecimento e o despreparo de uma população diante de cenários de risco geram pânico e reações adversas, que amplificam os danos de um acidente ou evento perigoso (TAVARES; MENDES; BASTO, 2011).

Assim, torna-se fundamental a socialização do conhecimento técnico e especializado, por meio de uma comunicação dos riscos, acessível à população (CUNHA; DA CUNHA, 2012). Esta abordagem é também reconhecida pela legislação da União Europeia e dos Estados Unidos da América (EUA). Ambos, incorporam a comunicação dos riscos, como parte integrante da política de prevenção de danos decorrentes de acidentes ampliados.

Nos EUA, em resposta às preocupações relacionadas aos riscos ambientais, decorrentes do armazenamento e manuseio de produtos químicos tóxicos, foi criada pela agência ambiental do país (*United States Environmental Protection Agency* - EPA), em 1986, a *Emergency Planning and Community Right-to-Know Act* (EPCRA), traduzida livremente para *Lei de Planejamento de Emergência e Direito de Saber da Comunidade*. Assim, faz parte da política estadunidense, a exigência de planejamento de emergência e a disponibilização ao público de informações sobre produtos químicos em instalações industriais, seus usos e liberações no meio ambiente (EPA, s.d.).

Do mesmo modo, a União Europeia criou em 1982 a *Diretiva de Seveso*, como resposta à exigência de gestão de riscos, levantada pelos acidentes industriais graves envolvendo substâncias químicas, especialmente, o acidente ocorrido em 1976, na região de Seveso (Itália), que afetou centenas de pessoas. Tendo passado por sucessivas revisões, atualmente, a normativa europeia corresponsabiliza a indústria e a autoridade governamental pela administração dos riscos, mas considera também os cidadãos como atores relevantes no processo. A política europeia determina que a gestão dos riscos deve ser realizada através de planos de emergência externo, elaborados em conjunto com a população e englobando um sistema de alerta e informação para o público (ARAGÃO, 2012).

Conclui-se, portanto, que, para investigar o risco tecnológico em determinada porção do litoral, é necessário que se analise a condição de vulnerabilidade do ambiente e das populações que se relacionam com o risco. Para isso, são fatores determinantes: averiguar o grau de exposição que acompanha os cenários acidentais; o nível de conhecimento das comunidades acerca dos riscos; e o preparo para uma situação de acidente. Ao localizar e compreender os fatores de risco e as condições de vulnerabilidade, tem-se os subsídios necessários para se construir uma gestão sobre o risco tecnológico no litoral.

IVIDES.org

2.3 - GESTÃO

Gerenciamento do risco se dá pela adoção de medidas que atuam na redução de probabilidade de ocorrência de eventos acidentais, bem como, no planejamento de ações que reduzam as consequências de um acidente, caso este se concretize (SERPA, 2002).

Seu estudo se direciona para a caracterização das probabilidades de falhas gerarem acidentes; bem como, de toda a série de possíveis consequências (que também podem ser quantificadas). Esta análise, além de permitir que órgãos gestores façam escolhas usando prioridades assim definidas, fornece um mapa de informações que orienta o gerenciamento.

O risco é, portanto, um fenômeno altamente complexo, em que se combinam um número enorme de possibilidades de falhas materiais, técnicas e humanas. Ademais, em determinadas circunstâncias, os próprios fatores naturais podem ser desencadeadores ou amplificadores do risco – um raio pode iniciar um incêndio num tanque de petróleo, por exemplo. Desta forma, o gerenciamento tem o objetivo geral de reduzir o risco e, para tanto, atua-se para amenizar ambos os fatores dessa multiplicação.

O esforço deve ser empregado nas duas variáveis igualmente, tanto na redução da probabilidade (medidas de prevenção) quanto na redução da consequência (medidas de mitigação) de um acidente. Caso contrário, a gestão está sendo deficiente e pode ser precursora de acidentes que se tornam verdadeiros desastres socioambientais.

Dentro do escopo geral do gerenciamento de risco, que tem por objetivo, prevenir, reduzir e controlar o risco; é empregado um plano que estrutura e organiza ações de resposta para uma emergência industrial. Esse plano é denominado *Plano de Ação de Emergência* e define as responsabilidades, diretrizes e informações, visando à adoção de procedimentos técnicos e administrativos, estruturados de forma a propiciar respostas rápidas e eficientes em situações emergenciais (CETESB, 2011).

Assim, as ações preventivas que se dirigem à redução da probabilidade são compreendidas em práticas, como a identificação de perigos, a manutenção dos equipamentos, a capacitação das equipes de trabalho e segurança, a prática periódica de simulados, a comunicação e o treinamento de comunidades vulneráveis. Já para a redução das consequências, ou seja, quando o acidente não pôde ser evitado, devem ser empregadas ações de resposta ao evento, de forma a minimizar os danos às populações, ao ambiente e ao patrimônio como um todo (MACHADO; PORTO; FREITAS, 2000; QUARANTELLI, 2000; SERPA; PRADO-MONJE, 2000).

Conforme Souza Júnior e Souza (2000), um plano de emergência para acidentes industriais ampliados deve contar com boa integração e comunicação entre a empresa e os órgãos de defesa civil, sendo previamente estabelecidas as funções de cada um. Em relação à proteção da comunidade, deve ser determinado como se executará a sua evasão, devendo ser pré-estabelecidos e treinados os procedimentos de resposta (como sinais de alerta, a rota de fuga, o ponto de encontro e a evacuação). E, para uma boa execução, a comunidade deve estar integrada ao plano, tendo conhecimento prévio dos riscos e sendo preparada para agir de forma a minimizar os danos de um evento acidental.

Neste cenário, se localiza a importância de obter níveis satisfatórios de preparo e resposta, pois, qualquer situação emergencial é melhor conduzida quando sua resposta foi previamente preparada (CUNHA, 2017). Ou seja, para obter êxito na ação de resposta a um acidente industrial ampliado alguns aspectos devem ser previamente estabelecidos e treinados no âmbito de um Plano de Emergência.

3 - ESTUDO DE CASO NA CIDADE PORTUÁRIA DO RIO GRANDE

3.1 - LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO

Rio Grande é um município costeiro do extremo sul do Rio Grande do Sul, que se constituiu primariamente pela sua função portuária, sendo o primeiro e único porto marítimo do estado. Além da sua atividade historicamente comercial, no século XX, o Porto do Rio Grande foi ponto central para o desenvolvimento e a

IVIDES.org

fixação de um distrito industrial no município, configurando-se hoje em um complexo portuário-industrial (OLIVEIRA *et al.*, 2013). O porto da cidade foi também o fator chave para a localização da primeira refinaria do Brasil, a Refinaria de Petróleo Riograndense (originalmente, Refinaria Ipiranga), inaugurada em 1937.

Embora não se localize na área retro portuária, por questões burocráticas da época da sua constituição, a refinaria se estabelece na área urbana, que faz transição entre o centro e a zona portuária da cidade. E assim, como ocorre com as demais plantas industriais, estão presentes na sua vizinhança assentamentos humanos, que convivem com as atividades perigosas decorrentes dos seus processos químicos.

Atualmente, é considerada uma refinaria de pequeno porte, sendo sua capacidade de processamento de 17 mil barris/dia de petróleo, o que equivale a cerca de 2,7 mil m³/dia, distribuídos principalmente em combustíveis marítimos, gasolina, óleo diesel, asfalto, GLP (Gás Liquefeito de Petróleo); e solventes. A matéria-prima (óleo cru) é recebida através de navios no píer petroleiro localizado no Porto Organizado do Rio Grande, sendo conduzida para a refinaria por um oleoduto de aproximadamente quatro quilômetros e armazenado em seis tanques, com capacidade total de 100 mil m³ de óleo. A comercialização dos produtos se dá através de modais rodoviário, ferroviário e marítimo (REFINARIA DE PETRÓLEO RIOGRANDENSE, 2020).

Ao todo, 20 grupos populacionais se estabelecem num raio de até 800 m de distância da refinaria. Um desses grupos se localiza exatamente ao lado dos muros da planta industrial, a comunidade do Lar Gaúcho (Figura 1).

Tendo em vista os perigos intrínsecos da cadeia petroquímica, relacionados a explosões, vazamentos, disposição inadequada de resíduos e transporte de produtos perigosos (GURGEL *et al.*, 2009), essa pesquisa buscou responder ao questionamento sobre um possível cenário de vulnerabilidade ao risco tecnológico da atividade de refino de petróleo, exercida a poucos metros dos moradores do bairro vizinho.

No Lar Gaúcho, segundo o último censo do IBGE, vivem cerca de 738 pessoas, sendo 350 homens e 388 mulheres (IBGE, 2010). O bairro consiste em área urbanizada e destina-se majoritariamente ao serviço de moradia e habitação. Conta com comércio varejista e popular, serviços profissionais vinculados à habitação, ofi-

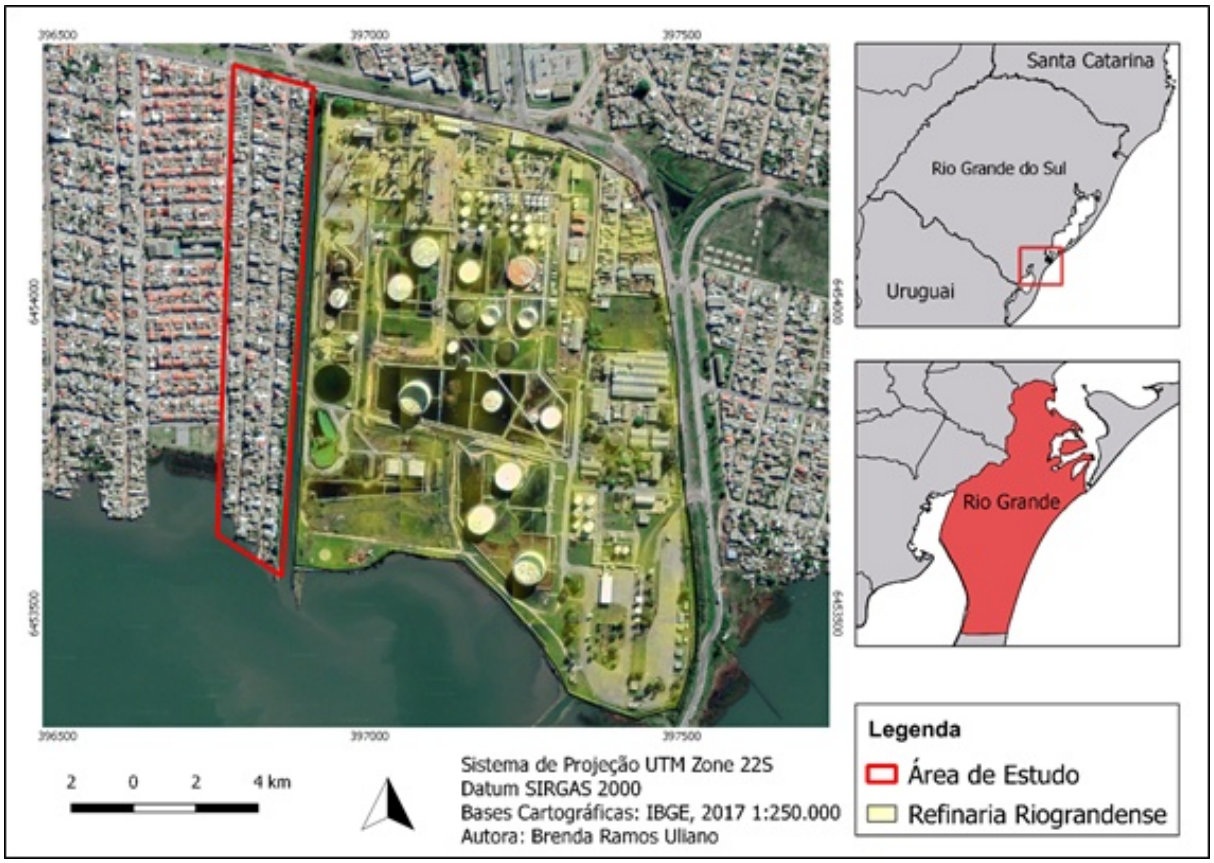


Figura 1 – Localização da comunidade do Lar Gaúcho e da Refinaria de Petróleo Riograndense. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

cinas, serviços de lazer e cultura comunitários e sociais. Pouco arborizada, esta área se localiza na transição entre o centro e o distrito industrial retro-portuário da cidade e tem na sua adjacência uma instalação industrial do ramo petroquímico, a Refinaria de Petróleo Riograndense, sendo este, o enfoque do estudo.

Considerando os perigos identificados no ramo de refino de petróleo e a proximidade da instalação e a população do Lar Gaúcho, levantaram-se indagações acerca da condição de vulnerabilidade das pessoas que ali residem ou transitam. Assim, para identificar se a comunidade se encontra em condição de vulnerabilidade socioambiental, o estudo baseou-se em três questões norteadoras:

a. Existe risco de acidente industrial ampliado da Refinaria de Petróleo Riograndense?

b. A comunidade do Lar Gaúcho está exposta ao risco tecnológico da Refinaria de Petróleo Riograndense?

c. A comunidade do Lar Gaúcho tem informação e preparo para responder adequadamente a um acidente industrial ampliado da Refinaria de Petróleo Riograndense?

3.2 - ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para responder às perguntas da pesquisa, realizou-se a coleta de dados primários e secundários. Os dados primários referem-se às informações obtidas por meio de entrevistas semiestruturadas, com os três setores sociais relevantes, no âmbito da gestão do risco ambiental – indústria, gestão pública e comunidade. Os dados secundários dizem respeito à análise documental do *Estudo de Análise de Risco* (EAR) da refinaria. O procedimento metodológico buscou, portanto, identificar os fatores de risco de acidente industrial ampliado, se a comunidade está exposta ao risco e se existe capacidade de resposta para os possíveis cenários acidentais.

Cabe salientar que a amostragem empregada para realizar as entrevistas com a comunidade foi do tipo não-probabilística, por meio da técnica “bola-de-neve” e, portanto, o resultado não representa a totalidade da população do estudo.

Os resultados obtidos a partir das questões levantadas são apresentados nos tópicos seguintes.

3.3 - IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DE RISCO DA REFINARIA PARA A COMUNIDADE DO LAR GAÚCHO

Uma das componentes da vulnerabilidade socioambiental consiste na exposição ao risco. Assim, para identificar se a comunidade do Lar Gaúcho está em condição de vulnerabilidade, é necessário que sejam investigados os fatores de risco existentes e sua área de alcance. Para este objetivo, foi analisado o mais recente *Estudo de Análise de Risco* (EAR) da Refinaria de Petróleo Riograndense, disponibilizado pelo órgão estadual licenciador (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM).

3.3.1 - RISCO TECNOLÓGICO DA REFINARIA

O Estudo de *Análise de Risco* da Refinaria identificou 1.208 hipóteses acidentais, que representam risco para a comunidade externa do empreendimento. Desse total, 72 hipóteses acidentais são caracterizadas como de severidade crítica (ou catastrófica) para o público externo e envolvem substâncias tóxicas e/ou inflamáveis, tais como: amônia (NH_3); gás ácido contendo sulfeto de hidrogênio (H_2S) e amônia; gás combustível (ou inflamável); gasóleo leve; gasolina; gasolina de alto padrão; GLP; hexano; nafta; óleo diesel; petróleo; e sulfeto de hidrogênio (H_2S).

A instrução técnica da FEPAM, que orienta os EAR dos empreendimentos dessa natureza, imprime que, para as hipóteses acidentais que representam severidade crítica ou catastrófica para o público externo, deve ser realizada uma Análise de Vulnerabilidade. Esta análise permite identificar a área vulnerável, que consiste na área no entorno da atividade, na qual ambiente, população e trabalhadores encontram-se expostos aos efeitos de acidentes, bem como, estimar o potencial de impacto de cada hipótese acidental sobre a região (FEPAM, 2016).

IVIDES.org

O diagnóstico é obtido a partir de modelagem matemática, que combina dados operacionais da atividade industrial e dados meteorológicos da região, para gerar a quantificação dos efeitos, em termos de radiação térmica (incêndio), sobrepressão (explosão) e concentração tóxica (emissão/vazamento), em uma determinada área.

Dessa forma, a Análise de Vulnerabilidade resultou na identificação de nove hipóteses e de oito tipologias acidentais, que representam os cenários de maior potencial de atingir o público externo. Especificamente, para a comunidade do Lar Gaúcho, o EAR apontou para três hipóteses, envolvendo quatro diferentes tipologias acidentais, que têm potencial de alcance e efeito físico sobre a população do bairro (Quadro 1).

Quadro 1 – Cenários acidentais com efeito direto na comunidade do Lar Gaúcho.

HIPÓTESE ACIDENTAL	TIPOLOGIA ACIDENTAL	ALCANCE	EFEITO FÍSICO
HA 1186 – Grande vazamento de GLP devido a ruptura do cilindro de GLP	BLEVE seguido de Bola de Fogo	351,7 m Duração de 15,3 s	1% de fatalidade
HA 852 – Incêndio total nos tanques de petróleo de teto fixo devido a queda de raio	Incêndio em Poça seguido de *Boilover*	222 m	1% de fatalidade
HA 854 – Incêndio total nos tanques de petróleo de teto flutuante devido a queda de raio	Incêndio em Poça seguido de *Boilover*	262 m	1% de fatalidade

Elaborado pelos autores. Fonte: EAR

- **Hipótese Acidental 1186: Grande vazamento de gás inflamável (GLP) devido à ruptura do cilindro de GLP**

A HA-1186, caracterizada por "Grande vazamento de GLP devido à ruptura do cilindro de GLP", representa o cenário de maior severidade e alcance, segundo o EAR. O raio de alcance é de 351,7 m, tendo como efeito, 1% de fatalidade, com liberação de radiação de 13.9 kW/m² e duração de 15,3 s. Essa estimativa de fatalidade é calculada no estudo, com base em cálculos de vulnerabilidade à radiação térmica. O produto envolvido é o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e duas tipologias acidentais estão relacionadas, "BLEVE" e "Bola de Fogo".

BLEVE: é a abreviação em inglês de *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*, e é traduzido como Explosão por Expansão de Vapor de Líquido em Ebulição. No EAR, esse fenômeno é definido como uma explosão catastrófica de um reservatório, decorrente da liberação súbita e vaporização quase instantânea de um líquido sob pressão, a uma temperatura acima de sua temperatura normal de ebulição. Tratando-se de substâncias inflamáveis, como o GLP, o BLEVE é acompanhado de uma "Bola de Fogo".

Bola de Fogo (ou ***fire ball***): consiste na combustão instantânea superficial do volume esférico de mistura inflamável, de vapor e de líquido em pequenas partículas, que é disperso explosivamente, pela ruptura repentina do recipiente que o contém. A massa inteira, liberada pela ruptura repentina, se eleva, por efeito de redução de densidade, provocada pelo superaquecimento; e emite intensa radiação sobre uma área considerável.

- **Hipótese Acidental 852 - Incêndio total nos tanques de petróleo de teto fixo devido à queda de raio**

A HA-852 constitui um cenário que abrange quatro tanques distintos, acarretando em alcances de 222 m, 198 m, 172 m; e efeito físico de 1% de letalidade. A tipologia acidental envolvida é o *Boilover*, que deriva do agravamento da tipologia de incêndio em poça.

IVIDES.org

Incêndio em poça: Incêndio que ocorre em uma poça de produto inflamável.

Boilover: se configura quando as chamas dominam toda a superfície livre, por um largo período de tempo. Inicialmente, o incêndio é alimentado pelas frações mais leves do petróleo, em detrimento das frações mais pesadas; essas frações pesadas se separam, afundam e vão se tornando cada vez mais aquecidas, de modo que, quando essas frações atingem a água presente no fundo do tanque, ocorre a sua vaporização súbita. Essa expansão expulsa violentamente o óleo para cima, com tal velocidade e fragmentação, que se produz não só o transbordamento do tanque e o lançamento de respingos inflamados, mas também, uma grande coluna de chamas.

- **Hipótese Acidental 854 - Incêndio total nos tanques de petróleo de teto flutuante devido à queda de raio**

A terceira hipótese assemelha-se à HA-852, no que concerne à tipologia acidental (incêndio em poça seguido de *Boilover*); porém, seu alcance é de 262 m e pode ocorrer em dois tanques distintos.

3.3.2 - CENÁRIOS ACIDENTAIS

A partir da análise das informações apresentadas acima, foi possível constatar que a comunidade do Lar Gaúcho está exposta ao risco tecnológico da Refinaria Riograndense. Os cenários acidentais identificados envolvem basicamente explosões e incêndios, os quais são potencialmente causadores de fatalidades para o público externo. Os efeitos físicos das hipóteses de incêndio são capazes de gerar o equivalente a 1% de probabilidade de morte, para as pessoas expostas à radiação por cerca de 1 minuto. Enquanto a hipótese relacionada ao risco de explosão pode gerar o equivalente a 1% de probabilidade de ruptura de tímpanos das pessoas expostas, além de provocar danos estruturais em residências, conforme consta no EAR.

Cabe mencionar que os cenários acidentais identificados são categorizados como de baixa probabilidade, no que concerne à categoria de frequência. Isto se dá devido à necessidade de múltiplas falhas (humanas e/ou de equipamentos) no sistema de proteção dos processos. Esse fato reforça a caracterização do acidente tecnológico como de baixa frequência, mas de grande magnitude.

Nesse sentido, reforça-se que a gestão de risco deve abarcar todos os cenários possíveis, e os planos de gestão devem ser construídos e implementados, a fim de responder adequadamente a todas as situações acidentais, sobretudo, os de baixa frequência, uma vez que, se ocorrerem, geram graves consequências, em termos de fatalidades e de danos.

3.4 - CAPACIDADE DE RESPOSTA AO RISCO TECNOLÓGICO

Tendo constatado os riscos de explosão e incêndio, que podem afetar a comunidade do Lar Gaúcho, o próximo passo do estudo foi identificar, por meio dos órgãos de gestão (pública e privada), quais as ações existentes para o enfrentamento desses cenários acidentais.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com o gestor ambiental da diretoria de segurança e meio ambiente da Refinaria Riograndense e com o secretário da Defesa Civil Municipal. O roteiro das entrevistas com os dois gestores foi construído, tendo como base as seguintes questões norteadoras:

i) A comunidade do Lar Gaúcho está exposta ao risco tecnológico da Refinaria?

ii) A Refinaria possui plano de emergência para hipóteses acidentais que representam risco para o público externo da instalação?

iii) Existe ação de informação e preparo para a comunidade do Lar Gaúcho exposta ao risco da Refinaria?

IVIDES.org

Em suma, todas as entrevistas foram realizadas com o objetivo de identificar a existência de um plano de ação de emergência que contemple os cenários acidentais mapeados na Análise de Risco das instalações da Refinaria. Ou seja, quais as estratégias e o meios existentes no âmbito municipal para responder a uma situação de acidente tecnológico que cause danos à população externa ao empreendimento.

3.4.1 - A GESTÃO AMBIENTAL DA REFINARIA

Primeiramente, o gestor ambiental da empresa confirmou que a comunidade do Lar Gaúcho está exposta ao risco tecnológico, devido à acentuada proximidade da instalação. Quanto às medidas de resposta para os acidentes ampliados, o gestor apontou que a Refinaria segue rigorosamente os procedimentos de segurança estabelecidos na Política de Gestão Integrada da empresa, que dispõe de um Plano de Emergência interno e simulados periódicos para treinamento do corpo de funcionários.

No que tange à segurança da comunidade vizinha, a conduta da empresa consiste na mobilização de apoio externo. Esse apoio é solicitado à Defesa Civil municipal, a qual fica responsável por orientar e realizar a evacuação da comunidade afetada. No entanto, afirma não ter conhecimento se a Defesa Civil tem plano específico para isso ou não.

3.4.2 - O ALCANCE DA AÇÃO DA DEFESA CIVIL

O secretário da Defesa Civil municipal informou que não há um plano específico que oriente ações de preparo e resposta a acidentes ampliados, tanto para as adjacências da Refinaria quanto para qualquer outro empreendimento industrial da cidade.

Relatou que possuem maior familiaridade e estrutura para lidar com o risco natural referente aos eventos climáticos extremos, que ocorrem em Rio Grande, destacando a estiagem e as chuvas intensas. Salientou a necessidade de melhor estrutura para essa tipologia de risco e declara que o órgão tem a intenção de construir um plano específico para o risco tecnológico, mas assinala múltiplas dificuldades, sendo uma delas, a diversidade de empreendimentos industriais no município.

Menciona também, que, no caso específico da Refinaria, a Defesa Civil não tem acesso às informações das análises de risco da empresa. Por fim, adiciona que conta com o Plano de Auxílio Mútuo (PAM), para auxiliá-los em casos de acidente.

3.4.3 - A PERCEPÇÃO DO RISCO NA COMUNIDADE

Como supracitado, a percepção acerca do risco é diferente, entre a população que está exposta e os peritos que o estudam (e/ou gerenciam). Por essa razão, para além da investigação com gestores, procurou-se apreender se as pessoas, que vivem (e/ou transitam) no bairro, recebem informação e preparo, para responder às possíveis situações de emergência, oriundas da instalação industrial vizinha.

Essa etapa teve por finalidade delinear aspectos relevantes referentes a parte da gestão de risco, que se preocupa em dialogar com o público e colher informações determinantes para a construção de um plano de emergência adequado.

Com o objetivo de realizar uma exploração qualitativa sobre o nível de informação e preparo da população, foram realizadas 10 entrevistas, no período entre novembro de 2019 e agosto de 2020. Desse total, cinco ocorreram presencialmente, nos respectivos locais de residência e trabalho das pessoas; e a outra parte ocorreu de forma virtual. Em síntese, pode-se destacar, a partir das informações coletadas, que:

a. Os relatos das pessoas entrevistadas indicam a ausência de comunicação e preparo da comunidade para cenários acidentais;

b. O público externo da Refinaria não recebe informação sobre o risco tecnológico ao qual está exposto;

IVIDES.org

c. O público não recebe treinamento, para responder a possíveis acidentes ampliados da Refinaria; e

d. O público quer ser informado e melhor instruído para as situações de emergência no bairro.

3.5 - VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA COMUNIDADE DO LAR GAÚCHO

A pesquisa realizada permitiu constatar primeiramente a existência de risco tecnológico, devido à identificação de cenários acidentais, que apresentam potencial de fatalidade e danos para a comunidade do Lar Gaúcho.

Os resultados obtidos nas entrevistas com os gestores e a comunidade apontaram para a ausência de plano de emergência externa, específico para as hipóteses acidentais levantadas no estudo, indicando a falta de capacidade de resposta.

A vulnerabilidade se caracteriza pela condição de susceptibilidade a um risco e a incapacidade de enfrentá-lo; dessa forma, pode-se asseverar que a população do Lar Gaúcho se encontra em situação de vulnerabilidade socioambiental ao risco tecnológico da Refinaria de Petróleo Riograndense.

Considerando a condição de vulnerabilidade da população e a falta de capacidade institucional para responder aos possíveis acidentes ampliados, cabe indicar que pesquisas futuras investiguem proposições, que contribuam para a melhoria do quadro atual, visando a redução de consequências no âmbito dos cenários acidentais identificados.

Ademais, atenta-se para as características da cidade de Rio Grande (RS), que se estabelece economicamente pela presença do setor portuário e distrito industrial, sendo imprescindível que se promovam estudos e ações integradas, para melhor compreender e enfrentar os riscos que permeiam essas atividades.

4 - POR QUE É IMPORTANTE INTEGRAR O RISCO TECNOLÓGICO À GESTÃO COSTEIRA?

Um grande desafio para o entendimento completo da questão socioambiental passa pela apreensão dos impactos da indústria no litoral e seus reflexos na qualidade de vida das pessoas, especialmente, trabalhadores e comunidades vizinhas de plantas industriais. Além dos múltiplos efeitos na saúde ambiental dos ecossistemas, que sustentam essas atividades.

Atualmente, diversos municípios costeiros integram a cadeia produtiva industrial, sobretudo do petróleo, o que requer atenção e compreensão dos seus efeitos sociais e ambientais, para construir ações de gestão efetivas.

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico, a demanda por produtos e processos de alta complexidade e periculosidade aumentaram progressivamente nas últimas décadas. Concomitantemente, os riscos intrínsecos destas atividades tornaram-se uma fonte de ameaças para populações e o ambiente, que coabitam o mesmo território destes empreendimentos.

A constatação das ameaças advindas deste setor ocorreu essencialmente após o aumento substancial da frequência e das consequências dos eventos acidentais em indústrias, gerando danos coletivos, que ultrapassaram o perímetro do empreendimento.

Um exemplo emblemático é o acidente em Bophal, Índia, o qual é conhecido como o ‘maior desastre industrial da história’. O evento ocorreu na fábrica de pesticidas da filial indiana da empresa estadunidense Union Carbide Corporation (UCC), na madrugada de 3 de dezembro de 1984. A origem foi uma reação adversa, num tanque contendo isocianato de metila, que acarretou a liberação de nuvem de gases tóxicos que, levada pelo vento, se espalhou nas áreas circundantes (MARTINS, 2016).

Alguns estudos indicam um número de óbitos na média de 2.500, na ocasião. No entanto, como denotado por Freitas; Porto e Gomes (1995), as consequências de um acidente ampliado se estendem no espaço e, também, no tempo, sendo portanto, de difícil mensuração. Assim, um estudo recente do desastre aponta para uma estimativa de 25 mil óbitos, entre o dia do acidente e as semanas seguintes, além de mais de cem mil pessoas com importantes sequelas permanentes até os dias atuais (MARTINS, 2016).

IVIDES.org

Na mesma década, diversos outros acidentes tecnológicos de grandes proporções ocorreram em diferentes partes do globo (FRANCO; DRUCK, 1998), destacando-se no Brasil o incêndio da Vila Socó, em Cubatão. No que se refere ao teor das consequências dos acidentes ocorridos, é importante destacar as notáveis diferenças dos danos em países desenvolvidos e os de economia periférica.

Freitas, Porto e Machado (2000) abordam tais distinções e mostram quantitativamente que, em países periféricos, os danos tomam maiores proporções, em detrimento dos países ditos desenvolvidos. Isto se deve basicamente aos fatores socioeconômicos e políticos, que estruturam cada nação. Nessa perspectiva, é denotado que, em países como o Brasil, a Índia e o México, por exemplo, a situação de risco é agravada, devido à maior vulnerabilidade que se configura nesses territórios.

No Brasil, o litoral é uma região com importância histórica, devido à sua atuação como fronteira comercial. A industrialização se deu principalmente a partir dos portos, que se instalaram em pontos estratégicos do país. Junto às instalações portuárias, desenvolveram-se complexos industriais, sobretudo, polos químicos e petroquímicos, devido a facilidades na logística de transporte e de armazenamento de substâncias. Atualmente, 121 instalações portuárias (entre portos públicos e terminais de uso privativo) estão localizados na zona costeira nacional e, assim, apresentam-se nessa faixa do território, megaempreendimentos que representam riscos, devido à natureza das suas atividades e dos seus produtos (VEIGA LIMA, 2020).

Cabe mencionar que, além de estar vulnerável aos setores que se localizam especificamente no litoral, a zona costeira também pode ser impactada por atividades que ocorrem no interior do país, como ocorreu recentemente, nos eventos de rompimento das barragens da Samarco em Mariana (MG), em 2015; e da Vale em Brumadinho (MG), em 2019. Segundo Freitas e Silva (2019), os rompimentos de barragens, por apresentarem baixa frequência, são riscos geralmente negligenciados pelas corporações e, quando se concretizam, podem se transformar em verdadeiras tragédias, devido à falta de gerenciamento efetivo.

Diversas regiões costeiras do Brasil enfrentam este cenário de conflito entre as atividades industriais e portuárias e o risco e vulnerabilidade de populações e ecossistemas. São exemplos: Baía de Guanabara (RJ) e Baía de Todos os Santos (BA) e seus respectivos polos petroquímicos; complexo industrial de Cubatão (SP), Porto de Santos e São Sebastião (SP); Estuário da Lagoa do Patos (Complexo Industrial e Portuário Porto Alegre e Rio Grande), Baía da Babitonga (Porto de São Francisco do Sul e Polo Industrial de Joinville, em SC).

O 2º Macrodiagnóstico da Zona Costeira, em seu capítulo sobre potencial de risco tecnológico (EGLER, 2008), indica que as regiões industrializadas ao longo de todo litoral brasileiro requerem atenção quanto à gestão dos riscos, devido ao potencial de gerar acidentes, tais como explosões, incêndios, rompimento de barragens, intoxicação por gases etc., provocando impactos, não só sobre os ecossistemas, mas, primariamente, sobre as comunidades costeiras.

Nesse contexto, o estudo de caso aqui apresentado corrobora com as constatações apontadas, mostrando uma gestão deficitária frente aos riscos, permitindo que comunidades se encontrem em condições de vulnerabilidade. Sabendo que o estudo de caso é referente a um recorte geográfico específico, elencam-se pesquisas similares, que constataram cenários de vulnerabilidade, devido à exposição ao risco tecnológico, em diferentes áreas costeiras. Pode-se citar o estudo de Santos e Marandola Júnior (2012), em São Sebastião (litoral de São Paulo), onde encontra-se o Terminal Aquaviário da Petrobras (Tebar); pesquisa de Sevá (2002), sobre os riscos advindos das instalações petrolíferas localizadas nas cidades litorâneas do Rio de Janeiro; e a pesquisa de Vaz (2013), sobre os riscos da Refinaria Duque de Caxias (Reduc), em Duque de Caxias (RJ).

Essas pesquisas, embora com escopos e metodologias distintas, corroboram para a argumentação de que é preciso olhar para a vulnerabilidade socioambiental que permeia as comunidades que se localizam nas proximidades das plantas industriais. Percebe-se que diversas regiões costeiras do Brasil enfrentam cenários de conflito associado às atividades industriais e portuárias e o risco (e vulnerabilidade de populações). Assim, é urgente que se atente para a questão do risco, ao se pensar a política e os instrumentos de gestão do território costeiro, buscando reduzir vulnerabilidades.

IVIDES.org

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente capítulo consistiu em ampliar a compreensão da temática do risco tecnológico, elucidando-o como elemento essencial, para o enfrentamento da vulnerabilidade socioambiental, em cidades onde se situam instalações portuárias e industriais. Primeiramente, foram apresentados os aspectos conceituais de risco, vulnerabilidade e gestão. Em seguida, adentrou-se no estudo de caso, que possibilitou elucidar questões práticas sobre os desafios que envolvem o gerenciamento do risco tecnológico. Posteriormente, foram discutidos pontos, que evidenciam a importância de aprofundar esse tipo de investigação para outras regiões costeiras, onde pesquisas distintas já constataram contextos de risco e vulnerabilidade, referentes à presença de instalações perigosas.

O estudo de caso na cidade portuária de Rio Grande (RS) constatou a condição de vulnerabilidade socioambiental de uma comunidade ao risco de incêndio e explosão nas operações da refinaria de petróleo, que se localiza exatamente na sua vizinhança. Essa condição se dá pela ausência de um Plano de Ação de Emergência, específico para responder aos cenários acidentais identificados, bem como, pela inexistência de informação e preparo da população exposta. Tem-se, portanto, uma situação preocupante, onde o risco é conhecido, mas não é adequadamente gerenciado.

Tendo em vista os limites metodológicos de um estudo de caso, não é possível generalizar tais constatações para outros contextos. Nesse sentido, sugere-se que estudos semelhantes ao aqui reportado sejam levados a efeito, ao longo da costa brasileira, onde as configurações das economias e urbanizações associadas às áreas portuárias reproduzam o (des)ordenamento, dentro do padrão de proximidade perigosa entre população e instalações industriais.

Ademais, reforça-se a importância dos estudos de risco e vulnerabilidade a desastres naturais incorporarem os cenários de risco tecnológico. As equações de risco ambiental dos estudos de riscos das instalações perigosas devem utilizar cenários de eventos climáticos extremos, para estimar probabilidades de eventos, cujas origens estejam nesse campo de ocorrências; e já o fazem. Da mesma forma, o estudo e as medidas de gestão relacionadas aos eventos climáticos devem incorporar a visualização e as estimativas de consequências tecnológicas, que podem ser intensificadores de desastres.

Para facilitar a percepção dessa correlação, bastaria perguntar em todo estudo de riscos de uma barragem de rejeitos de minérios: qual o volume de chuva acumulada usado para calcular possíveis rompimentos? Acompanhando essa visão integrada de um gerenciamento dos riscos, o desastre ocorrido em Mariana (MG) demonstrou que acidentes tecnológicos muito distantes podem ter consequências gravíssimas para os ecossistemas e as populações humanas, até o litoral e mar adentro.

Em conclusão, salienta-se que a pesquisa aqui apresentada é de cunho exploratório, trazendo tópicos iniciais de discussão do tema. Assim, estudos futuros são necessários para apreender informações, que corroborem para a incorporação do risco tecnológico na gestão de áreas costeiras de influência portuária, sobretudo, considerando a dimensão social, o que é notadamente um desafio a ser enfrentado.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, A. **A prevenção de riscos em Estados de direito ambiental na União Europeia**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2012. p. 1–37.

ARENAS, P. **Manejo Costero Integrado y Sustentabilidad en Iberoamerica. Madrid**: Editorial Académica Española, 2012.

BARRAGÁN, J. M. **Política, gestão e litoral: uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais**. Madrid: Editorial Tébar Flores, 2016.

BARRAGÁN, J. M.; DE ANDRÉS, M. Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. **Revista de geografía Norte Grande**, v. 64, p. 129–149, 2016.

CASTRO, C. M. DE; PEIXOTO, M. N. DE O.; RIO, G. A. P. DO. Riscos Ambientais e Geografia Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências** - UFRJ, v. 28, n. 2, p. 11–30, 2005.

IVIDES.org

CETESB. **Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referências Norma.** Técnica P4.261, 2011.

CUNHA, R. D. S. DA. **A comunicação dos riscos na preparação para emergências nucleares: um estudo de caso em Angra dos Reis, Rio de Janeiro**. [s.l.] Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2017.

CUNHA, Í. Conflito ambiental em águas costeiras: relação porto - cidade no Canal de São Sebastião. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 83–98, 2003.

CUNHA, I. A.; DA CUNHA, R. D. S. A comunicação dos riscos na preparação para emergências ambientais: referências conceituais. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 7, n. 1–2, p. 24, 2012.

CUTTER, S. L. Vulnerability to hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529–539, 1996.

CUTTER, S. L.; MITCHELL, J. T.; SCOTT, M. S. Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown county, South carolina. **Hazards, Vulnerability and Environmental Justice**, v. 90, n. 4, p. 83–114, 2012.

EGLER, C. A. G. Risco Ambiental Como Critério De Gestão Do Território: Uma Aplicação À Zona Costeira Brasileira. **Revista Território**, v. 1, n. 1, p. 31–41, 1996.

EGLER, C. Potencial de risco tecnológico. In: MMA. **2º Macrodiagnóstico da Zona Costeira**. Brasília, DF: MMA, 2008. p. 149-153. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/macrodiagnostico.html. Acesso em 31 mai. 2021.

EPA (*Environmental Protection Agency*). **Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA) | US EPA**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.epa.gov/epcra. Acesso em: 29 dez. 2021.

FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler). **Manual de Análise de Riscos Industriais**. Porto Alegre, RS: FEPAM, 2016.

FRANCO, T.; DRUCK, G. Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 61–72, 1998.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. DA. Work accidents which become disasters: Mine tailing dam failures in Brazil. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 1, p. 21–29, 2019.

FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; GOMEZ, C. M. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 6, p. 503–514, 1995.

FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; MACHADO, J. M. H. **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

GURGEL, A. do M. *et al*. Framework dos cenários de risco no contexto da implantação de uma refinaria de petróleo em Pernambuco. **Ciência & saúde coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2027–2038, 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 2011.

MACHADO, J. M. H.; PORTO, M. F. D. S.; FREITAS, C. M. DE. Perspectivas para uma Análise Interdisciplinar e Participativa de Acidentes (Aipa) no contexto da indústria de processo. *In*: FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; MACHADO, J. M. H. (ed.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 48–81.

MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. **Vulnerabilidades e riscos**: entre geografia e demografia. n. Xiv, 2004.

MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **Sao Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33–43, 2006.

MARTINS, B. S. Revisitando o desastre de Bhopal: Os tempos da violência e as latitudes da memória. **Sociologias**, v. 18, n. 43, p. 116–148, 2016.

IVIDES.org

OLIVEIRA, D. S. *et al*. Expansão Portuária, Desenvolvimento Municipal e Alterações Ambientais no Brasil: Desafios para a gestão costeira * Port Expansion, Municipal Development and Environmental Changes in Brazil: Challenges for Coastal Management. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 13, n. 1, p. 79–87, 2013.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE - UFRJ, 2016. 184 p. p. 184.

PORTO, M. F. DE S.; FREITAS, C. M. DE. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, n. suppl 2, p. S59–S72, 1997.

QUARANTELLI, E. L. Principais critérios para julgamento da gestão de desastre e aplicação nas sociedades em desenvolvimento. *In*: FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S.; MACHADO, J. M. H. (org.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000. p. 198-219.

REFINARIA DE PETRÓLEO RIOGRANDENSE. **Produtos**. Disponível em: http://www.refinariariograndense.com.br/site/Pages/produtos/produtos/produtos.aspx. Acesso em: 31 maio. 2021.

SANTOS, F. M. DOS; MARANDOLA JÚNIOR, E. J. Populações em situação de risco ambiental e vulnerabilidade do lugar em São Sebastião, Litoral de São Paulo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 26, p. 23, 2012.

SERPA, R. R. Gerenciamento de riscos ambientais Risk management of environmental accidents. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 5, p. 101–107, 2002.

SERPA, R. R.; PRADO-MONJE, H. Prevenção e resposta a acidentes químicos - Situação na América Latina e no Caribe. *In*: FREITAS, C. M. .; PORTO, M. F. .; MACHADO, J. M. (ed.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 267–276.

SEVÁ, A. O. **Problemas ambientais relacionados com a Energia, as Águas e a Indústria**. Uma seleção das regiões atingidas e dos focos relevantes de riscos no Estado do RJ. [*s.l.*], 2002. 16p.

SOUZA JÚNIOR, A. B.; SOUZA, M. S. Implantação de sistemas de resposta para emergências externas em áreas industriais no Brasil. *In*: FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; MACHADO, J. M. H. (ed.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 221–235.

TAVARES, A. O.; MENDES, J. M.; BASTO, E. Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continentalPerception of Natural and Technological Risks, Institutional Confidence and Preparedness for Emergency Situation. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 93, p. 167–193, 2011.

VAZ, A. J. Percepção de risco nas comunidades do entorno da Refinaria Duque de Caxias. *In*: PETRÓLEO, F. DOS ATINGIDOS PELA INDÚSTRIA DO; (ORG.), PETROQUÍMICA NAS CERCANIAS DA B. DE G. (ed.). **50 Anos da Refinaria Duque de Caxias e a expansão da indústria petrolífera no Brasil:** conflitos socioambientais no Rio de Janeiro e desafios para o país na era do pré-sal. Rio de Janeiro: FASE - solidariedade e educação, 2013. p. 199–208.

VEIGA LIMA, F. A. Portos marítimos e os desafios para a sustentabilidade costeira. *In*: SOUTO, R. D. (ed.). **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas:** conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES. org, 2020. p. 198–229.

*SOCIO-ENVIRONMENTAL VULNERABILITY TO TECHNOLOGICAL RISK IN PORT CITIES: A NEW FOCUS FOR COASTAL MANAGEMENT?

The coast is seen as a scenario of conflicts and global crisis since it houses more than a third of the world population and concentrates numerous activities, highlighting those related to industry, maritime transport, the port sector, shipbuilding, etc. Coastal cities that bring together port and industrial sectors live with the technological risk inherent in these dangerous activities, which poses threats to the population, making it vulnerable, especially when there is no preparedness to respond to undesirable events such as explosions, fires, leaks or the emission of toxic substances. In the context of environmental risk of technological origin, coastal management notably needs to engage other areas of knowledge to make its actions effective. This chapter aims to expand and qualify the understanding of technological risks from theoretical and practical aspects that show the importance of these being incorporated to face social and environmental vulnerability and achieve coastal sustainability.

Keywords: socio-environmental vulnerability, technological environmental risk, port city, industrial complex, coastal management, emergency plan.

IVIDES.org

10

DOI 10.5281/zenodo.6672837

GEOCONSERVAÇÃO E GESTÃO COSTEIRA: INTERFACES

Samanta da Costa Cristiano
Gabriela Camboim Rockett
Luana Portz

1 - INTRODUÇÃO

As áreas costeiras configuram a interface entre os ambientes marinho e terrestre e estão entre os ambientes mais frágeis do globo, pois abrigam ecossistemas em fluxo contínuo, equilibrado pelas forças cinéticas e gravitacionais, e composto por mosaicos de recursos abióticos e bióticos (PORTMANN *et al*., 2015). Estas áreas costeiras proporcionam benefícios para os seres humanos, como a proteção costeira, alimento e lazer (PORTMANN *et al*., 2015). Por isso, necessitam de políticas públicas e ações de gestão, com o objetivo de conservar seus serviços naturais.

De maneira quase generalizada em todo o mundo, as paisagens litorâneas podem se apresentar em três grandes grupos: as costas rochosas, as costas arenosas (com seu subtipo, a costa com lagunas) e as costas pantanosas (ROUGERIE, 1971). As formas de relevo encontradas nestes ambientes costeiros apresentam processos dinâmicos e importantes alterações ao longo do tempo. O mosaico de elementos que compõem a zona costeira se intra e inter-relacionam com setores econômicos e instituições, amparados em diversas políticas públicas (POLETTE; VIEIRA, 2009). Moraes (2007) afirma que, em qualquer quadrante do globo, a região litorânea apresenta características naturais e de ocupação, que lhe são próprias. A geoconservação tem como objetivo assegurar o uso dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável e, para isso, é necessário um novo tipo de especialista: o geoconservador (ANDRASANU, 2006).

Com relação às costas arenosas, onde ocorrem ambientes sedimentares característicos, Bridgland (2013) ressalta que a conservação da geodiversidade quaternária é desafiadora, em termos de gestão, pois envolve sedimentos inconsolidados, que ficarão expostos por curtos períodos, sem intervenção. Além disso, a ação humana tem muitas vezes acelerado (ou atenuado) processos naturais e, por uma sucessão de causas e efeitos, vêm destruindo muito do que é valioso no ambiente natural (GRAY, 2004). Neste contexto, a gestão dos ambientes costeiros muitas vezes não observa os aspectos da geodiversidade, sobretudo, seus processos a longo prazo.

A geoconservação no Brasil se dá atualmente de forma indireta, devido ao fato de políticas e práticas de implementação de Unidades de Conservação (UCs) darem maior atenção ao biótico (flora e fauna) (NASCIMENTO *et al*., 2008; PEREIRA *et al*., 2008; BORBA, 2011). Além disso, trata-se de uma temática muito recente, manifestada na década de 1990, na Europa (GRAY, 2004); e, apenas em 2014, foi criado um Grupo de Especialistas em Geopatrimônio (GSG), pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN), para orientar a criação e a gestão de áreas protegidas, sob aspectos da geodiversidade. Ressalta-se que, para se alcançar resultados efetivos e equilibrados, a conservação da natureza deve levar em conta a estrutura física dos habitats, dos ecossistemas e dos biomas (BORBA *et al*., 2016).

IVIDES.org

A biodiversidade associada aos ambientes costeiros é extremamente frágil, como por exemplo os recifes e corais, manguezais e marismas. A fauna e a flora compõem um sistema biológico complexo e sensível, que abriga extraordinária inter-relação de processos e pressões, exercendo um papel fundamental na maior parte dos mecanismos reguladores costeiros (MMA, 2002a). Neste sentido, a natureza é a união indissociável entre a geodiversidade e a biodiversidade, em um sistema naturalmente dinâmico ao longo do tempo (BORBA *et al*., 2016), e conservar esta relação é indispensável para a manutenção das características e das funções da zona costeira. A interação entre a geodiversidade e a biodiversidade ocorre constantemente e, nas zonas costeiras, estas se tornam mais intensas, principalmente, nos espaços onde os processos alteram as geomorfologias costeiras, em escalas de tempo muito curtas, alterando consequentemente a riqueza e a diversidade de espécies que ali se encontram.

Em analogia aos hotspots da biodiversidade (MYERS *et al*., 2000), Gray (2008) propõe os "*hotspots da geodiversidade*", quais sejam: i) áreas de evolução geológica complexa e longa; ii) zonas marginais de placas tectônicas convergentes; iii) regiões de topografia acidentada; e iv) regiões costeiras. Os *hotspots* da geodiversidade devem ser definidos como áreas geográficas que abrigam níveis elevados de geodiversidade e que se encontram ameaçadas por atividades humanas (BÉTARD, 2016; BÉTARD; PEULVATS, 2019). Destaca-se aqui a importância de estudos e abordagens voltados ao hotspot costeiro, pois, além de abrigar alta geodiversidade, associa-se a estes ambientes, uma relevante biodiversidade e usos antropogênicos desordenados, acentuando a sua degradação.

Neste sentido, este capítulo busca discutir as interfaces existentes com a geoconservação, no âmbito da gestão costeira e com foco na Geoeducação.

2 - BASE CONCEITUAL

As definições de Gestão Costeira Integrada (GCI) evoluíram ao longo do tempo e variam conforme os objetivos das autoridades ou das condições e problemas envolvidos (PORTMANN *et al*., 2015). Outros conceitos também surgiram e evoluíram, como geodiversidade, geoconservação e geopatrimônio, os quais ajudam a divulgar os elementos abióticos da paisagem ao público leigo, aliados à promoção de pesquisas e à conservação do patrimônio natural. Entre distintas definições e entendimentos para estes conceitos, Sharples (2002) enfatiza a importância de distinguir os termos *geodiversidade*, *geoconservação* e *geopatrimônio*, definindo-as como: geodiversidade é a qualidade que se está tentando conservar; *geoconservação* é o esforço para conservá-la, e *geopatrimônio* corresponde aos exemplos concretos do que pode ser identificado como significativo à conservação. No intuito de elucidar alguns aspectos relevantes de conceitos relacionados à geoconservação e à própria GCI, algumas definições são realizadas e discutidas brevemente a seguir.

2.1 - GESTÃO COSTEIRA INTEGRADA

Como áreas extremamente importantes aos seres humanos, as zonas costeiras necessitam de ações de gestão específicas, a fim de manter os seus serviços naturais. A articulação intrassetorial é importante, para que haja relação entre o desenvolvimento urbano e outras políticas do governo federal; assim como, bons resultados na relação intersetorial e na descentralização pressupõem planejamento e acompanhamento (MORAES, 2007). Santos (2008) afirma que o termo gestão não se restringe à gerência de bens públicos ou privados, mas se constitui de forma indissociável ao planejamento, à discussão pública, à implantação, ao monitoramento e à avaliação de planos, programas e atividades. No processo de gestão, o planejamento é uma das etapas mais importantes, pois, nessa fase, as ações preventivas para o uso adequado dos recursos (naturais ou não) devem ser criteriosamente avaliadas. Logo, para a gestão planejada, devem-se buscar ferramentas capazes de sistematizar as informações e permitir uma visão, tanto global quanto específica, da questão em estudo, a partir de informações básicas (SANTOS, 2008).

O primeiro programa de gestão costeira foi lançado pelo governo dos Estados Unidos em 1972 (*The Coastal Zone Management Act*), como resposta à ameaça aos recursos naturais, em virtude das ocupações desordenadas e da falta de planejamento (BURROUGHS, 2010; PORTMANN *et al*., 2015). O programa americano foi difundido por diversos países, servindo de base para a outros programas de Gestão Costeira Integrada (GCI). Mas ele não foi aplicável a nível mundial, devido à multiplicidade de ambientes litorâneos, sendo constatado que cada

IVIDES.org

país deveria criar seu próprio programa, adaptado às suas demandas (BURROUGHS, 2010). Este primeiro programa é considerado por McGlashan (2003) como um modelo *top-down* (de cima para baixo) e que, em outros países, a GCI assumiu um modelo mais participativo, tipo *bottom-up* (de baixo para cima). A abordagem participativa surgiu com o relatório Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*), da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development*) (WCED, 1987), associado ao texto da Agenda 21 (MCGLASHAN, 2003), resultante da Conferência da Cúpula da Terra da ONU, no Rio de Janeiro (UNCED, 1992), especificamente, o Capítulo 17, que trata sobre a integração e a gestão sustentável do ambiente costeiro (PORTMANN *et al*., 2015). Conforme Kay & Alder (1999), ambos os documentos desenvolveram o conceito de sustentabilidade, que se tornou o princípio da GCI.

As preocupações do governo brasileiro para melhorar as estruturas das atividades de pesquisa e prospecção dos recursos do mar iniciam com o I Plano Setorial para os Recursos do Mar (1982-1985). Com a crescente demanda para o olhar sustentável dos espaços costeiros, em 1988, é concebido o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que tem seu detalhamento proposto pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), por meio da Resolução nº 005 da CIRM, de 03/1997 (PNGCII), visando orientar a utilização racional dos recursos na zona costeira.

A gestão costeira é um processo dinâmico e complexo, que compatibiliza o uso e a ocupação da zona costeira, de maneira organizada, considerando os diversos interesses econômicos, sociais, políticos e conservacionistas (POLETTE; SILVA 2003). A gestão do território costeiro é diretamente ligada à proteção e à gestão dos seus processos ambientais, sociais e econômicos, afetados pela dinâmica marinha (SANCHIZ *et al*., 2012).

2.2 - GEODIVERSIDADE

A partir da década de 1990, o termo geodiversidade começou a ser utilizado por geólogos e geomorfólogos, para descrever a variedade abiótica da natureza (GRAY, 2004). Geodiversidade é um conceito muito abrangente, possibilitando enfoques e interpretações diversas (BORBA, 2011). A geodiversidade atual é resultado de toda a evolução do planeta (ROLLINSON, 2007). A definição de geodiversidade, conforme Brilha[1] (2005), relaciona-se à multiplicidade de ambientes geológicos, processos e fenômenos ativos, que dão origem às paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos, que conferem suporte à vida. A definição de Gray (2004) considera a geodiversidade como a soma da diversidade geológica (rochas, minerais, fósseis), geomorfológica (relevo, processos), características do solo e seus sistemas, conjuntos, relações, propriedades e interpretações. Nascimento et al. (2008, p. 15) fazem uma relação e afirmam que: “assim como a biodiversidade é representada pela variedade de seres vivos que uma região possui, a geodiversidade está associada aos tipos de ambientes geológicos que constituem uma região”.

A geodiversidade compreende o substrato para o desenvolvimento e a evolução das diferentes formas de vida do planeta, influenciando intimamente na sociedade, na economia e na diversidade cultural global (SCHOBBENHAUS; SILVA, 2012). Conforme Brilha (2005), a biodiversidade é indiscutivelmente dependente da geodiversidade. Neste sentido, diversos estudos atualmente têm apresentado resultados que demonstram o quanto a geodiversidade (sobretudo os processos) influencia na estruturação de diferentes habitats e, dessa forma, na biodiversidade local (BORBA et al., 2016; SANTOS et al., 2017).

Elementos importantes da geodiversidade são ameaçados pelo uso antrópico inadequado e, neste sentido, Sharples (2002) expôs alguns exemplos dessas ameaças: fósseis e locais com minerais raros podem ser facilmente destruídos por escavações inadequadas ou coleta descontrolada; sistemas fluviais podem ser desequilibrados por captação inadequada de água; antigas dunas vegetadas podem ser completamente devastadas pela ação do vento, em virtude da desestabilização da cobertura do solo (por supressão da vegetação, trânsito de veículo ou incêndios); e turfeiras podem ser totalmente destruídas em um incêndio.

Assim como há uma relação estreita entre a geodiversidade e a biodiversidade, também pode se verificar as interações e a dependência da sociedade dos serviços abióticos da natureza. Na Figura 1 são apresentados os conceitos e instrumentos correlatos à geodiversidade, conforme Silva (2008).

[1] Brilha (2005) adota a definição da *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido, provinda de Stanley (2000).

IVIDES.org

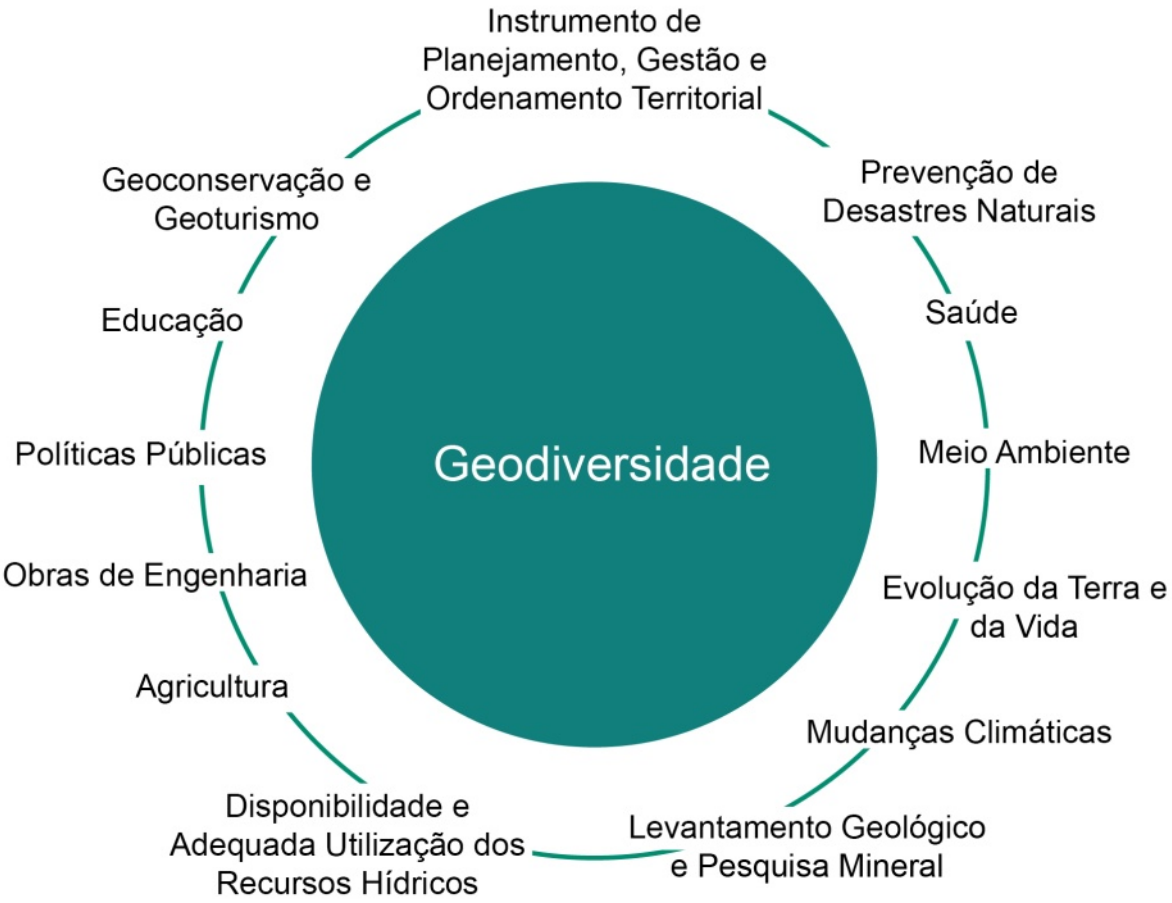


Figura 1 – Conceitos e instrumentos envolvidos no âmbito da geodiversidade. Elaborado pelas autoras, adaptado de Silva (2008).

2.3 - GEOSSÍTIOS

Os geossítios são ocorrências geológicas com valores especiais no aspecto científico, pedagógico, cultural, turístico, entre outros; e bem delimitados geograficamente (BRILHA, 2005). Geossítios são registros da geodiversidade identificados em áreas relativamente pontuais e podem ser chamados sítios geológicos, geomonumentos ou locais de interesse geológico (NASCIMENTO *et al*., 2008).

A Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) distinguem 12 classes de geossítios, denominados: hidrogeológicos, sedimentológicos, geomorfológicos, astroblemas, espeleológicos, paleontológicos, tectônicos, marinhos, estratigráficos, paleoambientais, ígneos e sítios históricos (SCHOBBENHAUS *et al*., 2002; WINGE *et al.*, 2009). Destacamos também a classificação de geossítios, utilizada por Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010), as quais citam cinco tipologias, elaboradas com base nas fragilidades e vulnerabilidades dos geossítios, quais sejam: tipo área complexa, tipo área, tipo ponto, tipo seção e tipo mirante.

Gray (2004) define os sete valores fundamentais da geodiversidade: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e didático. Enquanto o termo *Geossítio* refere-se a exemplares da geodiversidade de relevância científica, conjuntamente com outros valores, os denominados "Sítios da Geodiversidade" referem-se a exemplares da geodiversidade, dignos de conservação por outros valores, que não o científico. Ainda, alguns autores definem como *Geomorfossítios*, as formas de relevo detentoras de valor geomorfológico (PANIZZA, 2001; PEREIRA; PEREIRA, 2010; REYNARD *et al*., 2011).

IVIDES.org

2.4 - GEOPATRIMÔNIO

O patrimônio geológico, conforme Brilha (2005), é entendido como o conjunto de geossítios inventariados e classificados de um local delimitado geograficamente. Sharples (2002) distingue patrimônio geológico de *geopatrimônio*, por estar mais ligado à rocha sólida, não aos processos incorporados no geopatrimônio.

O geopatrimônio é considerado a fração da geodiversidade considerada por um grupo social como importante para a conservação por sua singularidade e valores (MARTINS, 2014). Assim, todo o geopatrimônio faz parte da geodiversidade, mas nem toda geodiversidade faz parte do geopatrimônio, segundo Martins (2014), pois o geopatrimônio é o conjunto de geossítios inseridos em um território (BRILHA, 2016), que não inclui necessariamente todos os elementos da geodiversidade deste território, mas apenas os de maior relevância, em seu aspecto científico e agregados os demais valores (Figura 2).

2.5 - GEOCONSERVAÇÃO

A *geoconservação* é o conjunto de métodos, estratégias e ações para avaliar, valorizar, proteger e divulgar os geossítios de um dado patrimônio geológico (BORBA, 2011). Visa preservar a diversidade natural, a geodiversidade, seus elementos geológicos (formações rochosas), geomorfológicos (relevo) e características e processos do solo, mantendo as taxas naturais e a mudança (SHARPLES, 2002).

No contexto da geoconservação os componentes abióticos são reconhecidos como tão importantes para a conservação da natureza quanto os componentes bióticos, configurando a base para a conservação biológica, já que a geodiversidade fornece a variedade de ambientes e pressões ambientais que influenciam diretamente na biodiversidade. A geoconservação não se concentra apenas na conservação da geodiversidade para a conservação da biodiversidade, é baseada na premissa de que a geodiversidade tem valores próprios, independentes do seu papel fundamental na manutenção da vida (SHARPLES, 2002).

A geoconservação tem por fim conservar o patrimônio geológico e seus processos, sendo composta por ações que têm por objetivo a conservação de geossítios (BRILHA, 2005; 2016). Depende da elaboração e implementação de estratégias de conservação do geopatrimônio, utilizando-se de metodologias sistemáticas, com ações de inventário, quantificação, classificação, valorização, divulgação, conservação e monitoramento do geopatrimônio de uma determinada região (BRILHA, 2005). Dentre as estratégias e/ou ações para a geoconservação, estão o Geoturismo e a Geoeducação.

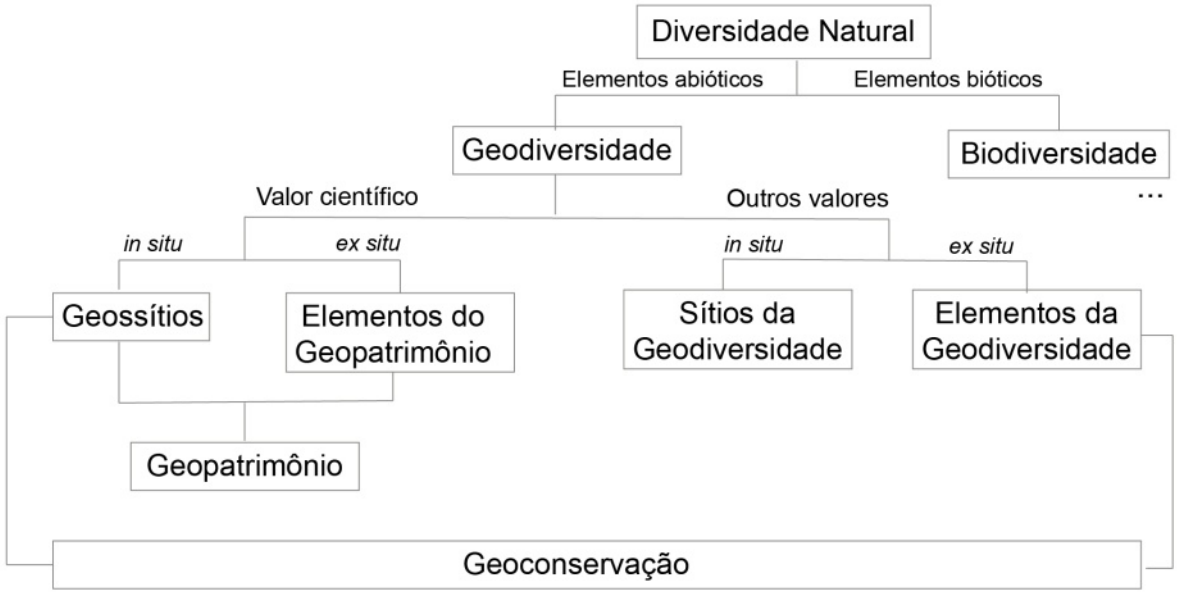


Figura 2 – Relação dos conceitos abordados e a geoconservação. Fonte: traduzido de Brilha (2016).

IVIDES.org

2.6 - GEOTURISMO

Geoturismo é conceituado na Declaração de Arouca como o turismo que sustenta e incrementa a identidade do território, baseado na geologia, cultura, paisagem, patrimônio e qualidade de vida local (AROUCA, 2011). Geoturismo é um novo setor ocupacional e de negócios, baseado na transferência e na comunicação do conhecimento geocientífico ao público em geral (FREY *et al*., 2006). Existem diversas definições elaboradas por diferentes autores (MOREIRA, 2010). De qualquer modo, o princípio fundamental de suas atividades está na sustentabilidade e na conservação do geopatrimônio. Para alguns autores, o geoturismo não é uma forma de Ecoturismo, mas sim, um segmento inovador, com suas potencialidades e objetivos (MOREIRA, 2008; LUZ; MOREIRA, 2010).

A atividade geoturística está baseada em três princípios: base geopatrimonial, sustentabilidade e informação geológica (LOPES *et al*., 2011). O desenvolvimento sustentável do geoturismo deve se dar através da criação de novos produtos com conotação geológica, da comercialização de produtos locais e da geração de novos empregos ligados à geologia, ao guiamento, ao artesanato e de suporte (MOREIRA, 2010).

O geoturismo deve ser uma prática sustentável que permita o desenvolvimento turístico isento de degradação do ambiente onde ocorre a atividade (MOREIRA, 2010). No entanto, conforme a autora, o geoturismo pode causar impactos positivos e negativos, com efeitos econômicos, ambientais e socioculturais: I) Positivos: conservação do geopatrimônio, geração de empregos diretos e indiretos, geoeducação para a conscientização da população local e dos turistas, a respeito do geopatrimônio; II) Negativos: danos aos geossítios, devido ao uso excessivo e/ou incorreto, como a coleta de *souvenirs* (fósseis e minerais), vandalismo; e benefícios econômicos mal distribuídos, caso as pessoas empregadas não sejam da comunidade local.

2.7 - GEOEDUCAÇÃO

Questões referentes aos elementos abióticos da paisagem podem parecer secundárias e, até mesmo, flexíveis, para a sociedade (GORDON *et al*., 2012). Contudo, a compreensão das disciplinas que abordam tais elementos (Geologia, Geografia, Ciências Ambientais, Educação Ambiental) é importante para a tomada de decisão e a mitigação de problemas. As ações de educação ambiental devem ser mais plurais, envolvendo aspectos físicos de sustentação e os impactos antrópicos nos diferentes elementos de suporte à vida, que a Natureza proporciona. Para isso, é essencial o desenvolvimento de novas metodologias, relacionadas à geodiversidade, para elevá-la ao mesmo nível de importância que é dado à biodiversidade pela sociedade (SANTOS *et al*., 2017).

A *geoeducação* é parte da educação, que visa a conservação da Natureza, para o desenvolvimento sustentável e, para isso, deve desenvolver sua própria estrutura e ferramentas educacionais, com base em resultados de pesquisas científicas (ANDRASANU, 2006). A geoeducação consiste no desenvolvimento de ações de sensibilização nos territórios das cidades, onde o geopatrimônio fica inserido e, sobretudo, nas comunidades próximas aos geossítios (LUCAS; GALVÃO, 2011). O foco da geoeducação é a conservação do geopatrimônio, mas, para tal, é necessário estabelecer estratégias educacionais, em parceria com escolas, universidades e conselhos locais, a fim de desenvolver treinamentos e cursos para professores locais e estudantes, além de organizar eventos de sensibilização ao público para o patrimônio natural e cultural (ANDRASANU, 2006).

3 - GEOCONSERVAÇÃO E GESTÃO COSTEIRA BRASILEIRA: INTERFACES

A degradação de *habitats* naturais e a homogeneização da paisagem litorânea, gerando perda da biodiversidade e perda de patrimônio natural (e cultural) nas zonas costeiras, são problemas já identificados e sintetizados por Barragán (2016). A costa brasileira é fortemente ameaçada por problemas oriundos da ocupação desordenada do solo e da exploração predatória dos recursos naturais, levando a graves impactos socioambientais (SCHERER *et al*., 2009). Neste contexto, a ocupação de áreas de risco é o principal fator de impacto socioeconômico no litoral, seguido pela falta de saneamento básico, deslocamento de comunidades tradicionais e degradação da identidade cultural e da história local (SCHERER *et al*., 2009).

IVIDES.org

Santos *et al*. (2017) questionam se os impactos das atividades humanas sempre representam uma perda de geodiversidade e discutem que seria uma simplificação excessiva, indicar que a geodiversidade só pode ser preservada sem presença humana. Embora muitas atividades humanas representem ameaças à geodiversidade (GRAY, 2013) e sejam inevitáveis, Gray (2004) aponta que as pessoas devem ao menos entender as consequências de suas ações e, consequentemente, tentar minimizar os impactos e as perdas da geodiversidade. Para tanto, é necessário o emprego de teorias, conceitos, metodologias e técnicas, que entendam os sistemas ambientais transdisciplinarmente, passando pelas diversas áreas do conhecimento, que atuam sobre determinado ambiente.

O Brasil possui um arcabouço legal apropriado à geoconservação, contudo, não há entendimento da população e de governantes acerca da importância da preservação de sítios, por sua singularidade geológica (MANSUR, 2010). A gestão costeira nacional, que também possui estrutura legal apropriada, na maioria dos casos, tem seus instrumentos utilizados insatisfatoriamente e as ações não ocorrem conforme os princípios e diretrizes do PNGC (SCHERER *et al*., 2009).

Brilha (2005) ressalta que, muitas vezes, nos esquecemos de que as partes são conectadas e que a manutenção da geodiversidade é fundamental para o equilíbrio da biodiversidade. Por isso, a organização e o planejamento da expansão urbana (e das atividades econômicas) precisam analisar as fragilidades e a aptidão dos meios abiótico e biótico (MANSUR, 2010). A gestão para a conservação pressupõe a formalização de um gestor e de um programa de planejamento, para controle, divulgação e monitoramento do geopatrimônio (BRILHA, 2005). Contudo, este é um ponto crítico para a geoconservação no Brasil, pois as organizações de gestão, em geral, ainda não incorporam a proteção da geodiversidade na sua missão.

3.1 - GEOCONSERVAÇÃO NOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO DA COSTA BRASILEIRA

A Zona Costeira (ZC) brasileira é definida no PNGC como o espaço geográfico de interação do ar, mar e terra, composta por uma faixa marítima e uma faixa terrestre (BRASIL, 1988b; MMA, 2004), constituindo uma região de transição ecológica. Por isso, desde 2019, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística adota a definição do Sistema Costeiro-Marinho, que atende e respeita a multiplicidade de feições e características físicas e bióticas de cada porção do litoral brasileiro e, ao mesmo tempo, reafirma a existência dos processos, que tanto marcam estes ambientes; e que justificam sua representação cartográfica como um conjunto (IBGE, 2019). A parte continental do Sistema Costeiro-Marinho (6,27% do total) se sobrepõe aos biomas brasileiros, com exceção do Pantanal. O Bioma Amazônia ocupa a maior parte do Sistema (42%); seguido do Bioma Pampa (25%), apesar da sua pequena área territorial total. Já o Bioma Mata Atlântica, abriga 20% do Sistema, mesmo possuindo a maior linha de costa do País. A distribuição do Bioma Mata Atlântica pode ser explicada pela sua ocorrência ao longo de uma estreita planície costeira, por vezes, limitada pelas escarpas litorâneas da Serra do Mar e pelos tabuleiros costeiros (IBGE, 2019). Ou seja, a distribuição dos biomas e a delimitação do Sistema Costeiro-Marinho estão diretamente associadas à geodiversidade.

A costa brasileira é caracterizada por esse complexo mosaico de ecossistemas contíguos, importantes para a manutenção da vida marinha (MMA, 2010). Por estas características, na Constituição Federal brasileira, a ZC é definida como Patrimônio Nacional, onde a ocupação e a exploração devem se dar de forma sustentável (BRASIL, 1988a).

Para compreender como uma região costeira funciona, em termos sistêmicos, devem ser considerado os processos de forma integrada (abiótico-biótico), onde a interação entre a geodiversidade e a biodiversidade se sucede constantemente. Nas zonas costeiras, estas interações são mais intensas, principalmente, nos espaços onde os processos (Geo) alteram, em escalas de tempo muito curtas, as geomorfologias costeiras, alterando consequentemente a riqueza e a diversidade de espécies, que ali se encontram.

A simples ideia de que diferentes organismos ocuparão diferentes áreas, de acordo com configurações geológicas, geomorfológicas e pedológicas; é suficiente para melhorar o gerenciamento da terra e o planejamento de conservação. Explorar a ideia de que a geodiversidade e a biodiversidade estão essencialmente ligadas permanece um desafio, uma vez que as naturezas abióticas e bióticas são frequentemente tratadas como entidades separadas.

IVIDES.org

Para Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008) existem instrumentos legais de proteção, que se associam ao geopatrimônio no Brasil, mas poucos são específicos para fins de geoconservação. Pereira, Brilha e Martinez (2008) caracterizam os instrumentos legais brasileiros para a promoção da geoconservação como suficientes. Entretanto, em comparação com outros países europeus, as leis brasileiras estão ainda bastante atrasadas em relação ao tema de geoconservação (DIAS; FERREIRA, 2018).

Para que a geoconservação obtenha resultados, são necessários o entendimento e o reconhecimento do geopatrimônio pela sociedade (PEREIRA; BRILHA; MARTINEZ, 2008). Neste sentido, ações de divulgação e valorização do geopatrimônio são os principais instrumentos para se disseminar o conhecimento geocientífico (MANSUR, 2010).

O primeiro Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) marca o início dos esforços para proteger a natureza. Contudo, o Decreto-Lei nº 25/1937 foi um importante e precursor instrumento para a geoconservação (mesmo que naquela época não se utilizasse este conceito), pois já organizava a proteção do patrimônio histórico e artístico brasileiro, dos monumentos naturais, bem como, dos sítios e paisagens, sujeitando-os ao tombamento (BRASIL, 1937a). Ainda em 1937, foi criado o Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (BRASIL, 1937b), atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), outro importante instrumento público conservacionista (MANSUR, 2010).

Desde 1972, o Brasil é signatário do Patrimônio Mundial Cultural e Natural pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) e, desde 1997, a SIGEP (Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos) buscou reconhecer, descrever, divulgar e proteger a memória geológica brasileira (atualmente, com a suspensão de suas atividades por tempo indeterminado, por questões oficiais de atribuição), contando também com algumas ações independentes, a níveis estadual e municipal (SCHOBBENHAUS; SILVA, 2012).

Ainda, outras boas práticas e normativas são observadas no arcabouço brasileiro, compatíveis com a geoconservação. Por exemplo, o Estado do Rio Grande do Sul, no ano de 2020, lançou uma consulta pública sobre a inserção do geopatrimônio no licenciamento ambiental, a *Diretriz Técnica para Identificação e Caracterização de Potenciais Geossítios no Estado do Rio Grande do Sul* (FEPAM, 2020). A Diretriz Técnica busca estabelecer procedimentos para identificação e avaliação de geossítios, no âmbito da gestão ambiental do Estado do Rio Grande do Sul (RS), de forma a proteger o seu geopatrimônio, em consonância ao disposto nas legislações federal e estadual (Capítulo II – “Da União”, da Constituição da República Federativa do Brasil (1988); na Seção II – “Da Cultura”, da Constituição do Rio Grande do Sul (1989); e nos Título II – "Dos Instrumentos da Política Estadual do Meio Ambiente", Capítulo I – "Dos Instrumentos e do Planejamento"; e Título III - "Da Gestão dos Recursos Naturais e da Qualidade Ambiental", Capítulo VIII - "Do Patrimônio Paleontológico e Arqueológico", da Lei Estadual nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020 - Código Estadual do Meio Ambiente).

As áreas protegidas são definidas no *Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas* como áreas naturais (ou seminaturais), com definição geográfica, regulamentação, administração ou manejo, que objetive a conservação (e o uso sustentável) da diversidade biológica (BRASIL, 2006b). Estas áreas incluem-se nas constantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação de Natureza (SNUC) - terras indígenas e quilombolas, e as demais áreas protegidas; que se incorporam ao planejamento paisagístico, com base na conectividade de remanescentes naturais e as próprias Áreas de Preservação Permanente - APPs (BRASIL, 2006b). Com o Plano, o Brasil assumiu um importante compromisso: colocar sob proteção de UCs uma porcentagem de cada bioma representado no país (BRASIL, 2006b). Existe também uma lei específica sobre a utilização e proteção do Bioma Mata Atlântica – Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, regulamentada pelo Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008 (BRASIL, 2006c; 2008).

O Ministério do Meio Ambiente é que define as regras nacionais de identificação de áreas prioritárias à conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade brasileira – Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004 (BRASIL, 2004a). Por meio da Portaria nº 126/ 2004, do Ministério do Meio Ambiente, instituiu-se o mapa *Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira*, como forma de cumprimento ao decreto supracitado (MMA, 2004). Estas delimitações espaciais foram definidas em seminários de avaliação dos biomas, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, em parceria com várias instituições, objetivando a identificação das áreas e das ações prioritárias à conservação, para o uso sustentável; e ainda, buscando a distribuição igualitária de benefícios da Natureza.

IVIDES.org

Com relação às áreas costeiras, destacam-se algumas iniciativas públicas de ordenamento territorial, indiretamente relacionadas à geoconservação costeira no país, tais como: a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, a Convenção Sobre Zonas Úmidas, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, os tombamentos, as Áreas de Preservação Permanente (APPs), o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), entre outros (MANSUR, 2010).

As políticas de gestão territorial têm se mostrado como as melhores aliadas à geoconservação (MANSUR, 2010), pois, em alguns casos, ocorre a participação social, como na construção de zoneamentos e diretrizes de planos diretores. Observa-se que um ponto fundamental na discussão sobre geoconservação é a participação das pessoas, com promoção da gestão compartilhada entre governo e sociedade (MANSUR, 2010).

Conforme Menezes *et al*. (2016), as universidades são importantes para aprimorar os processos de gestão pública ambiental, ao realizar estudos e projetos, elaborar novas ideias e estratégias de ação, com a integração do conhecimento acadêmico ao das comunidades tradicionais. É neste contexto que a informação científica chega ao alcance dos moradores e demais cidadãos interessados, com o fornecimento de subsídios para desvendar e descobrir a importância da geodiversidade (MANSUR, 2010).

3.1.1 - GEOCONSERVAÇÃO NO GERENCIAMENTO COSTEIRO

A Lei Nacional do Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988b) norteia a gestão da ZC, ao instituir o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que estabelece normas gerais para a gestão da costa do país. O PNGC é responsável pelo gerenciamento da ZC nacional, sua proteção ambiental e orientação para a utilização racional dos recursos naturais, contribuindo para elevar a qualidade de vida da população e a proteção do patrimônio natural, cultural, histórico e étnico; e estabelece ainda, os instrumentos para a gestão da ZC (BRASIL, 1988b). Em dezembro de 1997, foi publicada a Resolução n° 05, que instituiu uma segunda versão para o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC II), buscando adequar o PNGC às novas demandas da sociedade. O PNGC II instituiu a descentralização da gestão dos ambientes costeiros, entendendo que os estados e municípios podem melhor gerenciar suas demandas (CIRM, 1997).

Além da Lei Nacional de Gerenciamento Costeiro, o Brasil possui uma série de iniciativas, normas, planos, decretos e resoluções que regulam usos e atividades na costa. Destacam-se: o Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (PAF-ZC); os Planos Estadual e Municipal de Gerenciamento Costeiro (PEGC, PMGC), o Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO), o Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA-ZC), o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC), o Macro-diagnóstico da Zona Costeira, o Projeto Orla, entre outros (ASMUS *et al*., 2006; PORTZ *et al*., 2011; MARTINS, 2017).

Na ZC brasileira, também há os denominados “terrenos de Marinha” (Patrimônio da União), que correspondem a uma faixa de 33 m, medidos em direção à terra, a partir da posição da linha da preamar média de 1831, em áreas situadas no continente, na costa marítima e nas margens dos rios, lagos e as que contornam as ilhas, situadas em zona onde se sinta influência das marés e seus acrescidos (BRASIL, 1946). Além disso, incidem na ZC outros limites e definições protetivas, como, por exemplo: a faixa de segurança (Lei Federal nº 7.661/1988; Decreto Federal nº 9.310/2018); os 300 m de Área de Preservação Permanente de restinga, definidos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 303/2002; os limites de orla para fins de gestão do espaço costeiro (Decreto Federal nº 5.300/2004); dentre outros dispositivos e normativas em níveis federal, estadual e municipal.

A gestão costeira lida diretamente com questões e políticas territoriais e existem diferentes instrumentos disponíveis para a resolução de conflitos no litoral brasileiro. Dentre estes instrumentos brasileiros, destaca-se o Projeto Orla, pois articula as três esferas de governo (Município, Estado e União) e a sociedade, na busca pelo ordenamento e pela gestão integrada da orla, para compatibilizar as políticas ambiental, urbana e patrimonial (MMA, 2002b). Na última década houve muitas adesões ao Projeto Orla na esfera municipal (SCHERER *et al*., 2020).

Apesar da estrutura legal disponível no Brasil para a gestão costeira, os instrumentos praticamente não são utilizados e o diagnóstico realizado até o ano de 2009 demonstrou que as ações não ocorriam conforme os princípios e diretrizes do PNGC, na maioria dos Estados (SCHERER *et al*., 2009). Em avaliação do desenvolvimento da GCI no Brasil, entre os anos 2009 e 2018, Scherer et al. (2020) concluíram que, em termos gerais, o

IVIDES.org

Brasil se encontra em uma situação intermediária de avanço e, ainda, há uma grande diferença nas fases de formulação e de implementação, entre os instrumentos. Análise de Lins-de-Barros e Hoyos (2021), quanto aos planos e instrumentos, mostrou o avanço na legislação e projetos; porém, há baixa aplicação dos instrumentos de gestão costeira na maioria dos estados Brasileiros.

Por fim, verifica-se que toda a legislação referente à gestão costeira se refere à geodiversidade local, pois está relacionada a um espaço geográfico (a "zona costeira", um *hotspot* da geodiversidade), que dá suporte a elementos da biodiversidade, destacados em relação aos aspectos físicos, na redação dos textos das normas e leis.

3.1.2 - GEOCONSERVAÇÃO E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO COSTEIRAS

Os ambientes protegidos podem incluir elementos, tanto da biodiversidade quanto da geodiversidade, além de paisagens de importância e valor cultural, criados por comunidades humanas, ao longo do tempo (WORBOYS, 2015). A problemática da geoconservação na ZC converge na sua relação com as "áreas protegidas", que representam as principais estratégias de conservação da natureza em nível global.

Em 2000, foi instituído no Brasil o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000). Há nos objetivos do SNUC uma preocupação com a proteção do geopatrimônio (NASCIMENTO *et al*., 2008; PEREIRA *et al*., 2008; BORBA, 2011); mas, na prática, as implementações não têm ocorrido com este princípio. O SNUC foi regulamentado nos anos seguintes (BRASIL, 2000; BRASIL, 2002; BRASIL, 2006a) e, em 2007, foi criado o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que administra estes espaços protegidos (BRASIL, 2007). As Unidades de Conservação (UCs) integrantes do SNUC dividem-se em dois grupos: *Unidades de Proteção Integral* e *Unidades de Uso Sustentável*. Nestes dois grupos, há 12 categorias diferentes de UCs, sendo o Monumento Natural (Proteção Integral), a categoria de UC que mais se enquadra para a proteção do geopatrimônio, com viabilidade de manejo mais condizente (MANSUR, 2010). UC da categoria Monumento Natural possui como objetivo a "preservação de sítios naturais raros, singulares e/ou de grande beleza cênica" (BRASIL, 2000, Art. 12º).

Os instrumentos previstos no SNUC são essenciais para o planejamento e implementação de UCs, tanto da União, como de Estados e Municípios; ou seja, normatiza a criação, implantação e gestão das UCs no território brasileiro. As UCs precisam ser criadas por ato do Poder Público, precedido de estudos técnicos e consulta pública, que permitam identificar a localização, a dimensão e os limites mais adequados, sendo obrigatório, o fornecimento de informações adequadas e inteligíveis à população local e outras partes interessadas, com exceção na criação de *Estação Ecológica ou Reserva Biológica* (BRASIL, 2000). Ainda, as UCs devem elaborar um *Plano de Manejo*, compreendendo toda sua área, zona de amortecimento e corredores ecológicos, com o estabelecimento de medidas de promoção da integração econômica e social das comunidades vizinhas (BRASIL, 2000). Muitas UCs existem sem nenhuma intervenção ou Planos de Manejo, resultando em áreas protegidas em mau estado de conservação (MEDEIROS *et al*., 2004).

Ainda na Lei do SNUC, cita-se a *Reserva da Biosfera*, como um modelo de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, adotado internacionalmente, com objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações (BRASIL, 2000). *O Homem e a Biosfera* (*Man and the Biosphere*, MAB) é um Programa Intergovernamental da UNESCO. A Reserva da Biosfera pode ser constituída por uma (ou várias) áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza, uma ou várias zonas de amortecimento e uma ou várias zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis. Pode ser constituída por UCs já criadas pelo Poder Público, respeitadas as normas legais que disciplinam o manejo de cada categoria específica. Sua gestão se dá por meio de um Conselho Deliberativo, formado por representantes de instituições públicas, organizações da sociedade civil e população residente, conforme se dispuser em regulamento e no ato de constituição da UC (BRASIL, 2000).

Podem ser citados vários exemplos de UCs brasileiras que combinam a geoconservação costeira e marinha em suas ações, desde UCs federais, como a Reserva da Vida Silvestre Ilha dos Lobos, no Rio Grande do Sul; estaduais, como o Parque Estadual Costa do Sol, no Rio de Janeiro; e municipais, como o Monumento Natural Morro dos Conventos, em Santa Catarina. Worboys (2015) ressalta a importância de áreas protegidas, tanto continentais como marinhas, na manutenção de um ambiente saudável no planeta, na proteção do patrimônio e na

IVIDES.org

geração de benefícios, diretos e indiretos, para as populações. O autor informa também que essas áreas dão apoio a serviços ecossistêmicos, como a purificação do ar e da água. Além disso, as áreas protegidas têm importância social na conservação da herança cultural e histórica de comunidades tradicionais (WORBOYS, 2015). Muitas UCs brasileiras possuem geopatrimônio relevante, no entanto, o SNUC não possui abordagens para a valorização do patrimônio geológico, não existindo, até então, o enquadramento de geoparques, em uma legislação especifica no país (NASCIMENTO *et al*., 2008).

3.1.3 - GEOCONSERVAÇÃO COSTEIRA E GEOPARQUES

Geoparques existem desde 2000; mas, apenas em 2015, passaram a constituir um programa próprio da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (BORBA, 2017). A *Global Geoparks Network* (GGN) é a entidade certificadora chancelada pela UNESCO, para conceder o título de geoparque a territórios que tenham em andamento iniciativas de geoconservação, geoeducação e geoturismo (tripé). É possível interpretar "geoparque" (*geopark*), como um selo de qualidade, atribuído pela GGN e pela UNESCO, a territórios que já funcionem como tal, que conhecem sua geodiversidade e que a utilizam de forma sustentável, sobretudo com iniciativas de geoturismo (BORBA, 2017). A existência de um geopatrimônio singular com valor internacional é o critério fundamental para a certificação de um território como geoparque, analisado por uma comissão de avaliação, que tem como base as publicações sobre os geossítios do território (UNESCO, 2016).

Os geoparques destacam o potencial interativo entre a economia, a cultura e a conservação da natureza, introduzindo valor ao geopatrimônio, que servirá de base ao desenvolvimento sustentável, integrando proteção e educação ambiental, principalmente, por meio do geoturismo (SCHOBBENHAUS; SILVA, 2010; 2012). No Brasil, há apenas o Geoparque Araripe certificado pela entidade (GGN, 2021). No entanto, existem dezenas de iniciativas atuais, duas delas encaminhadas para a avaliação da GGN em 2020, denominados como Geoparques Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul (RS e SC) e Seridó (RN), que foram avaliados no final de 2021 e indicados para endosso como Geoparque Mundial da Unesco[2].

Destaca-se o Geoparque Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul[3], localizado na divisa dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, onde se encontra uma sequência de cânions de magnífica beleza cênica, caracterizados por sua singularidade geológica e geomorfológica, do litoral aos campos de cima da serra, passando pelos cortes abruptos da borda da Serra Geral, bem como, pela diversidade cultural da população local (SUNG *et al*., 2019). A geologia do território Caminhos dos Cânions do Sul é testemunha de um dos maiores eventos tectônicos ocorridos no planeta, associado à ruptura do supercontinente Gondwana, há cerca de 200 milhões de anos, imprimindo na região o registro da separação dos continentes sul-americano e africano (GODOY *et al*., 2011; 2012). Turistas de diversas regiões e origens vêm em busca de aventura, contemplação, integração com a natureza, dentre outras experiências, proporcionadas pela exuberância da paisagem local (SUNG *et al*., 2019). Na região, a riqueza natural integra o mosaico de áreas protegidas e soma-se às heranças culturais e históricas locais. Destaca-se o perfil de ambientes abrangidos pelo território, que vai desde as terras altas da Serra Geral (município de Cambará do Sul, RS), encostas, vales, até a Planície Costeira (município de Torres, RS).

Neste sentido, apesar de a grande maioria dos geossítios inventariados e elencados nos geoparques existentes enfatizarem elementos abióticos rochosos (geológicos), destaca-se aqui que a geoconservação costeira, focada em seus elementos naturais abióticos dinâmicos (patrimônio geomorfológico, sedimentológico, hidrogeológico, estratigráfico, paleoambiental) deve receber atenção científica especial, haja vista que a zonas costeiras são *hotspots* da geodiversidade e possuem um papel fundamental na manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais. Desta forma, a geoconservação costeira torna-se relevante, tanto em escala global quanto local (serviços de proteção da costa/mudanças climáticas, manutenção dos ambientes de reprodução, alimentação e repouso de espécies migratórias, etc).

Geoparque não se configura como uma nova categoria de UC, nem de área protegida (SCHOBBENHAUS; SILVA, 2010; 2012), entretanto, é necessário, para o reconhecimento pela GGN, que os geossítios do geopatrimônio estejam protegidos por legislação adequada. Logo, é recomendável a existência de áreas protegidas no território candidato, para receber a certificação de geoparque (UNESCO, 2016).

[2] https://en.unesco.org/news/unesco-global-geoparks-council-proposes-8-new-unesco-global-geoparks

[3] https://canionsdosul.org/

IVIDES.org

Sung *et al*. (2019) destacam a importância da essência participativa e cooperativa das iniciativas de geoparques, agregando conhecimento científico e saberes locais na construção desse projeto comum, que envolve todos os habitantes do território e demais pessoas ligadas pelo sentimento de pertencimento ao patrimônio natural da região. A concepção em rede da comunidade global de geoparques pode se constituir como uma poderosa ferramenta para a preservação do patrimônio material e imaterial, por meio da geoeducação, contribuindo efetivamente para a sustentabilidade, por viabilizar o alcance de novos padrões para o uso antrópico dos territórios (BACCI *et al*., 2009), incluindo a ZC, um *hotspot* da geodiversidade.

4 - GEOEDUCAÇÃO PARA A GEOCONSERVAÇÃO COSTEIRA

Em um contexto de gestão costeira integrada, ações voltadas à educação e à conscientização cidadã se fazem necessárias, através da geração de conhecimento e informação em distintos campos, como instrumentos da cultura (BARRAGÁN, 2016). A ampla compreensão, por parte da população/cidadãos, do ambiente natural (abiótico e biótico), em estreita relação com as atividades humanas, é essencial para uma efetiva gestão costeira, que deve ser participativa. Marroni e Asmus (2005) já ressaltavam a importância da participação social na gestão da zona costeira.

A GCI é cercada por incertezas, dentre as quais, está a falta de conhecimento a respeito das influências externas sobre o sistema costeiro, tanto naturais quanto antropogênicas (OTTER; CAPOBIANCO, 2000). No mesmo sentido, Barragán (2004) afirma que a base da gestão costeira depende de informação e conhecimento específicos.

Na gestão costeira, as políticas e práticas acabam por atingir diretamente elementos da geodiversidade e podem ser aliadas importantes em estratégias de geoconservação. Uma das temáticas importantes na compreensão dos processos que ocorrem na ZC passa pela compreensão de aspectos geológicos e geomorfológicos, pois esta é a base física, na qual a parte biótica se desenvolverá e, posteriormente, será ocupada pelos humanos. Questões como erosão costeira, transporte de sedimentos, energia de ondas e áreas sensíveis a desastres são discutidas constantemente no contexto da geoconservação.

Os valores científico e didático talvez sejam os valores mais preciosos atribuídos à geodiversidade, ao passo que a investigação de certos aspectos do meio abiótico permite delinear a longa história da Terra, desenhar os cenários futuros de uma região, por exemplo, e prevenir-se diante de situações de risco (MOCHIUTTI *et al.*, 2012).

Conforme Nascimento *et al*. (2008) existem cinco ações principais para a inclusão da geodiversidade em ações de conservação da natureza: i) Utilização sustentável da geodiversidade; ii) Abrangência da geodiversidade nos instrumentos de ordenamento e planejamento de áreas protegidas; iii) Levantamento/inventário de geossítios e outros sítios abióticos em áreas protegidas; iv) Integração da geodiversidade e da sua utilização sustentável nas políticas públicas; v) Projetos de educação ambiental para a conservação da natureza em diferentes esferas.

Tomando-se como premissa que a geoconservação depende do apoio da sociedade (MANSUR, 2010, PEREIRA *et al*., 2008), a geoeducação adquire fundamental importância na interface entre a geoconservação e a gestão costeira, juntamente com o geoturismo. Moura-Fé *et al*. (2016; 2017) propõem o estabelecimento e o desenvolvimento do conceito científico da geoeducação, como uma das principais estratégias geoconservacionistas, sendo entendida como um ramo específico da educação ambiental, a ser aplicado na geoconservação; e que seja tratado, fomentado e desenvolvido nos âmbitos formais e/ou não formais do ensino.

A educação (formal e não formal) é uma ferramenta bem-sucedida na divulgação das geociências e na promoção da geoconservação (ANDRASANU, 2006). Muitas vezes, ensinar geociências nas escolas não é uma tarefa fácil, devido à complexidade do assunto; e, desta forma, são abordados de forma genérica, sem a mesma atenção, ao se comparar a outros temas. Contudo, também deve-se considerar que o espaço geográfico educa de forma permanente, importante à geoeducação (OLIVEIRA, 2008).

Devido às dificuldades em atrair o cidadão leigo em geociências, diretamente para roteiros geológicos/geoturísticos específicos, uma boa alternativa é compor roteiros adaptados a roteiros turísticos, já implantados e em funcionamento, como um fator de agregação de valor (MANSUR *et al*., 2013) e que fortalecem a geoeducação. Para Liccardo e Pimentel (2014), o conhecimento sobre geociências deve ser visto como fonte de cultura e componente da educação geral, necessário para criar uma massa crítica, capaz de enfrentar os próximos desafios ambientais, com uma visão completa da Natureza.

IVIDES.org

A informação científica deve chegar ao alcance dos moradores e interessados, com o fornecimento de subsídios para desvendar e descobrir a importância da geodiversidade (MANSUR, 2010). Neste sentido, reitera-se que é preciso entender as consequências das ações humanas, a fim de minimizar os impactos e perdas na Natureza.

Uma forma de divulgação dos conhecimentos científicos para a população consiste na geoeducação. A *geoeducação* e a sua aplicação à gestão costeira evoluíram significativamente nos últimos anos, destacando novas formas de aumentar a eficácia dos programas de educação, na obtenção dos resultados pretendidos. A educação com foco na geodiversidade motiva e envolve indivíduos (e grupos), na reflexão sobre como os elementos da geodiversidade e da biodiversidade interatuam, podendo criar consciência para realizar ações para uma gestão costeira mais eficiente. A geoeducação para a gestão costeira consiste na interação com os elementos da geodiversidade local, resultando em uma mudança de comportamento ou ações.

A fim de elucidar a oferta atual de ações de geoeducação na zona costeira, foram identificados e descritos exemplos de programas e resultados nestas áreas, como a produção de cartilhas, vídeos, roteiros e painéis interpretativos, abordados a seguir.

4.1 - CARTILHAS E VÍDEOS

Uma abordagem da geoeducação em gestão costeira é a produção de material gráfico e áudiovisual, com conteúdo relacionado à geodiversidade costeira, para a difusão do conhecimento, utilizados na educação formal e não formal. Estes materiais tornam-se apoio às atividades de geoeducação, podendo ser utilizados em atividades de descoberta, como visitas guiadas, jogos, viagens de campo ou férias. Como exemplo, podemos citar a publicação de i) conjunto de cartilhas e vídeos sobre a gestão costeira, produzidos em parceria entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Universidade Federal de Rio Grande (FURG) (MARQUES; NICOLODI, 2021), e ii) uma cartilha com a temática de dunas costeiras, intitulada *Dunas Costeiras - quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural* (PORTZ; MANZOLLI; MIZUSAKI, 2016).

O conjunto de materiais "*Um mar de*" é composto por quatro cartilhas digitais e quatro vídeos de cunho informativo, com potencial para serem utilizadas em ações de Educação Ambiental formal e/ou não formal (MARQUES; NICOLODI, 2021). O conjunto de materiais é apresentado de forma combinada, ou seja, as cartilhas complementam as informações dos vídeos, cada qual para seu tema, conforme detalhado abaixo:

a) **Um Mar de Lixo:** abordam a temática do problema do lixo nos mares e nas praias, as correntes marítimas, com exemplos e políticas[4];

b) **Um Mar de Ameaças:** tratam da problemática da erosão costeira e das mudanças no clima, além das ações e políticas públicas desenvolvidas[5];

c) **Um Mar de Integração:** sintetizam as relações entre o ambiente continental, costeiro e marinho, e como as atividades humanas mal planejadas impactam negativamente a qualidade do ambiente costeiro e das pessoas que dependem dos serviços ecossistêmicos locais, incluindo também ações e políticas públicas para o combate a esse problema[6];

d) **Um Mar de Consensos:** tratam da ocupação inteligente do território e do uso sustentável dos recursos naturais, abordando um instrumento de orientação para gestão territorial, chamado Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), que auxilia o poder público a planejar o desenvolvimento de determinado Estado ou região, e suas relações[7].

[4] https://www.youtube.com/watch?v=L5B5zDM_mDc&t=1s; https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Mar_de_Lixo_3105.pdf

[5] https://www.youtube.com/watch?v=_b6uxHQUAdE&t=1s; https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Um_Mar_de_Ameaas_180419.pdf

[6] https://www.youtube.com/watch?v=yzpkzf1OLkQ&t=5s; https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Um_Mar_de_Integrao_2208.pdf

[7] https://www.youtube.com/watch?v=unfeP98SMqo; https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Um_Mar_de_Consensos_0209.pdf

IVIDES.org

Estes materiais contribuem no âmbito da geoeducação para a geoconservação costeira, ao abordar os aspectos da gestão costeira, que incluem o entendimento do meio abiótico, conforme pode ser observado nos recortes do vídeo e na cartilha "*Um mar de ameaças*" (Figura 3). Os recortes do vídeo "*Um Mar de Ameaças*" demonstram a abordagem da evolução do planeta e os resultados de ciclos de aumento e de rebaixamento do nível do mar, além de aspectos relacionados a processos costeiros, como a deriva litorânea de sedimentos. Os processos costeiros atuais também são ressaltados na cartilha que complementa o vídeo, com o detalhamento da dinâmica natural de um perfil de praia arenosa. Ou seja, esses materiais contribuem na difusão de princípios básicos, como o direito à educação, à informação e à comunicação (MARQUES; NICOLODI, 2021).

A cartilha "*Dunas Costeiras - quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural*" [8] (PORTZ; MANZOLLI; MIZUSAKI, 2016) tem como objetivo a sensibilização pública para os processos de gestão e manejo do sistema de dunas. A iniciativa se justifica pela relação direta da acentuação da vulnerabilidade no sistema de dunas à pressão de uso, como às atividades turísticas que, ao mesmo tempo em que geram receitas, são responsáveis por impactos ambientais e sociais negativos (CLARK, 1996).

A proposta de Portz, Manzolli e Mizusaki (2016) foi de criação de um material versátil, para utilização em atividades diversas, apresentando uma visão geral do ambiente, através da elucidação da sua formação e evolução, além das práticas que levam à sua degradação, como o recorte da Figura 4. A cartilha apresenta como meta principal o despertar da consciência e o envolvimento das pessoas com o espaço em que vivem, numa concepção

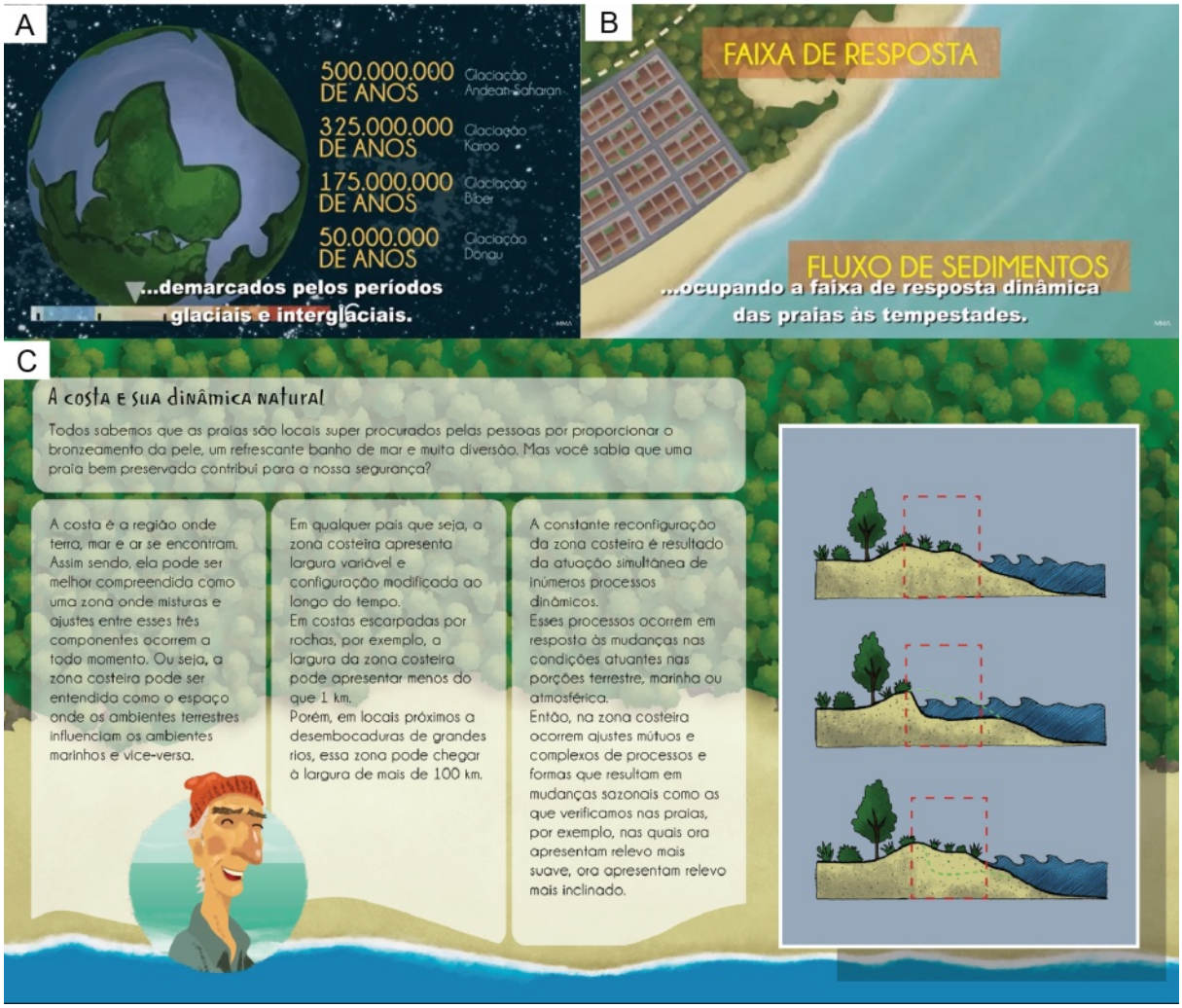


Figura 3 - Recortes do vídeo e da cartilha "*Um Mar de Ameaças*", relacionados à geodiversidade costeira. A) Recorte (3:01) do vídeo, abordando a evolução do planeta no contexto de elevações e rebaixamentos do nível do mar; B) Recorte (5:46) do vídeo, abordando a dinâmica costeira e os efeitos da ocupação em faixas de resposta; C) Primeira página da cartilha, abordando a dinâmica natural da costa. Fonte: Nicolodi *et al*. (2019).

[8] https://www.researchgate.net/publication/309311326_Dunas_costeiras_-_quanto_mais_voce_sabe_mais_voces_vai_apreciar_este_ecossistema_natural

de que, quanto mais se conhece sobre o ambiente em que se inserem, maior será o interesse na sua conservação. O objetivo desta abordagem é disponibilizar à população o conhecimento do meio ambiente, em uma linguagem não científica, inspirando atitudes positivas em relação ao meio ambiente e fortalecendo a participação da população nos processos de gestão da ZC.

EROSÃO E DEGRADAÇÃO

Os processos erosivos ocorrem quando as dunas perdem areia por uma variedade de mecanismos, sendo os dois mais importantes: a deflação causada pelo vento, e a erosão causada principalmente por ondas de tempestade.

Os processos de erosão natural do sistema de dunas são considerados parte integrante da evolução geomorfológica deste ambiente. Estes processos tornam-se um problema quando ocorre um desequilíbrio entre a perda de sedimento e o acúmulo.

A interferência humana, através da colocação de estruturas antrópicas sobre este ambiente, rompe o equilíbrio natural e desta forma agrava os processos erosivos.

As principais preocupações sobre a erosão de praia ocorrem geralmente quando se percebe que os processos de erosão removem mais areia do que os processos de acreção.

Os processos de recomposição das dunas após eventos de erosão podem demorar de meses a anos e torna-se preocupante quando ameaça áreas desenvolvidas, infra-estrutura, interesses comerciais ou áreas naturais importantes. Problemas também podem surgir quando a acreção domina, pois o excesso de areia pode bloquear estradas ou mesmo invadir áreas construídas.

Figura 4 - Parte da Cartilha "*Dunas Costeira - quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural*", abordando aspectos da dinâmica costeira e efeitos da ocupação em praias arenosas. Fonte: Portz, Manzolli e Mizusaki (2016).

IVIDES.org

Uma das experiências com a utilização deste material foi desenvolvida por uma educadora do município costeiro de Xangri-lá, Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Brasil) (PORTZ; MANZOLLI; GRUBER, 2016). Entre as atividades, foi realizada uma caminhada na comunidade, para a entrega da Cartilha, sendo esta, uma maneira de integrar os alunos à comunidade, tornando-os participativos e deixando-os debater sobre as questões do referido ecossistema, dando espaço para a reflexão e promovendo uma dinâmica, visando à conservação da biodiversidade local e, consequentemente, da geodiversidade. A abordagem de temáticas ambientais com a utilização de cartilhas tem sido amplamente utilizada, como meio de educar o público sobre a importância do meio ambiente. Esta traz vários benefícios, como ferramenta educacional, construindo consciência, por fornecer informações detalhadas e maior confiabilidade na temática.

Estas experiências corroboram a perspectiva do papel social da Academia, visto que, conforme Marques e Nicolodi (2021, p. 402):

> "ela opera na sociedade, é imprescindível que a ciência cumpra alguns dos seus propósitos primordiais: democratizar as informações produzidas nos institutos de ensino e pesquisa do país, bem como contribuir para o desenvolvimento das bases de conhecimento da sociedade. Dessa forma, é possível chegar à formação de indivíduos ecologicamente, economicamente, politicamente e socialmente críticos, ou seja, cidadãos ambientais".

4.2 - ROTEIRO DE CAMPO

No contexto da geoeducação para a geoconservação costeira, outra iniciativa é o roteiro de campo na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PORTZ *et al*., 2018), que pode ser utilizado por educadores do Estado, como forma de apoio e de consolidação dos conteúdos das disciplinas de Geografia e Ciências, além de outros públicos interessados nesta temática, podendo auxiliar no entendimento da formação da ZC no referido estado. O mesmo *slogan* da Cartilha de Portz, Manzolli e Mizusaki (2016) – "quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural"; pode ser utilizado em outra estratégia geoeducativa, como, por exemplo, através da construção de roteiros de campo (ou turísticos), para conhecer a evolução geológica de uma determinada da região.

Dentro de uma abordagem de atividades em ambiente escolar, as práticas de campo são conceituadas como todas as ações realizadas em meio natural, com fins educativos; e que requerem preparação prévia cuidadosa, execução fundamentada pedagogicamente, trabalho de aprofundamento e revisão, após a ida ao campo e avaliação das atividades (BONITO; SOUSA, 1997). Por outro lado, a utilização destes guias de campo em um ambiente de turismo também pode ser uma atividade interessante na apropriação do entorno onde se vive ou se visita. Os trabalhos de campo tornam-se fundamentais para observar e interpretar a região onde se vive e trabalha, produzindo seu próprio conhecimento, adquirindo competência para tornar-se um agente transformador em seu meio (SCORTEGAGNA; NEGRÃO, 2005).

Os dados sistematizados no roteiro de campo na Planície Costeira do Rio Grande do Sul demonstram a diversidade de eventos que compõem a história geológica do setor costeiro norte do RS, destacando a sua sequência cronológica e ambientes resultantes. Assim, demonstra o quanto é dinâmica a formação da paisagem, dependendo da escala de tempo do observador. O trajeto proposto (Figura 5) tem como objetivo percorrer os quatro sistemas deposicionais quaternários do tipo laguna-barreira, presentes na planície costeira do RS, com vistas a aprofundar o conteúdo visto em sala de aula e procurando apontar também o caráter interdisciplinar das geociências. A região configura-se como um excelente local de aprendizado, sendo uma das poucas planícies costeiras no mundo, onde se podem visualizar os registros sedimentares das últimas quatro flutuações do nível do mar, causadas por eventos glacio/eustáticos do Período Quaternário (TESSLER; GOYA, 2005). O Período Quaternário, o mais recente da história da Terra, é também conhecido como Idade do gelo, pela forte influência sobre o meio ambiente, das diversas glaciações que teriam ocorrido nesse intervalo de tempo (SOUZA, 2005). No Brasil, não há registros da ocorrência de glaciares durante este período, porém, as variações do nível do mar decorrentes desta condição global foi um dos responsáveis pela configuração atual da costa do Rio Grande do Sul (RS). Além dos aspectos abióticos e evolutivos destacados no roteiro, pode-se adicionar observações relativas à ocupação dos terrenos e seu uso, durante a jornada de campo, ampliando o olhar do público em geral/leigo nas relações abiótico-biótico-antrópico.

IVIDES.org

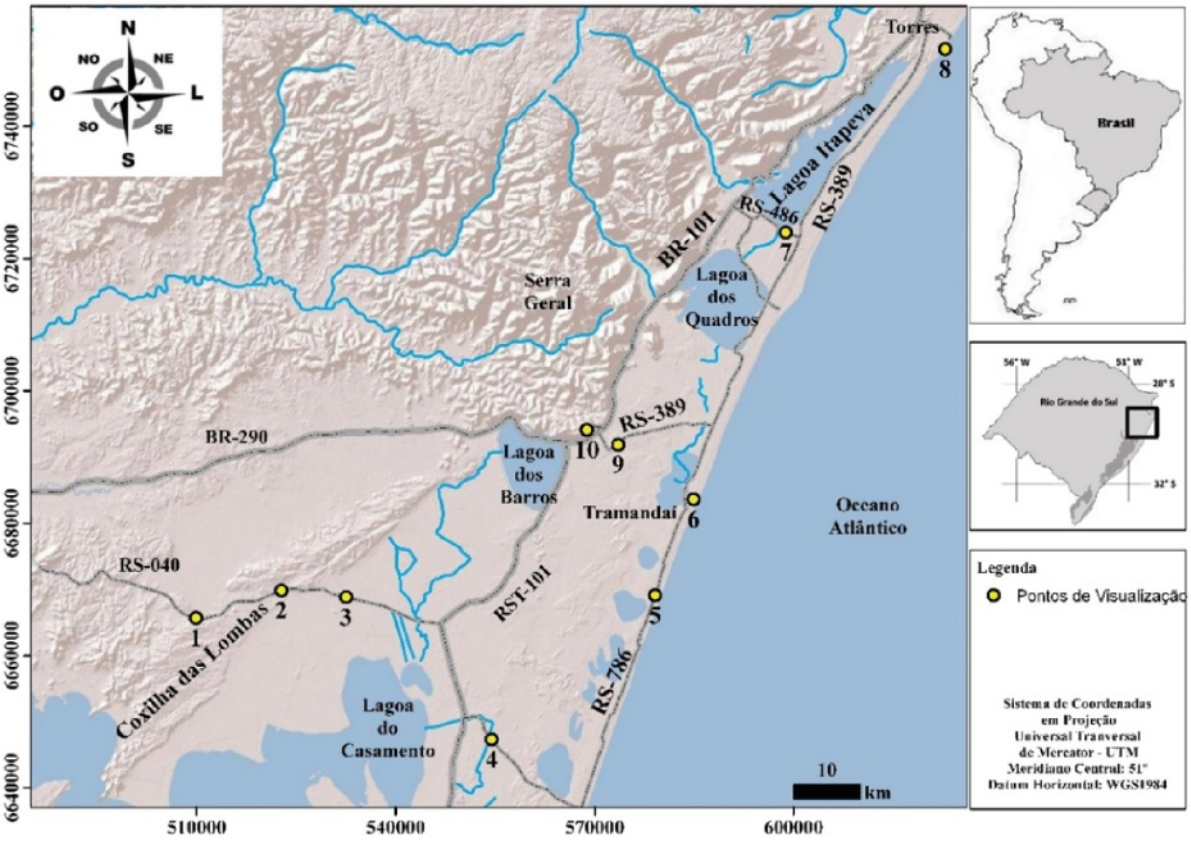


Figura 5 - Percurso do roteiro de campo elaborado para compreender a evolução da planície costeira no Rio Grande do Sul, material geoeducativo. Fonte: Portz *et al*. (2018).

Alguns dos pontos incluídos neste roteiro são depósitos lagunares, barreiras costeiras, campos de dunas móveis e desembocadura lagunar. Na figura 6, são exemplificados os pontos 5 e 6, onde são observadas evidências da evolução do litoral gaúcho e dos processos atuais; e o ponto 8, onde podem ser observados os elementos da geodiversidade, que destoam do restante do litoral em tempo geológico e beleza cênica e que, por isso, está inserido no território do Geoparque Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul.

Outras iniciativas de roteiros geoeducativos podem ser citadas para a ZC, como uma iniciativa de delineamento de um roteiro geoturístico para o município de São João da Barra (no litoral norte do Rio de Janeiro), realizada por Albani *et al*. (2020), baseado na variedade de aspectos da geodiversidade. Este roteiro, mais voltado ao geoturismo, foi proposto como uma alternativa ao turismo de sol e praia, comum na região, abrindo novas perspectivas para o desenvolvimento da economia local. O roteiro inclui pontos de visitação na área urbana e na área natural; e, nesta última, destaca-se a localidade de Atafona, com os pontos de interesse: a foz do rio Paraíba do Sul, com delta; o complexo de manguezais do delta; os processos erosivos; e as dunas; e a Lagoa salgada (Albani *et al*., 2020). Nestes ambientes costeiros, é possível a divulgação científica de aspectos relacionados à geoconservação e à gestão costeira, aliando o geoturismo à geoeducação.

Além do roteiro geoturístico, outras ferramentas de geoeducação para fins de geoconservação podem ser desenvolvidas, como painéis interpretativos (e outros materiais de divulgação), os quais, sendo agregados ao trajeto proposto na região, contribuem com o acesso amplo das informações ao público em geral.

4.3 - PAINÉIS INTERPRETATIVOS

A implantação de painéis interpretativos tem sido a principal forma de comunicação dos projetos de divulgação geológica sistemática no Brasil (NASCIMENTO *et al*., 2008; MANSUR *et al*., 2013). Os projetos de implantação de painéis interpretativos têm se disseminado por vários estados do Brasil, por apresentarem sucesso na divulgação ambiental (MANSUR; SILVA, 2011) e já é difundida em muitos países (HOSE, 2000; 2008; DIAS *et al*., 2003; MOREIRA, 2014). São instrumentos geralmente utilizados em UCs para descrever a biota, assim como, na identificação e na descrição de monumentos históricos ou arquitetônicos (MANSUR, 2009).

IVIDES.org

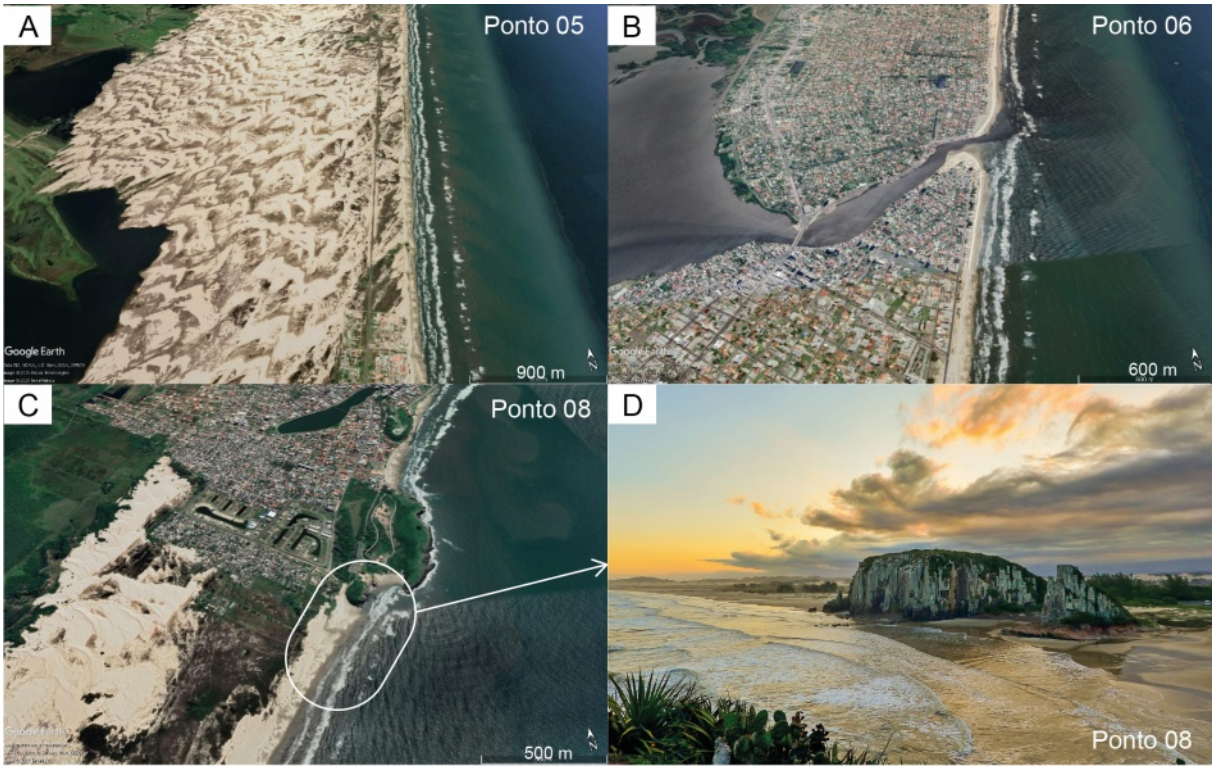


Figura 6 - Fotos dos pontos de observação em campo, localizados no Litoral Norte do Rio Grande do Sul: (A) Ponto 05, na região do campo de dunas da Barreira IV, Praia das Cabras/Cidreira (Fonte: Google Earth); (B) Ponto 06, na região da desembocadura da Laguna de Tramandaí (Barreira IV), com urbanização intensa entre os municípios de Tramandaí e Imbé (Fonte: Google Earth); (C) Ponto 08, no município de Torres, com afloramentos rochosos; (D) Detalhe do ponto 08 no Parque da Guarita, e o campo de dunas do Parque Estadual de Itapeva, geossítios do Geoparque Aspirante Caminhos dos Cânions do Sul. Fotografia: Silvio Paladini.

Na região costeira, destaca-se uma iniciativa alinhada à geoconservação, demandada em um instrumento do gerenciamento costeiro – Projeto Orla; que resultou na criação de três UCs e na implantação do Roteiro Geoecológico da Costa de Araranguá (município de Araranguá, Santa Catarina), como ferramentas de conservação, educação e divulgação da natureza (CRISTIANO, 2018). Pensado como uma ferramenta de geoeducação, o Roteiro Geoecológico foi inicialmente concebido e implantado para fomentar práticas educativas voltadas à sensibilização da comunidade e visitantes da região e, posteriormente, foi atualizado e repensado, em trabalho e processo participativo com os habitantes da região. A iniciativa situa-se dentro da área da educação ambiental não-formal, contribuindo também para atividades de geoturismo na região, considerando-se que os painéis estão instalados em áreas públicas e disponíveis a qualquer pessoa.

A primeira versão do Roteiro Geoecológico da Costa de Araranguá foi implantada em 2017, com apoio do Fundo Socioambiental CASA e da organização não governamental Sócios da Natureza, e consiste na identificação de Pontos de Interesse Geoecológico (PIGs), em circuitos de visitação, baseados na evolução da paisagem (Cristiano, 2018). Cada Ponto de Interesse é identificado com um ou mais painéis interpretativos da paisagem. Em 2018, foi aprovado o apoio da Fundação SOS Mata Atlântica para a implantação do projeto "Unidades de Conservação da Costa de Araranguá - difundindo a natureza local com o Roteiro Geoecológico", tendo como objetivo, fortalecer as ferramentas de divulgação e conservação da natureza local e promover maior engajamento, em interação com a comunidade. Dessa forma, chegou-se ao aprimoramento e à atualização do conteúdo dos painéis do Roteiro Geoecológico, com base na percepção e sugestões dos professores, das comunidades locais e da equipe técnica do projeto, com a instalação dos novos painéis no início de 2020 (CRISTIANO *et al*., 2020). Nesta etapa de construção conjunta e participativa, ocorreu um fortalecimento do sentimento de pertencimento, elemento-chave para a conservação da natureza local.

Na concepção e elaboração dos painéis da primeira versão do projeto (Figura 7), a abordagem utilizada foi a geoecologia, pensada como uma forma mais utilitarista de analisar e difundir as informações relacionadas à natureza abiótica, de forma útil. Um exemplo, voltado a aspectos geoecológicos de elementos da geodiversidade das ZC, é a divulgação da importância das dunas frontais, como uma barreira de proteção da ocupação humana

IVIDES.org

próxima à praia contra ressacas do mar. Dificilmente, as dunas e outros ambientes deposicionais são observados do ponto de vista da conservação de seus aspectos geológicos *per se*; geralmente, seu apelo é mais voltado à conservação da biodiversidade, até mesmo no próprio Código Florestal brasileiro, que protege sua vegetação e não, as feições geomorfológicas de dunas e seus serviços ecossistêmicos (geossistêmicos; Gray, 2019) associados.

O ser humano tenta controlar a dinâmica costeira, sobretudo para o uso e a ocupação humana, o que causa a recorrência da remoção de dunas, a fixação de desembocaduras, os aterros de planícies de inundação, entre outras alterações da geodiversidade costeira holocênica. Desta forma, pode-se exemplificar a importância da divulgação da natureza abiótica, sob a concepção geoecológica: primeiramente, a duna como uma barreira de proteção ao homem e à linha de costa (Figura 7B) e, posteriormente, como um ambiente sedimentar deposicional e que dá suporte ao desenvolvimento da biodiversidade (Figura 7C), com destaque às principais espécies vegetais encontradas no local. Ao voltar-se o olhar a estes ambientes "sem vida", desperta-se maior curiosidade à respeito de seus aspectos naturais (tanto geológicos, quanto biológicos). No painel 3 (Figura 7D), ressalta-se a importância do ecossistema de dunas para a fauna, bem como, explica formas simples do visitante contribuir para a conservação das dunas e da costa.

Além das iniciativas aqui apresentadas, focadas na geoeducação para a ZC, outros meios também podem ser utilizados na divulgação do patrimônio natural, como folders, passeios virtuais, jogos, websites (MANSUR, 2009; MANSUR; SILVA, 2013; MOREIRA, 2014), modelos tridimensionais (SILVA *et al*., 2019), cursos de capacitação da temática de geoconservação (PEREIRA *et al*., 2016), desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis e redes sociais (CRISTIANO; BARBOZA., 2017). Por fim, Marques e Nicolodi (2021, p. 403) destacam que:

> [...] é preciso reconhecer os seres humanos como ecossistemas individuais capazes de se interconectarem e assim reconhecerem os demais; se sensibilizando consigo mesmo e depois com o externo, respeitando a si mesmo para poder respeitar o ambiente no qual estão inseridos.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão costeira lida com a administração dos aspectos abióticos e bióticos e os efeitos naturais e antrópicos sobre o ambiente dinâmico do litoral, configurando um contexto de exploração, com muitas abordagens possíveis visando à geoconservação. Desta forma, conclui-se que existem conexões entre a geoconservação e a gestão costeira, pois ambas consideram as funções abióticas da natureza.

Para a inserção da geoconservação na gestão costeira, é necessária a aproximação das informações da Academia à gestão pública, às comunidades locais e aos visitantes. Integrar e divulgar os aspectos geológicos e de gestão costeira nas abordagens educacionais (geoeducação) e de divulgação científica torna-se primordial, com vista a aproximar do cidadão comum (e educandos) as informações sobre a natureza abiótica, sua relação e importância, como fonte de recursos e energia para o desenvolvimento da biota e da sociedade, no qual ele está incluído.

Além da geoeducação, são necessárias abordagens e ações estratégicas de geoconservação na gestão costeira, ou seja, que as ferramentas da gestão costeira envolvam diretamente aspectos da geodiversidade, para que se alcance o equilíbrio na conservação da natureza litorânea. Desta forma, resultados de inventário do geopatrimônio, sobretudo, o estudo e a popularização de aspectos da evolução costeira e seus processos, devem ser divulgados, como elementos de suporte à biodiversidade e à humanidade (e para as suas atividades em processos de gestão costeira).

Ao observarmos os ambientes costeiros formados, em sua grande maioria, por processos muito dinâmicos e, consequentemente, constituindo-se em ambientes mutáveis e frágeis em sua gênese; a divulgação dos diferentes aspectos relacionados por meio da geoeducação torna-se evidente, tanto para fins de conservação quanto para seu gerenciamento, os quais dependem (ambos) da conscientização da população em geral/cidadãos, que usufruem dos ambientes e que são o foco para a conservação e gerenciamento dos mesmos.

IVIDES.org

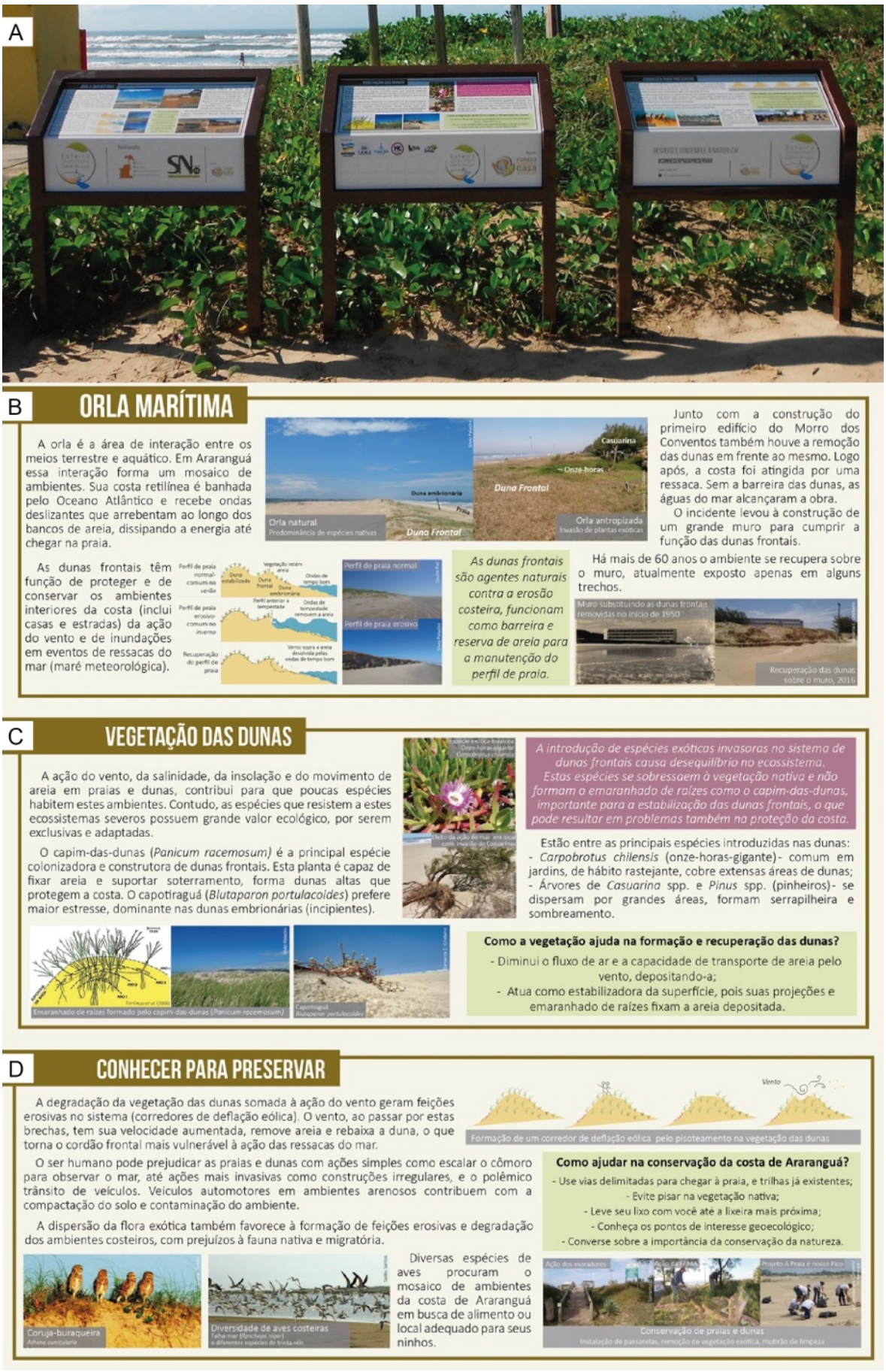


Figura 7 - Exemplo de abordagem geoecológica em instrumento de geoeducação (painéis interpretativos), para a geoconservação costeira: (A) Vista de três painéis instalados no local; (B) Painel 1: Orla Marítima; (C) Painel 2: Vegetação das Dunas e (D) Painel 3: Conhecer para Preservar. Fonte: Roteiro Geoecológico (CRISTIANO *et al*., 2020).

IVIDES.org

Com a inserção de aspectos da geoconservação, aliados à gestão costeira, por meio de ferramentas de geoeducação, podem ser dados subsídios para o desenvolvimento econômico sustentável, a partir da valorização de seus bens naturais e patrimoniais. As iniciativas apresentadas neste capítulo são ferramentas de geoeducação importantes (e eficazes) rumo à geoconservação costeira, contribuindo na disseminação de informações científicas para a população local e na participação efetiva das comunidades locais, nos processos de preservação das características naturais. Do ponto de vista social, a geoeducação é essencial para promover uma gestão costeira mais eficiente e participativa, protegendo os ecossistemas costeiros, amparando os recursos naturais e preservando a qualidade de vida das comunidades costeiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de doutorado (2014-2018) e de pós-doutorado (PNPD 2018-2019), que possibilitaram à primeira autora o desenvolvimento de pesquisas e parcerias, que resultaram nas reflexões desse capítulo; ao orientador de doutorado da primeira autora, Eduardo Barboza, por incentivar discussões da relação entre recursos naturais bióticos e abióticos, no âmbito da tese; e ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelo estágio pós-doutoral atual, para a continuidade de publicações. Agradecemos ainda, as instituições de vínculo das colaboradoras, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a *Corporación Universidad de la Costa* (CUC, Colômbia), pelo incentivo a pesquisas e a publicações voltadas à gestão e à conservação de ambientes costeiros.

REFERÊNCIAS

ALBANI, R. A.; MANSUR, K. L.; SANTOS, W. F. S; PINTO, A. L. R. Além do Turismo de Sol e Praia: Uma Proposta de Roteiro Geoturístico para o Município de São João da Barra, RJ. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, UFRJ, v. 43, n. 3, p. 402-414, 2020.

ANDRASANU, A. Basic concepts in geoconservation. *In*: GRIGORESCU, D.; CSIKI, Z. **Mesozoic and Cenozoic Vertebrates and Paleoenvironments**: Tributes to the career of professor Dan Grigorescu. Bucareste, Romênia: Ars Docendi, 2006. p. 37-41.

AROUCA (Arouca Geopark Portugal). **Declaração de Arouca**. Congresso Internacional de Geoturismo, Geoturism in Action, Arouca, 2011. Disponível em: https://www.azoresgeopark.com/media/docs/declaracao_de_arouca_geoturismo.pdf. Acesso em jan. 2018.

ASMUS, M.; KITZMANN, D.; LAYDNER, C.; TAGLIANI, C. R. Gestão costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, v. 4, p. 52-57, 2006.

BACCI, D. L. C.; PIRANHA, J. M.; BOGGIANI, P. C.; DEL LAMA, E. A.; TEIXEIRA, W. GEOPARQUE - Estratégia de Geoconservação e Projetos Educacionais. **Geologia USP**, Publ. espec., v. 5, p. 7-15, 2009.

BARRAGÁN, J. M. **Las áreas litorales de España**: del análisis geográfico a la gestión integrada. Barcelona: Editorial Ariel, 2004. 214 p.

BARRAGÁN, J. M. **Política, gestão e litoral**: uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais. Madrid: Tébar Flores, 2016. 685 p.

BÉTARD, F. Geodiversity Hotspots: a proposed conceptual and methodological framework for defining geoconservation priorities. *In*: EUROPEAN GEOSCIENCES UNION GENERAL ASSEMBLY, 18., 2016, Viena. **Geophysical Research Abstracts**. Vienna: EGU, Abril 2016. p. 1825.

BÉTARD, F.; PEULVATS, J. P. Geodiversity hotspots: concept, method and cartographic application for geoconservation purposes at a regional scale. **Environmental Management**, v. 63, n. 6, p. 822-834, 2019. DOI 10.1007/s00267-019-01168-5.

IVIDES.org

BONITO, J.; SOUSA, M. B. Atividades práticas de campo em geociências: uma proposta alternativa. *In*: LEITE, L.; DUARTE, M. C.; CASTRO, R. V.; SILVA, J.; MOURO, A. P.; PRECIOSO J. (org.). **Didáticas/Metodologias da Educação**. Braga: Universidade do Minho, Departamento de Metodologias da Educação do Instituto de Educação e Psicologia, 1997, p. 75-91. Disponível em: http://hdl.handle.net/10174/8355.

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, v. 38, n. 1, p. 03-14, jan/abr. 2011.

BORBA, A. W. Um Geopark na região de Caçapava do Sul (RS, Brasil): uma discussão sobre viabilidade e abrangência territorial. **Geographia Meridionalis**, v. 3, n. 1, p.104-133, 2017.

BORBA, A. W.; SILVA, E. L.; SOUZA, L. P. M.; SOUZA, L. F.; MARQUES, R. V. Relação entre a geodiversidade intrínseca e a estruturação de habitat na escala do geossítio: exemplos na Serra do Segredo e nas Pedras das Guaritas (Caçapava do Sul, RS, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 43, n. 2, p.183-202. 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: D.O.U., 05 out. 1988a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em jan. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza SNUC, e dá outras providências. Brasília, DF, D.O.U., 23 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004**. Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: D.O.U., 21 mai. 2004a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5092.htm. Acesso em jan. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 08 dez. 2004b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006**. Regulamenta o art. 21 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: D.O.U., 06 abr. 2006a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5746.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 17 abr. 2006b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em jan. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: D.O.U., 21 nov. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937**. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Rio de Janeiro, RJ: D.O.U, 06 dez. 1937b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 9.760, de 5 de setembro de 1946**. Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ: D.O.U., 06 set. 1946. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del9760.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 378, de 13 de janeiro de 1937**. Dá nova organização ao Ministério da Educação e Saúde Pública. Rio de Janeiro, RJ: D.O.U, 15 jan. 1937a. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Lei_n_378_de_13_de_janeiro_de_1937.pdf. Acesso em: jan. 2021.

IVIDES.org

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o Código Florestal. Revogada pela Lei nº 12.651/2012. Brasília, D.O.U., 16 set. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 15 mai. 1988b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em dez. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U, 22 dez. 2006c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007**. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade Instituto Chico Mendes; e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 28 ago. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11516.htm. Acesso em jan. 2021.

BRIDGLAND, D.R. Geoconservation of Quaternary sites and interests. **Proceedings of the Geologists' Association**, vol. 124, n. 4, p. 612-624. 2013.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119-134, 2016.

BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 183 p. Disponível em: http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf. Acesso em fev. 2021

BURROUGHS, R. **Coastal Governance**. Washington: Island Press, Foundations of Contemporary Environmental Studies book series (FCES), 2010. 256 p.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Resolução nº 05 da CIRM de 13 de dezembro de 1997**. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II). Brasília, DF: CIRM, 1997. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/resolucao-5-1997.pdf. Acesso em fev. 2021.

CLARK, J. R. **Coastal Zone Management Handbook**. Florida: CRC Press, 1996. 694 p.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF: D.O.U., 13 mai. 2002, Seção 1, p. 68.

CRISTIANO, S. C. **Interfaces entre a Geoconservação e a Gestão Costeira no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. 252 p.

CRISTIANO, S. C.; BARBOZA, E. G. Geoconservação na Costa de Araranguá, Santa Catarina, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 4., e Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, 2., 2017, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa, 2017.

CRISTIANO, S. C.; SILVA, J. P.; CUNHA, I. A.; MELO, M. D. Roteiro Geoecológico na escola: uma proposta para a formação continuada de professores. **Terrae Didatica**, v. 16, p. 1-13, 2020.

DIAS, G.; BRILHA, J. B.; ALVES, M. I. C.; PEREIRA, D. I.; FERREIRA, N.; MEIRELES, C.; PEREIRA, P.; SIMÕES, P. P. Contribuição para a valorização e divulgação do património geológico com recurso a painéis interpretativos: exemplos em áreas protegidas do NE de Portugal. **Ciências da Terra**, nº especial, CD-ROM, p. 132-135, 2003.

DIAS, L. C; FERREIRA, G. C. A geoconservação sob a ótica legislativa: uma análise comparativa de leis nacionais e internacionais sobre a proteção do patrimônio geológico. **Geociências**, São Paulo: UNESP, v. 37, n. 1, p. 211-223, 2018.

IVIDES.org

FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler). **Diretriz Técnica para Identificação e Caracterização de Potenciais Geossítios no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: FEPAM. Consulta pública on-line, 2020. 14 p.

FREY, M. L; SCHAFER, K; BUCHEL, G; PATZAK, M. Geoparks – a regional European and global policy. *In*: DOWLING, R; NEWSOME, D. **Geotourism**. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2006 p. 95-118.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. **Geoheritage**, v. 2, p. 57-75, 2010.

GGN (Global Geoparks Network). GGN Members List. 2021. Disponível em: http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/MemberList/index.htm. Acesso em mai. 2021.

GODOY, M.; BINOTTO, R. B.; WILDNER, W. **Geoparque Caminho dos Cânions do Sul**: Proposta. Rio de Janeiro: CPRM, Relatório Técnico, Projeto Geoparques, 2011. 110 p.

GODOY, M.; BINOTTO, R. B.; WILDNER, W. Geoparque Caminho dos Cânions do Sul (RS/SC). In: SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C.R. **Geoparques do Brasil - Propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p. 457-492.

GORDON, J. E., BARRON, H. F., HANSOM, J. D.; THOMAS, M. F. Engaging with geodiversity - why it matters. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 123, n; 3, p. 1-6, 2012.

GRAY, M. **Geodiversity**: Developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 119, n. 3-4, p. 287-298, 2008.

GRAY, M. Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 7, n. 4, p. 226-236, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.11.001

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2004. 450 p.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013. 508 p.

HOSE, T. A. European geotourism-geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. *In*: BARRETINO, D.; WIMBLEDON, W.P.; GALLEGO, E. **Geological heritage**: its conservation and management. Madrid: Instituto Tecnologico Geominero de Espana, 2000. p. 127-146.

HOSE, T. A. Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future. *In*: BUREK, C.V.; PROSSER, C. **The history of geoconservation**. Londres: Geological Society, 2008. p. 37-60.

IBGE (Instituto brasileiro de geografia e estatística). **Biomas e Sistema Costeiro-Marinho**: compatível com a escala 1:250 000. Série Relatórios Metodológicos. v. 45. 2019. ISBN 978-85-240-4510-3.

KAY, R.; ALDER, J. **Coastal Management and Planning**. Londres: E & FN Spon, 1999. 375 p.

LICCARDO, A.; PIMENTEL, C. S. Geociências e educação não formal. In: LICCARDO, Antonio; GUIMARÃES, Gilson Burigo (org.). **Geodiversidade na Educação**. 1. ed. Ponta Grossa: Studio Texto, 2014. p. 7-16.

LINS-DE-BARROS, F. M.; HOYAS, G. Distribuição populacional e abrangência espacial dos instrumentos de gestão na zona costeira do brasil: avanços, lacunas e desafios. **Revista da ANPEGE**, v. 17, n. 33, p. 98-127, 2021. e-ISSN: 1679-768X.

LOPES, L. S. O.; ARAÚJO, J. L.; CASTRO, A. J. F. Geoturismo: Estratégia de Geoconservação e de Desenvolvimento Local. **Cadernos de Geografia**, v. 21, n. 35, p. 1-11, 2011.

LUCAS, A. A.; GALVÃO, M. N. C. Geopark Araripe possibilidades para educação ambiental. *In*: SEABRA, G.; MENDONÇA, I. **Educação ambiental**: responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade, vol. 3, João Pessoa: Editora universitária da UFPB, 2011. p. 671-676.

LUZ, F. G.; MOREIRA, J. C. Geoturismo aliado a Painéis Interpretativos: uma proposta para o Buraco do Padre, Ponta Grossa (PR). **Revista Nordestina de Ecoturismo**, v. 3, p. 18-30, 2010.

MANSUR, K. L. Ordenamento territorial e geoconservação: análise das normas legais aplicáveis no Brasil e um caso de estudo no estado do Rio de Janeiro. **Geociências**, v. 29, n. 2, p. 237-249, 2010.

IVIDES.org

MANSUR, K. L. Projetos Educacionais para a Popularização das Geociências e para a Geoconservação. **Geologia USP**, v. 5, p. 63-74, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9087.v5i0p63-74.

MANSUR, K. L.; ROCHA, J. D.; PEDREIRA, A.; SCHOBBENHAUS, C.; SALAMUNI, E.; ERTHAL, F. C.; PIERKARZ, G.; WINGE, M.; NASCIMENTO, M. A. L.; RIBEIRO, R. R. Iniciativas Institucionais de Valorização do Patrimônio Geológico do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 8-27, 2013.

MANSUR, K. L.; SILVA, A. S. Society's Response: Assessment of the Performance of the "Caminhos Geológicos" ("Geological Paths") Project, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Geoheritage**, v. 3, p. 27-39, 2011.

MARQUES, V.; NICOLODI, J. Ferramentas de Educomunicação Socioambiental: subsídios para a gestão integrada da zona costeira. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 16, p. 385-408, 2021.

MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento Costeiro**: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental. Pelotas: União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade, 2005. 149 p.

MARTINS, E. M. **Geodiversidade e Gerenciamento Costeiro Integrado**: estratégia para valorizar a natureza abiótica costeira. 2014. Monografia de Qualificação (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. 67 p.

MARTINS, E. M. **Gerenciamento Costeiro Integrado à luz dos Sistemas e da Diversidade Ambiental**: aplicação em Jaguaruna, Santa Catarina. 2017. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. 324 p.

McGLASHAN, D. J. Funding in integrated coastal zone management partnerships. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 393-396, 2003.

MEDEIROS, R.; IRVING, M.; GARAY, I. A proteção da natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 9, p. 83-93, 2004.

MENEZES, C. T. B; LUMERTZ, L. S.; MUNARI, A. B.; CENI, G. Gestão integrada e participativa em ambientes costeiros: estudo de caso do Projeto Orla no município de Balneário Rincão, SC, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, p. 347-360, 2016.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Biodiversidade brasileira**: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. MMA/SBF, Brasília, 2002a. 340p. Disponível em: http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/BiodiversidadeBrasileira_MMA.pdf. Acesso em jan. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos do Brasil**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros, Brasília, 2010. 148 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf. Acesso em jan. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Portaria nº 126 de 27 de maio de 2004**. Reconhece as áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira Brasília, DF. 2004. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port126.pdf. Acesso em jan. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); MPOG (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão). **Projeto Orla**: Fundamentos para Gestão Integrada. Brasília: MMA/SQA; MPO/SPU, 2002b. 74 p.

MOCHIUTTI, N. F.; GUIMARÃES, G. B.; MOREIRA, J. C.; LIMA, F. F. e FREITAS, F. I. Os valores da geodiversidade: geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 35, n. 1, p. 173-189, 2012.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec; Edusp, 2007. 229 p.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio geológico em unidades de conservação**: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas. 2008. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. 374 p.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 1. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. 157 p.

IVIDES.org

MOREIRA, J. C. Geoturismo: uma abordagem histórico-conceitual. **Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 3, n. 1, p. 5-10, 2010.

MOURA-FÉ, M. M; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. *In*: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R.R. (org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Campinas: Instituto de Geociências–UNICAMP, 2017. p. 3054-3065. DOI: 10.20396/sbgfa.v1i2017.1953

MOURA-FÉ, M. M.; PINHEIRO, M. V. A.; JACÓ, D. M.; OLIVEIRA, B. A. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. *In*: SEABRA, Giovanni (org.). **Educação Ambiental & Biogeografia**. Ituiutaba/MG: Barlavento, vol. II, p. 829-842, 2016.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 84 p.

NICOLODI, J. L.; LIMA, R. P; COELHO A., MARQUES, V. C.; RAMOS, B.; SARDINHA G. D.; CRISTIANO, S. C. **Um Mar de Ameaças**. Rio Grande: MMA & FURG, 2019. 15 p. Disponível em: https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Um_Mar_de_Ameaas_180419.pdf. Acesso em: jan. 2020.

OLIVEIRA, C. D. M. Turismo e Geoeducação: um começo de conversa. 2008. **O Lince**, Guaratinguetá/SP, 2008. 1 p.

OTTER, H. S.; CAPOBIANCO, M. Uncertainty in integrated coastal zone management. **Journal of Coastal Conservation**, v. 6, p. 23-32, 2000.

PANIZZA, M. Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, v. 46, n. 4-5, 2001. DOI:

PEREIRA, P.; PEREIRA, D. Methodological guidelines for geomorphosite assessment. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, v. 16, n. 2, p. 215-222, 2010.

PEREIRA, R. F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J. E. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. **Memórias e Notícias**, v. 3, p. 491-494, 2008.

PEREIRA, R. G. F. A.; RIOS D. C.; GARCIA P. M. P. Geodiversidade e Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. **Terae Didatica**, v. 12, n. 3, p. 196-208, 2016.

POLETTE, M.; SILVA, L. P. GESAMP, ICAM e PNGC - Análise comparativa entre as metodologias de gerenciamento costeiro integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 27-31, 2003.

POLETTE, M.; VIEIRA, P. F. Avaliação dos avanços e impasses da gestão compartilhada da zona costeira brasileira: análise dos instrumentos de gestão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. *In*: RIBEIRO, W.C. **Governança da água no Brasil**: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume, 2009. p. 275-304.

PORTMANN, M. E; DALTON, T. M.; WIGGIN, J. Integrated coastal zone management: is it past its prime? **Enviroment Magazine**, v. 57, n. 2, p. 28-36, 2015.

PORTZ L.; MANZOLLI R. P.; CORRÊA, I. C. S. Ferramentas de Gestão Ambiental Aplicadas na Zona Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** v. 11, n. 4, p. 459-470, 2011.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; GRUBER, N. S. Comunicação, Educação e Consciência Pública para a conservação da zona costeira. *In:* I**I Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales**, 2016, Florianopolis. Anais dos Resumos GIAL, 2016.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; MIZUSAKI, A. M. P. **Dunas Costeira** - quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural. Porto Alegre: IGEO, UFRGS, 2016. 28p. ISBN 978-85-61424-46-6.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; ROSA, M. L. C. C.; GRUBER, N.; BARBOZA, E.G.; TOMAZELLI, L. J. Práticas em Geociências: roteiro de campo para compreender a evolução costeira no Rio Grande do Sul, Brasil. **Terae Didatica**, v. 14, n. 2, p. 119-133, 2018.

REYNARD, E.; CORATZA, P.; GIUSTI, C. Geomorphosites and Geotourism. **Geoheritage**, v. 3, p. 129-130, 2011.

IVIDES.org

ROLLINSON, H. **Early earth systems**: a geochemical approach. Oxford:Blackwell Publishing, 2007. 296p.

ROUGERIE, G. **Geografía das paisagens**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1971. 134 p.

SANCHIZ, M. B.; GARCÍA, G. M.; RODRÍGUES, F. C. La Gobernanza Integrada del Litoral el Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL). **Costas**, v. 1, n. 1, p. 27-48, 2012.

SANTOS, A. M. F. **Zoneamento geoambiental para uma gestão planejada e participativa**: planície costeira do município de Icapuí/CE. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. 151 p.

SANTOS, D. S.; MANSUR, K. L.; GONÇALVES, J. B.; ARRUDA, J. R. E. R.; MANOSSO, F. C. Quantitative assessment of geodiversity and urban growth impacts in Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil. **Applied Geography**, v. 85, p. 184-195, 2017.

SCHERER, M. E. G.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico. *In*: BARRAGÁN, J.M.; ARENAS, P.; CHICA RUIZ, J.A.; ONETTI, J.G.; SANABRIA J.G. **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamerica**: un diagnóstico Necesidad de Cambio. Espanha: Red Ibermar, 2009. p. 291-330.

SCHERER, M. E. G.; SILVA, T. S.; AMSUS, M. L.; GRUBER, N. L. S.; PINTO DE LIMA, R.; FILET, M. Avaliação do Desenvolvimento do Sistema de Governança Pública Costeira Brasileira – 2009 a 2018. **Revista Costas**, v. esp. 1, p. 23-42, 2020. DOI: 10.26359/costas.e102.

SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, v.1., 2002. 554 p. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm. Acesso em mai. 2021.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **Geoparques do Brasil**: Propostas. Brasília: CPRM, 2012. 750 p.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **O papel indutor do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques**. Brasília: CPRM, 2010. 23 p. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/destaques/Schobbenhaus_Silva_2010.pdf. Acesso em jan. 2021.

SCORTEGAGNA, A.; NEGRÃO, O. Trabalhos de campo na disciplina de Geologia Introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. **Terrae Didática**, v. 1, n. 1, p. 36-43, 2005.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3ª Ed. Tasmânia: Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002. Livro Eletrônico. 81 p. Disponível em: http://dpipwe.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf. Acesso em fev. 2021.

SILVA, C. R. da. (ed.) **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MEDEIROS, G. L. D. Uso de fotogrametria digital na elaboração de modelos tridimensionais com aplicação em geoconservação e educação. **Terræ Didatica**, v. 15, p. 1-9, 2019. DOI: 10.20396/td.v15i0.8655364

SOUZA, C. R.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, P. E.; OLIVEIRA, A. M. S. (ed.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 382 p.

STANLEY, M. Geodiversity: Can we maintain Britain`s geodiversity and, at the same time, increase public enthusiasm and improve public access? **Earth heritage**, v. 14, p. 15–18. 2000.

SUNG, C. L; BELTRÃO, L. M. V.; MELO; M. D.; SILVA, D. J.; CRISTIANO, S. C. O processo de governança na construção do Projeto de Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul – Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 59, p. 1042- 1063, 2019. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2019v29n59p1043

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

UNCED - United Nations Conference on Environment and Development. **Agenda 21** - Outcomes of the Conference, Rio de Janeiro, 1992. 351 p.

IVIDES.org

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). **Geoparks Brochure**, 2016. 20 p. Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650e.pdf. Acesso em jan. 2021.

WCED (World Commission on Environment and Development). **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. 300 p.

WINGE, M.; SCHOBBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 2ed. Brasília: CPRM, v.2., 2009. 516 p. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm. Acesso em jan. 2021.

WORBOYS, G. L. Introduction. In: WORBOYS, G. L.; LOCKWOOD, M.; KOTHARI, A.; FEARY, S.; PULSFORD, I. **Protected Area Governance and Management**. Australia: ANU Press, 2015. p. 01-08.

IVIDES.org

11

DOI 10.5281/zenodo.6672839

PERSPECTIVAS PARA A GOVERNANÇA POLICÊNTRICA EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL: O CASO DA APA COSTA DOS CORAIS

Deivdson Brito Gatto
Valéria Gonçalves da Vinha

1 - INTRODUÇÃO

Um meio ambiente seguro, sadio e produtivo é direito de todos. E para que a sustentabilidade faça parte da rotina humana, deve ser compreendida não apenas como a manutenção de espaços preservados de biodiversidade ou como o manejo sustentável do capital natural (bens e serviços ecossistêmicos), como também, como a busca pelo "[...] tratamento justo e o envolvimento pleno dos grupos sociais, independentemente de sua origem ou renda, nas decisões sobre o acesso, a ocupação e o uso dos recursos ambientais, em seus territórios" (ACSELRAD *et al*., 2009, p. 25). Entendemos que a implementação de áreas protegidas de uso sustentável é uma política pública ampliada; pois, ao conservar a biodiversidade, assume um caráter de justiça social, que se traduz na distribuição dos recursos naturais para os diversos atores sociais. Além disso, as áreas protegidas de uso sustentável contribuem para o alcance de diversas outras políticas públicas, reconhecimento este, assumido nas metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). No entanto, em todo o mundo, o debate acerca da implementação de áreas protegidas é permeado pelo seguinte questionamento: a presença humana pode ameaçar os objetivos de conservação dessas áreas?

Teoricamente, esses argumentos são sustentados nos trabalhos de Elinor Ostrom[1], que identificou vários casos de sucesso no manejo de diferentes recursos naturais, por comunidades e indivíduos, por mais de um século; ou, até mesmo, milênio, sem que houvesse a intervenção de agentes estatais ou de mercado. A autora credita às instituições (conjunto de normas e regras construídas socialmente, que moldam o comportamento dos indivíduos e promovem a cooperação para o manejo de recursos), o caminho para solucionar o dilema dos comuns. Como observou Mansbridge (2014), o sistema policêntrico de governança de recursos comuns, proposto por Ostrom (1990) rompe com a visão simplista dos modelos "*top-down*" e "*bottom-up*", buscando as contribuições de todas as esferas de governo, dos segmentos sociais e das organizações (públicas e privadas); propondo a implementação de arranjos institucionais baseados na reciprocidade informal (MANSBRIDGE, 2014, p. 10). No entanto, Ostrom (1990) ressalta o papel estruturante indispensável que o Estado pode assumir nesses arranjos e seu papel coercitivo intrínseco de fazer cumprir acordos estabelecidos, em especial, nos casos que envolvem recursos comuns de larga escala, a exemplo das Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Dada sua extensão territorial e diversidade socioeconômica, neste tipo de UC, a comunicação tende a ser prejudicada e os custos de alterar o comportamento dos indivíduos são elevados. Diante disso, o Estado assume um papel crucial no sistema de governança dos recursos comuns, ao institucionalizar a implantação de arranjos locais de gestão desses recursos.

[1] Economista americana, Elinor Ostrom (1933-2012) notabilizou-se por suas teses inovadoras sobre a governança dos recursos de uso comum. Sua extensa produção acadêmica, baseada em criteriosa pesquisa empírica, rendeu-lhe o Prêmio Nobel de Economia, em 2009, compartilhado com Oliver E. Williamson. Ostrom foi a primeira mulher a receber este Prêmio.

IVIDES.org

Com base nessas características, nossa análise procurou relativizar os argumentos que acreditam que as APAs oferecem pouca ou nenhuma proteção à biodiversidade (RODRIGUES, 2005), assim como os que consideram que a presença da APA em um dado território não exerce nenhuma influência adicional ao uso racional dos recursos naturais, servindo apenas de marketing ambiental político (PUREZA *et al*., 2015; DOUROJEANNI; PÁDUA, 2007). Acreditamos que a percepção de baixa proteção ambiental das APAs está mais relacionada à falta de implementação dos instrumentos de gestão disponíveis (sejam os estritamente ambientais, sejam os relacionados ao ordenamento territorial e aos serviços urbanos), do que ao fato desta categoria permitir o uso dos recursos naturais por determinados usuários. Ademais, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), a APA, ao lado da Reserva Extrativista (Resex) e da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS), é a unidade de conservação (UC) que mais abre espaço para a participação social, em todas as fases da implantação e no processo decisório. Como o SNUC não especifica qual o tipo de conselho (consultivo ou deliberativo) a ser adotado pelas APAs, alguns estados brasileiros definiram por lei (ou por decreto-lei) o tipo de conselho de suas APAs estaduais, a exemplo do Acre, do Amazonas e do Tocantins, que optaram por constituir conselhos deliberativos (PALMIERI; VERÍSSIMO, 2009). Dada essas especificidades, acreditamos que, no contexto de intensificação dos impactos das mudanças climáticas e da maior consciência acerca da importância da conservação ambiental por parte da sociedade civil, esta categoria de UC pode se tornar um espaço renovador da ação coletiva.

Para sustentar nossos argumentos, apresentamos o estudo de caso da APA Costa dos Corais (APA federal, criada em 1997), que abrange os estados de Pernambuco e Alagoas, cujo conselho consultivo foi instituído em 2011 e o plano de manejo, em 2013. Esta UC tem oito anos de implementação e, dadas as características biofísicas do território, a pluralidade de atores e de contextos socioeconômicos desenvolveu um modelo de gestão que, em grande medida, compensa a ausência de políticas municipais e estaduais, desempenhando um papel central na conservação dos recursos comuns, sobretudo, por engajar atores estatais (e não estatais) num sistema de governança, que é muito próximo do conceito policêntrico concebido por Ostrom (1990).

Dada a extensão territorial da UC (cerca de 414 mil ha), foi realizado um recorte territorial, no qual a região analisada é o litoral norte de Alagoas, que abrange os municípios de Passo de Camaragibe, São Miguel dos Milagres, Porto de Pedras, Japaratinga e Maragogi (Figura 6). Esta região foi escolhida em razão dos seguintes fatores:

- Os municípios que compõem a Rota Ecológica (Passo de Camaragibe, São Miguel dos Milagres e Porto de Pedras), em Maceió (AL), são conhecidos como um segmento do turismo ecológico explorado inicialmente por pousadas de charme. Em Porto de Pedras, a unidade do Instituto Chico Mendes para conservação da biodiversidade (ICMBio Costa dos Corais) e o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos (CMA) possuem uma Base Avançada, que abriga o Projeto Peixe-boi, de conservação do mamífero marinho de mesmo nome;
- Maragogi abriga um turismo de massa, baseado na exploração econômica das Zonas de Visitação (ZV), chamadas de *piscinas naturais*, cujo ordenamento pelo ICMBio Costa dos Corais data de 2008. Além disso, é o principal destino turístico da APA Costa dos Corais, tornando a cidade mais conhecida por suas praias, do que por seu espaço urbano;
- O município de Japaratinga, situado entre a Rota Ecológica e Maragogi, com forte presença do turismo ecológico, vem recebendo influência do cenário econômico de Maragogi e, em 2019, foi inaugurado seu primeiro *resort*; e
- A região conta com duas zonas de preservação da vida marinha (ZPVM), localizadas em Maragogi e em Japaratinga, instituídas em 2015 e 2016, respectivamente.

Mas, antes de apresentar este sistema de governança de APA no Brasil, o próximo tópico contempla uma breve revisão dos paradigmas que guiaram a criação das áreas protegidas no mundo e o contexto de surgimento da categoria APA no Brasil; situa esta categoria em relação às demais unidades existentes, quanto à sua extensão territorial, sua representatividade em cada um dos cinco biomas do Brasil (e por nível de governo), além de uma análise de sua evolução institucional, com ênfase nos planos de manejo e no conselho gestor. Em seguida, são apresentados os elementos que favoreceram o significativo sucesso do sistema de governança da APA Costa dos Corais, em relação à conservação dos recursos de uso comum que a UC visa proteger: a existência de uma burocracia qualificada no ICMBio (quando comparada à burocracia ambiental local), o engajamento dos atores não estatais locais, a agenda socioeconômica do Projeto Peixe-boi; e o modelo policêntrico de governo da UC. Por fim, analisam-se alguns dos desafios enfrentados pela gestão da APA Costa dos Corais e são tecidas as considerações finais.

IVIDES.org

2 - OS PARADIGMAS DE ÁREAS PROTEGIDAS E A CATEGORIA APA NO BRASIL

Phillips (2003) revisita o contexto histórico de criação das áreas protegidas ao redor do mundo por meio dos modelos da visão clássica e do chamado novo paradigma. De acordo com o autor, o primeiro modelo tem como fundamento a criação dos parques nacionais, cujo movimento em vários países é inspirado no Parque de *Yellowstone* (EUA), inaugurado em 1864. Este modelo de área protegida pode ser classificado como *top-down* (de cima para baixo), pois sua configuração não levou em consideração o impacto que causaria às populações tradicionais e aos grupos indígenas. No final do século XIX até meados do século XX, segundo Phillips, esta abordagem mais comum em razão da falta de organização política desses grupos. Além disso, antes de 1970, havia uma predominância dos cientistas naturais, em relação aos cientistas sociais, no movimento conservacionista. No entanto, a realização da primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo), em 1972; a publicação do *Relatório Brundtland* (*Nosso Futuro Comum*), em 1987, divulgando a ideia de "desenvolvimento sustentável"; e a realização da Cúpula da Terra, em 1992; favoreceram a construção de um novo paradigma, que procura compreender e valorizar a relação entre as comunidades locais e a Natureza. Para Phillips (2003), neste novo paradigma, a inovação se dá através da implementação de áreas protegidas, voltadas à inclusão social, por meio da valorização das práticas sustentáveis das comunidades locais, concepção esta, convergente com as características identificadas por Ostrom (1990), em sistemas de gestão compartilhada de diferentes regiões do mundo.

Outros fatores também influenciaram este novo paradigma, tais como o reconhecimento dos direitos territoriais das populações tradicionais, o movimento de descentralização política, o aprimoramento das práticas de gestão e os avanços tecnológicos. Contudo, Phillips (2003) reconhece que a operacionalização deste novo paradigma nem sempre é fácil, pois, em alguns casos, a transferência do *enforcement* ambiental, do governo central para os governos locais, gerou um enfraquecimento das agências de proteção ambiental.

Apesar desses desafios, o novo paradigma é uma realidade no século XXI, como atestam as categorias V (Paisagens protegidas) e VI (Área protegida de recursos gerenciados), criadas pela União Internacional para Conservação da Natureza (UICN). A categoria V se destaca pela longa trajetória de implementação na Europa, por meio dos Parques Naturais; e abrange "[...] as áreas onde as relações pessoas-natureza produziram uma paisagem com altos valores estéticos, ecológicos, de biodiversidade ou culturais, que mantêm integridade" (PHILLIPS, 2003, p. 29). Segundo Phillips, o sucesso na implementação dessas áreas se dá através do envolvimento das comunidades e do estabelecimento de parcerias. E, quando bem gerenciadas, servem de modelos de sustentabilidade para outros espaços territoriais. No Brasil, dentre as 12 categorias de UCs pertencentes ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei nº 9.985/2000), a Área de Proteção Ambiental (APA) é a que mais se assemelha à categoria V da UICN, pois, quando foi criada na década de 1980, surgiu como uma inovação da política de conservação no Brasil, buscando o equilíbrio entre a Natureza e a população que nela habitava.

Assim como a categoria de paisagens protegidas da UICN, a APA foi inspirada nos modelos europeus de Parque Natural e Reserva da Biosfera, que buscavam conciliar propriedade privada e conservação de ecossistemas, promovendo o desenvolvimento sustentável por meio do uso racional dos recursos naturais em grandes porções territoriais (VIANA; GANEM, 2005). Contudo, diferentemente desses modelos, o modelo de APA que figura no SNUC não recomendou estratégias que pudessem mobilizar as populações locais, em torno de um projeto de desenvolvimento, baseado na valorização dos atributos naturais (e culturais) e na proteção do patrimônio ecológico. Ao invés disso, insistiu na estratégia de comando e controle, na efetividade da repressão e no poder de polícia (LEITE, 2015)[2]. Como resultado da reduzida participação social, o zoneamento ecológico-econômico foi perdendo sua função de orientar o ordenamento territorial, restringindo a capacidade da APA de responder a uma série de problemas interdependentes e de funcionar como um importante mecanismo de desenvolvimento local, baseado na proteção ambiental.

[2] Os Parques Naturais franceses surgiram na década de 1960 como instrumento de mobilização das populações em torno de um projeto de desenvolvimento comum, baseado na valorização das riquezas naturais e culturais locais. O modelo foi debatido com personalidades de diferentes setores da sociedade francesa a partir de uma perspectiva político-econômica, buscando uma adequada localização das atividades econômicas e dos assentamentos humanos. Já o modelo de Parques Naturais instituído em Portugal, em 1976, embora inspirado no francês, distingue-se deste pela menor preocupação regional, e menor participação da população local. Foi este último modelo, segundo Leite, que influenciou Paulo Nogueira Neto, o proponente do modelo brasileiro de APA (LEITE, 2015)

IVIDES.org

A criação da APA como categoria de área protegida se deu em 27 de abril de 1981, por meio da Lei nº 6.902 (BRASIL, 1981a), antecedendo, em poucos meses, a publicação da Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981b) e a promulgação da Constituição de 1988 (BRASIL, 1988). Neste mesmo ano, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) instituiu, por meio da Resolução nº 10 (BRASIL, 1989), a obrigação da realização do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), para alcance dos objetivos de sua constituição, cuja regulamentação foi acordada pela União, em 1990, por meio do Decreto n° 99.274 (BRASIL, 1990). Em 2011, a Lei Complementar nº 140 definiu que a competência para o licenciamento ambiental nas APAs seria definida por meio do grau de impacto da atividade, independentemente da UC ser gerida pela União, pelo Estado ou pelo Município, transferindo, assim, o licenciamento aos níveis estadual e municipal de gestão (BRASIL, 2011). Como qualquer categoria de UC, para que consigam promover uma efetiva gestão, as APAs dependem que seus gestores implementem os planos de manejo e que o conselho gestor seja ativo e representativo dos atores sociais envolvidos nas atividades socioeconômicas associadas ao uso dos seus recursos naturais.

No Brasil, os números das APAs impressionam: do total de áreas protegidas existentes no país, que abrangem 18,68% do território nacional, as APAs representam 5,46%, cerca de 5,5% do território nacional, com, aproximadamente, 465 mil km². É o maior grupo de UCs em extensão territorial de área continental protegida, seguido pelos Parques (4,23%) e pelas Florestas (3,69%). As APAs também se destacam nas áreas marinhas protegidas: dos 26,48% existentes no Brasil (964 mil km²), representam 22,94% (aproximadamente, 836 mil km²).

Tendo em vista sua grande extensão territorial e considerando a premência em promover a transição econômica para a sustentabilidade, as APAs representam janelas de oportunidade para a conservação, devendo ser encaradas como laboratórios, onde é possível testar tecnologias e modelos de gestão, associando atividades socioeconômicas em equilíbrio com a natureza. A implantação de um sistema de governança policêntrico nas APAs, composto de vários centros de decisão (ou de gestão), reunindo atores estatais e não estatais, pode compensar a ausência de políticas públicas de conservação dos recursos naturais, conforme ilustra o modelo de gestão da APA Costa dos Corais, que é apresentado adiante.

3 - CENÁRIO DAS APAs NO BRASIL

Segundo o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), até 2019[3], o Brasil possuía 381 APAs, representando cerca de 5,5% do território nacional, com aproximadamente 465 mil km², constituindo o maior grupo de UCs em extensão territorial (MMA, 2012). Desse total, 241 APAs estão presentes no bioma Mata Atlântica; 87, no Cerrado; e 74, no bioma Marinho; seguidos pelos biomas Caatinga, com 40 APAs; e Amazônia, com 36 unidades. Os biomas Pampa e Pantanal ocupam as últimas posições, com somente quatro e uma unidades, respectivamente (ver Figura 1).

Figura 1 – Número de APAs e percentual de proteção por bioma no Brasil. Elaborado pelos autores, a partir dos dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), consultados em 2021.

[3] Ano do ato legal de criação das APAs mais recentes, que constam no CNUC: APA Municipal Arroio Macaco em Schroeder (SC), Decreto nº 4.811, de 26 de julho de 2019; e APA municipal Torre de Pedra em Marzagão (GO), Decreto nº 290, de 27 de junho de 2019.

IVIDES.org

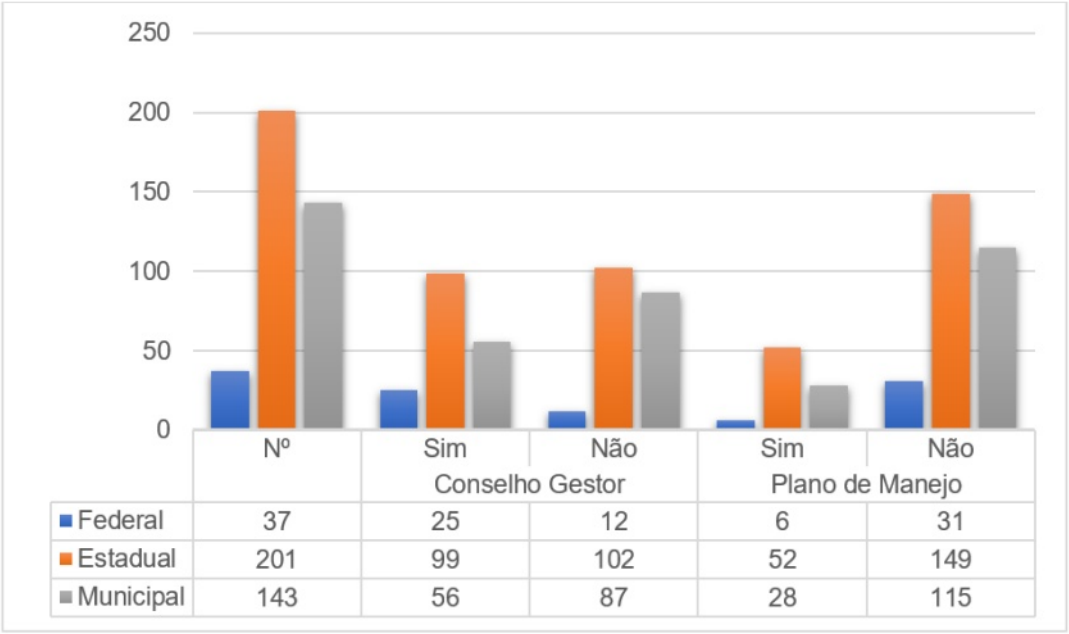
A Mata Atlântica é o bioma que abriga a maior densidade populacional e o maior Produto Interno Bruto (PIB) do país[4], presente em quatro das cinco regiões do Brasil: Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul. O número elevado de APAs neste bioma reflete a necessidade de conciliar as atividades humanas com a proteção ambiental.

A maioria das APAs é administrada pela esfera estadual de governo (241), seguida pela esfera municipal e federal, com 143 e 37 unidades, respectivamente. No entanto, a maior parte delas não existe legalmente, pois não exercem funções administrativas, uma vez que apenas 47,24% constituíram Conselho Gestor; e uma minoria (22,57%) elaborou Plano de Manejo. Quando observam-se esses instrumentos, por esfera de gestão, tem-se um diagnóstico mais realista da situação: a esfera federal administra cerca de 80% das APAs sem plano de manejo (ver Figura 2).

A situação não melhora nas esferas estadual e municipal. Como demonstrado na Figura 2, mais da metade das APAs estaduais e municipais não têm nem Conselho Gestor, nem Plano de Manejo, sendo que, para este último, a situação é pior, pois o instrumento não se faz presente em mais de 74% das APAs estaduais (149 unidades) e em mais de 80% das APAs municipais (115 unidades). Ou seja, como as APAs se caracterizam pelo alto grau de ocupação humana e grande extensão territorial, sem a existência desses instrumentos de gestão, a conservação dos recursos naturais depende da implementação de instrumentos auxiliares à gestão de quaisquer UCs, como o licenciamento ambiental, os planos diretores e o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), igualmente raros.

4 - GESTAÇÃO E CRIAÇÃO DA APA COSTA DOS CORAIS

A APA Costa dos Corais, criada pelo Decreto Federal de 23 de outubro de 1997, inicia-se na margem direita da foz do rio Formoso, na praia dos Carneiros, no município de Tamandaré (PE); adentrando, perpendicularmente no oceano Atlântico, com 18 milhas náuticas (33.358,32 m); e segue rumo sudoeste, paralelamente à costa, percorrendo uma distância de 72,8 milhas náuticas (135.000 m), até atingir a foz do rio Meirim, no bairro de Pescaria, no município de Maceió (AL). Deste ponto, segue pela linha preamar média, rumo geral Nordeste, contornando e incluindo os manguezais em toda sua extensão, até atingir novamente a margem direita da foz do rio Formoso, abrangendo um perímetro de 377.000 metros e uma área aproximada de 413.563 mil hectares (ha), com cerca de 120 km de praias e mangues (Figura 3) (BRASIL, 1997). Cinco objetivos motivaram a criação da APA Costa dos Corais:



	Nº	Conselho Gestor		Plano de Manejo	
		Sim	Não	Sim	Não
Federal	37	25	12	6	31
Estadual	201	99	102	52	149
Municipal	143	56	87	28	115

Figura 2 – Distribuição das APAs no Brasil e presença do Conselho Gestor e do Plano de Manejo, por esfera administrativa. Elaborado pelos autores, a partir dos dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), consultados em 2021.

[4] O bioma também está presente no leste do Paraguai e na província de Misiones na Argentina.

IVIDES.org

I - Garantir a conservação dos recifes coralígenos e de arenito, com sua fauna e flora;

II - Manter a integridade do habitat e preservar a população do peixe-boi marinho (*Trichechusmanatus*);

III - Proteger os manguezais em toda a sua extensão, situados ao longo das desembocaduras dos rios, com sua fauna e flora;

IV - Ordenar o turismo ecológico, científico e cultural, e demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental;

V - Incentivar as manifestações culturais e contribuir para o resgate da diversidade cultural regional. (BRASIL, 1997).

A APA Costa dos Corais compreende a orla marítima - os Terrenos de Marinha e as praias de uso público de 14 municípios, sendo quatro deles situados em Pernambuco (Rio Formoso, Tamandaré, Barreiros e São José da Coroa Grande) e dez, em Alagoas (Maragogi, Japaratinga, Porto Calvo, Porto de Pedras, São Miguel dos Milagres, Passo de Camaragibe, São Luís do Quitunde, Barra de Santo Antônio, Paripueira e o norte do município de Maceió, mais precisamente os bairros de Ipioca e Pescaria); e se estende no Mar Territorial (12 milhas náuticas) e seis milhas náuticas, correspondentes à Zona Contígua (abrange mais 12 milhas náuticas do litoral brasileiro).

A APA Costa dos Corais foi gestada em março de 1997, durante o seminário “Recifes de Coral Brasileiros: Pesquisa, Manejo Integrado e Conservação”, realizado pela Sociedade Brasileira para Estudos de Recifes de Corais (CORALLUS), em parceria com o Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (Cepene) e o Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (FERREIRA; MAIDA, 2006). Este seminário procurou alertar o Governo Federal sobre a importância de estudar e proteger os ambientes recifais do país dos impactos ocorridos ao longo do tempo na costa brasileira. A APA Costa dos Corais tornou-se a primeira UC federal a contemplar os recifes costeiros, com o propósito de ordenar as atividades socioeconômicas, enfatizando a utilização sustentável dos recifes de corais e mangues, grandes responsáveis pelo suporte à atividade pesqueira artesanal. Soma-se a isso, a riqueza da fauna de coral dos recifes da região: das 18 espécies observadas na costa do país, nove espécies foram observadas no Mar Territorial da APA Costa dos Corais, como, por exemplo, a *Mussismilia harttii* e a *Montastrea cavernosa* (Figura 4). Segundo Ferreira e Maida (2006), até

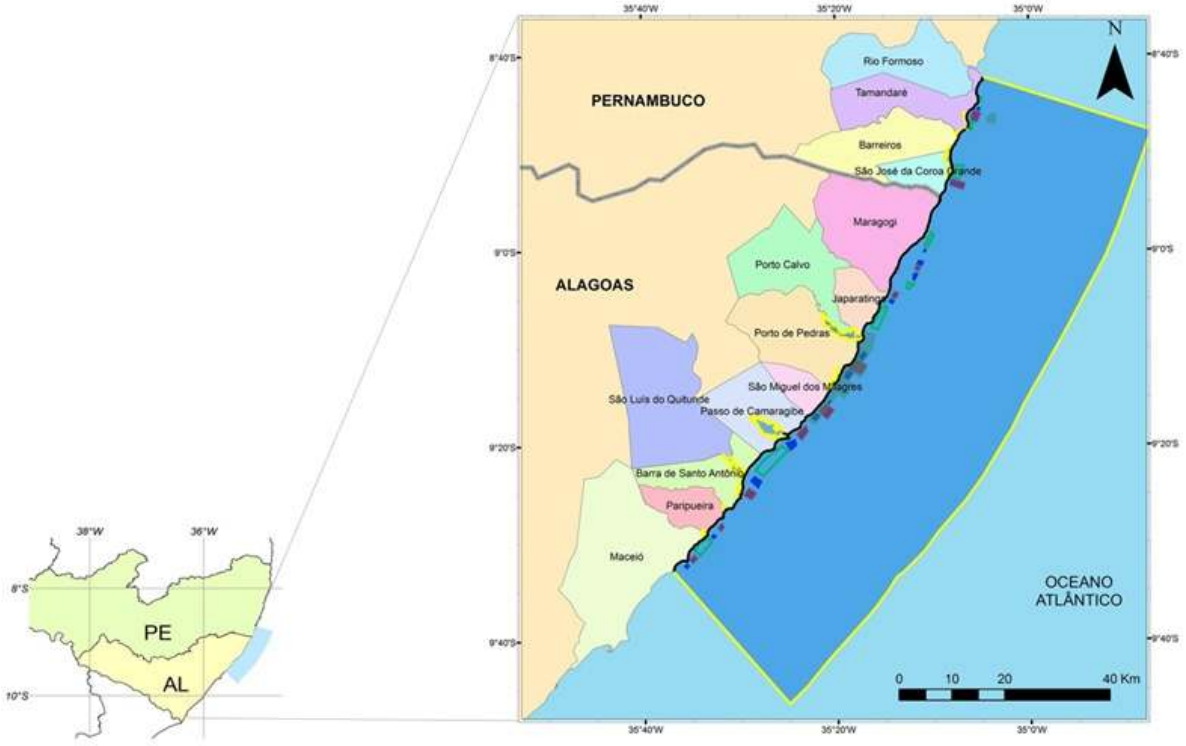


Figura 3 – Mapa de localização da APA Costa dos Corais entre os estados de Alagoas e Pernambuco. Elaborado pelos autores, a partir de ICMBio (2013).

IVIDES.org

os anos 1970, os corais foram bastante explorados na costa nordestina, pois eram extraídos para fabricação de cal, usado como clarificador do xarope, nas usinas de cana-de-açúcar. Atualmente, as principais atividades econômicas realizadas nos recifes de corais são a pesca artesanal e os passeios às piscinas naturais (Figura 5).

Após sua criação em 1997, a consolidação da APA Costa dos Corais dependeu dos trabalhos desenvolvidos pela comunidade epistêmica da UFPE. Em 1998, as iniciativas do Departamento de Oceanografia da UFPE; do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (CEPENE); e do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Mamíferos Aquáticos (CMA), à época, ainda ligados ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do *Pew Fellows Program in Marine Conservation*, promoveram o desenvolvimento do Projeto Recifes Costeiros, que viabilizou a elaboração participativa do Plano de Manejo da UC. A falta de conhecimento científico sobre os recifes de coral no Brasil foi apontada na segunda publicação *Status of Coral Reefsofthe World*, no ano de 2000, destacando que apenas o Brasil não tinha uma rede de monitoramento de recifes de coral na América do Sul. De qualquer forma, mesmo em nível mundial, são recentes os estudos ampliados sobre recifes de coral; somente em 1997, as equipes do *ReefCheck* conseguiram concluir o primeiro levantamento global desses recifes. Em 2002, o Departamento de Oceanografia da UFPE, apoiado pelo Projeto Recifes Costeiros e pelo Cepene, tem seu projeto "Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil" aprovado pelo PROBIO (Projeto para a Conservação e Uso Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira), do Ministério do Meio Ambiente, com o objetivo de implementar um programa nacional de monitoramento para os recifes de coral no Brasil, articulando o envolvimento das unidades de conservação. Portanto, é no início dos anos 2000, que a lacuna em torno do conhecimento científico sobre os recifes de corais no Brasil começa a ser preenchida. Observa-se que a comunidade epistêmica desempenhou importante papel no processo de criação da APA Costa dos Corais, sendo fundamental sua participação na elaboração do plano de manejo e na formação de seu conselho consultivo.

5 - IMPLEMENTAÇÃO DA APA COSTA DOS CORAIS NO LITORAL NORTE DE ALAGOAS

Apesar de criada em 1997, a gestão da APA Costa dos Corais só conseguiu formar seu Conselho Consultivo (Conapacc) em 2011, após uma ação civil pública ambiental, ajuizada contra o ICMBio, pelo Ministério Público Federal de Alagoas (MPF/AL), em 2009 (BRASIL, 2009). Também, em 2011, a Fundação Toyota do Brasil, por meio do projeto "Toyota APA Costa dos Corais" estabeleceu um fundo de perpetuidade, "Fundo Toyota APA Costa dos Corais", para dar suporte financeiro à UC. Desde então, a fundação faz aportes anuais de um milhão de reais, por um período de dez anos, sendo metade deste aporte destinado ao apoio das atividades do

Figura 4 – Desova de *Mussismilia harttii*, em Japaratinga (AL); e *Montastrea Cavernosa*, em São José da Coroa Grande (PE). Fonte: Instagram do Projeto Conservação Recifal (PCR)[5], 2018.

[5] Disponível em: https://www.instagram.com/pcrconservacao/.

IVIDES.org

Figura 5 – Pesca artesanal em Ipioca (Maceió, AL) e Passeio à piscina natural de Barra Grande (Maragogi, AL). Fotografia dos autores (2021; 2020).

ICMBio Costa dos Corais e o restante, para manter o *endowment fund*[6]. Após a criação do Conapacc e o estabelecimento do fundo de perpetuidade, a gestão da APA Costa dos Corais conseguiu elaborar e publicar o plano de manejo em 2013, que estabeleceu o zoneamento e as normas que presidem o uso da área e o manejo dos recursos naturais, visando contribuir para a mediação dos conflitos socioambientais, como a falta de ordenamento das atividades econômicas na região costeira, inclusive, com a implantação das estruturas físicas, necessárias à gestão da unidade.

Com isso, a gestão da APA Costa dos Corais conseguiu criar diversas zonas de uso, com destaque para as Zonas de Praia (ZP), área de fluxo e refluxo de maré (nos limites da APA); as Zonas de Conservação da Vida Marinha (ZCVM), áreas criadas para proteção de habitats de espécies ameaçadas e ZCVM do peixe-boi (ZCVMPB), área de proteção do mamífero; as Zonas Exclusivas de Pesca (ZEP), áreas destinadas aos pescadores; as Zonas de Visitação (ZV), áreas destinadas ao turismo, chamadas de piscinas naturais, e as Zonas da Preservação da Vida Marinha (ZPVM), áreas destinadas à proteção, na qual é proibida qualquer atividade antrópica (a Figura 6 apresenta essas zonas, no Litoral Norte de Alagoas).

[6] Os fundos de doações, como são chamados no Brasil, são um ativo financeiro mantido por uma organização sem fins lucrativos, que contém os investimentos de capital e os ganhos relacionados alavancados pela organização para financiar a missão geral. As empresas tributadas pelo Lucro Real se utilizam deste benefício, obtendo dedutibilidade no momento da apuração do Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ). Fonte: SEPRORGS (2019).

IVIDES.org

Em resumo, o processo de implementação da APA Costa dos Corais, como de qualquer UC de uso sustentável, assume um caráter redistributivo e regulatório. A política pública da UC é redistributiva, pois estabelece mais benefícios aos atores da cadeia produtiva do turismo e impõe custos aos atores da pesca artesanal, com o fechamento de áreas de pesca, por meio das Zonas de Preservação da Vida Marinha (ZPVM); mesmo que, no longo prazo, este segmento social venha a obter ganhos com o aumento da taxa de reprodução do pescado e oportunidades econômicas, com sua inserção na cadeia do turismo. Mas, como política regulatória, impõe padrões de comportamento a todos os usuários de recursos naturais, que são alvo de conservação da APA; entre eles, o estabelecimento de limite diário de visitas às piscinas naturais (ZV); a proibição de pesca de determinadas espécies de peixes e animais marinhos e o estabelecimento de regras de uso da zona de praia (ZP).

À esta altura, convém lembrar que os problemas socioambientais do litoral norte de Alagoas têm uma relação direta com a falta de capacidade gerencial das prefeituras. De fato, os únicos instrumentos que contemplam ambas as dimensões (a ambiental e a urbana) são os planos diretores de São Miguel dos Milagres e de Maragogi. Por outro lado, como integrantes da Região Nordeste, cuja trajetória histórica é marcada pela monocultura escravocrata de exportação, os cinco municípios são classificados como pobres, devido ao baixo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), que pouco se alterou ao longo do tempo (Atlas Brasil, 2013). Em 2010, o IDH-M do grupo situou-se na faixa de desenvolvimento baixo, com um percentual de pobreza que variou entre 41,76% da população, em Japaratinga, e 51,50%, em Passo de Camaragibe. Passados nove anos, cerca de 50% da população da região ainda recebia benefícios do Programa Bolsa Família (Ministério da Cidadania, 2020).

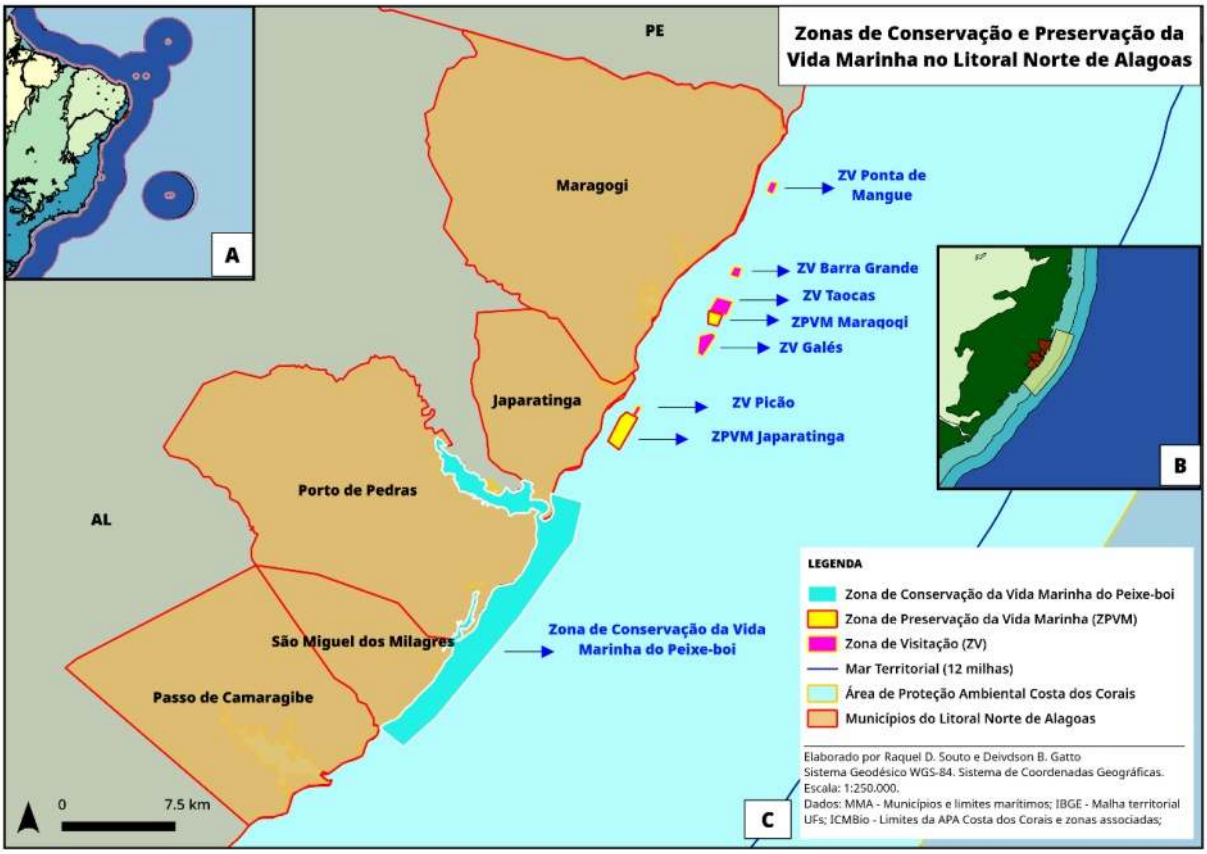


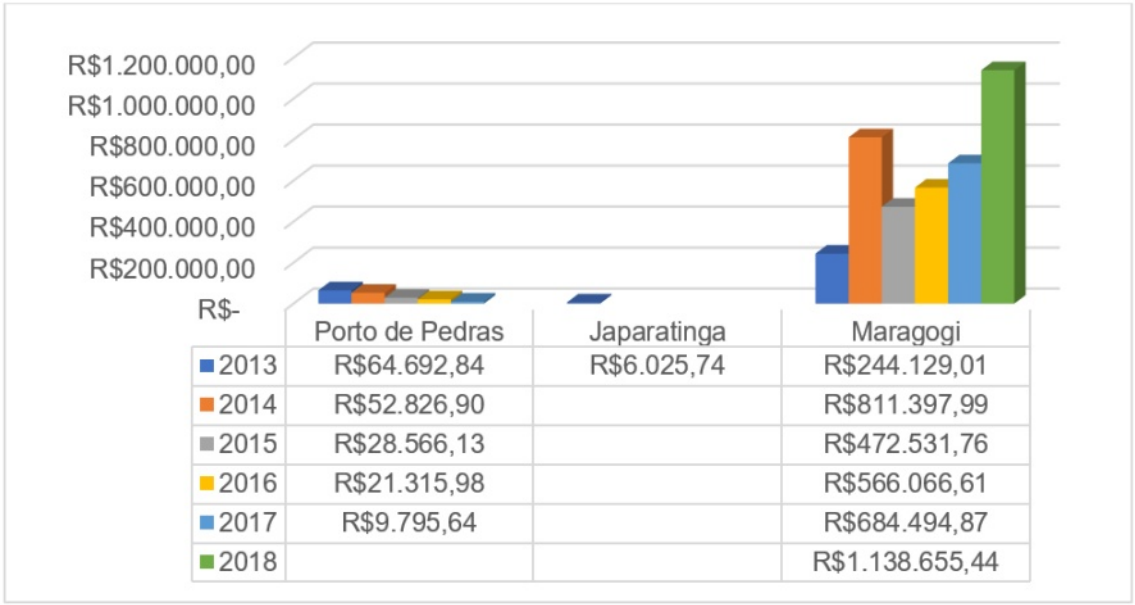
Figura 6 – Zonas de Visitação (ZV), Zonas de Preservação da Vida Marinha (ZPVM) e Zona de Conservação da Vida Marinha do Peixe-boi (ZCVMPB) da APA Costa dos Corais no Litoral Norte de Alagoas. Legenda: A: Localização da área de estudo na Região Nordeste do Brasil (destaque em vermelho) e delimitação da Zona Econômica Exclusiva (ZEE). B: Localização da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (polígono amarelo). C: Municípios do Litoral Norte de Alagoas e zonas para conservação e preservação ambiental, segundo ICMBio (2013; 2014; 2016; 2017 e 2018). Elaborado pelos autores com base em Souto (2021).

IVIDES.org

A forte participação do setor primário de baixa produtividade no PIB, ao lado de uma baixa taxa de urbanização e de escolaridade, está associada à carência de infra-estrutura de saneamento básico. Dos municípios estudados, a participação da agropecuária no PIB era, em média, de 60%[7], e a variável educação no IDH-M estava situada na faixa de desenvolvimento muito baixo, variando entre 0,379 (Porto de Pedras) e 0,504 (São Miguel dos Milagres)[8]. Embora defasados, os dados do IBGE (2010) indicam que a cobertura do esgotamento sanitário é igualmente baixa: Maragogi, município mais populoso e urbanizado, tem a maior taxa (38,8%), seguido de Japaratinga (11,3%), São Miguel dos Milagres (8%), Porto de Pedras (4%) e Passo de Camaragibe (3%) (IBGE, 2020).

6 - PERFIL E PAPEL DA BUROCRACIA DO ICMBIO

É possível afirmar que a presença de uma burocracia qualificada no ICMBio Costa dos Corais compensa a ausência de gestores públicos municipais especializados em gestão ambiental no Litoral Norte de Alagoas, entre outros motivos, devido à baixa capacitação técnica do funcionalismo nesta região. Dentre os cinco municípios, somente Maragogi tem uma estrutura específica voltada à gestão ambiental (secretária, conselho de meio ambiente, legislação de meio ambiente e instrumento auxiliar, como o plano diretor), cuja capacidade técnica foi confirmada em 2019, quando o município recebeu a permissão do Conselho Estadual de Proteção ao Meio Ambiente de Alagoas (Cepram/AL), a fim de realizar o licenciamento ambiental de impacto local. Outro dado que revela a importância do corpo técnico[9] do ICMBio no Litoral Norte de Alagoas são os gastos municipais, na função de despesa "gestão ambiental", no Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro do Tesouro Nacional (Siconfi) (Figura 7).



	Porto de Pedras	Japaratinga	Maragogi
2013	R$64.692,84	R$6.025,74	R$244.129,01
2014	R$52.826,90		R$811.397,99
2015	R$28.566,13		R$472.531,76
2016	R$21.315,98		R$566.066,61
2017	R$9.795,64		R$684.494,87
2018			R$1.138.655,44

Figura 7 – Despesas pagas na função 18 "Gestão Ambiental" por município (2013-2018) em valores constantes, R$ de 2019. Elaborado pelo autor, a partir dos dados do Siconfi (STN, 2020).

[7] A análise da composição do PIB de 2017 a preços correntes confirma a expressiva participação do setor agropecuário no PIB desses municípios, variando de 41%, em Maragogi, a 71% do valor adicionado bruto (VAB), em Porto de Pedras. A segunda colocação no VAB é do setor de serviços em Maragogi (36%); os serviços prestados pela administração pública e a seguridade social em Passo de Camaragibe (25%) e Porto de Pedras (14%); e em São Miguel dos Milagres, os dois setores (adm. pública e seguridade social) participam com 28% cada. Já a indústria, representa apenas 3% do PIB de Maragogi e, nos demais municípios, não ultrapassa os 2% (IBGE, 2020).

[8] Esse subíndice revela que a porcentagem da população que concluiu o ensino fundamental estava em torno dos 30% (25,71%, em Porto de Pedras; e 35,70%, em São Miguel dos Milagres) e a que tinha o ensino médio completo, em torno de 15%, variando entre 3% (Porto de Pedras) a 24% (São Miguel dos Milagres).

[9] Em 2019, a equipe do Núcleo Gestão Integrada (NGI) Costa dos Corais era composta por: oito analistas ambientais; dois técnicos administrativos; quatro bolsistas; um auxiliar; quatro estagiários; um motorista; um recepcionista; três funcionários de serviços gerais; dez vigilantes; seis brigadistas e quatro tratadores de peixe-boi, totalizando 44 funcionários.

IVIDES.org

Como os dados da Figura 7 revelam, Maragogi foi o único município que apresentou gastos consistentes na respectiva função de despesa, chegando a pouco mais de um milhão de reais, em 2018. Porto de Pedras apresentou diminuição de gastos na função, ano a ano, até zerar, em 2018. E Japaratinga somente apresentou gastos em 2013, no valor de seis mil reais. Passo de Camaragibe e São Miguel dos Milagres não apresentaram despesas pagas nessa função, no período disponibilizado pelo Siconfi. Ao comparar-se esses dispêndios com o valor destinado pelo Fundo Toyota APA Costa dos Corais à gestão do ICMBio (500 mil reais), percebe-se a sua importância na construção da capacitação técnica e científica para a conservação ambiental na região. O volume anual do valor repassado pela Fundação Toyota, com exceção de Maragogi, supera as despesas municipais dos outros quatro municípios da região, na série de 2013-2018.

Na pesquisa empírica[10], os entrevistados também confirmaram a importância desta burocracia, já que a existência da APA foi considerada pela maioria como um ganho para a região, inclusive, pelos representantes do segmento da pesca, que, inicialmente, foi o mais prejudicado. Além disso, como organização integrante do nível mais alto do Governo Federal, o ICMBio desempenha papel central na gestão de recursos de uso comum, em comparação aos governos locais: impõe soluções, fornece fonte segura de dados, garante arenas de negociação e faz cumprir acordos, por meio de monitoramento e fiscalização. Dessa forma, pode-se afirmar que o órgão gestor da UC é o principal formulador e implementador das políticas ambientais no Litoral Norte de Alagoas.

7 - A CONTRIBUIÇÃO DOS ATORES NÃO ESTATAIS

Além da relevante contribuição financeira da Fundação Toyota na operacionalização da APA Costa dos Corais, os gestores da UC contam com o apoio de outros relevantes atores não estatais. Em 2009, antes mesmo da publicação do plano de manejo (2013), a APA Costa dos Corais começou a receber apoio da ONG SOS Mata Atlântica (SOSMA), por meio da parceria com o Instituto Recifes Costeiros (IRCOS), vinculado ao Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); e com o Centro de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste (Cepene), em atividades de pesquisas e gestão. Esta parceria resultou na formação de uma cooperativa de serviços náuticos de base comunitária, na qual os cooperados realizam atividades de manutenção e monitoramento da ZPVM de Tamandaré (PE), oferecendo passeios turísticos de maneira ordenada, em barcos à vela, no entorno da ZPVM.

Do alto dos seus trinta e quatro anos de existência, a SOSMA aporta conhecimento e expertise à gestão da APA Costa dos Corais. Em 2011, a entidade viabilizou a parceria entre a Fundação Toyota e o ICMBio, na conservação de diversas espécies marinhas e na recuperação dos estoques pesqueiros, além da promoção de atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental (SOSMA, 2012). Em 2017, a SOSMA celebrou um acordo de cooperação técnica com o ICMBio (nº12/2017), para fornecer suporte físico, operacional e logístico à gestão da APA Costa dos Corais, pelo prazo de cinco anos (até 2022), podendo ser prorrogado por igual período (BRASIL, 2017).

A parceria entre Toyota, SOSMA e ICMBio é responsável pelo surgimento de ONGs socioambientais, fruto do engajamento da comunidade, ao apoiar projetos de conservação ambiental que geram de emprego e renda, entre elas: Associação do Turismo Sustentável de Milagres (AMITUS); Associação Peixe-boi; Instituto Bioma Brasil; Instituto Biota; Instituto Yandê e PCR Conservação Recifal. Desse conjunto, três ONGs estão localizadas na Rota Ecológica, mais especificamente, nos municípios de São Miguel dos Milagres e Porto de Pedras, cabendo destacar que não foram identificadas ONGs socioambientais nos demais municípios analisados: Japaratinga e Maragogi. A AMITUS e o Instituto Yandê têm estreita relação com o setor empresarial de pousadas de charme da Rota Ecológica, mais especificamente, as Pousadas do Toque e Pousada da Amendoeira, cujos proprietários ajudaram a fundá-las. O segmento empresarial das pousadas de charme da Rota Ecológica contribuiu decisivamente na formação dessas ONGs. Com visão de mundo baseada na sustentabilidade, esses empreendedores, em sua grande maioria, provenientes de outros estados, fixaram-se na região, por causa dos atrativos que os grandes centros urbanos não oferecem, como a vida em comunidade, ar limpo, contato com a natureza, praias limpas e preservadas.

[10] A pesquisa empírica procurou identificar o conjunto de atores estatais e não estatais (sociedade civil e mercado) envolvidos no processo de governança da APA Costa dos Corais na região do litoral norte de Alagoas utilizando a técnica de amostragem em bola de neve, que visa tirar proveito das redes sociais dos entrevistados identificados (VINUTO, 2014). Com base na técnica, 33 (trinta e três) atores foram entrevistados entre fevereiro de 2019 e outubro de 2020.

IVIDES.org

7.1 - PROJETO PEIXE-BOI

A presença dos peixes-boi marinhos na costa brasileira data da época da conquista do Brasil pelos portugueses. Em 1980, o governo federal criou o Projeto Peixe-Boi, para avaliar o estado de conservação da espécie no litoral brasileiro e, dez anos mais tarde (1990), o IBAMA criou o Centro Nacional de Conservação e Manejo de Sirênios (Centro Peixe-Boi), sediado na Ilha de Itamaracá (PE). Entre 1991 e 1993, este centro realizou um levantamento da ocorrência da espécie marinha no Litoral Norte e Nordeste, conhecido por "Expedição Igarakuê", quando foram identificadas novas áreas de extinção da espécie e outras com avançada redução populacional. Os estados de Alagoas e Piauí foram os locais diagnosticados como imprescindíveis para a conservação da espécie e se tornaram bases do Projeto, entre 1993 e 1994 (ICMBio, 2020).

Em Alagoas, o Projeto Peixe-Boi iniciou seus trabalhos em Paripueira, município inserido na APA Costa dos Corais, mas foi em Porto de Pedras (Figura 8), que ganhou maior visibilidade, por engajar a população local nas ações de conservação. Este processo iniciou-se em 2009, com a criação da Associação Peixe-Boi, fundada pelos moradores do estuário do rio Tatuamunha, em Porto de Pedras, fruto do Termo de Ajuste de Conduta (TAC) entre os Ministérios Públicos Federal e Estadual e as prefeituras de São Miguel dos Milagres e Porto de Pedras (AL), que criou as regras para o ordenamento do turismo de observação dos peixes-boi.

Após o TAC (em 2015), uma base avançada do ICMBio, que dá suporte ao Projeto Peixe-Boi, foi inaugurada em Porto de Pedras, cujo terreno de um hectare, às margens do rio Tatuamunha, foi doado por uma pousada de charme. A colaboração entre atores estatais (e não estatais) proporcionou mais outro ganho para as políticas de conservação da APA, pois melhorou a capacidade organizacional do ICMBio e ajudou a atenuar as deficiências das gestões municipais e estadual, na área ambiental. As atividades socioeconômicas deste turismo de base comunitária seguem avançando. De acordo com a Associação Peixe-Boi, entre abril de 2017 e julho de 2018, foram contabilizados 1.088 registros de monitoramento embarcado dos peixes-boi, no rio Tatuamunha (em Porto de Pedras), uma média de três passeios por dia no período. Mesmo que, inicialmente, o projeto tenha gerado conflitos com os pescadores locais, não restam dúvidas sobre a importante contribuição do Projeto Peixe-Boi para os objetivos de conservação da APA Costa dos Corais, pois teve o mérito de transformar a proteção do mamífero marinho em um elemento de dinamização socioeconômica, com rebatimentos positivos para a proteção dos estuários e manguezais da UC.

Figura 8 – Passeio de observação do peixe-boi no rio Tatuamunha, em Porto de Pedras (AL). Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

IVIDES.org

8 - CARACTERÍSTICAS DE GOVERNANÇA POLICÊNTRICA NA APA COSTA DOS CORAIS

As atuações dos órgãos de controle e dos atores não estatais, sociedade civil e setor privado, descritas nos tópicos anteriores, revelam que a gestão da APA Costa dos Corais conta com uma estruturada rede de políticas públicas (*policy network*) e com diversas estratégias (fundo de perpetuidade, projetos socioculturais, ambientais e institucionais) que vêm colaborando para os resultados positivos de conservação ambiental no Litoral norte de Alagoas. A presença do ICMBio Costa dos Corais, a partir da implementação do plano de manejo da APA e do engajamento do seu conselho consultivo, promoveu uma reformulação na concepção tradicional de governo dos recursos comuns, incorporando arranjos institucionais abertos e dinâmicos, que expressam as mudanças nas relações de poder e no papel do Estado, internalizando iniciativas de atores das comunidades, do setor privado e das organizações da sociedade civil.

É quase uma unanimidade entre os pesquisadores que é possível existir governo sem governança, mas não existiria governança sem governo. Para Mansbridge (2014), esta seria a principal mensagem contida no modelo policêntrico de governança de Ostrom (1990): os níveis superiores da ação estatal são frequentemente necessários para fazer com que os níveis inferiores funcionem bem. Como já dissemos, a teoria policêntrica rompe com a visão simplista do *top-down/bottom-up*, buscando as contribuições que podem ser realizadas por todas as esferas de governo e organizações públicas e privadas, apoiadas por suas próprias instituições de reciprocidade informal e por arranjos multissetoriais complexos (MANSBRIDGE, 2014, p. 10). Contudo, deve-se ressaltar o papel estruturante e empresarial que o Estado assume nesses arranjos, além do papel coercitivo intrínseco de fazer cumprir acordos estabelecidos, em especial, nos casos que envolvem recursos comuns de larga escala. Com base nesses pressupostos, identificamos o seguinte quadro de governança ambiental, com características de policentrismo, na gestão dos recursos comuns no Litoral Norte de Alagoas, tendo a APA Costa dos Corais, como elemento estruturante (Figura 9).

Na figura 9, é possível perceber que o arranjo institucional da UC incorpora, além dos atores citados, a comunidade epistêmica, grande responsável pela criação da APA; outros atores da União, como a Secretaria de Patrimônio da União (SPU) e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama); atores do turismo de massa; atores da pesca artesanal e atores históricos da conservação ambiental local[11]. Os legislativos municipais e estadual, que poderiam exercer maior pressão sobre os gestores públicos e sobre o empresariado, ainda não alcançaram um grau expressivo de engajamento pois não compreendem a política de desenvolvimento.

9 - OS DESAFIOS

O principal desafio da gestão da APA Costa dos Corais é viabilizar a cooperação dos outros níveis de governo na agenda de conservação da UC. Por maior que seja a contribuição dos órgãos de controle e dos atores não estatais, os governos não podem "terceirizar" totalmente suas funções, já que a União, os Estados e os Municípios têm competências próprias na gestão ambiental. No caso dos Estados, além do licenciamento ambiental, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), de acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente, conformada pela Lei n° 6.938/1981 (BRASIL, 1981), deve ser executado por este nível de governo. Na zona costeira, o ZEE Costeiro (ZEEC) teria como missão orientar o processo de ordenamento territorial, em uma área historicamente deficiente de planejamento governamental. Sem o devido planejamento, áreas como os estuários e as orlas continuarão sujeitas à expansão urbana desordenada. Além de alagoas, somente os estados do Pará, Maranhão, e Sergipe não elaboraram seus ZEEC.

[11] A relativa conservação de alguns recursos naturais no litoral norte alagoano, manguezais e restingas, em comparação com outros pontos da zona costeira de Alagoas, desmistifica o entendimento de que a preservação ambiental só será atingida após o atendimento de necessidades materiais da vida. Pois antes do crescimento do turismo, sistemas de gestão comunitária locais ajudaram a conservar diversos recursos comuns. Contudo, por mais artesanal que seja, os meios de pesca utilizados também terminam degradando os recifes de corais e capturando, acidentalmente, outras espécies marinhas como, estrelas do mar, tartarugas etc.

IVIDES.org

Figura 9 - Quadro de governança ambiental dos recursos comuns no litoral norte de Alagoas. Elaborado pelos autores (2021).

Dessa forma, caso o governo do estado de Alagoas implementasse o ZEEC, a governança ambiental da APA Costa dos Corais provavelmente teria avançado no ordenamento urbano, uma vez que a imposição de limites a determinadas atividades econômicas traria benefícios à qualidade ambiental. Além disso, o instrumento poderia servir de "guia" para a elaboração dos planos diretores municipais ou permitir a atuação do governo estadual, caso os governos locais não executassem os planos diretores existentes. Esta última situação é uma realidade no município de São Miguel dos Milagres, cujo plano diretor (instituído em 2010) contempla várias normas e regras, relacionadas à conservação ambiental, buscando evitar, por exemplo, problemas de acesso às praias, recurso de uso comum da UC, apontado por diversos entrevistados. O plano incluiu no sistema viário da cidade vias especiais de acesso à praia (a cada 500 metros) que, se fossem implementadas pelas sucessivas gestões municipais, ajudariam a lidar com o problema. O plano também estabeleceu regras específicas para garantir o acesso à praia e a qualidade urbano-paisagística, com a criação do zoneamento da faixa litorânea, por meio da Zona de Orla (ZO):

> Art. 92. A Zona de Orla (ZO) compreende a faixa de orla municipal de 70m (setenta metros) na área urbanizada e 200m (duzentos metros) na área não urbanizada demarcados na direção do continente a partir do limite final da praia, onde deve ser assegurado o uso sustentável dos recursos naturais e da ocupação dos espaços litorâneos. (SÃO MIGUEL DOS MILAGRES, 2010, n.p.)

IVIDES.org

Mesmo sendo um plano diretor construído com a participação de diversos segmentos sociais locais, a experiência vem mostrando que o instrumento, por si só, não resolve o problema relatado, pois as gestões municipais não implementam (e não fiscalizam) as regras definidas. Quando a competência do licenciamento ambiental é do ente estadual, a falta de implementação do plano diretor também compromete o licenciamento das atividades econômicas. E o processo inicia-se justamente com a solicitação ao empreendedor da declaração da prefeitura (Alvará de Construção), atestando que o empreendimento a ser construído está de acordo com a Lei de Uso do Solo (ou com o Plano Diretor) do município. Mas, como o plano não é posto em prática, esse gargalo termina comprometendo a gestão da UC e, consequentemente, a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelos recursos protegidos pela APA Costa dos Corais.

Outro desafio que se apresenta é o rearranjo dos processos econômicos motivados pela expansão do segmento turístico nos municípios inseridos na UC, pois à medida que a escala da economia aumenta, mais resíduos são gerados, mais sistemas naturais são comprometidos, e grupos sociais menos favorecidos são privados de acesso aos recursos e aos serviços ambientais. Este fenômeno foi citado por dois atores não estatais entrevistados. Abaixo, reproduzimos trechos das falas, sendo o primeiro, de um ator do segmento das ONGs socioambientais; e o segundo, de um ator da pesca:

> Não sei se vai ter um efeito bom, porque a desculpa é a essa, porque estão plantando a restinga... A desculpa é essa, mas tem pousadeiro lá que invadiu a praia, botou aquela coisa de madeira que vai da pousada até a praia, entendeu? Na verdade, a população não pode mais ir à praia, porque está tudo fechado. Será que isso vai ser bom para o meio ambiente? Ou é porque lá se encheu de pousadeiro que tem muito dinheiro de construção na beira? Eu não sei se é interesse financeiro, porque em Patacho (Porto de Pedras) se encheu de condomínio, daquelas pousadas... um dia fui passar lá, oxe não vou poder passar aqui não é, oxe, mas vou passar, a praia é pública meu colega, pois um pousadeiro rico que proibiu, proibiu até o povo de pescar marisco na frente da pousada dele. Então na verdade, quem acaba com o meio ambiente mesmo, são essas pessoas de poder financeiro maior, porque eles visam lucro. (EN6, 04 de junho de 2020)

> Por exemplo, a gente vai ter a construção de dois hotéis aqui na ilha da Croa, já foi divulgado pelo governo do estado, mas assim, a preocupação nossa: como é que fica os pescadores, o pessoal que pesca nessa área onde vai ser construído os hotéis, né? Será que os donos de hotéis vão querer o pescador pescando na frente do hotel? Jogando sua rede lá, deixando a jangada, então assim, a forma que está sendo feito os processos, está sendo uma forma muito desordenada que não ouve a comunidade, não chama a comunidade pra um diálogo que deveria acontecer, não tem esse diálogo e aí eu acho que lá na frente a gente vai ter sérios problemas, um exemplo é Paripueira né? Pescador que tava na beira da praia, tá lá no alto de Paripueira, quem tá na beira da praia? São os veranistas, aí tem pousadas, restaurantes, mas o pessoal tá lá em cima. Maragogi mesmo onde estão os pescadores? Eles não estão à beira mar e outras comunidades que a gente tem aqui na APA. (EN26, 09 de setembro de 2020)

Face ao contexto apresentado, e diante das falas dos entrevistados, constata-se que o plano de manejo da APA Costa dos Corais termina absorvendo demandas que seriam de outras competências administrativas, municipais e/ou estaduais, a exemplo dos planos diretores e do ZEE, e que este é o único instrumento público posto em ação para que a APA possa alcançar seus objetivos.

IVIDES.org

10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Área de Proteção Ambiental é a categoria de Unidade de Conservação (UC) mais presente nas porções continentais e marítimas do Brasil, representando um terço das áreas continentais protegidas e cerca de 90% das áreas marinhas protegidas. Esta constatação sustenta nosso argumento sobre o potencial das APAs em conciliar atividades socioeconômicas em equilíbrio com a natureza. No Brasil, em sua concepção original, as APAs não incorporaram o mecanismo de desenvolvimento socioeconômico, baseado na proteção ambiental, presente no modelo de Parques Nacionais europeus, que a inspirou. Apesar desta falha institucional, dada a política anti-ambiental do governo federal iniciada em 2019 e a baixa capacidade de implementação de políticas ambientais estaduais e municipais, as APAs podem assumir um protagonismo inesperado, trasnformando a política ambiental de UCs de uso sustentável em uma política de desenvolvimento local.

Apesar de estudos em menor escala produzirem inferências confiáveis, tornam a generalização e a extrapolação mais desafiadoras. Entretanto, o cenário apresentado sobre as APAs no Brasil demonstra que as dificuldades de atingir os objetivos de conservação não estão, necessariamente, estão relacionadas à presença humana no interior dessas UCs, pois, mesmo uma UC de proteção integral estaria em situação similar, caso não tivesse Conselho Gestor e Plano de Manejo, contando apenas com o *enforcement* estatal para proteger sua biodiversidade.

Nossa pesquisa permitiu a identificação de alguns elementos que favoreceram a governança policêntrica na APA Costa dos Corais. O primeiro elemento de destaque é a burocracia do órgão gestor, o ICMBio. Por meio da análise de dados secundários, procuramos demonstrar o efeito positivo que a presença do corpo técnico do órgão causou em uma localidade com baixa capacidade de gestão ambiental, tanto do ponto de vista técnico quanto orçamentário, revelando a importância de construção da capacidade ambiental subnacional, pois, sem a presença do órgão, um vácuo ambiental se instalaria. Contudo, mesmo com o corpo técnico altamente qualificado, a restrição orçamentária a qual o Ministério do Meio Ambiente vem sendo submetido desde 2014, agravada a partir de 2019, atinge diretamente o ICMBio. Diante deste cenário, a contribuição dos atores não estatais é fundamental para dar fôlego às ações da gestão das UCs.

Na APA Costa dos Corais, esse “fôlego” vem sendo mantido pelo fundo de perpetuidade da Fundação Toyota e pela cooperação técnica desta entidade com a SOS Mata Atlântica. A parceria entre Toyota, SOSMA e ICMBio é responsável pelo surgimento de ONGs socioambientais, fruto do engajamento da comunidade na conservação ambiental, e no apoio a projetos socioambientais para geração de emprego e renda. Além disso, a gestão da UC contou com o engajamento do segmento empresarial das pousadas de charme da Rota Ecológica, que também contribui na formação e manutenção dessas ONGs. Outro elemento importante é a presença do Projeto Peixei-Boi, que teve o mérito de transformar a proteção do mamífero marinho em um atrativo turístico ambientalmente sustentável, dinamizando a economia local, com rebatimentos positivos para a proteção dos estuários e manguezais da UC.

O sistema de governança da APA Costa dos Corais confirma o pressuposto teórico de que é possível existir governo sem governança; mas, dificilmente, existirá governança sem governo. A condução do ICMBio na bem sucedida implementação do plano de manejo da APA adota a concepção de governo dos comuns, que incorpora arranjos institucionais abertos, policêntricos e dinâmicos, engajando a diversidade de atores dos segmentos públicos (e privados) e da sociedade civil. No entanto, em um modelo policêntrico de gestão, o desafio consiste em obter a cooperação dos outros níveis de governo, pois, por maior que seja a contribuição dos ministérios públicos e dos atores não estatais, os governos não podem “terceirizar” totalmente suas funções, já que União, estados e municípios possuem competências próprias na gestão ambiental.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 160p.

ATLAS BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/. Acesso em: 20 de ago. 2019.

BRASIL. **Ação Civil Pública nº 0004689-55.2009.4.05.8000**. Proposta pelo MPF/AL contra o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio da qual pede que a autarquia-ré seja instada a formar o Conselho Gestor da APA costa dos Corais, bem como seja compelida a elaborar plano de manejo da referida área, pedindo, por fim, a adoção de medidas emergenciais para conter os danos decorrentes da ocupação irregular nos limites da APA Costas dos Corais. Brasil, 2009. Disponível em: http://www.tebas.jfal.jus.br/consulta. Acesso em: 01 mar. 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Decreto s/nº de 23 de outubro de 1997**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais, nos Estados de Alagoas e Pernambuco, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 1997. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. **Decreto n° 99.274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 jun. 1990.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 dez. 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1981a.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 set. 1981b.

BRASIL. **Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 10, de 14 de dezembro de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 ago. 1989.

DOUROJEANNI, M. J.; PÁDUA, M. T. J. **Biodiversidade: a hora decisiva**. Curitiba: UFPR, 2007.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. Brasília: MMA, 2006. 250p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Indicadores municipais**. [S.l.], [s.d.]. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 01 mar. 2020.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Acordo de Cooperação Técnica n° 12/2017**. Objeto: realização de ações conjuntas voltadas ao fornecimento de suporte físico, operacional e logístico à administração e gestão ambiental da APA Costa dos Corais, unidade de conservação federal sob administração do ICMBio localizada no litoral norte de Alagoas e sul de Pernambuco. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 nov. 2017, Seção 3, p. 131.

IVIDES.org

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Plano de Manejo da APA Costa dos Corais**. Tamandaré (PE): ICMBio, 2013.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 95, de 13 de outubro de 2016**. Delimita as Zonas de Preservação da Vida Marinha e de Visitação na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais, no Município de Japaratinga, de acordo com seu Plano de Manejo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 set. 2016, Seção 1, nº 199, p. 69.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 145, de 24 de dezembro de 2014**. Altera normas da Zona de Visitação do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais. (Processo nº 02070.002296/2014-17). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 251, Seção 1, 29 dez. 2014, p. 52.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 412, de 27 de abril de 2018.** Estabelece normas e procedimentos para o Cadastramento e a Autorização de Uso para o exercício das atividades e serviços comerciais de visitação na Zona de Visitação (ZV) de Ponta de Mangue, no município de Maragogi (AL), na Zona de Visitação (ZV) da Prainha, no município de São José da Coroa Grande (PE), e na Zona de Conservação da Vida Marinha (ZCVM) do Peixe-Boi, nos municípios de São Miguel dos Milagres (AL) e Porto de Pedras (AL) (Processo n° 02124.002287/2017-98). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 145, 02 mai. 2018, Seção 1, p. 145-146.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 638, de 11 de outubro de 2017**. Estabelece normas e procedimentos para o Cadastramento e a Autorização de Uso para o exercício das atividades e serviços comerciais de visitação na Zona de Visitação da Piscina Natural do Picão, em Japaratinga, APA Costa dos Corais (Processo SEI nº 02124.011679/2016-67). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 197, 13 out. 2017, Seção 1, p. 80-82.

LEITE, A. O. A recepção do modelo de Áreas de Proteção Ambiental (APA) no direito brasileiro. *In*: PORTANOVA, R. S.; LEITE, A. O.; FIGUEIREDO, M. F. (org.). **Os 15 anos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**: Anais do II Congresso de Direito Ambiental das Áreas Protegidas. São Paulo: Ixtlan, 2015.

MANSBRIDGE, J. The role of the state in governing the commons. **Environmental Science & Policy**. v. 36, p. 8-10, 2014.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA. **Bolsa Família e Cadastro Único**. 2020. Disponível em: https://aplicacoes.mds.gov.br/sagirmps/bolsafamilia/index.html. Acesso em: 20 de abr. 2019.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)**. [S.l.], 02 mai. 2012. Disponível em: http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs. Acesso em: 29 jul. 2021.

OSTROM, E. **Governing the Commons:** the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press., 1990. 280 p.

PALMIERI, R.; VERÍSSIMO, A. **Conselhos de Unidades de Conservação:** guia sobre sua criação e seu funcionamento, Piracicaba: Imaflora, SP; Belém, PA: Imazon, 2009. 95 p.

PHILLIPS, A. Turning Ideas on Their Head: The New Paradigm For Protected Areas.**The George Wright Forum** 20, n. 2, p. 8-32, 2003. Disponível em: Acesso em: 09 ago. 2021.

PUREZA, F.; PELLIN, A.; PÁDUA, C. **Unidades de Conservação**. São Paulo: Matrix, 2015.

RODRIGUES, J. E. R. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2005.

SÃO MIGUEL DOS MILAGRES. **Lei n° 424, de 18 de agosto de 2010**. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo de São Miguel dos Milagres e dá outras providências. Prefeitura de São Miguel dos Milagres, 2010.

SILVA, T. R. P. **Territorialização turística das pousadas da Rota Ecológica, litoral norte de Alagoas**. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

SOSMA (SOS MATA ATLÂNTICA). P**arceria para proteção da biodiversidade na APA Costa dos Corais completa um ano.** 25 de agosto de 2012. Disponível em: https://www.sosma.org.br/noticias/parceria-para-protecao-da-biodiversidade-na-apa-costa-dos-corais-completa-1-ano/. Acesso em 03 março 2020.

IVIDES.org

STN (Secretaria do Tesouro Nacional). **Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro**. [*S.l.*]. [*s.d.*]. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf. Acesso em: 01 jun. 2020.

VIANA, M. B.; GANEM, R. S. **APAS Federais no Brasil (Estudo técnico)**. Consultoria Legislativa. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, ago. 2005. 49 p.

VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. Temáticas, **Campinas**, v. 22, n. 44, p. 203-220, ago./dez. 2014.

IVIDES.org

PARTE II

PRÁTICAS

12

DOI 10.5281/zenodo.6672843

O NÍVEL MÉDIO DO MAR E SEUS IMPACTOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM ALAGOAS - BRASIL

Henrique Ravi Rocha de Carvalho Almeida
Ítalo Oliveira Ferreira
Valdir do Amaral Vaz Manso
Djane Fonseca da Silva
Wedja de Oliveira Silva
Pedro Fernandes de Souza Neto
Frederico da Encarnação Rodrigues

1 - INTRODUÇÃO

Segundo Dias *et al*. (2000), o Nível Médio do Mar Global (NMMG) esteve abaixo do seu nível atual, em aproximadamente 130 m a 140 m, durante o Último Máximo Glacial (UMG), estando as plataformas continentais expostas neste período. Há aproximadamente 18 mil anos (final do UMG), as regiões litorâneas da Terra foram marcadas por uma tendência de elevação do nível do mar. Dias e Taborda (1988) e Dias *et al*. (2000) salientam que a taxa de elevação do mar não foi linear, apresentando momentos de inversão do sentido, após o período do UMG; ou seja, rebaixamento do NMMG, caracterizando assim, momentos marcados por regressões marinhas.

Para a Região Leste do Brasil, foram identificados três níveis do mar acima do atual, denominados por Bittencourt *et al*. (1979), como *Transgressão Antiga* (maior que 120.000 anos antes do presente (A.P.), *Penúltima Transgressão* (120.000 anos A.P.) e *Última Transgressão* (5.000 anos A.P.).

As determinações de antigas posições do nível relativo do mar para o Estado de Alagoas demonstram que a região foi marcada por três máximos acima do nível médio atual do mar, em torno de 5.100 anos A.P. (4,7 m); 3.600 anos A.P. (3,0 m) e 2.500 anos A.P. (2,5 m); e dois mínimos, há cerca de 3.900 A.P. e 2.700 anos A.P., ligeiramente abaixo do nível atual (SUGUIO *et al*., 1985).

As alterações da taxa de variação do NMMG, principalmente as relacionadas a eventos transgressivos, em conjunto com a tectônica e os parâmetros climáticos que condicionam a taxa de sedimentação efetiva, terão sido os principais fatores responsáveis pela variação de posição da linha de costa e pela evolução da zona costeira nos últimos milênios (BRITO, 2009).

Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2019), o NMMG está subindo de maneira acelerada, sendo diretamente influenciado pela expansão térmica dos oceanos, pelo derretimento das geleiras (e dos mantos de gelo) e pelas mudanças no armazenamento da água no subsolo, estando a ação destes, fortemente interligadas à elevação da emissão dos gases causadores do efeito estufa.

Ainda, segundo o IPCC (2019), o aumento do nível médio do mar até o final do século é previsto ser o mais rápido em todas as projeções já estudadas, ou seja, o NMMG aumentará entre 0,29 – 0,59 m e 0,61 – 1,10 m, até o ano de 2100.

No entanto, o nível médio do mar não vai subir uniformemente. A subsidência antropogênica do solo e a mudança na altura e no período das ondas são importantes contribuintes para mudanças futuras no Nível Relativo do Mar (NRM), nas regiões costeiras. Um exemplo está na subsidência causada por atividades humanas, que é atualmente a causa mais importante da mudança do NRM em muitas regiões de Deltas. Além disso, mudanças na altura e no período das ondas em alguns locais têm efeitos maiores sobre a inundação costeira do que a mudança de NRM (IPCC, 2019).

IVIDES.org

Comparativamente a outros países com a mesma extensão de linha de costa (aproximadamente 8.000 km) ou com a mesma exposição marinha, pouca importância se tem dado às observações do nível do mar no Brasil. Apesar de existirem várias estações maregráficas distribuídas ao longo do litoral brasileiro, em muitas, não se consegue assegurar a qualidade da manutenção da referência altimétrica geodésica, ao longo dos anos e, por este motivo, tais registros não podem ser utilizados para inferir variações do nível médio relativo do mar (NEVES e MUEHE, 2008).

A falta de informações históricas sobre o nível do mar constitui no momento a grande vulnerabilidade do Brasil a mudanças do nível do mar, posto que sequer se pode garantir se a variabilidade observada é um fenômeno local, regional ou global; e se resultam de fenômenos meteorológicos extremos, expansão térmica dos oceanos e/ou movimentos tectônicos.

No entanto, destacam-se as medições sistemáticas realizadas em algumas regiões pela Marinha do Brasil, por meio de sua Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e pelo Centro Hidrográfico da Marinha (CHM), pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH)[1], pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); além de estudos locais e/ou regionais desenvolvidos por universidades e empresas (NEVES e MUEHE, 2008).

A tendência de elevação do nível do mar vem chamando cada vez mais a atenção da comunidade científica e da sociedade alagoana (principalmente, as residentes nas regiões litorâneas), uma vez que as alterações climáticas e suas consequências afetam diretamente a vida desta população e, indiretamente, as demais regiões interiores, visto a intensificação de eventos extremos, face às mudanças climáticas.

Ao longo do litoral do Estado de Alagoas, o incremento dos impactos da erosão costeira já vem sendo sentido desde a última década, seja através de inundações de regiões costeiras, decorrentes da ação das marés de tempestades (meteorológicas), em conjunto com as marés de sizígia (astronômicas); seja pela intensificação de eventos extremos, aliados à ação erosiva das ondas e das correntes costeiras. As Figuras 1 e 2 exemplificam duas regiões afetadas pela ação das marés e ondas.

Figura 1 – Ação de processos erosivos marinhos e consequente destruição de edificações litorâneas, ao longo do litoral do bairro de Barra Nova (Município de Marechal Deodoro, Litoral Sul de Alagoas). Elaborado pelos autores.

[1] Órgão vinculado à extinta Empresa de Portos do Brasil S.A. (Portobrás) e, posteriormente, transferido à Cia. Docas do Rio de Janeiro.

IVIDES.org

Figura 2 – Destruição de estrutura de proteção costeira do tipo BagWall e calçadão pela ação de processos erosivos marinhos ocorridos na Praia da Avenida, situada no bairro do Pontal da Barra (Litoral Sul de Maceió, Alagoas). Elaborado pelos autores.

Com base no exposto e nas perspectivas de elevação do nível do mar (previstas para o final do século pelo IPCC, 2019), este estudo objetivou determinar a posição do nível do mar na região do Porto de Maceió, entre os anos de 2006 e 2019; de maneira a verificar o comportamento evolutivo da mesma. Como também, aplicou estes resultados para inferir os impactos da variação do nível do mar em área teste, localizada no litoral do Município da Barra de São Miguel (Alagoas).

2 - O NÍVEL DO MAR, GESTÃO TERRITORIAL E EROSÃO COSTEIRA

O aumento relativo do nível do mar representa uma ameaça significativa para sistemas costeiros e áreas baixas em todo o mundo, levando à inundações, erosão da orla costeira, contaminação das reservas de água doce e de culturas alimentares (NICHOLLS; CAZENAVE, 2010).

A previsão da elevação do nível médio do mar (NMM) é um fator que deve ser considerado na determinação da variação da linha de costa, haja vista os processos erosivos que se intensificaram, com o incremento do descongelamento de geleiras e a tendência climática de elevação da temperatura da Terra, incluindo os oceanos (MUEHE, 2004).

Segundo o IPCC (2019), a taxa de Elevação do Nível do Mar Global (ou *Global Mean Sea Level*, GMSL), desde meados do século 19, tem sido maior do que a taxa média, registrada durante os dois milênios anteriores. Ao longo do período de 1901 à 2010, a média global do nível do mar aumentou 0,19 m, passando de 0,17 para 0,21 m. É muito provável que as taxas médias globais tenham sido de 1,7 mm/ano (entre 1901 e 2010); 2,0 mm/ano (entre 1971 e 2010); e 3,2 mm/ano (entre 1993 e 2010).

O IPCC apresenta previsão para a variação do NMM, por meio dos relatórios sobre mudanças climáticas, nos quais são considerados diferentes cenários, elaborados a partir de variáveis, como: estruturas econômicas modificadas, ações que promovem o desenvolvimento sustentável, fontes de energia e aumento da população. A partir

IVIDES.org

da análise destas variáveis, o quinto relatório divulgado em 2014 (AR5) pelo IPCC, constatou que o nível do mar está se elevando mais rápido e vai continuar se acelerando, devido à inércia do sistema, independentemente dos cenários de emissões, até mesmo no caso de intensa mitigação. Desta forma, os novos cenários do IPCC até 2100 são mostrados na Figura 3.

2.1 - GESTÃO TERRITORIAL DA ZONA COSTEIRA

A zona costeira do Brasil é constituída pelo Mar Territorial e pelo conjunto dos municípios litorâneos, cuja faixa terrestre, de largura variável, estende-se por aproximadamente 10.800 km, ao longo da costa. Se contabilizadas suas reentrâncias naturais, possui uma área de aproximadamente 514 mil km^2, dos quais, 324 mil km^2 correspondem ao território de 395 municípios, distribuídos ao longo dos 17 estados litorâneos.

Segundo a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), aproximadamente um quarto da população brasileira vive em regiões litorâneas, resultando numa densidade demográfica de cerca de 87 hab./km^2, índice cinco vezes superior à média do território nacional. Essa estreita faixa continental concentra 13, das 27 capitais brasileiras, algumas das quais, constituem regiões metropolitanas, nas quais vivem milhões de pessoas; um indicador do alto nível de pressão antrópica a que seus recursos naturais estão submetidos (PRATES; GONÇALVES; ROSA, 2012).

A partir da necessidade de se administrar os recursos naturais da zona costeira de forma sustentável, surgiu o gerenciamento costeiro; que, segundo Asmus e Kitzmann (2004), é definido como um processo contínuo e dinâmico, pelo qual, são tomadas decisões e ações para o uso sustentável da região, levando em consideração o desenvolvimento e proteção das áreas costeiras e dos recursos marinhos.

Com a finalidade de propor normas e estruturar políticas públicas destinadas à gestão da zona costeira, foi publicada em 16 de maio de 1988, a Lei nº 7.661, que determina a elaboração do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), cujo objetivo principal, é "orientar a utilização racional dos recursos da Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural" (BRASIL, 1988, s.p.); devendo ser aplicado na conservação e na proteção dos recursos naturais (renováveis e não renováveis); recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuários e lagunares; baías e enseadas; praias; promontórios; cordões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas (BRASIL, 1988).

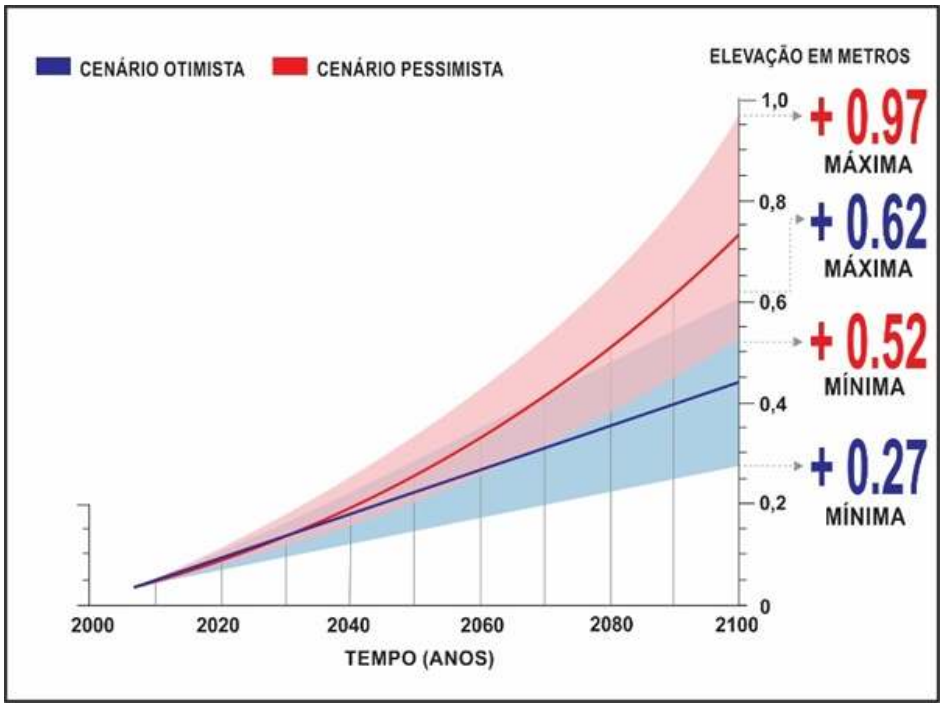


Figura 3 – Previsão para o aumento do nível do mar entre os anos 2000 e 2100. Adaptado pelos autores, a partir de IPCC (2014).

IVIDES.org

No ano de 2004, foi publicado o Decreto nº 5.300, que agrega critérios para a gestão da orla marítima, contemplando (entre outros aspectos): a urbanização, a ocupação e o uso do solo, do subsolo e das águas; o parcelamento e o remembramento do solo; o sistema viário e o transporte; o sistema de produção, de transmissão e de distribuição de energia; a habitação e o saneamento básico; o turismo, a recreação e o lazer; e pesca e a aquicultura (BRASIL, 2004).

Visando a implementação e a articulação destas políticas, foi criado o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) (atualmente extinto), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O objetivo do GI-GERCO é operacionalizar o PNGC, de forma descentralizada e participativa, tendo como arranjo institucional e órgão central para a sua execução, o MMA, coordenador de todas as ações na esfera federal e articulador com os governos dos 17 estados litorâneos brasileiros, por meio dos seus respectivos órgãos ambientais; os quais, no papel de executores estaduais, têm o papel de integrar suas ações com os municípios.

Nos últimos anos, a implementação do PNGC tem avançado de forma inconstante e desigual, quando consideradas as diferentes regiões da costa brasileira.

Ao tratar das questões políticas relativas à implantação deste, constatam-se obstáculos em todos os níveis. Há marcantes diferenças quanto aos padrões de comportamento político, capacidade de financiamento e sustentação financeira, acervo e capacidade técnica das equipes, grau de organização da sociedade, entre outras (ASMUS; KITZMANN, 2004). Estes fatos têm acarretado problemas para o pleno exercício das ações descentralizadas do PNGC.

Em 2010, sete estados dispunham do marco legal que institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC), 15 estados apresentavam pelo menos um setor costeiro com Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC) consolidado e 12, tinham institucionalizado a Comissão Técnica Estadual para a zona costeira (MMA, 2010).

Em Alagoas, o exercício do Gerenciamento Costeiro, em consonância com o PNGC, foi implementado em 14 de janeiro de 2009, por meio do Decreto nº 4.098, que instituiu o Projeto Orla para o litoral do Estado, sendo o mesmo, coordenado pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) e pela Gerência do Serviço de Patrimônio da União em Alagoas (GRPU); estando a Comissão Técnica do Estado de Alagoas (CTE/AL), vinculada ao Instituto do Meio Ambiente (IMA), responsável por operacionalizar e subsidiar tecnicamente as ações formuladas pela Coordenação Estadual do Projeto Orla (ALAGOAS, 2009).

São objetivos do Projeto Orla: estabelecer diretrizes gerais e específicas, fiscalizar e normatizar a ocupação do litoral, tendo em vista fatores econômicos, sociais, ecológicos, culturais, paisagísticos e outros, com pertinência ao planejamento de sua ocupação, nos termos do inciso XI do Art. 217, da Constituição do Estado de Alagoas (ALAGOAS, 2013).

Segundo SPU-AL, SEMARH e IMA (2012), dentre os 20 Municípios litorâneos do Estado de Alagoas, o Município de Paripueira foi o primeiro a aderir ao Projeto Orla e o único a concluí-lo, designando, em 26 de abril de 2005, a Secretaria Municipal de Turismo e Meio Ambiente para coordenar a nível municipal o Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima (PGI). Em janeiro de 2012, a Prefeitura apresentou o Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima do Município, onde constam as condições para compatibilização das políticas patrimoniais, ambientais e urbanas, de forma integrada e sustentável, a partir das legislações vigentes, como também, para promover a criação de outras, que resguardem e protejam os espaços litorâneos de forma preventiva, respeitando os processos naturais das dinâmicas marinhas.

Dos demais municípios do litoral de Alagoas, apenas Barra de São Miguel, Marechal Deodoro, Roteiro, Piaçabuçu, Maragogi e Pilar, iniciaram os trabalhos de planejamento para elaboração do Projeto Orla, porém, seja por questões políticas/administrativas locais ou por falta de ações de sensibilização e mobilização, os trabalhos não foram adiante, ou estavam sendo revistos nos anos de 2015/2016 (PINTO; AZEVEDO, 2014).

2.2 - EROSÃO COSTEIRA NO ESTADO DE ALAGOAS

A zona costeira comporta-se como um sistema ambiental instável, em função de uma série de processos geológicos continentais e marinhos, que são determinantes na formação de distintos tipos de costa (SILVA; SANTOS, 2004), como as praias arenosas, que refletem na sua mobilidade morfológica não só as condições distintas do clima de ondas, como também, o contexto evolutivo da planície (BASTOS, 1997).

IVIDES.org

A variação da linha de costa também pode ser inferida a partir da direção da intensidade e direção do transporte litorâneo, em função do clima de ondas (direção, período e ângulo de incidência), como realizado por Bittencourt *et al.* (2003), no trecho costeiro norte brasileiro, entre as localidades de Ponta do Calcanhar (Estado do Rio Grande do Norte) e Ilha de Santana (Estado do Maranhão), tendo este proposto, por fim, uma classificação da variação da linha de costa em setores de progradação, erosão e estabilidade, a partir do balanço sedimentar.

A erosão costeira, pela complexidade das interações entre diversos fatores naturais e antrópicos, tem tido maior relevância no planejamento das atividades de desenvolvimento urbano e, principalmente, de ordenamento da zona costeira, já que a própria obra de contenção costeira pode ser afetada por estes fatores, ou provocar a intensificação da erosão e gerar perdas para outros setores da costa adjacente (CUNHA, 2004).

Segundo Muehe (2006), o desequilíbrio do balanço sedimentar, causado pela intervenção do Homem, pode provocar graves alterações erosivas na linha de costa, muitas vezes, induzidas por interferências na zona costeira, através da retenção de sedimentos por obras de engenharia. Outra alteração no balanço sedimentar do litoral está ligada à uma orla fixada pela urbanização, onde a construção de edificações dentro da faixa de resposta dinâmica da praia, imobilizará a dinâmica sedimentar da região, ainda que, durante os eventos de tempestade, o mar tenda a retomar à área construída.

Dentre as causas naturais da erosão costeira, Muehe (2006) destaca a falta de suprimento sedimentar, seja por esgotamento da fonte natural (Plataforma Continental interna), seja por retenção de sedimentos nos rios; pelas perdas de sedimentos, na formação de dunas; além da suposta elevação do nível do mar, que aponta, no litoral do Brasil, para uma ampla resposta erosiva, devido à baixa declividade de grande parte da Plataforma Continental interna.

Ao tratar do litoral do Estado de Alagoas, o mesmo é marcado pela tendência erosiva em quase toda a sua extensão, devido à presença de falésias vivas da Formação Barreiras e de rochas mesozóicas da Bacia Alagoas; quase ausência de planícies e terraços plesitocênicos; presença frequente de alinhamentos de beachrocks, caracterizando a retrogradação do litoral; e ocorrência de campos de dunas, cujos sedimentos oriundos da Plataforma Continental interna deixam de estar disponíveis para a progradação costeira (DOMINGUEZ, 1995).

Estas condições são mais agravadas por intervenções antrópicas e o alto nível de ocupação do litoral, que são responsáveis pelos graves problemas ambientais, relacionados à erosão marinha que atinge as praias do Estado. A erosão marinha é mais evidenciada numa faixa que vai desde a divisa com o Estado de Pernambuco até o rio Barra de São Miguel. Sendo esta região, a mais ocupada e urbanizada do litoral alagoano (ARAÚJO et al., 2006).

A grande diversidade morfodinâmica das praias, observada ao longo da costa alagoana, é resultado da interação entre os diversos elementos geológicos e climáticos, atuantes no litoral, apresentando diferentes processos erosivos (retrogradação) e/ou deposicionais (progradação), em distintas regiões (ARAÚJO *et al*., 2006).

Para melhor caracterização das tipologias do litoral, o mesmo foi setorizado por Araújo *et al.* (2006) em três áreas, de sul para norte, abrangendo 15 municípios (Figura 4).

a) Setor Norte – Está inserido entre o limite territorial dos Estados de Alagoas e Pernambuco, ou seja, entre os Municípios de Maragogi e São José da Coroa Grande, estendendo-se na direção sul, até o Município de Barra de Santo Antônio. Este trecho apresenta afloramentos de *beachrocks*[2] e recifes de corais e/ou algálicos nas desembocaduras fluviais (recifes tipo barreira) ou ligados à praia (recifes tipo franja).

Quanto à tipologia das praias, este trecho exibe em sua extensão tipologia dissipativa, intercalando áreas em processo erosivo, como falésias vivas de rochas mesozoicas (na localidade da praia de Carro Quebrado), como também, ao sul do rio Maragogi, com o processo de erosão atuando sobre a rodovia AL-101; protegidas por extensas áreas de recifes de coral e/ou algálicos, entre os rios Manguaba e Maragogi; e semi-protegidas, devido à presença de extensas áreas de recife na Plataforma Continental interna e cordões arenosos amplos, entre o trecho de São Miguel dos Milagres e Porto de Pedras. Os indícios de erosão são encontrados em alguns trechos, ao longo de todo o setor, fazendo-se notar de forma mais grave no centro o Município de Maragogi, visto que esta região apresenta uma forte ocupação desordenada do litoral.

[2] Também conhecidos como arenitos de praia e recifes de arenito, são rochas sedimentares, resultantes da litificação de sedimentos praiais. Geralmente estão localizadas na região entremarés e sua formação se dá a partir da cimentação causada pela precipitação de carbonato de cálcio, na forma de calcita magnesiana e/ou aragonita (VOUSDOUKAS *et al*., 2007; KARKANI *et al*. 2016; DARYONO *et al*. 2019).

IVIDES.org

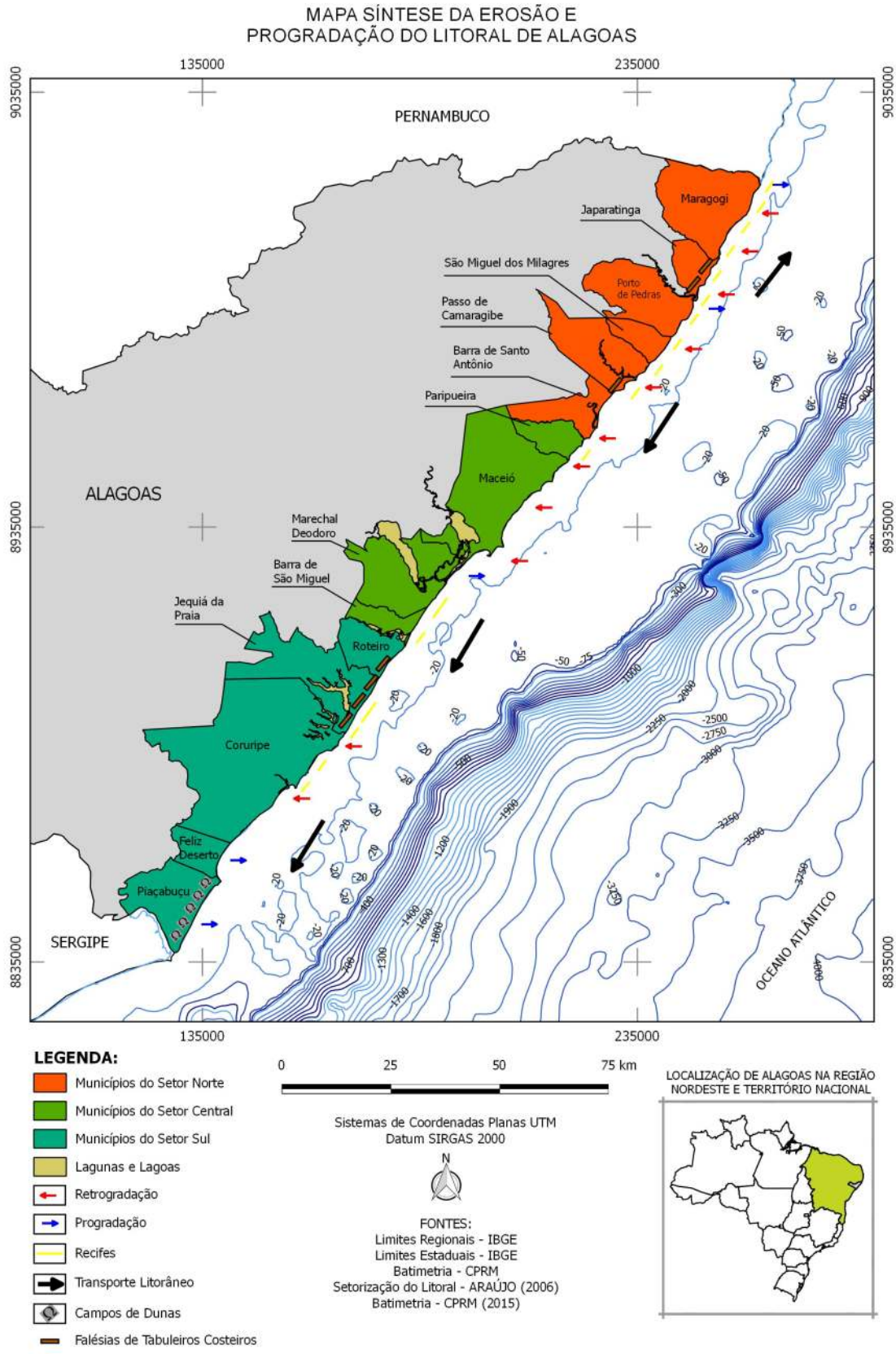


Figura 4 – Setorização do Litoral de Alagoas, com base na Tipologia das Praias. Adaptado pelos autores, a partir de Araújo *et al*. (2006).

IVIDES.org

b) Setor Central – Estende-se desde o Norte pelo rio Barra de Santo Antônio até o rio São Miguel à Sul, englobando o Município de Maceió, perfazendo 64 km de extensão. O extremo norte deste setor, no Município de Barra de Santo Antônio, é caracterizado por indícios de erosão, evidenciados pela grande quantidade de coqueiros caídos e/ou com raízes expostas, apresentando praias dissipativas, semi-protegidas da ação direta das ondas, pela presença de extensas áreas de recifes na plataforma interna. Seguindo em direção a sul, Araújo e Lima (2001) caracterizaram o litoral do Município de Paripueira como intermediário, apresentando entre os anos de 1999 a setembro de 2000, balanço sedimentar negativo. Além do que, encontrava-se atuando no centro do município um processo erosivo há, pelo menos, 10 anos. Na região de Maceió, ocorrem os recifes do tipo franja. As praias localizadas entre o porto e o *inlet*[3] estão livres de processos erosivos, apresentando uma largura relativamente regular, estando em processo de engordamento em alguns trechos (LIMA, 1998). O litoral da praia do bairro de Pajuçara está sujeita a processo de erosão, resultante do barramento do transporte de sedimentos, após as diversas ampliações do porto de Maceió, agravando-se ainda mais, com a crescente urbanização do litoral. No extremo sul deste setor, no Município de Barra de São Miguel, as praias apresentam caráter refletivo, com declividade em torno de 9° e areias médias. Neste trecho, é comum a presença de *beachrocks*, caracterizando uma praia semi-abrigada.

c) Setor Sul – Compreende o litoral entre a divisa do Estado de Alagoas com o Estado de Sergipe (rio São Francisco) e o Município da Barra de São Miguel (rio São Miguel), perfazendo 90 km de extensão, caracterizado pela grande ocorrência de afloramentos de *beachrocks* e recifes de coral (e/ou algálicos), nas desembocaduras fluviais (recifes tipo barreira) ou ligados à praia (recifes tipo franja). Em alguns trechos, a planície quaternária é estreita, limitada por falésias vivas de rochas mesozóicas da Bacia Alagoas. Do pontal do Peba até a foz do rio Coruripe, há uma longa área arenosa exposta, com desenvolvimento de extensos cordões arenosos, sendo caracterizado como área de progradação. Os trechos com indícios de erosão estão localizados entre o Município de Coruripe e o povoado de Poxim. O extremo norte deste trecho é marcado pela presença de falésias vivas e pela tendência erosiva, devido ao alto grau de exposição às ondas, desencadeando o processo erosivo sobre os depósitos terciários.

3 - DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO E ASPECTOS FÍSICOS

As áreas objeto deste estudo estão localizadas no Porto de Maceió, e trecho do litoral do município da Barra de São Miguel, ambos localizados no Estado de Alagoas, às margens do oceano Atlântico, conforme ilustrado na Figura 5.

A amplitude das marés é um elemento modelador da linha de costa, em função das velocidades de correntes a ela associadas. Estas correntes de marés são significativas no transporte sedimentar costeiro, especialmente, onde a variação da maré é expressiva (TESSLER; GOYA, 2011).

As marés no litoral do Estado de Alagoas são monitoradas através de uma única estação maregráfica. A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), órgão vinculado à Marinha do Brasil, realiza o monitoramento das marés para a região a partir de uma estação maregráfica localizada no Porto de Maceió. As marés apresentaram amplitude e período que as enquadram no regime de micro e mesomaré semidiurna. Este tipo de maré caracteriza-se por apresentar duas preamares e duas baixa-mares no período de um dia lunar (24 horas e 50 minutos), o que, segundo Araújo *et al*. (2006), ocasiona no litoral de Alagoas a ruptura dos cordões litorâneos no período chuvoso, devido à grande descarga fluvial.

A circulação atmosférica é um aspecto importante para a compreensão da circulação das águas costeiras e a dispersão de sedimentos, tendo em vista ser o vento, o principal elemento gerador de correntes e ondas, além de ser responsável pelo transporte horizontal de calor latente e calor sensível. Sua convergência, nos baixos níveis, produz movimentos ascendentes e chuva sobre uma região. Os ventos são resultantes de variações de gradientes horizontais de pressão atmosférica (temperatura) que são produzidos nas várias escalas espaciais (BERNARDO; MOLION, 2000).

[3] Também denominados de canais de maré, são aberturas de comunicação entre os corpos d'água ao longo da linha de costa. São controlados pela dinâmica costeira (ondas, marés, ventos e deriva litorânea), bem com, pelo balanço hídrico e sedimentar (SANTOS, 2004; FERNANDEZ, 2014).

IVIDES.org

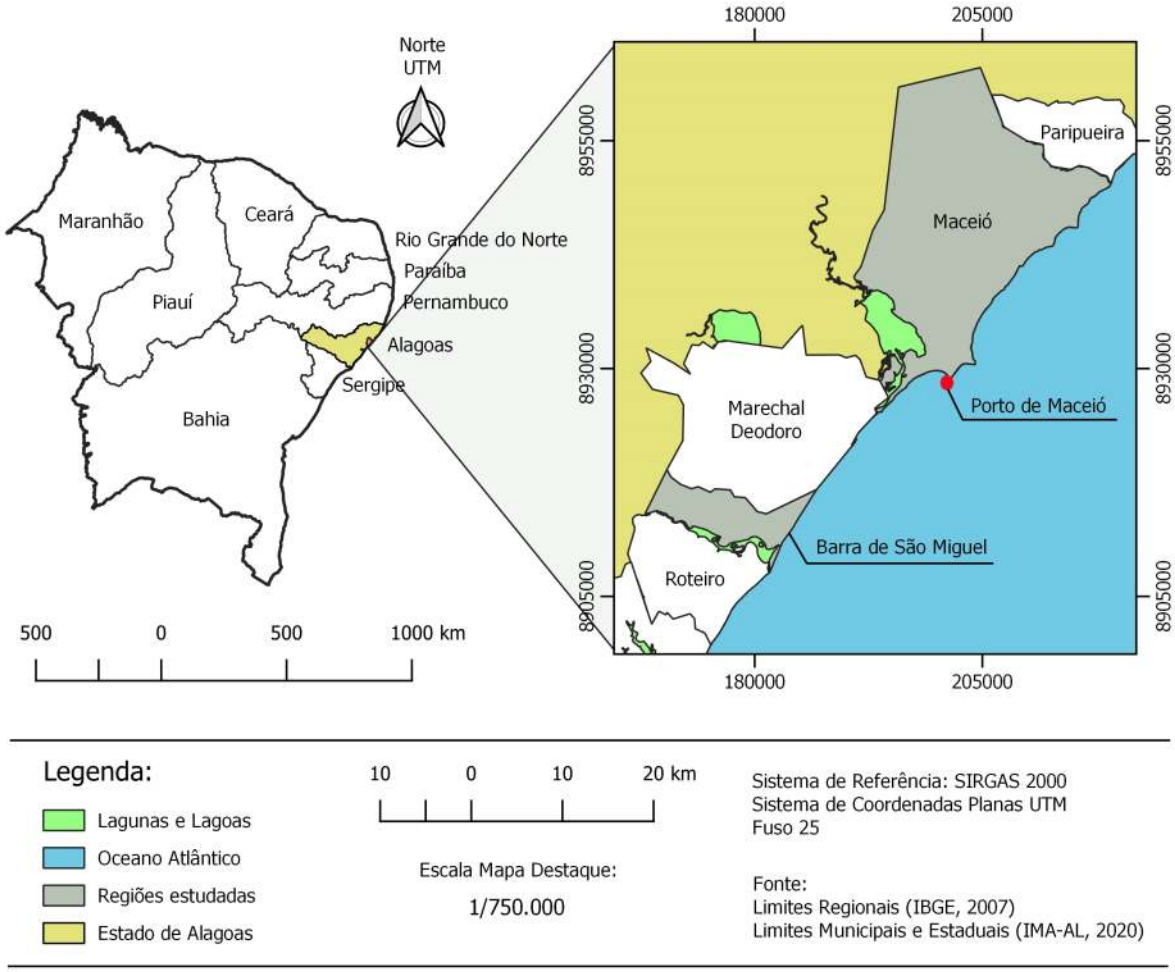


Figura 5 – Mapa de localização das áreas de estudo: Município de Maceió e Barra de São Miguel, Alagoas. Elaborado pelos autores (2021).

Ao tratar da circulação dos ventos na região da área de estudo, Santos (2004) afirma que os ventos incidentes são os de quadrante Lste, sendo que os predominantes, são os do setor Sudeste a Sul, no intervalo de abril a agosto; e do setor Lste a Nordeste, de setembro a março; sendo, portanto, convergentes à costa.

Estando a área de estudo, submetida a um sistema de mesomaré, Miguens (1995) afirma que é natural que as correntes de marés exerçam uma substancial influência na modelagem costeira da região, sobretudo, quando associadas a períodos de ventos mais intensos e às marés de sizígia. Estas últimas, são caracterizadas por apresentarem as maiores preamares e as menores baixa-mares, resultantes das forças de atração da Lua e do Sol, porque podem propiciar a geração de ondas com alturas maiores que as convencionais.

A amplitude média durante as marés de sizígia é da ordem de 2,4 m e 0,9 m, durante a maré de quadratura (SANTOS, 2004). Além disto, as correntes superficiais são paralelas às praias em 64% do tempo; são divergentes em 31% do tempo e convergem às praias em apenas 5% do tempo. O sentido da corrente de deriva na área é preferencialmente de norte para sul.

A principal variável indutora dos processos costeiros de curto e de médio prazos é o clima de ondas, responsável pelo transporte nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. São a energia das ondas, a intensidade e a recorrência das tempestades que comandam a dinâmica dos processos de erosão e o acúmulo na interface entre continente e oceano (MUEHE, 1998).

Segundo Marques (1987), as ondas na costa Leste do Estado de Alagoas, na maior parte do ano, são do quadrante Sudeste; porém, de dezembro a fevereiro, se propagam na direção Este/Sudeste, com altura média de 1,0 m. No inverno, de junho a agosto, elas apresentam altura média que varia de 1,15 a 0,65 m. Durante o verão, a convergência das ortogonais de ondas de 5 a 6,5 s sofrem influência do *Canyon* de Maceió, direcionando o transporte de sedimentos de Nordeste para Sudoeste, e as ortogonais de onda de 8 a 10,5 s, de menor ocorrência que as anteriores, mostram uma relação de divergência com o *Canyon* de Maceió.

IVIDES.org

3.1 - FENÔMENO, REGISTRO DE MARÉS E NÍVEL MÉDIO DO MAR LOCAL

Segundo Franco (2009), a maré pode ser definida como a variação periódica do nível do mar, sob a influência de forças astronômicas, com natureza periódica, visto a existência de uma estreita relação entre o fenômeno e a posição da Lua e Sol no céu.

Os níveis mínimos da maré baixa sucedem os máximos em intervalos de cerca de 6 horas e 12 minutos. Os máximos são denominados de preamares (PM) e os mínimos de baixa-mares (BM).

Ainda, segundo o autor citado, em marés com características semidiurnas, como é o caso do litoral de Alagoas, as maiores amplitudes entre a PM e BM consecutivas são encontradas em momentos de Lua Cheia e de Lua Nova; enquanto que as menores amplitudes ocorrem próximo aos Quarto Crescente e Minguante. Comprovando que o intervalo de tempo decorrido entre a passagem da lua pelo meridiano do local e o instante da PM ou da BM são aproximadamente constantes para um determinado lugar.

Portanto, pode-se inferir que a amplitude da maré está intimamente ligada aos fatores astronômicos e suas forças geradoras e, por consequência, as variações mensais do nível médio do mar também sofrerão influência destes. Desta forma, diferentes regiões litorâneas do planeta irão apresentar um determinado nível médio do mar local.

Para determinação do Nível do Mar Local, foram obtidos registros brutos de marés junto à Administração do Porto de Maceió e ao Departamento de Hidrografia e Navegação (DHN), da Marinha do Brasil. No primeiro caso, a partir da estação maregráfica secundária EST_EIC, foram obtidas 11 planilhas eletrônicas em formato nativo do Microsoft Excel® (.xls), com informações atinentes à data, à hora e à maré observada (com intervalos amostrais de 1 minuto), entre os anos de 2018 e 2019. No segundo caso, a partir da estação maregráfica principal F41-30725, os dados também foram obtidos em planilha eletrônica, para o período de 2006 a 2007, no formato texto (.txt); e observações de maré horária.

Para compatibilizar as informações maregráficas da estação F41-30725 com a EST_EIC, realizaram-se os procedimentos de reocupação de estação maregráfica, segundo exigido pela DHN (2017), através da Norma da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAN-25), haja vista a extinção da estação principal e a instalação de nova régua maregráfica na estação secundária.

Na sequência, adotou-se a metodologia definida por Franco (2009), para análise estatística computacional das observações maregráficas e consequente determinação do nível médio do mar.

As Figuras 6 e 7 indicam os locais onde foram implantadas a estações maregráficas EST_EIC e as RRNN, na região do porto de Maceió, Alagoas.

3.2 - REOCUPAÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA

Em atendimento ao que estabelece a NORMAN-25 (DHN, 2017), quanto aos procedimentos metodológicos para reocupação de estação maregráfica, foram desenvolvidas as seguintes atividades:

a) Nivelamento geométrico com nível analógico (marca Leica, modelo NA2), entre o topo da régua da estação maregráfica secundária (EST_EIC) e as Referências de Nível: RN13-DHN; RN3-PORTOBRAS; RN-EIC-01; e RN-EIC-02;

As altitudes das RRNN DHN e PORTOBRAS estão descritas na Ficha F-41/DHN (disponibilizada pela DHN para o Porto de Maceió, Alagoas).

A fim de garantir a validade do nivelamento, foram realizadas sessões de nivelamento (ida) e contra-nivelamento (volta) obrigatoriamente por caminhos diferentes. Sendo adotado como tolerância para o erro de fechamento (E) entre os desníveis de ida e volta, o valor de E = 8 mm, visto que as seções de nivelamento não ultrapassaram 1 km.

IVIDES.org

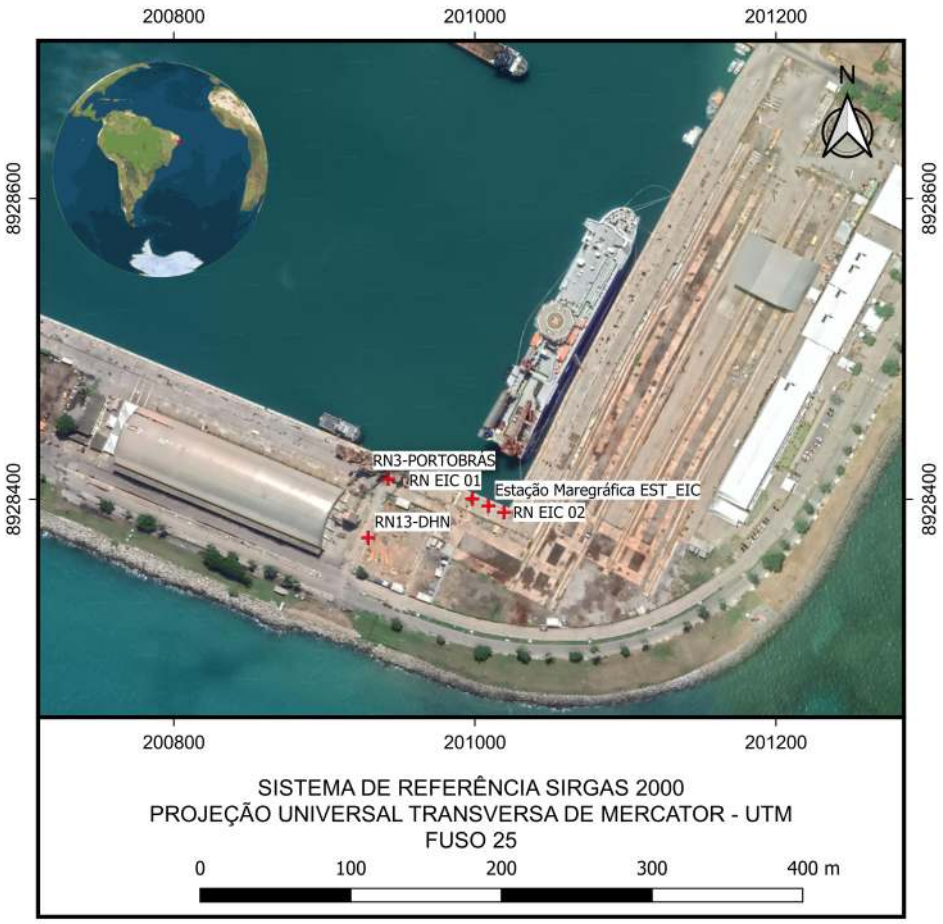


Figura 6 – Localização da Estação Maregráfica EST_EIC e RRNN no Porto de Maceió. Elaborado pelos autores.

Figura 7 –Estação Maregráfica EST_EIC: a) Região de implantação da Estação; b) Estruturas de fixação do marégrafo; e c) Local de fixação da régua maregráfica. Elaborado pelos autores.

O desnível adotado foi igual à média aritmética entre os módulos dos desníveis de ida (ΔH_i) e de volta (ΔH_v), mantendo-se o sinal do desnível de ida, conforme Eq. (1).

$$\Delta H = \pm \frac{(|\Delta H_i| + |\Delta H_v|)}{2} \quad (1)$$

Na Tabela 1, estão indicados os desníveis calculados entre os RRNN nivelados e o topo da régua maregráfica da estação EST_EIC.

IVIDES.org

Tabela 1 - Desníveis entre as referências de nível e a régua maregráfica.

Est. N°	Pontos Visados		Desníveis (mm)
	Ré	Vante	
1	RN13-DHN	RN3-PORTOBRAS	-0155
2	RN3-PORTOBRAS	RN-EIC-01	-0051
3	RN-EIC-01	TOPO DA RÉGUA	-1186
4	TOPO DA RÉGUA	RN-EIC-02	1117

Elaborado pelos autores.

b) Na sequência, foi confeccionada uma ficha de descrição da estação maregráfica, contendo a definição das RRNN, um desenho esquemático das cotas obtidas durante o nivelamento geométrico (apresentando a régua e as RRNN) e demais informações, nos mesmos moldes da F-41, do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e do DHN.

3.3 - DETERMINAÇÃO DO NÍVEL MÉDIO DO MAR

Segundo Franco (2009), os dados mais comuns do NMM são anuais, mensais e diários. Contudo, o mesmo afirma que subséries móveis de 71 ou 72 horas de alturas horárias podem ser filtradas pelo filtro de Godin ou, no caso de 121 horas, pelo filtro de Thompson, para, assim, serem obtidos os valores do NMM diários, mensais ou anuais, livres de efeitos residuais das oscilações de marés de curto período (diurnas, semidiurnas e de espécies superiores).

O filtro de Godin estabelece que, em uma subsérie maregráfica de 71 horas, é possível obter os valores filtrados do NMM para 11 horas e 00 minutos de cada dia, através de uma média móvel de 24 horas, seguida de outra média móvel de 24 horas, dos resultados da primeira média móvel; e, finalmente, a média móvel final de 25 valores da série restante. Sendo descartados o primeiro e o último dia da série.

No caso do Filtro de Thompson, além das particularidades matemáticas referentes ao filtro, considera-se também que todas as operações matemáticas efetuadas para o filtro de Godin são, do mesmo modo, integralmente válidas para Thompson. No entanto, o mesmo deve ser adotado quando desejamos efetuar a análise harmônica refinada de longas séries de valores diários do NMM (igual ou superior a 5 anos ou subséries móveis de 121 alturas horárias) ou quando deseja-se calcular a função densidade de probabilidade do NMM (FRANCO, 2009).

Para a determinação do NMM, entre os anos de 2006 e 2019, foi adotado o aplicativo NIMED®, do *software* PACMARE®. Com o mesmo, foi possível obter o NMM mensal e suas médias, os valores anuais e a regressão dos valores anuais.

Antecedendo à etapa de processamento dos dados, foi necessário concatenar as informações maregráficas relativas aos anos, meses e dias observados, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Quantificação temporal das observações maregráficas disponibilizadas para o Porto de Maceió.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1956												31 dias
1977				39 dias								
2003							39 dias					
2006				262 dias								
2007	132 dias											
2018							183 dias					
2019	136 dias											

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Na sequência, os dados foram organizados em planilhas tabuladas (arquivos com extensão .txt), de maneira a compatibilizar as informações maregráficas ao formato exigido pelo aplicativo NIMED®, como exemplificado na Figura 8, para o processamento e análise dos resultados.

Na Figura 8, o número 1 (localizado na primeira linha) indica que as observações são de maré, seguido do local das observações, neste caso, o Porto de Maceió; Na segunda e terceira linhas, estão as coordenadas elipsoidais de localização do marégrafo; Na quarta linha, da esquerda pra direita: (3) indica o Fuso UTM; (0), a hora inicial em decimal; (3 8 2018), o dia, o mês e o ano da observação; (1), o intervalo entre as leituras em horas decimal; (8788), o número de amostras; e (1), unidade das amostras em centímetros. Cada uma das linhas amostrais corresponde a 24 observações horárias.

```
1  PortoMaceioRV
09.0  S
35 43.0  W
3   0   3  8  2018  1 8788   1
  109   88   73   68   74   89  110  133  153  163  161  147  127  104   86   75   73   81   97  118  139  154  160  155
  140  119   97   79   69   68   78   97  121  143  159  163  155  137  116   94   78   71   74   88  109  134  155  167
  166  153  131  104   79   61   55   62   82  110  140  162  172  168  150  125   97   74   61   61   76  103  134  163
  181  183  168  141  106   72   47   37   45   70  106  144  173  187  182  160  128   92   62   46   47   67  101  142
  178  199  201  181  145  101   59   29   18   31   64  109  155  189  203  194  165  123   80   46   29   35   63  107
  156  197  218  215  187  142   89   41   10    4   24   66  120  171  205  215  199  161  111   64   29   16   29   67
  119  173  215  232  221  184  131   73   25   -2   -1   27   77  136  187  218  220  194  149   95   46   16   10   33
```

Figura 8 - Exemplo de planilha formatada para processamento das observações maregráficas no aplicativo NIMED. Elaborado pelos autores.

3.4 - DETERMINAÇÃO DA RETROGRADAÇÃO LITORÂNEA

O estabelecimento do recuo do litoral ou retrogradação litorânea (zona de risco erosivo) está associado às mudanças climáticas e ao prognóstico de elevação do nível médio do mar, estimado pelo IPCC (2019) em cerca de 0,48 m a 1 m, até o ano de 2100; como também, de seus agentes modeladores, tais como os ventos, as ondas, a granulometria e as correntes oceânicas.

De maneira a inferir os impactos da elevação do nível médio do mar até o ano de 2100, esta pesquisa adotou a metodologia e os dados ambientais aplicados por Almeida (2018), em conjunto com o nível médio do mar inferido para o porto de Maceió, até o ano de 2100, para determinar a intensidade da retrogradação litorânea, em trecho do litoral do município da Barra de São Miguel, denominado por Almeida (2018), de Subsetor A_1 (Figura 9). Este setor foi delimitado pelo autor, por meio da avaliação do nível de ocupação antrópica, das diferentes altitudes absolutas da linha de costa (h), da variação da largura do perfil ativo (L) e das características geomorfológicas da região.

Almeida (2018) estabeleceu o recuo (R) do litoral, a partir da configuração do prisma praial, com auxílio da regra de Bruun (1962), descrita pela Eq. (2), utilizando, para tanto, os cenários otimista e pessimista (S_1 e S_2), inferidos pelo IPCC (2019), para a elevação do nível do mar sobre os continentes até o ano 2100.

$$R = \frac{SLG}{H} \tag{2}$$

Onde: R é o recuo da linha de costa, devido à elevação do nível do mar (m); S é a previsão de elevação do nível do mar (m) entre o intervalo analisado; L é o comprimento do perfil ativo (m), que compreende a distância entre a elevação máxima do perfil ativo e a profundidade de fechamento; G representa a proporção de material erodido que se mantem no perfil ativo; e, segundo Hallermeier (1980), H é a altura do perfil ativo (m), determinada pela somatória da altura da feição emersa ativa (topo do cordão litorâneo ou da praia ou duna frontal (h)), com a profundidade de fechamento (d_1) calculada do perfil, conforme Eq. (3).

$$H = h + (1,75 \times d_1) \tag{3}$$

De acordo com Nicholls et al. (1995), o resultado da Eq. (3) representa o somatório da altura da feição emersa ativa (h), representada pelo topo do cordão litorâneo ou da praia ou duna frontal, com a profundidade de fechamento do perfil para um período de 100 anos ($d_{1,100}$), determinada através da Eq. (4).

IVIDES.org

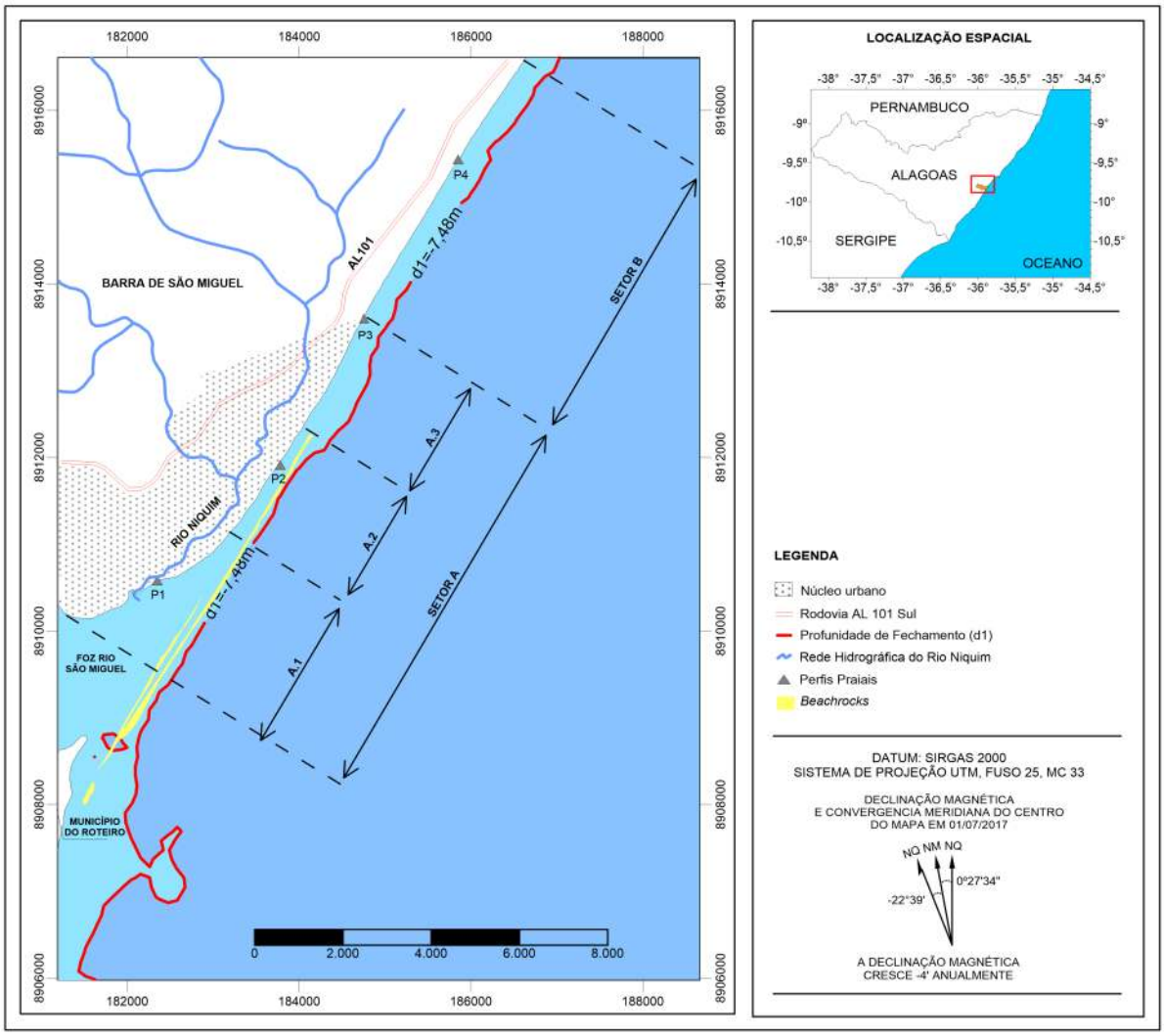


Figura 9 - Mapa dos setores de retrogradação do litoral do Município da Barra de São Miguel, Alagoas. Elaborado pelos autores, adaptado de Almeida (2018).

$$d_{1,100} = 1,75 \times d_1 \tag{4}$$

O valor de d_1 é obtido através da Eq. (5) de Hallermeier (1980), sendo caracterizado a partir das condições de alturas de ondas significativas extremas na zona litorânea; e determina o limite da profundidade do perfil onde ainda ocorre um intenso transporte de sedimentos e mudanças extremas da morfologia do fundo.

$$d_1 = 2H_S + 11\sigma \tag{5}$$

Onde: H_s é a altura média significativa anual das ondas (m); e σ representa o desvio padrão anual das ondas significativas.

No caso particular deste estudo, o valor do nível médio do mar e sua projeção inferida para o cenário otimista (S_3), foram calculados com base nos dados maregráficos obtidos junto à DHN e ao Porto de Maceió.

Para a determinação da posição atual da linha de preamar máxima, foram considerados como indicadores ambientais as feições morfológicas adotadas por Vitém (2004), Almeida (2008), Soares Junior (2014) e Almeida (2018); ou seja, as bermas, a linha de vegetação e as cúspides praiais, além de indicadores antrópicos, como os muros, as cercas e as rampas.

A posição atual da linha de preamar máxima foi determinada com auxílio da fotointerpretação das feições morfológicas e sua respectiva vetorização posicional, utilizando como base cartográfica, um mosaico de imagens ortorretificadas (ortofotomosaico), obtido por meio de aerolevantamento executado em abril de 2020.

IVIDES.org

Para a captura das imagens aéreas, utilizou-se a Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) da marca Phantom 4 *advanced*®; para processamento das imagens, o *software* Agisoft Metashape®; e para vetorização das feições morfológicas, o programa QGIS® (v. 3.4.3).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - NÍVEL MÉDIO DO MAR

Realizados os procedimentos de reocupação da estação maregráfica EST_EIC, conforme preconiza NORMAN-25, foram obtidos os dados altimétricos relacionados ao nível zero da régua maregráfica e às altitudes das RRNN niveladas, ora apresentados na Tabela 3. Para tanto, considerou-se que durante os trabalhos de nivelamento geométrico, a mira falante foi posicionada sobre o topo da régua maregráfica, especificamente na marcação de 4 metros.

Tabela 3 - Elementos altimétricos obtidos para a Estação EST_EIC.Maceió.

Elemento	Descrição	Valor (cm)
S_0	Nível Médio relacionado ao zero da régua maregráfica.	234,90
Z_0	Nível de Redução relacionado ao Nível Médio.	115,50
a	Altitude entre a RN13-DHN e o zero da régua maregráfica.	539,20
b	Altitude entre a RN13-DHN e Nível Médio.	304,30
c	Altitude entre o Nível de Redução e o zero da régua maregráfica.	119,40
d	Altitude entre a RN13-DHN e o Nível de Redução.	419,80

Elaborado pelos autores.

A Figura 10 representa o Diagrama de Descrição Maregráfica elaborado para a estação secundária EST_EIC, segundo os moldes da F-41 estabelecida para a estação principal F41-30725.

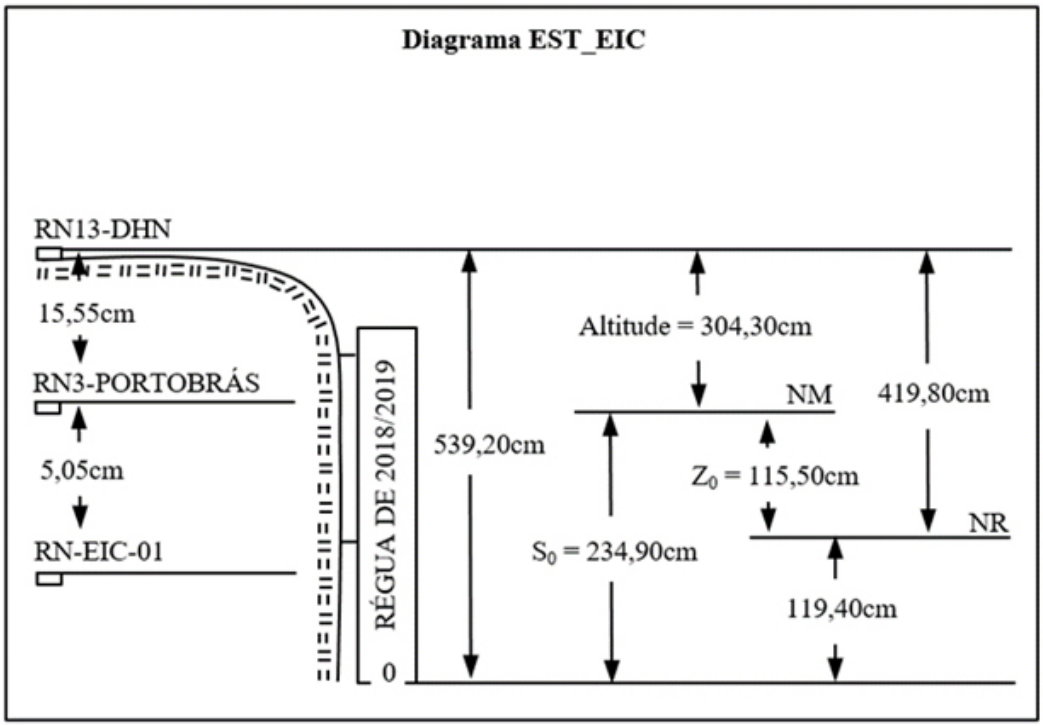


Figura 10 - Diagrama de Descrição Maregráfica para a estação secundária EST_EIC. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Os valores do Nível de Redução (NR) e do Nível Médio (NM) permaneceram inalterados, em relação aos encontrados na Ficha de Descrição Maregráfica (F-41) da estação principal F41-30725, haja vista que, neste momento, o principal objetivo foi determinar o valor da diferença de nível (ΔNRR), utilizando-se a Eq. (6), entre a RN13-DHN e os zeros das réguas maregráficas principal e secundária; diferenças estas, denominadas respectivamente por ΔNP e ΔNS.

$$\Delta NRR = |\Delta NP - \Delta NS| \tag{6}$$

O valor encontrado para ΔNRR foi de -18,70 cm, indicando o quanto o nível zero da régua da estação secundária está abaixo do zero da régua da estação principal. Assim, este valor foi subtraído de todas as leituras da estação secundária.

Desta forma, estabeleceu-se um *off-set* para compatibilizar as observações temporais de maré entre as duas estações. Após o processamento das observações maregráficas no aplicativo NIMED, foram determinados os níveis médios mensais, anuais e suas médias para os anos de 2006/2007 e 2018/2019; os quais, introduzidos em planilha eletrônica, subsidiaram a elaboração do gráfico representativo dos níveis médios temporais, conforme apresentado na Figura 11.

A ausência de observações de marés nos meses de junho e setembro dos anos de 2018/2019 e 2006/2007, respectivamente, representa a existência de inconsistências quanto ao registro das observações maregráficas, sendo as mesmas descartadas, visto indicarem a ocorrência de falhas de funcionamento do marégrafo e/ou ausência de leituras no mês monitorado.

Os meses ausentes poderiam ser determinados por meio da obtenção das componentes harmônicas de maré do período anterior às falhas. No entanto, o objetivo desta pesquisa foi o de avaliar apenas as marés observadas e não previstas.

Ainda foi possível deduzir que, entre os meses de março a junho (período compreendido pelas estações climáticas correspondentes ao outono e ao inverno), os níveis médios mensais apresentaram maior amplitude, sugerindo a influência de eventos meteorológicos sobre a amplitude das marés.

Além disto, os resultados indicaram que o nível médio do mar, em um intervalo de 13 anos, apresentou uma elevação, com amplitude média de 5,69 cm; e uma taxa de crescimento de 0,438 cm/ano.

Apesar das alterações no nível do mar não serem constantes em todas as regiões da Terra, visto a influência de fatores eustáticos, meteorológicos, oceanográficos, geológicos e geográficos, foi possível inferir que os resultados das taxas de crescimento para a região do Porto de Maceió são coerentes aos encontrados por Fran-

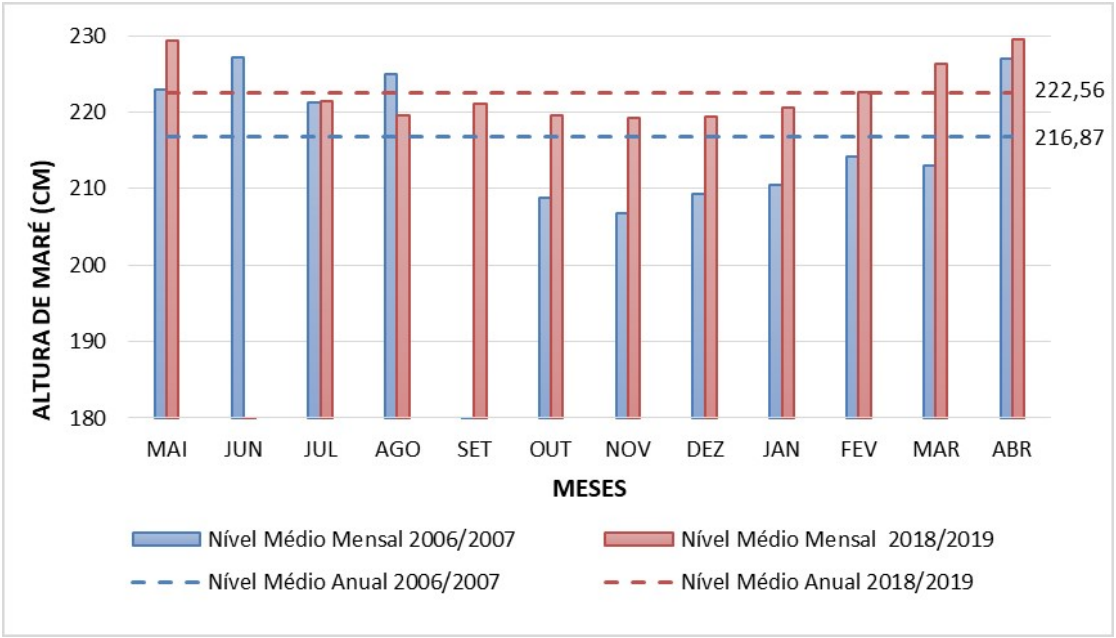


Figura 11 - Representação temporal dos níveis médios mensais e anuais. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

co (2009), para séries de alturas de marés de 77 anos (1921 a 1998), para a cidade de Charleston, localizada na Carolina do Sul (EUA); e de 38 anos (1955 a 1993), para o município de Cananéia (estado de São Paulo), onde foram determinadas taxas de crescimento de 0,319 cm/ano e de 0,375 cm/ano, respectivamente.

4.2 - RETROGRADAÇÃO LITORÂNEA

Ao relacionar a taxa de crescimento anual de 0,438 cm às perspectivas otimistas de elevação do nível do mar, previstas pelo IPCC (2019), de 48 cm até o ano de 2100, foi possível inferir que, no período de 81 anos (2019 a 2100), o nível médio do mar na região do porto de Maceió poderá alcançar 35,5 cm (S_3) acima da posição atual.

Esta elevação, apesar de estar 12,5 cm abaixo do previsto pelo IPCC (2019), se confirmada, deverá se refletir em intensa retrogradação ao longo da linha de costa de Alagoas.

Frente às mudanças climáticas e diante do cenário previsto pelo IPCC (2019), a adoção da fórmula de Bruun (1962) e das variáveis ambientais determinadas por Almeida (2018), possibilitaram obter dados dos impactos da retrogradação litorânea (R_3), ao longo da linha de costa do município da Barra de São Miguel, conforme Tabela 4. Para tanto, foi utilizado como área teste, o subsetor A_1, delimitado por Almeida (2018) e que corresponde a região do município sob maior risco erosivo frente a elevação do nível do mar.

Tabela 3 - Valores médios em metros para as variáveis da fórmula de Bruun (1962).

Setor	Subsetor	Norte	Este	h	H	L	G	S_3	R_3
A	A_1	8910176	181296	1,81	9,29	714,20	1	0,355	27,29
		8911139	183198						

Fonte: Almeida (2018).

Na Tabela 4, h é a altitude absoluta da feição emersa ativa (neste caso, a crista da berma); H é a altura do perfil ativo, determinada pela somatória da altura absoluta (h), com a profundidade de fechamento (d_1); L é o comprimento do perfil ativo, que compreende a distância entre a elevação máxima do perfil ativo (h) e a profundidade de fechamento (d_1); G, que representa a proporção de material erodido que se mantem no perfil ativo (geralmente adotado o valor de 1, devido à complexidade de avaliação); S, representa o cenário de elevação do nível do mar, determinado para a região do Porto de Maceió; e R, é o recuo erosivo da linha de costa devido aos cenários de elevação do nível do mar (S).

Ao considerar o cenário de elevação do nível do mar (S_3) de 35,5 cm e a retrogradação (R_3) e seus impactos sobre o litoral compreendido por A_1, pode-se inferir, por meio da Figura 12, que, mesmo o valor de S_3 estando abaixo do estimado pelo IPCC (2019), como provável cenário otimista (S_1 = 0,48 m) até o ano de 2100; o recuo R_3 já atingiria as edificações existentes na pós-praia, adentrando 27,29 m no continente.

Quanto à tipificação do impacto da elevação do nível do mar, frente às mudanças climáticas, segundo proposta de Nicholls *et al*. (1995), por apresentar feição costeira tipificada como praia arenosa, a região irá exibir processo erosivo em grande parte de sua extensão, com exceção das áreas mais baixas de manguezais, que sofrerão inundação.

Apesar dos alinhamentos de beachrocks constituírem estruturas relacionadas a interação entre os agentes hidrodinâmicos que atuam na morfodinâmica da área de estudo, influenciando significativamente no clima das ondas e no modelado do prisma praial. É importante ressaltar que a presença dos mesmos, contínuos, oblíquos à costa e emersos durante a baixa-mar, determinaram especificamente áreas de proteção do litoral, visto que dissipam parte da energia das ondas, estabelecendo dois pontos de quebra de ondas distintos, sendo um, na linha de *beachrocks* e o segundo, de menor intensidade, na face da praia.

Por fim, ao considerar a vulnerabilidade da costa em relação aos prognósticos de elevação do nível do mar, foi possível classificá-la, conforme critérios estabelecidos por Dal Cin e Simeoni (1994), como sendo de alta vulnerabilidade, em função da largura reduzida da praia, do alto nível de impermeabilização dos cordões litorâneos, por meio da urbanização desordenada e das obras de proteção da zona pós-praia.

IVIDES.org

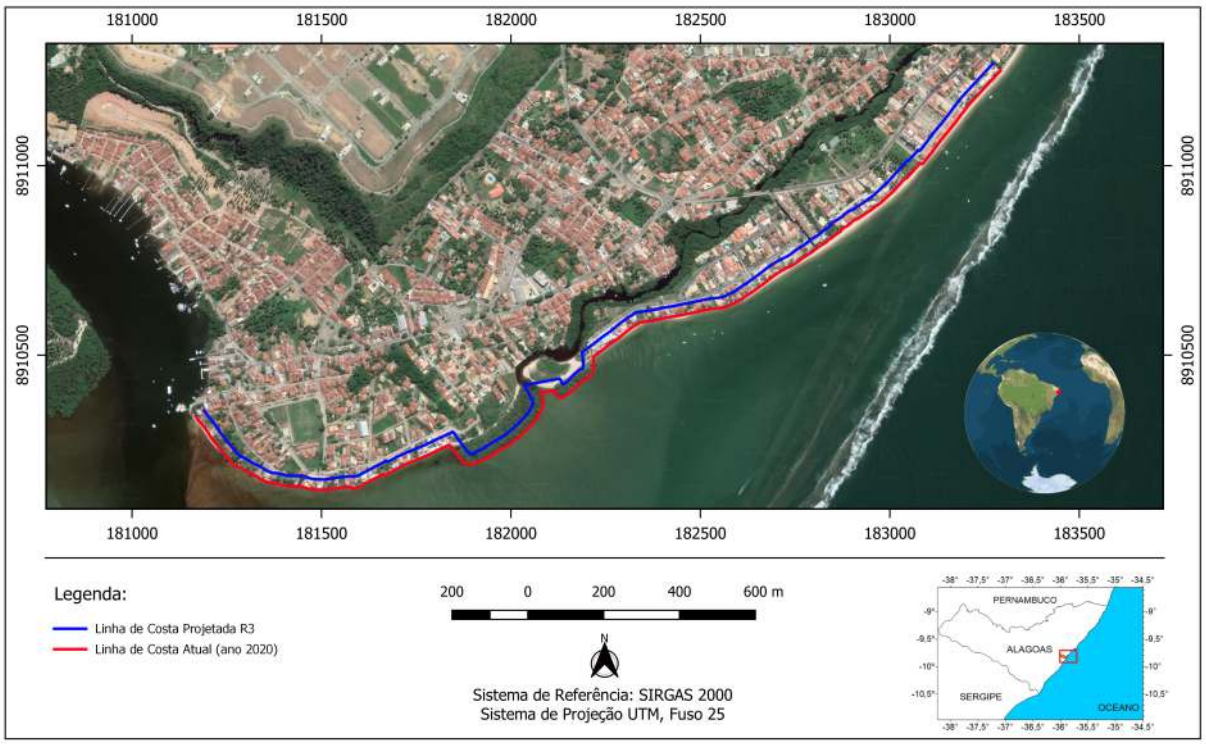


Figura 12 - Mapa de retrogradação litorânea projetado para o ano de 2100: Subsetor A_1. Elaborado pelos autores.

5 - CONCLUSÕES

É importante observar que este estudo foi o primeiro atinente à determinação temporal do nível médio do mar, no estado de Alagoas; e que os resultados devem ser tratados como uma previsão, devendo as observações maregráficas serem ampliadas, por meio da implantação de uma estação maregráfica permanente no Porto de Maceió, ou em outra região protegida da ação direta das ondas. Haja vista a necessidade de se conhecer a dinâmica do nível do mar local, ao longo do tempo, será possível proporcionar que universidades, serviços de defesa civil, órgãos governamentais e entidades ligadas a estudos hidrográficos e ao gerenciamento costeiro, possam ter acesso às observações maregráficas, a longo prazo (ideal 18 anos) e sem interrupções; e corrigidas de efeitos intempestivos. E assim, prever as consequências futuras que a elevação do nível médio do mar poderá acarretar às regiões litorâneas.

Quanto à determinação do nível médio do mar, foi possível verificar que a previsão estimada pelo IPCC (até o ano 2100) pode ser confirmada para a costa de Alagoas. Apesar dos efeitos erosivos ainda não serem sentidos de forma extrema ao longo do litoral, já é possível, entretanto, identificar regiões onde a ação das ondas, principalmente durante as marés de sizígia, tem sido cada vez mais destrutiva; como, por exemplo, nas praias da Região Metropolitana de Maceió (dentre elas, Pontal da Barra, Pajuçara, Ponta Verde, Jatiúca e Riacho Doce).

Quanto à percepção da erosão e da vulnerabilidade costeira ao longo do litoral do município da Barra de São Miguel, em específico no subsetor A_1, conclui-se que as regiões urbanizadas já apresentam processos erosivos, em praticamente toda a sua extensão visto a intensa impermeabilização da região pós-praia (por meio da construção de casas de veraneio, muros de praia e estruturas do tipo *bagwall*), além da ausência de praias nas regiões próximas à foz do rio São Miguel e Niquim. Assim, pode-se inferir que a junção destes fatores poderão influenciar na intensificação do processo erosivo da região até o ano de 2100, que só não é mais visível atualmente, devido à atuação antrópica permanente para impermeabilizar a região pós-praia, de maneira a conter a erosão causada pelo avanço do mar.

Desta forma, é válido afirmar que os resultados obtidos neste trabalho são importantes para compreensão do ambiente costeiro, tanto das áreas estudadas, como do Estado de Alagoas, podendo ser utilizado como fonte norteadora, no monitoramento de outras regiões. Mediante estudos complementares (na ordem de anos e

IVIDES.org

décadas), poderão ser obtidos parâmetros morfodinâmicos espaço/temporais; auxiliando, desta forma, tanto na determinação das tendências evolutivas do litoral, quanto nas ações de planejamento do uso e da conservação das áreas de proteção ambiental.

Recomenda-se ainda, que sejam desenvolvidos trabalhos para determinar as consequências dos impactos da elevação do nível do mar ao longo de todo o litoral de Alagoas, por meio do monitoramento contínuo e da padronização das metodologias adotadas, frente às perspectivas de intensificação do aquecimento global e dos seus efeitos sobre as regiões costeiras. Assim, será possível estabelecer regiões não edificantes; ou seja, faixas mínimas de proteção e manutenção da paisagem ao longo do litoral, as quais seriam suficientes para absorver os impactos futuros, gerados pela elevação do nível do mar.

Por fim, cabe destacar que este trabalho não adotou os limites de terrenos de marinha (Decreto-Lei nº 9.760, de 1946), como referência para analogias ou posicionamento da linha de preamar atual; visto que, segundo Souza (2009), a mesma é bastante controversa em função da amarração ao nível de preamar médio de 1831 (SOUZA *et al*., 2008). Uma vez que, desde 1781, o nível do mar elevou-se em taxas de até 4 mm/ano (ou 50 cm/século) na costa brasileira (MESQUITA, 2003) e sabendo-se que a maioria das praias tem sofrido retrogradação nas últimas décadas, então supõe-se que, em muitas delas, o nível de 1831 esteja submerso (LIMA *et al*., 2002; MESQUITA *et al*., 2005).

REFERENCIAS

ALAGOAS. [Constituição (2013)]. C**onstituição do Estado de Alagoas.** Promulgada em 5 de outubro de 1989. Atualizada até a emenda nº 38/2010. Maria de Fátima Medeiros Tavares (coord.) 3. ed. rev. e ampl. Maceió: Governo do Estado de Alagoas, 2013. 322 p.

ALAGOAS. **Decreto nº 4.098, de 14 de janeiro de 2009**. Institui a Coordenação Estadual do Projeto Orla e a Comissão Técnica do Estado de Alagoas, para acompanhamento do Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla - CTE/AL e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Alagoas, 15 jan. 2009.

ALMEIDA, H. R. R. C. **Influência dos processos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos no zoneamento costeiro e na plataforma continental rasa do litoral do município da Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil**. 2018. 190 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

ALMEIDA, H. R. R. C. **Séries Temporais de Imagens sub-orbitais e orbitais de alta resolução especial na avaliação da morfodinâmica praial no município do Cabo de Santo Agostinho**. 2008. 124 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Geoinformação) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

ARAÚJO, T. C. M.; LIMA, R. C. A. Variação volumétrica nas praias do município de Paripueira, Estado de Alagoas. *In*: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 8, [**Anais...**], Mariluz/PR; Imbé/RS: ABEQUA, 2001, p. 190-192.

ARAÚJO, T. M.; SANTOS, R. C. A. L.; SEOANE, J. C. S.; MANSO, V. A. V. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro, Alagoas. *In*: MUEHE, D. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

ASMUS, M.; KITZMANN, D. S. Gestão costeira no Brasil: estado atual e perspectivas. (versão preliminar). Montevideo: **Ecoplata**, set. 2004.

BASTOS, A. C. **Análise morfodinâmica e caracterização dos processos erosivos ao longo do litoral norte fluminense, entre Cabiúnas e Atafona**. 1997. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.

BERNARDO, S. O.; MOLION, L. C. B. Variabilidade do vento para cidade de Maceió- AL. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, Curitiba. [**Anais...**], Curitiba, 2000, p. 1343-1350.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S.; FLEXOR, L. M.; MARTIN, L. Geologia dos depósitos quaternários no litoral do Estado da Bahia. **Textos Básicos,** Salvador, v. 1, p. 02-21, 1979.

IVIDES.org

BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L SILVA, I.R, 2003. Uma aproximação de primeira ordem entre o clima de ondas e a localização, de longa duração, de regiões de acumulação flúvio-marinha e de erosão na costa norte do brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, 33, 159–166.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui oPlano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabele cecritérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2004/Decreto/D5300.htm. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mai. 1988. Disponível em: https://www.mma.gov.br/destaques/item/8644-plano-nacional-de-gerenciamento-costeiro pngc. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRITO, P. J de O. **Impactos da elevação do nível médio do mar em ambientes costeiros:** O caso do estuário do Sado. 2009. 344 f. Tese, Doutorado em Geologia, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

BRUUN, P. Sea-level rise as a cause of shore erosion. **Journal of the Waterways and Harbors division**, [s.i.], v. 88, n. 1, p. 117-132, 1962.

CUNHA, E. M. S. **Evolución actual del litoral de Natal – RN (Brasil) y sus aplicaciones a lagestión integrada**. 2004. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) - Programa de Doutorado em Ciências do Mar, Universidade de Barcelona, Barcelona, 2004.

DAL CIN, R.; SIMEONI, U. A model for determining the classification, vulnerability and risk in the southern coastal zone of the Marche (Italy). **Journal of Coastal Research**, [s.i.], v. 10, n. 01, p. 18-29, 1994.

DARYONO, L. R.; TITISARI, A. D.; WARMADA, I. W.; KAWASAKI, S. Comparative characteristics of cement materials in natural and artificial beachrocks using a petrographic method. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, 78, 3943-3958, 2019.

DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). **NORMAM-25:** Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos. 2. rev. Niterói, RJ: DHN, 2017.

DIAS, J. M. A.; BOSKI, T.; RODRIGUES, A.; MAGALHÃES, F. Coast line evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until present - a synthesis. **Marine Geology**, v. 170, n. 1-2, p. 177-186, 2000.

DIAS, A.; TABORDA, R. Evolução recente do nível do mar em Portugal. **Anais do Instituto Hidrográfico**, v. 9, p. 83-87, 1988.

DOMINGUEZ, J. M. L. Regional assessment of short and long term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. **Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone**, São Paulo, p. 8-10, 1995.

FERNANDEZ, S. S. **Avaliação do meio físico orientativa à ocupação humana:** estudo de caso aplicado a porção central do município de Imbituba-SC. 2014. 127 f. Dissertação, Mestrado em Planejamento Territorial, Pós-graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

FRANCO, A. S. **Marés:** Fundamentos, Análise e Previsão. 2. ed. Niterói, RJ: DHN, 2009. 344 p.

HALLERMEIER, R. J. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. **Coastal Engineering**, v. 4, p. 253-277, 1980.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC)**, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/srocc/home/. Acesso em: 23 mar. 2020.

KARKANI, A.; EVELPIDOU, N.; MAROUKIAN H.; KAWASAKI S. Study of beachrocks in east attica. **Bulletin of the Geological Society of Greece**, 50, 434-440. 2016.

LIMA, R.C.A. **Estudo sedimentológico e geoambiental no sistema lagunar Mundaú –Alagoas**. 1998. 127 f. Dissertação, Mestrado em Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.

IVIDES.org

LIMA, W. S.; ANDRADE, E. J.; BENGTSON, P.; GALM, P.C. A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil. **Fundação Paleontológica Phoenix**, Aracaju, 2002. (Edição espacial, 1).

MARQUES, R. C. **Geomorfologia e Evolução da Região Costeira do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba**. 1987. 150 f. Dissertação, Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

MESQUITA, A. R. Sea-level variations along the brazilian coast: a short review. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 35, p. 21-31, 2003.

MESQUITA, A. R.; BLITZKOW, D.; FRANÇA, C. A. S.; TRABANCO, J. L. A., Corrêa, M. A.; Quandt, M. **Nível relativo do mar em 1831 em Barra do Una**. [*S.l.*], 2005. Disponível em: http://www.mares.io.usp.br/aagn/51/una/una.html. Acesso em: 06 abr. 2020.

MIGUENS, A. P. **Navegação:** a ciência e a arte. Navegação costeira, estimada e em águas restritas. v. 1. Niterói/RJ: Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, 1995.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p. Disponível em: https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2016/15-Panorama da Conservao.pdf. Acesso em: 07 jun. 2021.

MUEHE, D. Estado morfodinâmico praial no instante da observação: uma alternativa de identificação. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 157-169, 1998.

MUEHE, D. Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo. *In*: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPO). **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**: subsídios para um projeto de gestão. Brasília: MMA, 2004, p. 13-32. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2020/manual_do_projeto_orla-subsidios-para-um-projeto-de-gestao-2004.pdf. Acesso em: 09 de abr. de 2022.

MUEHE, D. (org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, CGEE, v. 13, n. 27, p. 217 - 296, 2008.

NICHOLLS, R. J.; LEATHERMAN, S. P., DENNIS, K. C. E VOLONTÉ, C. R. Impacts and responses to sea-level rise: qualitative and quantitative assessments. **Journal of Coastal Research**, [s.i.], v. 14, p. 26-43, 1995.

NICHOLLS, R. J.; CAZENAVE, A. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. **Science**, Special Issue Review, v. 328, n. 5985, p. 1517-20, 18 jun. 2010. Disponível em: http://www.sciencemag.org/. Acesso em: 06 abr. 2020.

PINTO, A. M.; AZEVEDO, J. L. Relatório das Atividades de Gestão Costeira 2010/2014 – Superintendência de Meio Ambiente. In: ALAGOAS. **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**. Maceió, AL: SEMARH, 2014.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA, 2012. 152 p.

SANTOS, R. C. A. L. **Evolução da linha de costa à médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió – Alagoas**. 2004. 176 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, 2004.

SOARES JUNIOR, C. F. A. **Influência das ondas e das características geomorfológicas no zoneamento territorial costeiro entre Porto de Galinhas e Rio Formoso, litoral sul de Pernambuco-Brasil**. 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

SOUZA, C. R. G.; HIRUMA, S. T.; SALLUN, A. E. M.; RIBEIRO, R. R.; AZEVEDO, S. J. M. **"Restinga"**: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental. São Paulo: Instituto Geológico; Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2008.

IVIDES.org

SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias de Estado de São Paulo: Causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. *In*: BONONI, V. L. R., SANTOS JUNIOR, N. A. (org.). **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente**: a síntese de um ano de conhecimento acumulado. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009. p. 8-69.

SPU-AL (Superintendência do Patrimônio da União em Alagoas); SEMARH (Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos); IMA (Instituto de Meio Ambiente). Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima do Município de Paripueira/AL. **ALAGOAS. Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**. Maceió: SPU; SEMARHL; IMA, 2012.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J-M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 11-23, 2011.

VITÉM, G. Projeto lógico da sistemática de monitoramento da morfodinâmicas da linha de costa: Produto 2. *In*: **Secretaria de Estado do desenvolvimento social, urbano e meio ambiente** – Estado de Santa Catarina. 2004. 54 p.

VOUSDOUKAS, M. I.; VELEGRAKIS, A. F.; PLOMARITIS, T. A. Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. **Earth-Science Reviews**, v. 85, n. 1–2, p. 23–46. 2007.

IVIDES.org

13

DOI 10.5281/zenodo.6672852

ASPECTOS DA PESCA ARTESANAL EM REGIÕES COSTEIRAS DA BAHIA

Marcelo Carneiro de Freitas

1 - INTRODUÇÃO

A pesca artesanal é exercida por pescadores autônomos que trabalham sozinhos, que podem ter a mão de obra familiar ou não assalariada, fazem uso de apetrechos geralmente simples e encaminham sua produção inteira ou parte dela para o centro comercial (CLAUZET; RAMIRES; BARRELLA, 2007; VASCONCELLOS; DIEGUES; KALIKOSKI *et al*., 2011). Desta maneira, a pesca é uma atividade importante para gerar renda e fomentar proteína animal a muitas famílias, com papel relevante para a conservação cultural das comunidades pesqueiras (PEDROSA; LIRA; MAIA, 2013).

A pesca artesanal é responsável por um elevado número de empregos nas comunidades costeiras, tendo um papel social e econômico fundamental nessas populações, mesmo assim é pouco reconhecida como setor produtivo importante pelos órgãos de fomento nacionais (MENDONÇA, 2015). A atividade pesqueira é passada de geração em geração ao longo dos anos, se firmando a partir da prática e com as experiências do cotidiano, onde a atividade pesqueira é uma forma de subsistência e base econômica (MEIRELES; MEIRELES; BARROS, 2017).

O litoral do estado da Bahia, com uma extensão de 1.188km, representa 14,5% de todo o litoral brasileiro, sendo sua produção total de pescado proveniente em sua quase totalidade da pesca artesanal. O estado tem sua exploração em ambientes próximos à costa, pois as embarcações e aparelhagens são feitas por meio de técnicas simples e sua produção tem como finalidade a obtenção de alimento, sendo total ou parcialmente destinada ao mercado (RODRIGUES; GIUDICE, 2011).

Os pescadores da Bahia são fundamentalmente artesanais, e a atividade de pesca visando a complementação de renda e subsistência é uma importante alternativa para o modo de vida dos moradores dessa região (CORDELL, 2001). Dentre as artes de pesca utilizadas no estado da Bahia, podemos destacar o uso das redes de cerco com apoio, das linhas, das redes de espera, das armadilhas e do arrasto de praia (BANDEIRA; BRITO, 2011). A participação da pesca e da mariscagem na produção e/ou na economia varia entre as comunidades pesqueiras, em função das características dos sistemas aquáticos, da presença de rios, canais e manguezais; e do tamanho da população pesqueira (SOARES *et al*., 2009).

Uma grande diversidade de espécies é capturada pela pesca artesanal, porém, de pouca abundância individual, realizada com uma frota de embarcações a vela e grande variedade de aparelhos de pesca, tendo como benefício a geração de empregos (FONTELES-FILHO, 2011). A inclusão de regras e direitos em comunidades pesqueiras e na política de manejos dos recursos da pesca depende de fatores, tais como o esforço de pesca e as informações sobre as características da frota e da tecnologia empregada (FREITAS-NETTO; NUNES; ALBINO, 2002).

IVIDES.org

O conhecimento em relação à dinâmica da pesca local, adquirido pelos pescadores artesanais, pode ser de grande utilidade, a fim de propor outros tipos de manejo, desta forma, é de extrema importância, o levantamento de dados sobre as comunidades pesqueiras, analisando e catalogando os tipos de artes de pesca utilizadas, informações socioeconômicas, para que se tenham dados confiáveis a respeito da pesca artesanal e possa contribuir para planos de manejo de pesca (JOHANNES, 1998).

A pesca permite que os pescadores adquiram conhecimentos sobre o ambiente marinho, a distribuição e desenvolvimento dos organismos, além de aspectos oceanográficos como correntes, marés, temperatura e salinidade. Estes conhecimentos podem ser de grande utilidade para o manejo de estoques pesqueiros, contribuindo como elementos para a gestão pesqueira (SILVA; OLIVEIRA; NUNES, 2007). Identificar o modelo de atuação do pescador, entendendo suas estratégias de pesca, irá possibilitar avaliar se o modo de exploração seguido por uma comunidade é o mais adequado, oferecendo subsidio para possíveis medidas de mitigação, com a criação de regras de uso dos recursos pesqueiros nesta região, em atividades futuras (LOPES, 2004; SILVANO, 2004).

Este capítulo apresenta uma composição de resultados de trabalhos científicos do Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, sobre a pesca em regiões costeiras da Bahia, além de outras publicações, sobre pesquisas realizadas no litoral baiano, que têm como objetivo, contribuir para a divulgação de informações sobre a pesca artesanal na Bahia.

2 - ARTES DE PESCA

Há uma grande diversidade de artes de pesca na Bahia. No monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino, realizado pelo projeto ESTATPESCA, em 2008, foram registradas no estado da Bahia (em suas 347 localidades de desembarque), cerca de 55 artes de pesca, sendo que a maioria da produção pesqueira era capturada por cerca de oito artes de pesca e as redes apresentavam o maior destaque dentre as mesmas (IBAMA, 2008).

Na Baía de Todos os Santos, foram registradas 18 artes de pesca ou combinação delas para captura do pescado, sendo que a rede de espera (Figura 1) foi considerada a mais representativa da região, sendo registrada ainda, a rede de cerco, a rede camarãozeira, a rede de arrasto de praia, as linhas com anzóis, o curral de pesca conhecido como camboa, além da pesca utilizando a coleta manual (SOARES et al., 2009).

Figura 1 - Rede de espera utilizada por pescadores da Baía de Todos os Santos, Bahia. Acervo dos autores.

IVIDES.org

Segundo Gomes (2010), no município de Maragogipe, foram registrados 46 tipos de artes de pesca, sendo que a redinha, a camarãozeira e a tainheira foram a mais utilizadas pelos pescadores, porém as pescadoras trabalhavam com a enxadinha, o ferro e o farracho. Conforme relato do autor, esse grande número de artes de pesca se devia à diversidade de ambientes de pesca, que envolviam águas salgadas e doces, regiões de mangues, bancos de areia, canais, além disso, também uma grande variedade de espécies disponíveis para a captura.

No município de Saubara, na comunidade de Bom Jesus dos Pobres, as principais artes de pesca são: redes (como a de espera), arrasto de praia e tainheira, mas utilizando também anzóis, como a grozeira (Figura 2) e a linha de mão com anzóis (ARAUJO, 2010). Outras artes de pesca podem ser compartilhadas com as marisqueiras e as pescadoras, como a redinha, a tarrafa e o jereré. A pescaria nesta comunidade é realizada em variados períodos do dia, dependendo das espécies que se pretende capturar, com um período máximo de cinco horas por dia, dependendo do pesqueiro; os pescadores e marisqueiras necessitam do auxílio de embarcações para viabilizarem suas atividades, na maioria dos pontos de pesca. Em Saubara, a pesca ocorre durante todo o ano, porém, no inverno, compreendido no período de junho a setembro, ocorre a maioria das pescarias.

Figura 2 - Arte de pesca grozeira, utilizada pelos pescadores do Recôncavo da Bahia. Acervo dos autores.

No estuário do rio Serinhaém, em comunidades pesqueiras, como Contrato, Igrapiuna e Barra do Serinhaém, foi registrado um total de 30 variedades de artes de pesca, que podiam ser de simples confecção, como a linha de mão, o manzuá ou redinha de arrasto; assim como, mais especializadas, como o espinhel e o arrastão (SANTOS; FREITAS, 2017). O manzuá foi considerada a arte de pesca mais utilizada, seguida da linha de mão e da redinha de arrasto; já na região mais próxima da saída do estuário, os pescadores utilizavam mais o arrastão, a tainheira, a caçoeira, redinha de arrasto e a curimanzeira. Porém, na comunidade de Contrato, há uma predominância do uso do calão. Nesse estuário, também pode ser encontrada a camboa na comunidade do Timbuca, no município de Igrapiúna, no Baixo sul do estado da Bahia (SANTOS-NETO, 2015).

A pesca da camboa é uma atividade rápida, que não demanda tanto tempo do pescador para a captura do peixe, podendo ser exercida por pessoas que fazem outras atividades ou que não possuem familiaridade com embarcações (FIDELLIS, 2013). A camboa tem como principal objetivo de direcionar o animal ao centro da armadilha e, portanto, ela é projetada de forma que os peixes nadem sempre em direção ao morredor, ficando assim, aprisionados até a hora da despesca, que é realizada quando a maré está com seu nível mais baixo (ICMBio, 2013).

Na construção da camboa na comunidade de Timbuca, as madeiras utilizadas para confecção dos mourões eram do tipo biriba, taipoca e bambu (Figura 3). A biriba era também utilizada no morredor e sala, enquanto a taipoca, empregada na confecção da cerca, pois, segundo os próprios pescadores, era uma madeira mais inferior (SANTOS-NETO, 2018). Este autor ainda relatou que o material utilizado para as telas era extraído das palhas do

IVIDES.org

dendezeiro e/ou com taliscas de bambu, que recobriam apenas o morredor e a sala, sendo esse material extraído do meio ambiente local, não gerando nenhum custo aos pescadores. As telas que recobriam a cerca eram sintéticas, sendo adquiridas no comércio local.

Figura 3 - Visão interna de uma camboa da comunidade de Timbuca, Igrapiúna (Bahia). Acervo dos autores.

No município de Cachoeira, na comunidade do Engenho da Vitória, localizado no recôncavo baiano, a rede de emalhe, assim como em outras comunidades da Bahia, é a arte de pesca mais utilizada pelos pescadores, porém outras artes de pesca também são utilizadas pelos pescadores, como o manzuá, a camarãozeira e a linha de mão (ARAÚJO, 2018). A rede de emalhe é utilizada na pesca passiva, sendo fixada em um período do dia e retirada depois de um determinado período. Estas artes de pesca, geralmente, são compradas ou confeccionadas pelos próprios pescadores.

No município de Vera Cruz, as artes de pesca mais utilizadas pelos pescadores são a rede de arrasto e a linha de mão, mas também utilizam o calão, a tainheira, o jereré, o arpão, o manzuá (para a pesca de lagostas) e o bicheiro (para apesca de polvos) (MASCENA, 2018). Este autor relatou que, para marcar a localização dos pesqueiros, era utilizada a visualização de marcos naturais e artificiais, sendo que poucos utilizavam um aparelho de GPS, fato bem característico da pesca artesanal. Os pescadores de Vera Cruz ainda citaram que o aumento do número de pescadores, a poluição ambiental e a pesca com bomba foram os maiores problemas na região que prejudicam a atividade pesqueira.

Em Canavieiras, as artes de pesca para captura do pescado são bastante diversificadas, sendo a tarrafa, a mais utilizada (Figura 4), seguida pela rede de emalhe e a linha de mão, dentre outras (FREITAS *et al.*, 2019). No caso da linha de mão, é utilizado um nylon monofilamento, com anzóis variando de tamanho (nº 2; 3; 5; 7), dependendo da espécie a ser capturada. Na Reserva Extrativista (RESEX) de Canavieiras são utilizados alguns tipos de embarcações, porém as canoas compõem a maioria, sendo de casco de madeira, com aproximadamente três metros de comprimento, com locomoção a remo ou com um motor de popa de baixa potência.

IVIDES.org

Figura 4 - Pesca com tarrafa, utilizada por pescadores da Reserva Extrativista (RESEX) de Canavieiras, Bahia. Acervo dos autores.

Pontes (2015) relatou que os pescadores do município de Santa Cruz Cabrália, envolvidos na pesca de mergulho com compressor, capturam tanto peixes quanto lagostas, podendo utilizar os seguintes materiais: máscara, roupa de neoprene, cinto de lastro, nadadeiras, válvula simples para o controle de ar, uma mangueira de 300 metros ligada a um botijão de gás de cozinha, um bicheiro, um arpão, uma bolsa de nylon, balão e lanterna. As lagostas são capturadas através do bicheiro, quando o mergulhador insere a sua ponta no cefalotórax para evitar danos em sua cauda, e em seguida são colocadas na bolsa. Já a captura dos peixes, se dá por meio do arpão, quando os espécimes alvos são avistados, o mergulhador aproxima-se mirando na cabeça e faz o disparo. Estes peixes são amarrados numa espécie de balão, que é enchido com o ar da mangueira do mergulhador, fazendo o peixe boiar na superfície mais rapidamente.

A mariscagem é uma atividade de pesca manual, utilizando muitas vezes utensílios caseiros adaptados para cavar, como uma faca, colher e, em outros casos, uma machadinha, conforme registro de Araújo (2010); além disso, levam baldes e jereré utilizados para carregar a produção coletada. Essa atividade é bem tradicional em toda região costeira da Bahia, sendo realizada principalmente pelas mulheres e crianças, nas praias, coroas e nos manguezais, para a extração de moluscos e crustáceos, como os siris e caranguejos (SOARES *et al.*, 2009). Gomes (2009) relatou que a participação de mão de obra masculina também tem aumentado devido à carência da oferta de outro tipo de trabalho e a falta de recursos em obterem o barco e a rede, instrumentos necessários para a pesca em alto mar. Conforme relato de Jesus e Prost (2011), na Baía de Todos os Santos, a origem dessa atividade remonta ao período de ocupação de seus primeiros habitantes, comprovado pela presença de sambaquis na beira de suas águas. Porém, esta atividade está cada vez mais comprometida, devido aos impactos provenientes das atividades petrolíferas e ao aumento da população na Baía de Todos os Santos.

3 - TIPOS DE EMBARCAÇÕES

A frota pesqueira da Bahia é composta, em sua maioria, por embarcações artesanais construídas de madeira e com propulsão à remo e/ou vela. A canoa é a mais representativa, distribuídas em áreas estuarinas, sendo as do recôncavo feitas de um só tronco de árvore (Figura 5). Além desta, tem a canoa motorizada, o bote de alumínio e as lanchas.

IVIDES.org

Os botes podem ser de madeira ou alumínio, variando de 4 a 8 metros, dependendo do tipo, sendo embarcações movidas a vela, entre as quais, as de alumínio apresentam motor de popa (IBAMA, 2008). As lanchas são de casco de madeira, apresentando um casario na proa ou na popa, equipamentos de navegação, sendo motorizadas e permitindo maior autonomia de mar.

Na Baía de Todos os Santos, estão presentes embarcações pequenas, construídas de madeira, poucas fabricadas em fibra, sendo a maioria das canoas, impulsionadas a remo, muitas vezes, utilizando uma pequena vela, sem dispositivo de auxílio à navegação, comunicação, localização; e com armazenamento precário do pescado. Os barcos motorizados, como as lanchas e os saveiros, apresentam casario no convés, com tamanhos inferiores a 15 metros, podendo ser classificado por tamanho em pequeno, médio ou grande (SOARES *et. al.*, 2009). Em Vera Cruz, as lanchas e as canoas foram as embarcações mais representativas na pesca local, podendo ser de madeira ou fibra, motorizadas ou a remo; geralmente, são emprestadas ou alugadas de algum familiar, amigo ou comerciante (MASCENA, 2018).

(a)

(b)

Figura 5 - Tipos de canoas utilizadas (a) pelos pescadores da RESEX de Canavieiras e (b) pelos pescadores do Recôncavo da Bahia (b). Acervo dos autores.

No município de Santa Cruz Cabrália, os barcos utilizados para a pesca de mergulho são de médio e grande porte, com casaria, fabricados em madeira, com propulsão a motor de três a quatro cilindros, apresentando de 8 a 12 metros de comprimento, possuindo equipamentos de navegação e comunicação, tais como a bússola, o celular, o GPS, os rádios comunicadores e a sonda. Conforme os pescadores, a sonda era utilizada para a localização de cardumes de sardinhas, facilitando a captura de badejos pelos cardumes estarem sempre próximos. Os barcos são compartimentados em cozinha, quatro beliches, comando, oito urnas para armazenamento do pescado, sala de máquinas e porão. A capacidade de carga das urnas pode chegar até dez toneladas, porém, raramente, esta produção é alcançada em uma viagem (PONTES, 2015).

IVIDES.org

3 - ESPÉCIES CAPTURADAS

A produção pesqueira marinha/estuarina é desembarcada ao longo das comunidades de pesca, mas o boletim estatístico da pesca de 2008 registrou que, dentre os municípios baianos, os portos pesqueiros de destaque (IBAMA, 2008) são:

- no Litoral Norte - Porto de Arembepe, no município de Camaçari;
- na Baía de todos os Santos (BTS)/ Recôncavo - Porto São João no município de Salvador, Porto da Sede no município de Maragojipe, Porto de Cacha Prego, no município de Vera Cruz;
- no Baixo- Sul - Porto da Sede, no município de Camamu, Porto de Barra Grande, no município de Marau, Porto do tento, no município de Valença;
- no Litoral Sul - Porto de Malhado e Pontal no município de Canavieiras, Porto Grande no município de Ilhéus;
- no Litoral Extremo Sul - Porto do Centro no município de Porto Seguro, Porto do Centro no município de Prado, Porto beira-rio no município de Alcobaça.

No estado na Bahia, muitas espécies marinhas/estuarinas são capturadas, composta por peixes, crustáceos e moluscos, com uma composição diferenciada, dependendo do local de captura. No trabalho de Santos-Neto (2015), na pesca utilizando camboa, foram identificadas cerca de 40 espécies, sendo que as mais representativas, foram os carapicuns e carapebas. Conforme seu trabalho, a camboa do estuário do rio Serinhaém mostrou-se mais eficiente em captura que os currais de São José de Ribamar e Raposa na Ilha de São Luiz (Maranhão) (PIORSKI; SERPA; NUNES, 2009).

No trabalho de Santos e Freitas (2017), no estuário do rio Serinhaém, foram citados um total de 143 pescados, capturados por diversas artes de pesca, sendo que: na categoria de peixes, destacaram-se a tainha, os vermelhos e a sardinha-verdadeira (Figura 6); na categoria dos crustáceos, o siri, o aratu, o camarão branco e o camarão caboclo; e na categoria de moluscos, o mexilhão e a ostra de mangue. Entretanto, o siri se destacou como principal produto capturado e a ostra de mangue foi a espécie de molusco mais coletada pelas marisqueiras do estuário do rio Serinhaém.

Figura 6 - Exemplares de sardinha (a) e siri (b), capturados por pescadores do estuário do rio Serinhaém, Bahia. Acervo dos autores.

IVIDES.org

O manzuá foi considerada a arte de pesca mais utilizada, seguida da linha de mão e da redinha de arrasto; já na região mais próxima da saída do estuário, os pescadores utilizavam mais o arrastão, para a captura de camarões, a tainheira, a caçoeira, redinha de arrasto e a curimanzeira (SANTOS; FREITAS, 2017). Porém, na comunidade de Contrato, havia uma predominância do uso do calão, para a captura de peixes como pititinga, cioba e pescada. Em Taipús de Dentro, no município de Maraú, o manzuá também era a arte de pesca mais utilizada (VASQUES, 2011).

No município de Maragogipe, há também uma grande diversidade de pescados, sendo que os pescadores apontaram os seguintes como os principais: camarão, siri, robalo, tainha, pescada, ostra, arraia, mirim, pititinga, carapeba, paru, chumbinho, sururu, mapé, caranguejo, sarnambi e lambreta (Figura 7). Alguns desses pescados são capturados pela mariscagem das pescadoras, porém alguns pescadores auxiliam também suas esposas nessa atividade (GOMES, 2010).

(a)

(b)

Figura 7 - Exemplar de (a) carapeba e (b) pititinga, capturados por pescadores de Maragogipe, Bahia. Acervo dos autores.

Um total de 43 espécies de pescados estão disponíveis para serem capturadas na RESEX de Canavieiras, entretanto, as principais citadas pelos pescadores são: o robalo (Figura 8), a tainha, o cangoá, os vermelhos, a pescada, a ostra, o aratu, o siri, o caranguejo, entre outras espécies (FREITAS *et al*., 2019). Sendo estes organismos, mais capturados no verão e no inverno. No verão, período compreendido de dezembro a março, a água quente permite uma maior captura de peixes e é melhor para trabalhar comparado ao inverno, conforme foi relatado. Na Península de Maraú, no baixo sul da Bahia, o verão também foi considerado a melhor época de captura, devido à água morna; por isto, apresenta maior abundância de peixes no estuário, devido à procura de peixes por águas mais calmas e com grande fornecimento de alimento para ali se reproduzir (PACHECO, 2006).

IVIDES.org

(a)

(b)

Figura 8 - Exemplar de robalo (a) e tainha (b) capturados por pescadores da Reserva Extrativista (RESEX) de Canavieiras, Bahia. Acervo dos autores.

Em Santa Cruz Cabrália, na pesca de mergulho, foram identificadas duas espécies de lagostas, a vermelha e a verde; enquanto que foram registradas quatro espécies de peixes consideradas de maior valor econômico: o badejo, o budião azul, o dentão e a garoupa. Destas espécies, o badejo foi o que apresentou maior valor comercial, na alta temporada, seguido do budião e do dentão. Segundo os pescadores, os valores comerciais destas espécies variam de acordo a época do ano, ou seja, na alta temporada, quando a cidade recebe maior número de turistas e visitantes, o valor dos peixes é maior, quando comparado ao valor na baixa temporada (PONTES, 2015).

Jesus e Prost (2011) relataram que, na Baía de Todos os Santos, as espécies de moluscos mais coletadas no manguezal são o chumbinho ou bebe-fumo, a ostra, o siri e o sururu; e isso se deve principalmente à época de reprodução destas espécies, que, em geral, acontece durante todo o ano, embora apresente períodos de maior intensidade. Semelhante ao registrado em Bom Jesus dos Pobres, por Araújo (2010), que relatou que os principais produtos que movimentavam a economia da região eram a ostra e o bebe fumo, o sururu de pedra e o siri, sendo este último, considerado como o principal marisco comercializado na região, na forma de catado (ou seja, cozido e a carne desfiada). Conforme relatos de algumas marisqueiras no município de Saubara, o inverno é o período de maior coleta, pelas temperaturas mais amenas e menor incidência do sol, favorecendo o aumento do número de horas no local de coleta pelas marisqueiras.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características socioeconômicas dos pescadores da Bahia se enquadram com as dos demais pescadores do Nordeste, apresentando baixa escolaridade e poder aquisitivo limitado. A mão de obra aplicada na pesca é principalmente adulta e, conforme os relatos, os pescadores mais jovens não querem seguir a vida árdua e com pouco retorno. O trabalho braçal, o esforço físico excessivo repetitivo e a má postura nas atividades pesqueiras têm sido causas de muitos problemas físicos à saúde, que, apesar de ser algo antigo, tem sido um ponto de atenção para profissionais de saúde do trabalho.

As pescadoras também são bem atuantes na pesca artesanal, participando de forma direta na pesca ou ajudando seus parceiros e familiares. Segundo Silva (2018), as pescadoras do município de Maragogipe (BA) eram, em sua maioria, jovens e solteiras, com baixo nível de escolaridade, tendo uma renda mensal correspon-

IVIDES.org

dente a menos de um salário mínimo, tendo a atividade pesqueira como única fonte de renda. Embora as mulheres exerçam seu papel na pesca, poucas vezes, seus trabalhos são valorizados e, por conseguinte, poucas ações políticas de intervenção vêm sendo feita para apoiar e acrescentar em seu potencial produtivo (ROCHA, 2010). As comunidades pesqueiras têm mostrado nos últimos anos a importância dos trabalhos realizados pelas mulheres nos espaços de produção e comercialização, no âmbito pesqueiro de pequena e grande escalas, realizando em equipe uma função importante na produção econômica e social das comunidades (MELO, 2012). A pesca artesanal marinha na Bahia é tradicional, no qual os conhecimentos são repassados através das gerações, entretanto, cada vez mais, os jovens não têm seguido essa atividade, na busca por trabalhos mais rentáveis, já que, devido a ser um trabalho árduo e, muitas vezes, com pouco retorno financeiro, a alternativa é seguir outra profissão.

Na Baia de Todos dos Santos, conforme relatado por Bandeira e Brito (2011), foram registradas algumas problemáticas na atividade pesqueira, que podem ser verificadas em várias comunidades pesqueiras, dentre estas, podem ser citadas: petrechos (furtos, perdas por rompimento em estruturas submersas, ausência de espaço para armazenamento); embarcações (inapropriadas, falta de equipamentos de salvatagem e segurança, falta de registro); áreas de pesca (sobrepesca, conflitos territoriais, poluição e degradação); pescado (escassez, contaminação, pesca predatória); portos (estruturas inadequadas); pesca e mariscagem (dores musculares, escoriações, riscos por acidentes com espécies venenosas).

Em algumas comunidades pesqueiras da Bahia, a falta de eletricidade é um fator limitante para a conservação do pescado, tornando o congelamento caro ou inexistente, ocasionando que o pescado seja comercializado imediatamente para atravessadores ou ainda seja aplicada a salga, para a conservação do produto (BANDEIRA; BRITO, 2011). Esses autores ainda relataram que a comercialização da produção é dominada por uma rede de intermediação, que vai do atravessador individual, que pode ser da própria comunidade que compra e vende o pescado, até os representantes de peixarias, que compram a produção, muitas vezes, por um valor inferior. Segundo Fernandes (2017), em Canavieiras, a forma de armazenamento do pescado capturado era, em sua maioria, por meio de isopor contendo gelo, mas também eram colocados em geladeira ou freezer, ou ainda, comercializados frescos, sendo este tipo de conservação muito utilizada por muitos pescadores da pesca artesanal.

A precariedade no sistema de beneficiamento é algo a ser levado em consideração pela gestão pesqueira - a falta de instalações e utensílios adequados para o processamento do produto pode favorecer a obtenção de um produto de baixa qualidade para os consumidores e ainda, reduzindo a vida útil do produto. A forma de beneficiamento é algo relevante, principalmente quando as problemáticas afetam diretamente o pescador ou a pescadora, a exemplo do que ocorre na mariscagem, conforme relatado por Bandeira e Brito (2011): ausência de freezer no armazenamento; as dores musculares causadas pelo transporte de mariscos e de lenha; irritabilidade nos olhos, durante o cozimento dos mariscos; além das escoriações nas mãos, no processo de catação. Na mariscagem, as pescadoras e os pescadores se acomodam de forma inadequada (do ponto de vista ergonômico) ou em posição que exige menor esforço físico, porém, acabam forçando a coluna cervical e a lombar, que resultam num processo de fadiga muscular; além disso, os movimentos repetitivos para coletar os mariscos acabam favorecendo o aparecimento de dores musculares, lesões na pele e nos cotovelos (SANTOS, 2013). Esta questão tem que ser melhor discutida no âmbito das comunidades pesqueiras e nos setores de saúde da família, a fim de promover soluções, que amenizem os problemas de saúde ocasionados por essas atividades laborais.

Políticas públicas de assistência à pesca artesanal e de valorização da atividade pesqueira têm que ter maior implementação, para que a tradição da pesca possa continuar existindo nessas comunidades tradicionais. Os setores públicos e privados, dedicados a trabalhar com a pesca artesanal, têm que promover e incentivar movimentos que possam beneficiar esses profissionais, por meio de: serviços de saúde, cursos de capacitação de beneficiamento e educação ambiental, incentivo às cooperativas produtivas e organizações sociais, melhoria ou implementação do saneamento básico nessas comunidades tradicionais, além do incentivo à educação, entre outros. A partir de incentivos e implementações dessas medidas, as comunidades tradicionais pesqueiras poderão continuar atuando e contribuindo de forma mais substancial para a economia local e cultural, conseguindo viver de forma sustentável dessa atividade produtiva.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. N. **Caracterização da pesca artesanal na região do Engenho da Vitória no município de Cachoeira, Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

ARAÚJO, R. F. J. **Pescando saberes:** conhecimento dos pescadores e marisqueiras tradicionais sobre a dinâmica dos recursos naturais de Bom Jesus dos Pobres/Saubara – BA. 2010. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

BANDEIRA, F. P. S. F.; BRITO, R. R. C. **Comunidades pesqueiras na Baía de Todos os Santos: aspectos históricos e etnoecológicos**. *In*: CAROSO, C.; TAVARES, F.; PEREIRA, C. (org.). Baía de Todos os Santos: aspectos humanos. Salvador: EDUFBA, 2011. 600 p.

CLAUZET, M.; RAMIRES, M.; BARRELLA, W. Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (enseada do mar virado e barra do una) no litoral de São Paulo, Brasil. **Multiciência,** v.4, p. 1-22, 2005.

CORDELL, J. **Marginalidade social e apropriação territorial marítima na Bahia**. In: DIEGUES, A.C.; MOREIRA, A.C.C. (org.). São Paulo: NUPAUB- USP, 2001.

FERNANDES, S. B. V. **Aspectos da pesca artesanal praticada por pescares da RESEX de Canavieiras, Bahia**. 2017. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

FIDELLIS, C. N. A. **A pesca de curral no município de São Caetano de Odivelas – Pa**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão Gráfica e Editora, 2011. 464 p.

FREITAS, M. C.; FERNANDES, S. B. V.; MASCENA, J. R. L.; ROCHA, N. N. C.; FONSECA, V. L.; PEREIRA, D. C. S.; FERREIRA, L. T. B. **Caracterização da pesca na Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras, Bahia. Aquicultura e Pesca:** Adversidades e Resultados 2. v. 2. 1. ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. p. 23-34.

FREITAS-NETTO, R.; NUNES, A. G. A.; ALBINO, J. A Pesca Realizada na Comunidade de Pescadores Artesanais de Santa Cruz/ES – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 93-100. 2002.

GOMES, M. A. M. D. F. **A pesca artesanal no município de Maragogipe – BA.** 2010. 50f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

GOMES, R. C. **A vida no vai-e-vem das águas:** mulheres marisqueiras de Salinas da Margarida, trabalho, cultura e meio ambiente (1960-1990). 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado da Bahia, Programa de Pós-Graduação em História Regional e Local, Santo Antônio de Jesus, 2009.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – projeto ESTATPESCA**. Tamandaré: Fundação de Amparo à Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Fundação PROZEE); IBAMA, 2008. 384 p.

ICMBio (Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade). **Levantamento das principais artes de pesca utilizadas nas comunidades pesqueiras na área de atuação do Projeto TAMAR-ICMBIO**. Regional Ceará, 2013.

JESUS, R. S.; PROST, C. Importância da atividade artesanal de mariscagem para as populações nos municípios de Madre de Deus e Saubara, BA. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 30, p. 123-137, 2011.

JOHANNES, R. E. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 6, p. 243–246. 1998.

IVIDES.org

LOPES, P. F. M. **Ecologia Caiçara: Pesca e Uso de Recursos na comunidade da Praia do Puruba**. 2004. 117p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2004.

MASCENA, J. R. L. **Características da atividade pesqueira do município de Vera Cruz, Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

MEIRELES, M. P. A.; MEIRELES, V. J. S.; BARROS, R. F. M. Características da pesca artesanal realizada na comunidade Passarinho/Ilha das Canárias/MA. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 3, 2017.

MENDONÇA, J. T. Caracterização da pesca artesanal no litoral sul de São Paulo–Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, p. 479-492, 2015.

MELO, C. A. **Tipos de trabalho da mulher na pesca do litoral do Paraná**. 2012. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2012. 195 p.

PACHECO, S. R. **Aspectos da ecologia de pescadores residentes da Península De Maraú – BA:** pesca, uso de recursos marinhos e dieta. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, 2006.

PEDROSA, B. M. J.; LIRA, L.; MAIA, A. L. S**.** Pescadores urbanos da zona costeira do estado de Pernambuco, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, p. 93–106, 2013.

PIORSKI, N. M.; SERPA, S. S.; NUNES J. L. S. Análise comparativa da pesca de curral na Ilha de São Luís, estado do Maranhão, Brasil. **Arquivos de Ciências Mar**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 65-71, 2009.

PONTES, E.C. M. **Caracterização da pesca de mergulho com compressor no município de Santa Cruz Cabrália – Bahia**. 2015. 59 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

ROCHA, M. S. P. **Mulheres, manguezais e a pesca no estuário do Rio Mamanguape, Paraíba**. 2020. 121 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

RODRIGUES, J. A.; GIUDICE, D. S. A pesca marítima artesanal como principal atividade socioeconômica: o caso de Conceição de Vera Cruz, BA. **Cadernos do Logepa**, v. 6, n. 2, p. 115-139, jul./dez. 2011.

SANTOS, J.; FREITAS, M. C. Caracterização da pesca artesanal no estuário do rio Serinhaém, na microrregião do baixo sul da Bahia. *In*: CASTELLUCCI JUNIOR, W.; BLUME, L. H. S. (org.). **Populações litorâneas e ribeirinhas na América Latina:** estudos interdisciplinares. v. 2. Salvador: EDUNEB, 2017.

SANTOS, L. A. A. **Problemática e perspectivas dos resíduos sólidos das conchas de mariscos originados da mariscagem nas comunidades tradicionais em Salinas da Margarida – BA**. 2013. 144 f. Dissertação (Mestre em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2013.

SANTOS-NETO, J. G. **Caracterização da pesca de camboa no estuário do rio Serinhaém, Igrapiúna – Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SILVA, L. A. **A visão da pesca na perspectiva da mulher pescadora, do município de Maragogipe, Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, A. S.; NUNES, G. Q. Caracterização Socioeconômica da Pesca Artesanal no Município de Conceição do Araguaia, Estado do Pará. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 2, n. 4, jan./jun. 2007.

SILVANO, R. A. M. **Pesca artesanal e etnoictiologia**. *In*: BEGOSSI, A. (org.). Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia. São Paulo: HUCITEC, NEPAUB/USP, FAPESP, 2004.

SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e produção pesqueira. *In*: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de (org.). **Baía de Todos os Santos:** aspectos oceanográficos. Salvador: EDUFBA, 2009. 306 p.

IVIDES.org

VASCONCELLOS, M.; DIEGUES, A.C.; KALIKOSKI, D.C. Coastal fisheries of Brazil, p.73-116, *In*: SALAS, S.; CHUENPAGDEE, R.; CHARLES, A.; SEIJO, J.C. (ed.). **Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean**. Rome: FAO, 2011. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper; 544)

VASQUES, R. O´Reilly et al. Utilização das áreas de manguezais em Taipús de Dentro (Marau, Sul da Bahia). **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 2, p. 155- 161, jun. 2011.

IVIDES.org

14

DOI 10.5281/zenodo.6672855

DESAFIOS DA GESTÃO COSTEIRA FRENTE À IMPLEMENTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS PORTUÁRIOS: ESTUDO DE CASO - TERMINAIS PONTA NEGRA, MARICÁ – RJ

Marina Aires
Alessandra Conde de Freitas
Gisele Silva Barbosa

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

As zonas costeiras podem ser estudadas sob diversos aspectos, desde a economia até a relação dos impactos que as mesmas sofrem, por conta da modificação do uso e cobertura do solo e, também, por conta dos possíveis cenários associados às mudanças climáticas (ver, por exemplo, PBMC, 2016a). Existem diversas definições a respeito do que é a zona costeira, qual é a sua importância e quais são os seus impactos, conforme é apresentado a seguir.

De acordo com a Lei n° 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil, "considera-se Zona Costeira o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre, definida pelo Plano" (BRASIL, 1988, n.p.).

Importante apresentar também a definição dada por um importante geógrafo, Aziz Ab´Saber (2000, p. 27), o qual ressalta que "os litorais se constituem em zonas de contatos tríplices – terra, mar e dinâmica climática; além dos notáveis mostruários de ecossistemas, que se assentam e se diferenciam no mosaico terra/água, existente no espaço total da Costa". Essas regiões apresentam problemas ambientais sérios, tais como: poluição marinha, ocupação irregular, processos acentuados de intemperismo e erosão, que estão correlacionados às diferentes formas de uso e de ocupação dos solos (MUEHE, 2008), conforme citado anteriormente.

Um outro problema encontrado é a questão das mudanças climáticas. Segundo os estudos mais recentes, as zonas costeiras são um ambiente vulnerável, primeiramente por causa da degradação ambiental e das sucessivas modificações da paisagem e por conta da influência de dinâmicas climatológicas, oceanográficas e geomorfológicas, o que corrobora com o aumento da vulnerabilidade nestas zonas costeiras (COPERTINO *et al.*, 2017).

Um aspecto importante se refere à relação existente entre as mudanças climáticas e a variação do nível médio médio do mar, que influencia diretamente a região costeira, deixando-a ainda mais vulnerável fisicamente. Por exemplo, as projeções feitas pelo Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas (IPCC), no seu Quinto Relatório de Avaliação (AR5), indicam que as mudanças ocorrerão, mesmo em diferentes cenários de emissão; e que, caso se mantenham os níveis atuais, a previsão para o final do século seria um aumento de 2,6 a

IVIDES.org

4,8 graus Celsius na temperatura média global, com incremento de 0,45 a 0,82 m no nível médio do mar (PBMC, 2016b). Assim, é possível perceber a necessidade de esforços alinhados ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 13, da Organização das Nações Unidas (ONU), o qual refere-se à Mudança Global do Clima; que afeta, conforme visto anteriormente, a dinâmica costeira, dentre outros.

A importância da zona costeira está relacionada aos possíveis usos e ocupações do solo. Gruber *et al*. (2003, p. 2) ressaltam que: "as riquezas das zonas costeiras tem sido, há séculos, uma fonte fértil, mas sensível de desenvolvimento econômico". Com efeito, a importância dessas zonas é estratégica em termos ambientais, econômicos, sociais, culturais, porém estas atividades devem estar relacionadas com políticas de desenvolvimento sustentável, na gestão integrada e em possíveis mitigação e mediação de questões importantes, como os conflitos de interesse e a poluição ambiental, por exemplo (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Cerca de 20% da população brasileira habita em cidades localizadas próximas ao litoral. Moraes (2007) considera que esse padrão de colonização data do processo de colonização do Brasil e que a ocupação dessas áreas segue padrões econômicos e sociais; e que as mesmas áreas sofreram com processos de favelização. No caso específico da cidade de Maricá, conforme descrito por Freitas, Aires e Barbosa (2019), nota-se que sua ocupação inicial data do século XI, com a presença de povos indígenas da nação Tupi e da família dos Tupinambás. Posteriormente, em meados do século XVI, a partir da doação de uma sesmaria litorânea, se deu a ocupação por povos não indígenas. Já a evolução para categoria de cidade, ocorreu em 1889 e foi influenciada pela construção da estrada de Ferro de Maricá em 1887 e demais infraestruturas estabelecidas.

A ocupação do solo e o desenvolvimento de atividades econômicas específicas sempre estiveram presentes nas regiões litorâneas, tais como: extrativismo, turismo, comércio, aquicultura, operações portuárias, pesca, a exploração de minerais, entre outros. Há ainda, problemas relacionados à especulação imobiliária, estruturas industriais e à implementação de parques eólicos, que causam distúrbios graves e, muitas vezes, irreversíveis na zona costeira (NEVES e MUEHE, 2008).

Monié e Vidal (2006) ressaltam a importância da atividade portuária para o desenvolvimento de relações internacionais entre países e a integração das estruturas do comércio internacional, concentrando as atividades de importação e exportação; o transporte de pessoas e de mercadorias. Os autores mostram a utilização desse tipo de modal, desde a época das Grandes Navegações (que datam do século XV).

As operações portuárias integram um dos principais modais de transportes atuais e estão ligadas às infraestruturas de outros modais, como os aeroportos; os terminais ferroviários e portuários; as retroáreas portuárias, que consistem em um instrumento logístico e aduaneiro, que tem como objetivo controlar os fluxos do porto (PORTOGENTE, 2016) e as rodovias. Essas plataformas logísticas fazem parte de uma cadeia de fluxos de carga que precisam atuar com eficiência e baixo custo. Cumpre salientar que é função da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ): acompanhar e avaliar o desempenho da gestão ambiental e de segurança dos operadores que atuam no âmbito dos portos e instalações portuárias e das empresas brasileiras de navegação (ANTAQ, 2020).

Neste sentido, o monitoramento dos possíveis riscos naturais e/ou antrópicos nestas zonas deve ser realizado, pois a diversidade dos recursos marinhos e costeiros deve ser preservada. Problemas relacionados às instabilidades atmosféricas (e oceânicas) e à poluição marinha podem ameaçar os ecossistemas, a população e a economia destas áreas (FERNANDES *et al.*, 2015).

A gestão ambiental deve estar presente neste tipo de atividade econômica, no sentido de qualificar profissionais responsáveis por monitorar possíveis problemas ambientais, pela preparação para possíveis cenários de desastres e por investimentos destinados à área de preservação ambiental no setor portuário. No Brasil, a questão ambiental se tornou destaque em meados dos anos 1970, com a promulgação da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981). A partir de sua regulamentação, tornou-se obrigatória, a apresentação de estudos relacionados a impactos ambientais e o licenciamento de atividades poluidoras, como a operação portuária (BRASIL, 1981).

Além da documentação exigida pela lei supracitada, destaca-se a Lei nº 9.966/2000, que apresenta a definição a respeito dos Planos de Emergência Individual (PEI). Os PEI estão relacionados às medidas que estabelecem as prováveis responsabilidades e as ações que devem ser realizadas após um evento danoso, assim como, o uso de material humano e de equipamentos, necessários para a prevenção, o controle e a mitigação da poluição nas águas (BRASIL, 2000).

IVIDES.org

Os PEIs são exigidos pela legislação vigente e têm que ser apresentados e sancionados pelo órgão ambiental competente. São de extrema importância, no caso de contaminação de águas, oriundas de eventos danosos com substâncias nocivas (e/ou perigosas) e devem estar articulados com órgãos de Proteção e Defesa Civil, bem como, devem ser considerados em Planos de Contingência estadual e municipal (BRASIL, 2000).

Ressalta-se que a elaboração do PEI e das etapas relacionadas a serem cumpridas foram sancionados, a partir da Resolução CONAMA nº 398/2008 (BRASIL, 2008), o que corrobora com a Lei nº 9.966/2000 (BRASIL, 2000), pois as leis têm o objetivo de regulamentar as ações referentes a possíveis acidentes (eventos) danosos em estruturas portuárias, especialmente, se estas envolvem certas atividades, tais como: exploração, manipulação e/ou movimentação de cargas perigosas, como o óleo e seus derivados, em águas de jurisdição nacional. O PEI deve conter os cenários de possíveis derrames de óleo, por acidentes envolvendo navios e estruturas portuárias.

Com relação à implementação de atividades econômicas em áreas costeiras, ressalta-se a importância da cidade de Maricá, que está situada na costa do estado do Rio de Janeiro, que contará com obras relacionadas à melhoria das infraestruturas presentes na cidade, assim como, com a possível implantação de empreendimentos, como o Terminal Ponta Negra (TPN), popularmente conhecido como “Porto de Jaconé”.

A Companhia de Desenvolvimento de Maricá S.A. (Codemar)[1] ressalta que é de grande importância para Maricá a implantação e a operacionalização de um porto, pois a cidade contará com a capacitação da população, a geração de empregos (diretos e indiretos) e as melhorias em sua infraestrutura básica, segundo os projetos elaborados por esta. No entanto, a referida instituição não menciona prováveis efeitos danosos causados pela nova atividade, o que, na visão das autoras, é um problema sério, visto que cenários de perigo e risco, capazes de causar danos e prejuízos, surgirão com a instalação do empreendimento.

Biazzi *et al.* (2014) ressaltam que o TPN será responsável pelo fornecimento e a manutenção da infraestrutura necessária para a implementação dos terminais marítimos, especializados no armazenamento e na movimentação dos granéis líquidos, que consistirão em uma alternativa eficiente à atual oferta da indústria de exploração e produção de petróleo e de gás natural. O empreendimento é considerado estratégico, por conta da nova infraestrutura, no que tange ao apoio logístico para a exploração de insumos, que provêm das bacias de Campos e de Santos (BIAZZI *et al*., 2014).

No entanto, as obras de licenciamento do TPN estavam embargadas, desde 2019; pois o Ministério Público do Rio de Janeiro (por meio do extinto Grupo de Ação Especializada em Meio Ambiente, Gaema; e da Procuradoria Regional da República da 2ª Região) protocolou, junto ao INEA, uma ação conjunta, solicitando que fosse revogada a Licença Prévia expedida para o TPN, pois o projeto necessitava de estudos mais avançados, no sentido de avaliação de riscos do empreendimento e em função da ausência de outros estudos (MPRJ, 2019). Destaca-se que em 29 de dezembro de 2021 foi autorizada a construção do Porto de Jaconé, conforme diário oficial do Estado do Rio de Janeiro (PREFEITURA DE MARICÁ, 2021a).

Outra questão relevante é a revisão do Plano Diretor de Maricá, cujas discussões foram iniciadas em 2020 e o anteprojeto de lei finalizado em 3 de fevereiro de 2022 (PREFEITURA DE MARICÁ, 2022). O plano está pautado em avaliar o planejamento do desenvolvimento da cidade, fundamentado na legislação vigente; e devendo englobar ações de toda a sociedade. Este plano deve conter as prioridades para o desenvolvimento de políticas públicas e de investimentos na infraestrutura da cidade, contemplando temas relacionados à expansão da cidade. Em um cronograma disponibilizado pela Prefeitura de Maricá, foram previstas cinco etapas de atividades, quais sejam: a organização do trabalho, o diagnóstico técnico, a elaboração dos cenários de desenvolvimento, das estratégias e do anteprojeto de lei.

Ressalta-se que foram realizadas oficinas organizadas pela prefeitura, onde os moradores e interessados puderam participar e discutir, de forma democrática, os principais temas relacionados com a dinâmica da cidade de Maricá, tais como: a sustentabilidade; o desenvolvimento do território; a vulnerabilidade social; o desenvolvimento econômico sustentável; o patrimônio natural, histórico e cultural; o processo de urbanização e a mobilidade urbana (PREFEITURA DE MARICÁ, 2021b). Após a finalização destas oficinas, está prevista a realização de uma audiência pública[2].

[1] https://codemar-sa.com.br/.

[2] As 5 Oficinas Temáticas on-line da etapa de Cenários de Desenvolvimento da Revisão do Plano Diretor de Maricá foram realizadas entre 3 e 7 de maio de 2021 e organizadas pela Secretaria de Urbanismo de Maricá. Mais informações podem ser obtidas em: https://www.marica.rj.gov.br/2021/05/19/plano-diretor-de-marica-finaliza-cinco-oficinas-tematicas/ e as gravações em: https: //www.marica.rj.gov.br/plano-diretor/vide os/

IVIDES.org

2 - OBJETIVO GERAL DA PESQUISA

Diante do exposto na seção anterior, apresenta-se uma série de impactos, que podem ser positivos (ativos ambientais) ou negativos (passivos ambientais), que poderão ocorrer por causa da instalação e da operacionalização do TPN na cidade de Maricá. Os ativos ambientais estão relacionados aos benefícios que este tipo de atividade econômica pode acarretar à cidade, como, por exemplo: a modernização da cidade e a melhoria na infraestrutura relacionada à maior mobilidade populacional, à capacitação profissional e geração de empregos e à oportunidade de novos negócios.

Contudo, problemas relacionados com os processos de favelização e de ocupações irregulares; e ao equipamento público, tais como: o saneamento básico, a coleta de resíduos sólidos e a construção de escolas e hospitais também deverão ser levados em conta. Problemas relacionados à área ambiental devem ser questionados, do mesmo modo, como a implementação de gasodutos e oleodutos, o armazenamento de cargas perigosas, os possíveis derrames de óleo, a modificação da paisagem e os danos aos ecossistemas, dentre outros aspectos.

Portanto, o objetivo da presente pesquisa é apresentar uma caracterização do empreendimento portuário (TPN) e um panorama sintético sobre os ativos e passivos, que estão relacionados à implementação e à operacionalização do empreendimento TPN, no município costeiro de Maricá, RJ, no sentido de mostrar os ativos e passivos ambientais que possam estar relacionados à instalação e à operacionalização do empreendimento.

3 - DESENVOLVIMENTO

Esta seção trata do desenvolvimento da pesquisa: primeiramente, apresenta-se uma descrição da cidade de Maricá e suas principais características socioeconômicas e ambientais; em seguida, dispõe-se uma contextualização sobre o empreendimento (TPN); e, por último, é relatado o desenvolvimento do trabalho de pesquisa em si.

3.1 - A CIDADE DE MARICÁ

O município de Maricá (Figura 1) está situado no Estado do Rio de Janeiro e faz parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), conforme a Lei Complementar nº 184/2018 (RIO DE JANEIRO, 2018)[3]. Segundo a referida lei, Maricá possui quatro distritos municipais: Maricá (sede), Ponta Negra, Inoã e Itaipuaçu; e cinquenta bairros (Figura 2). Segundo a Lei Orgânica Municipal de Maricá, promulgada em 1990, a divisão em distritos relaciona-se com o planejamento urbano e regional da cidade (MARICÁ, 1990).

A origem do topônimo “Maricá” não é um consenso entre os pesquisadores. No entanto, o mesmo deriva de três explicações distintas, podendo ser oriundo do Tupi antigo, onde Maricá seria um nome de uma planta leguminosa; do tupi-guarani, onde o nome significa “espinheiro” (espécie de planta nativa muito encontrada na região); ou do indo-europeu, significando largo ou charco.

A população estimada do município de Maricá (para o ano de 2020), segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, s.d.), é de cerca de 164.504 habitantes e a densidade demográfica, registrada no Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), é de 351.55 hab./km² (Figura 3). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), publicado no mesmo Censo de 2010, foi de 0.765; e o PIB *per capita*, referente ao ano de 2016, foi de R$ 39.078,14

[3] Importante salientar que parte das imagens e descrições das características da cidade de Maricá apresentadas a seguir é baseada em trabalhos científicos realizados por Aires (2020) e Freitas, Aires e Barbosa (2019). Já os mapas, são baseados em Aires (2020) e Nogueira (2019).

IVIDES.org

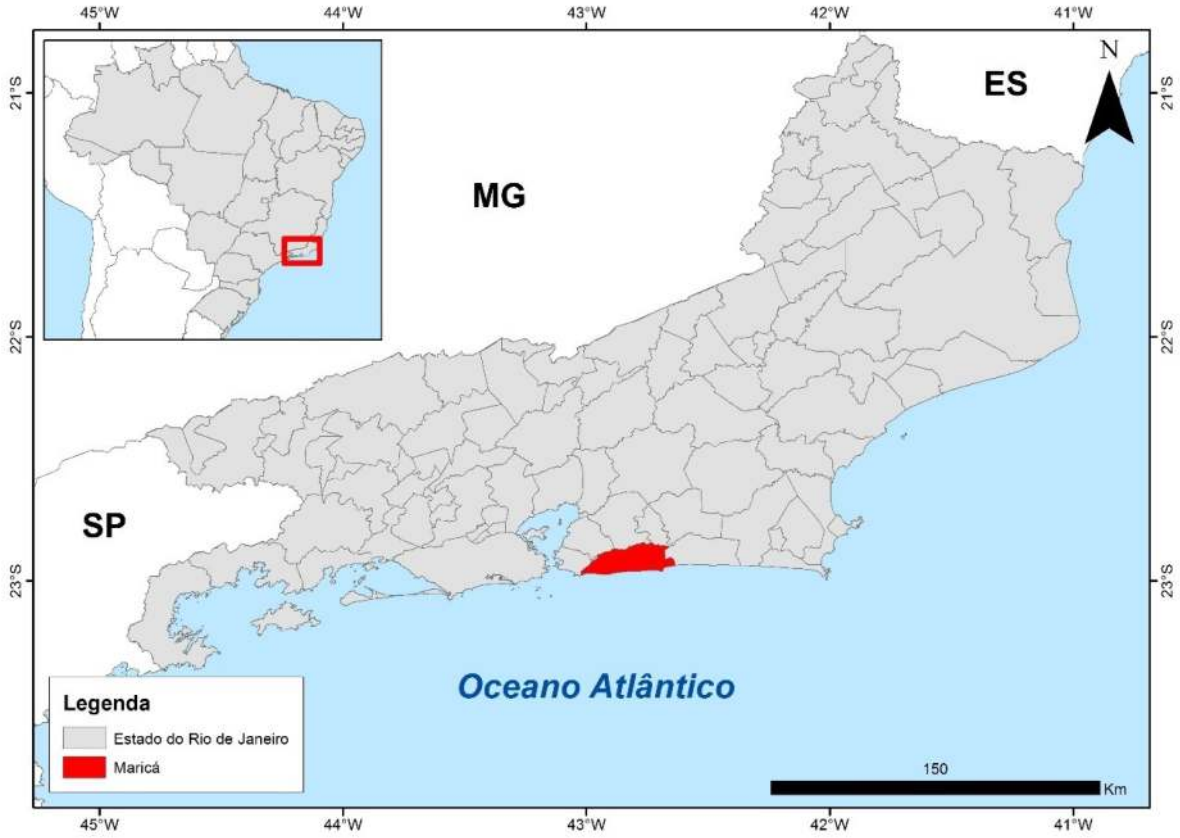


Figura 1 - Localização do município de Maricá. Elaborado pelas autoras.

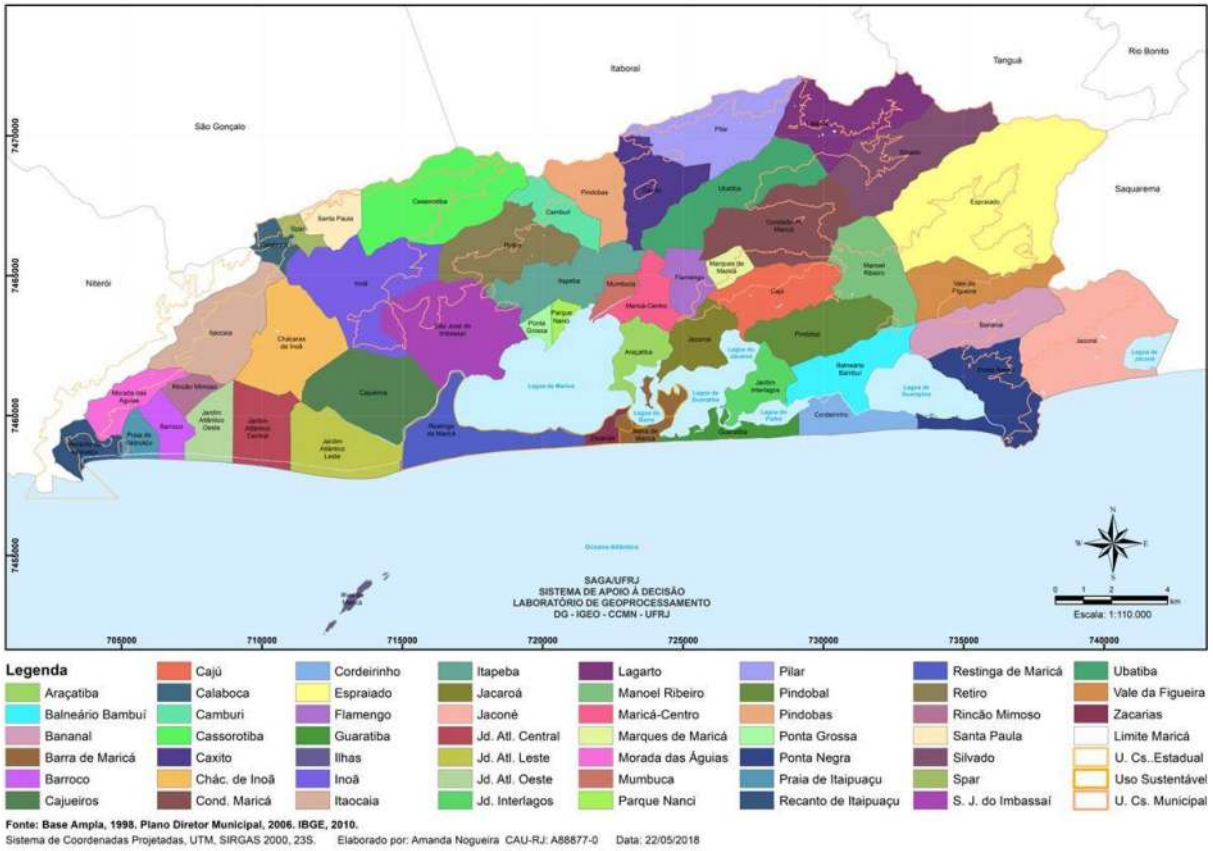


Figura 2 - Bairros do município de Maricá. Fonte: Nogueira (2019).

IVIDES.org

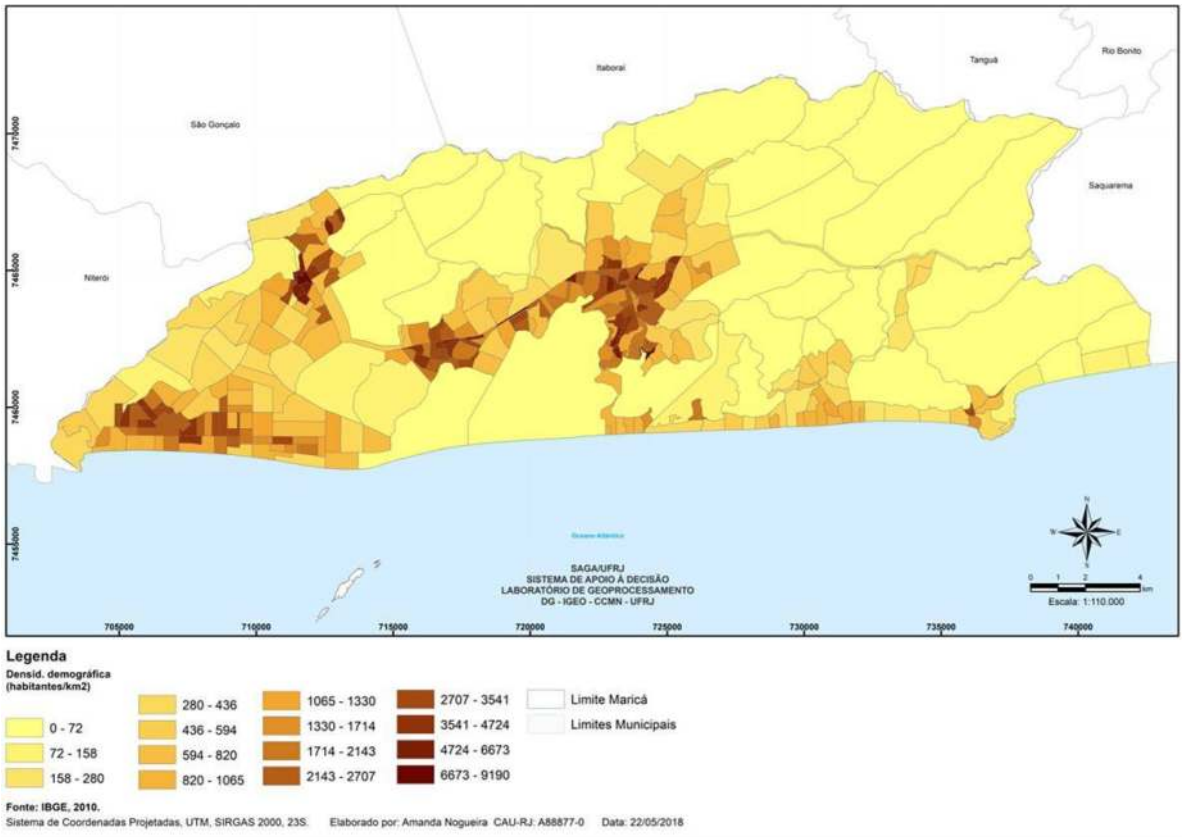


Figura 3 - Densidade demográfica do município de Maricá. Fonte: Nogueira (2019).

O acesso ao município pode ser realizado via rodovias, como a Rodovia Amaral Peixoto (RJ-106), que liga Niterói à Região dos Lagos; a RJ-114, que interliga Maricá a Itaboraí; além das RJ-104 (Niterói – Manilha), RJ-102 (Avenida Central Litorânea), RJ-118 (Acesso ao distrito de Ponta Negra) e BR-101, conforme indicado na Figura 4.

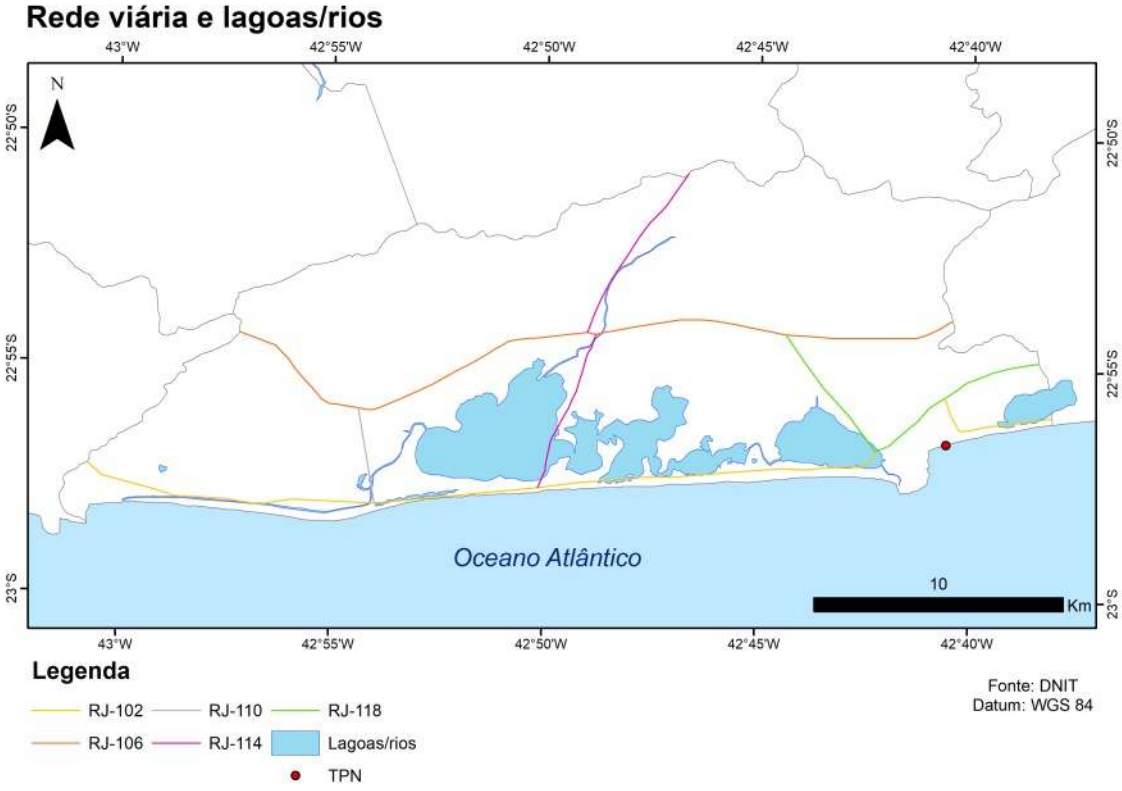


Figura 4 - Rede Viária de Maricá. Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

A cidade de Maricá possui um aeroporto (administrado pela Codemar), localizado no bairro de Araçatiba. Ressalta-se que este passou por uma modernização, sendo entregue em 2018. O aeroporto opera vôos de pequeno e médio porte, com destaque para a aviação executiva e *offshore*; e possui capacidade para 2.000 passageiros/dia (SILVA, 2019b). Esta última, devido às demandas *offshore* do pré-sal e à perspectiva de implantação do Terminal de Ponta Negra (TPN). Cabe ressaltar que é prevista a implantação de um heliporto na cidade.

A geomorfologia de Maricá é constituída por maciços costeiros, como as Serras do Calaboca, Lagarto, Silvado, Espraiado, Tiririca e Mato Grosso, onde se localiza o ponto mais alto do município, o Pico da Lagoinha (com 890 metros); e apresenta uma vasta planície costeira. A presença de feições conhecidas como *beachrocks* (ou rochas de praia) pode ser observada em um trecho de cerca de 1.100 metros de praia, entre Maricá e Saquarema. Por conta da presença dessas rochas, no município, há dois Geossítios: Costão da Ponta Negra (Figura 5); e os *Beachrocks* de Darwin (Figura 6), com um Sítio de Interesse Histórico-Cultural, na área do Geoparque: os *Caminhos de Darwin*.

Figura 5 - Costão da Ponta Negra. Acervo Pessoal de Marina Aires.

Figura 6 - *Beachrocks* de Darwin. Acervo Pessoal de Marina Aires.

IVIDES.org

Maricá possui um extenso Complexo Lagunar, formado pelas Lagoas de Maricá, Barra de Maricá, do Padre, Guarapina e Jaconé. Possui ainda, dois canais de ligação das lagoas com o mar, situando-se o primeiro, à esquerda da linha de costa - Canal da Costa (em Itaipuaçu), atualmente assoreado; e à direita, o Canal de Ponta Negra (Figura 7). O município possui praias oceânicas de paisagens exuberantes, tais como: Jaconé, Ponta Negra, Barra de Maricá, Zacarias, Francês, Cordeirinho e Itaipuaçu (SEMADS, 2001).

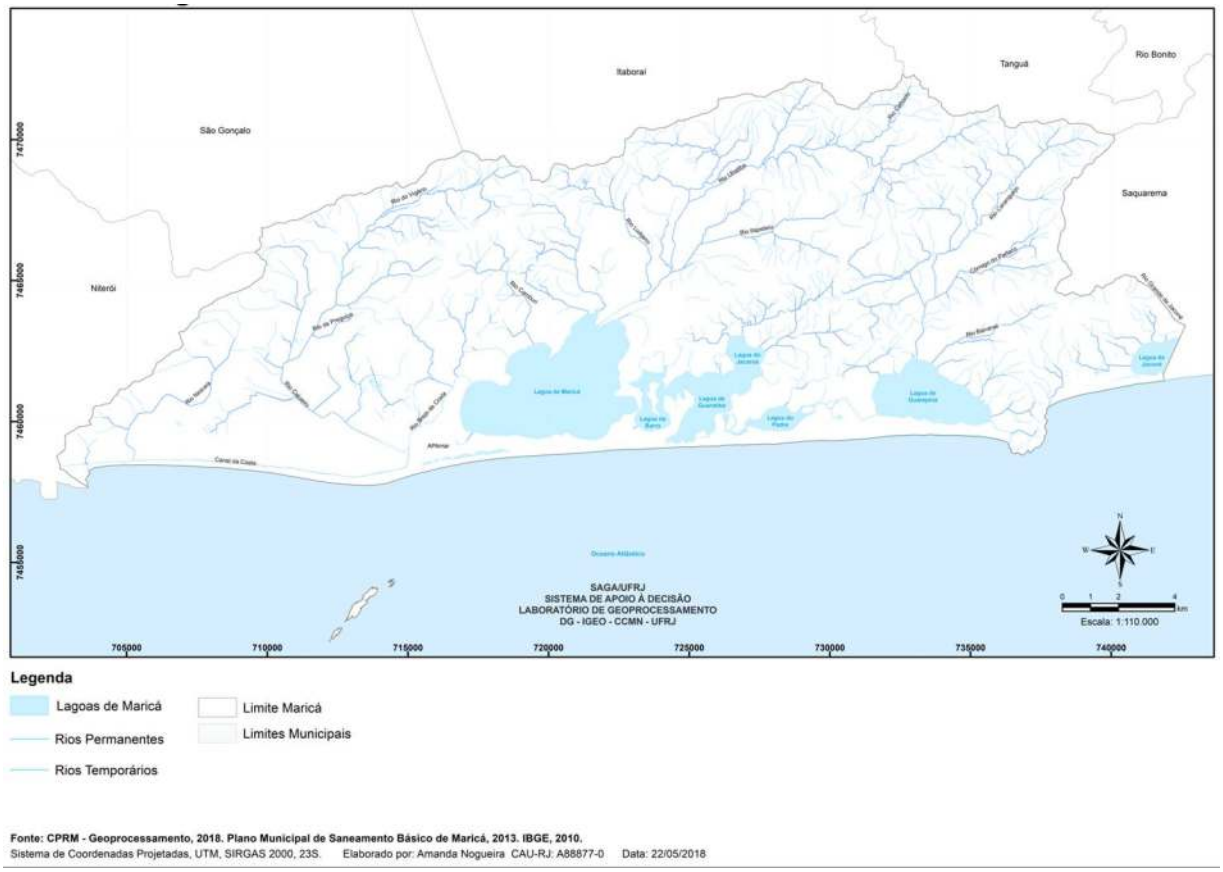


Figura 7 - Hidrografia de Maricá. Fonte: Nogueira (2019).

O clima da cidade é classificado como quente e úmido, com cerca de 1.300 mm anuais de precipitação (Figura 8). A região é atingida por fenômenos meteorológicos como as frentes frias e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que dependendo da intensidade dos fenômenos, pode acarretar desastres naturais, como os associados à erosão costeira, inundações, alagamentos e movimentos de massa (CLIMATEMPO, s.d.).

Maricá possui Unidades de Conservação estadual e municipal em seu território. O Parque Estadual da Serra da Tiririca e a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual de Maricá são exemplos de unidades de conservação estadual. E, as Unidades de Conservação, a nível municipal, são o Refúgio da Vida Silvestre Municipal das Serras de Maricá (REVIS); a Área de Proteção Ambiental das Serras de Maricá e o Monumento Natural Municipal da Pedra de Inoã e da Pedra de Itaocaia, conforme Figura 9.

A cidade de Maricá, por ser uma cidade costeira, possui dinâmicas litorâneas complexas e também apresenta um litoral modificado, com adensamento populacional e exploração de atividades econômicas diversas. Por causa disso, a cidade apresenta problemas, tais como: a erosão costeira; os efeitos de ondas de alta energia e ressacas; a influência de sistemas meteorológicos; a pressão antrópica e turística; a fragilidade socioeconômica; as ameaças à geodiversidade e as mudanças de uso e ocupação do solo (LINS-DE-BARROS; MANSUR, 2018; LIMA; FREITAS, 2019). A erosão costeira está presente em parte da orla da cidade, pois está sob influência de ondas de quadrante sul, por causa do alinhamento leste-oeste (LINS-DE-BARROS; ZEIDAN; LIMA, 2016).

IVIDES.org

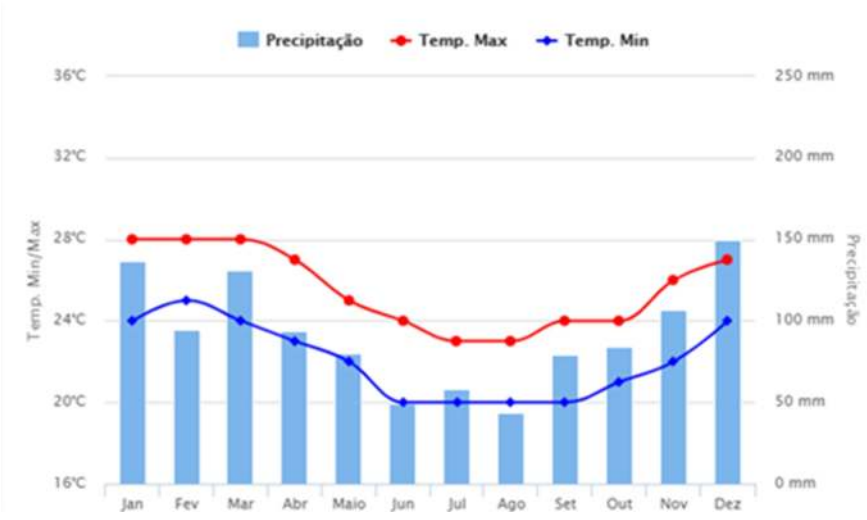


Figura 8 - Climatologia da cidade de Maricá. Fonte: Climatempo (s.d.), dados consultados em 2019.

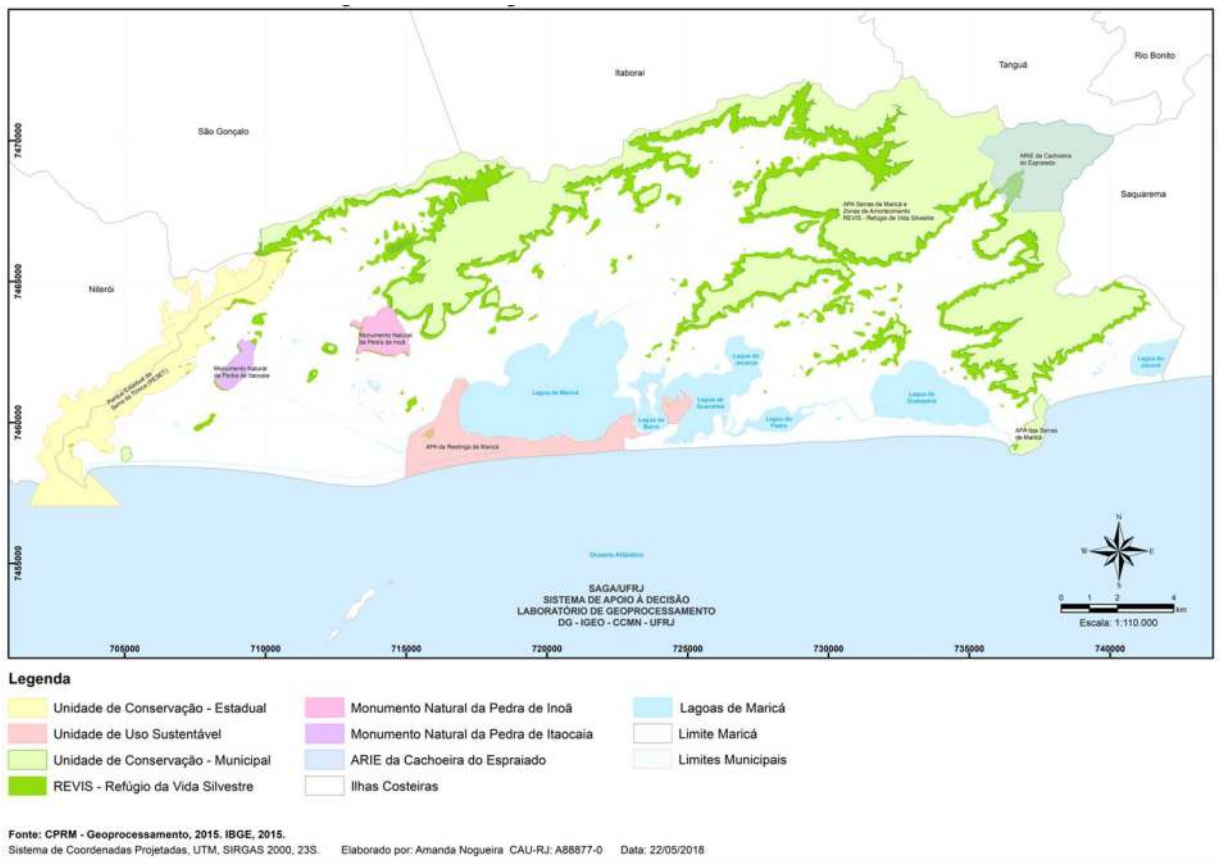


Figura 9 - Localização das Unidades de Conservação (UCs) e das Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Fonte: Nogueira (2019).

IVIDES.org

Observam-se alguns desastres associados a ameaças naturais na cidade de Maricá, principalmente, os de origem hidrológica e geológica, conforme Freitas, Freitas e Lima (2019) e Azevedo *et al.* (2019). Silva (2019a) indica que um dos principais problemas da cidade é a impermeabilização dos solos, pois a mesma interfere nos processos de infiltração e escoamento da água. Desastres como os alagamentos, as inundações e a erosão costeira ocorrem, provocados constantemente por precipitações intensas e severas, como observado nos trabalhos de Freitas, Freitas e Lima (2019); e Lima e Freitas (2019).

As etapas de evolução e surgimento da cidade de Maricá são mostradas na Figura 10, reproduzida de Freitas, Aires e Barbosa (2019), cujos textos em vermelho indicam algum aspecto evolutivo da ocupação (de sesmaria à cidade); e aqueles em azul, informações relacionadas à infraestrutura. A caixa de texto indicada pelo numeral (11) sinaliza o momento em que a cidade obteve ganho significativo de *royalties*[4].

Com relação à economia de Maricá ressalta-se que a atividade da pesca sempre foi relevante, pois além de servir à população local, é também exportada. Com a implantação da rodovia Amaral Peixoto, a RJ-106, houve desenvolvimento de indústrias de construção civil, principalmente no loteamento de terrenos para construção de casas de veraneio, melhorias no setor de turismo e a instalação de comércios na região. Atualmente, Maricá é uma das cidades que mais recebem *royalties* oriundos do petróleo e derivados no Estado do Rio de Janeiro (IBGE, [s.d.]; MARICÁ INFO, [s.d.]).

Em 2015, foi publicado o documento *Finanças dos Municípios Fluminenses*, cujo objetivo foi o de concentrar os dados das contas públicas, dando aos prefeitos e ao governador, condições de realizarem ações conjuntas. Para o ano em questão, a receita da arrecadação em Maricá foi de R$ 511.351.762 e o município ocupou o 16º lugar em um *ranking*, que considerou os 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro. Com relação aos *royalties* e à produção de petróleo, o documento destaca o aumento da participação de Maricá, atingindo 49.2% (FINANÇAS DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES, 2015; CENPE-MPRJ, 2019). Embora não seja objetivo do presente trabalho, é importante destacar que o recebimento de *royalties* mudou completamente a realidade e perspectiva da cidade de Maricá.

3.2 - TERMINAIS PONTA NEGRA (TPN)

O empreendimento Terminais Ponta Negra (TPN), o qual tem possibilidade de ser implantado na cidade de Maricá, no distrito de Ponta Negra, pode ser considerado estratégico por representar oferta de infraestrutura inovadora para apoio logístico à exploração e produção de petróleo e gás provenientes das bacias de Campos e de Santos.

A DTA Engenharia é a empresa responsável pela implantação do projeto, já a Arcadis Logos é a responsável pelo Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto no Meio Ambiente (EIA-RIMA). A Figura 11 indica a localização do complexo lagunar em que o TPN está previsto para ser instalado.

Importante salientar que parte das imagens e descrições referentes ao TPN apresentadas a seguir é baseada em trabalhos científicos realizados por Aires *et al.* (2019) e Freitas, Aires e Barbosa (2019).

Quanto à conformidade com o zoneamento municipal, o TPN estará próximo à praia de Jaconé, Unidade de Planejamento de Jaconé (UP-05). Esta área, conforme a lei municipal 037/2013, é classificada como "Área de Especial Interesse Urbanístico e Econômico", voltada para atividades de Logística, Portuária e Industrial (AEIUE-LPI), na Unidade de Planejamento 05 – Jaconé", portanto, em conformidade com as diretrizes de zoneamento municipal.

[4] De acordo com dados da ANP, divulgados pela mídia, de janeiro a agosto de 2019, Maricá recebeu R$ 395.302.173,58 em royalties e R$ 722.292.867,01 de Participação Especial. No total, a cidade recebeu R$ 1.117.595.040,59; conforme: https://errejotanoticias.com.br/marica-recebeu-mais-de-r11-bi-em-royalties-em-2019-saquarema-e-a-setima-colocada-no-pais/. Acesso em: 20 mar. 2022.

IVIDES.org

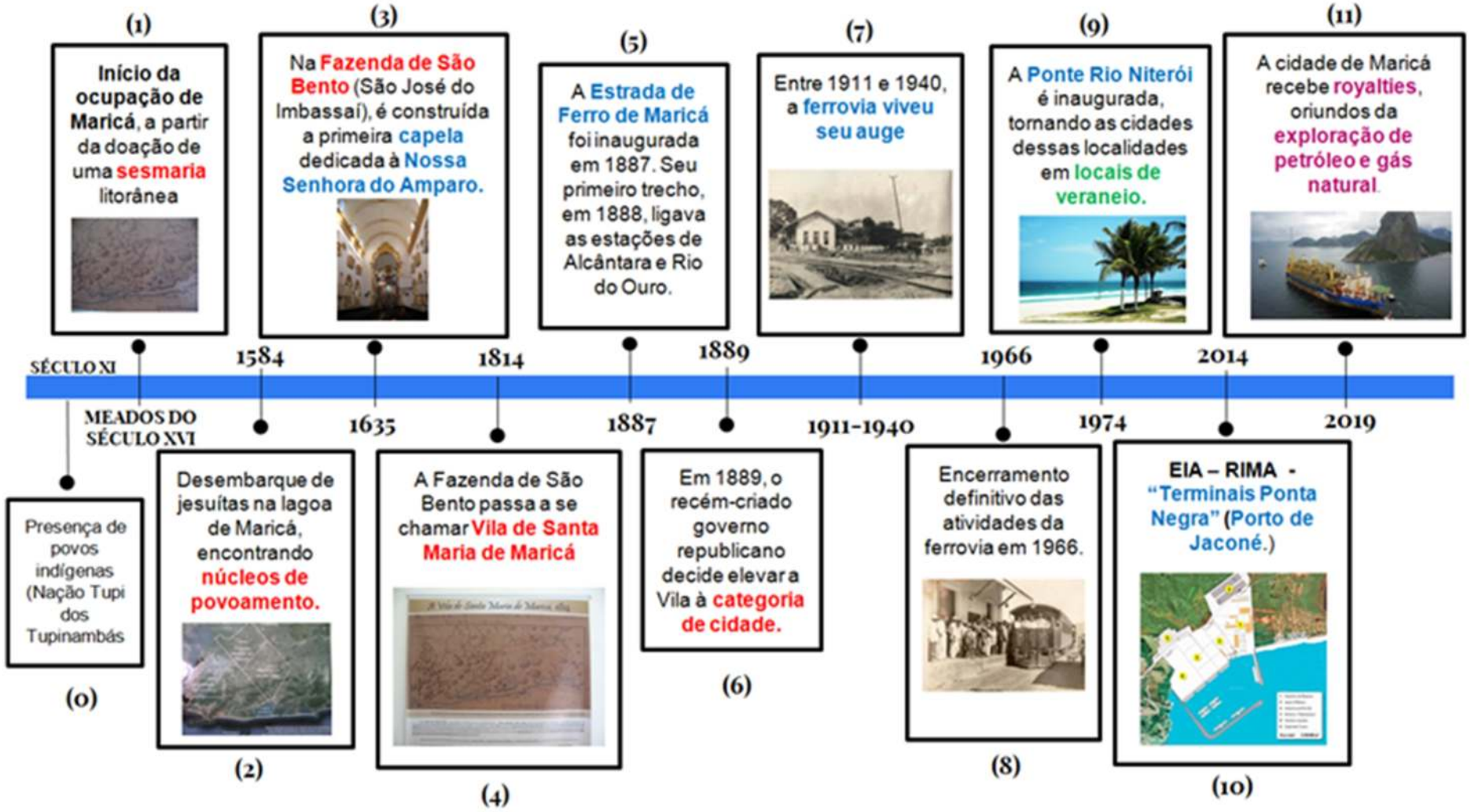


Figura 10 - Evolução da cidade de Maricá. Fonte: Freitas, Aires e Barbosa (2019).

IVIDES.org

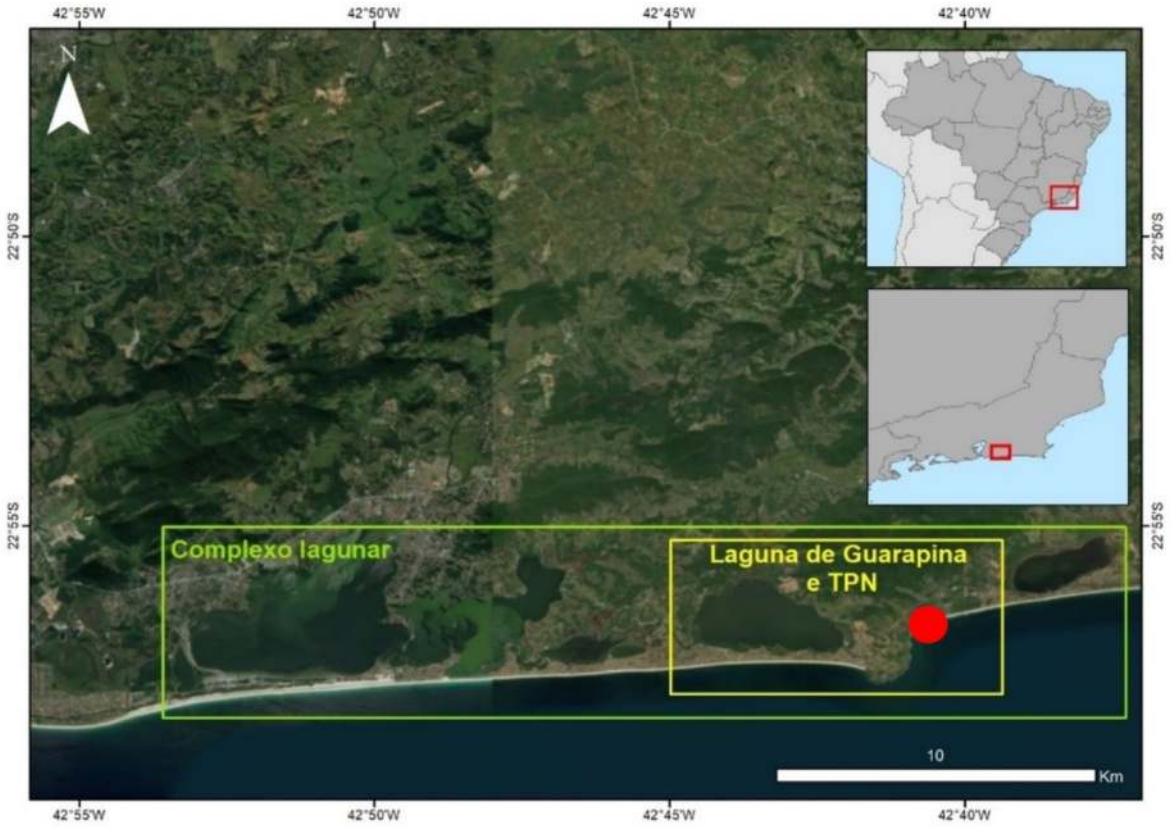


Figura 11 - Localização do Terminais Ponta Negra (TPN), em destaque. Fonte: Aires (2020).

Os principais acessos à área prevista para implantação do TPN, de acordo com BIAZZI *et al.* (2014), são realizados por via terrestre (pela rodovia RJ-104 até o cruzamento desta com a RJ-118). Estas rodovias distam cerca de 50 km do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj). Além disso, a construção do Arco Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro é crucial para facilitar o acesso ao empreendimento (TPN). A cidade conta ainda, com um aeroporto e um acesso ferroviário, a Estrada de Ferro de Maricá, a qual não está atualmente em operação. Segundo Biazzi *et al.* (2014, p. 7):

> O principal objetivo do TPN é o fornecimento e a manutenção da infraestrutura necessária para a implantação de terminais marítimos especializados em granéis líquidos e outras instalações, que consistirão em uma alternativa eficiente à atual oferta para a indústria de exploração e produção de petróleo e gás, referentes aos locais para armazenar e movimentar cargas, manutenção e reparo de embarcações.

O acesso marinho ao TPN é favorável, pois, na região, há batimetria indicando cerca de 30 m de lâmina d'água (DHN, 2019) próximo à linha de costa, o que possibilita as operações dos navios de grande porte, que apresentam grande calado; o que reduz, de acordo com Biazzi *et al.* (2014, p. 18), "os volumes necessários à dragagem de implantação do canal de acesso e os decorrentes impactos ambientais". Porém, na área do TPN, existem aspectos que requerem certa atenção, tais como: disponibilidade de retroárea, preservação dos diversos ecossistemas e mitigação e compensação dos possíveis impactos aos ecossistemas terrestre e marinho (BIAZZI *et al.*, 2014).

Existem programas governamentais e políticas setoriais, como a Lei de Modernização dos Portos (ou, apenas, Lei dos Portos), Lei nº 12.815/2013, que facilitam a implantação dos terminais portuários que farão uso de infraestrutura comum. Com relação ao TPN, um dos projetos estruturantes diz respeito à infraestrutura rodoviária - o Arco Metropolitano, que conecta a Região Metropolitana do Rio de Janeiro a outras regiões do estado do Rio de Janeiro e do país. O Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) também faz parte dos projetos estruturantes, pois abrigará plantas industriais importantes.

IVIDES.org

O Arco Metropolitano e o Comperj são as infraestruturas mais importantes da região, pois têm forte interação com o TPN. O Comperj, por exemplo, é um dos principais destinos para onde os granéis líquidos deverão ser transportados, por meio do Gasoduto Rota 03, e armazenados no terminal e o escoamento da produção será escoada através das rodovias e das suas conexões com o Arco Metropolitano, onde o transporte de cargas gerais, conforme Biazzi *et al.* (2014), será facilitado.

O TPN terá uma infraestrutura portuária e de serviços terrestres e aquaviários, que terão como objetivo a construção e a realização de operações futuras de terminais portuários de uso privativos, os quais terão uso compartilhado com a infraestrutura portuária, que será implementada no terminal. O TPN contará ainda com uma área de estaleiro naval, responsável pela construção e reparos em navios e uma área de cargas gerais (Figura 12). A infraestrutura será utilizada por terceiros, mediante contratos de arrendamento de longo prazo (BIAZZI *et al*., 2014).

Figura 12 - Infraestruturas do TPN. Fonte: Biazzi *et al*., (2014).

É prevista ainda, a construção de canais de dragagem, sede administrativa e edificações de apoio à infraestrutura do TPN, construção do quebra-mar de proteção, obras de dragagem de aprofundamento e controle ambiental. A etapa de operação contará com atividades operacionais específicas do TPN e operações relacionadas aos futuros arrendatários, que realizarão processos de licenciamento ambiental, próprio de atividades específicas de implantação e operação, conforme detalhado por Biazzi *et al.* (2014).

Já a fase de operação plena, contará com a implantação e operação dos terminais previstos para serem instalados no TPN, indicados na Figura 13, os quais terão um processo de licenciamento ambiental próprio, de acordo com Biazzi *et al.* (2014).

Biazzi *et al.* (2014, p. 19) ressaltam que o TPN "compreende infraestrutura e serviços terrestres e aquaviários que suportarão a construção e operação futura de terminais portuários, os quais farão uso compartilhado da infraestrutura do TPN". O empreendimento terá áreas destinadas à implantação de estaleiro naval e local para eventuais reparos de embarcações e essa infraestrutura será utilizada através contratos de arrendamentos a longo prazo.

O empreendimento TPN contará com as seguintes infraestruturas terrestres (Figura 14):

- Pátio, onde serão realizadas atividades de terraplenagem, corte e aterro, além de desmontes de rochas para a equipagem do terminal portuário.

IVIDES.org

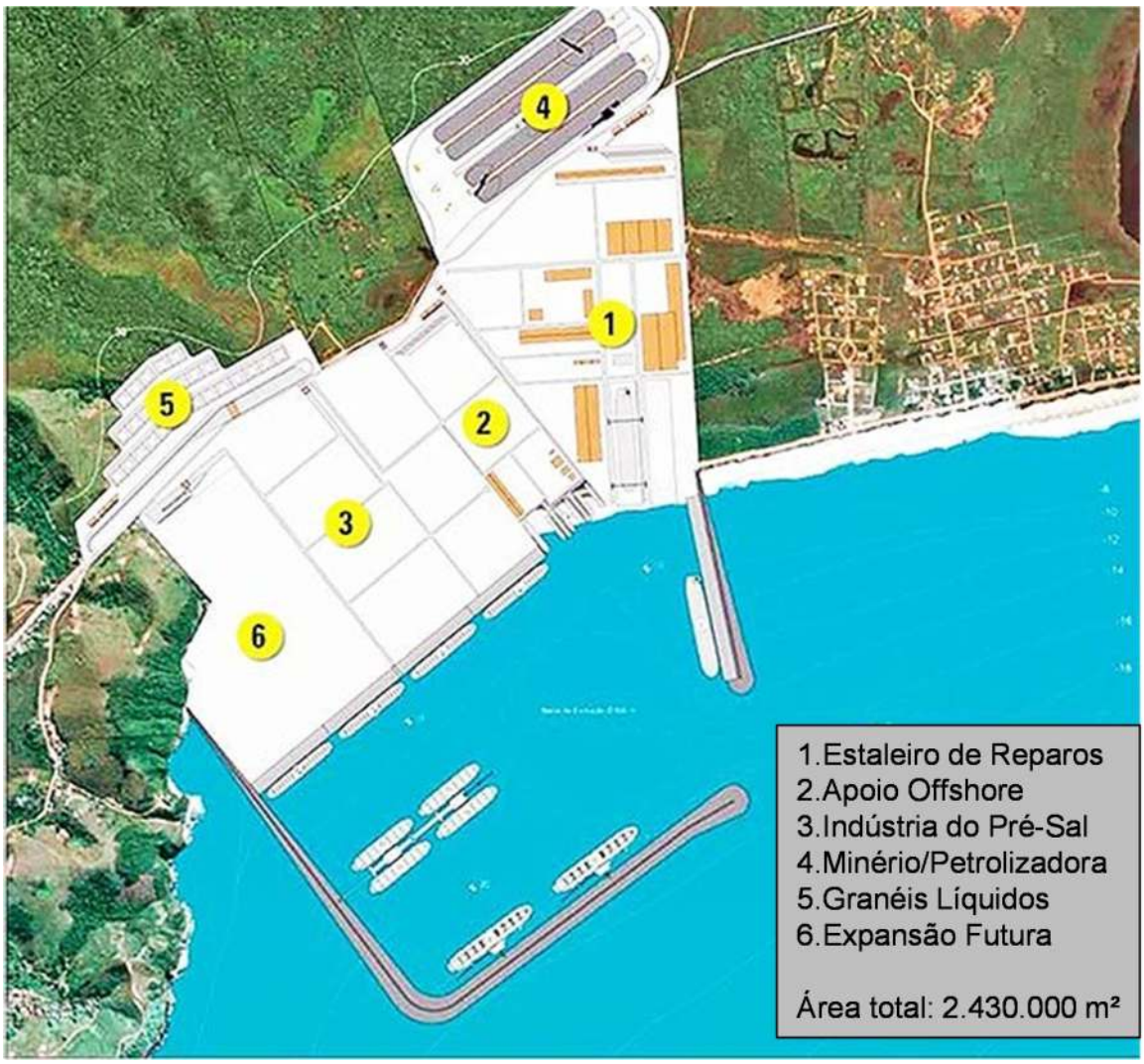


Figura 13 - Esquema representativo do empreendimento Terminais Ponta Negra. Fonte: Foto de DTA Engenharia, publicada em "O Saquá" (2013).

- Centro Administrativo, local onde serão construídas as instalações administrativas e de apoio para as atividades portuárias, além de contar com áreas destinadas à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e à Receita Federal.
- Infraestrutura de serviços, área do terminal onde estará a rede de infraestrutura e os serviços de saneamento integrado, que englobam tratamento de água, de efluentes líquidos, área destinada à drenagem e resíduos sólidos, os sistemas de telecomunicações e a infraestrutura relacionada à energia elétrica. Neste local irá funcionar também as redes dos sistemas de segurança, a brigada de incêndio e a malha viária.

Com relação à estrutura marítima (Figura 14):

- As estruturas que avançam sobre o mar, o quebra-mar, que serão construídas em blocos de rocha com o objetivo de abrigar as embarcações atracadas no TPN dos efeitos das ondas e das correntes marítimas; além da função de reter, no interior do recinto abrigado, eventuais vazamentos de óleo ou derivados, evitando assim seu espalhamento para áreas situadas fora do recinto portuário (BIAZZI *et al.*, 2014);

IVIDES.org

- Canal de acesso e bacias de evolução e atracação onde serão implantadas as obras de dragagem; o aterro sobre a lâmina d'água; boias de sinalização náutica no canal de acesso, bacia de evolução e quebra-mar; sistema de confinamento por barreira flutuante de vazamentos (BIAZZI *et al*., 2014).
- Com relação à infraestrutura marítima ainda haverá a construção de uma torre para o controle do tráfego marinho, o *chamado Vessel Traffic Management Operation System* (VTMOS) que apresenta benefícios como o preenchimento automático de informações da requisição de atracação e de seu respectivo planejamento, informações sobre as embarcações e assimilação de dados marítimos (BIAZZI *et al*., 2014).

Dos terminais que terão processo de licenciamento específico, destacam-se (i) os terminais marítimos que serão destinados à movimentação de granéis líquidos, principalmente petróleo e seus derivados, que apresentam estimativa de 70 milhões de m³ de produtos movimentados, quando o terminal estiver em pleno funcionamento, (ii) os terminais marítimos que movimentarão cargas gerais, podendo ser por meio de contêineres ou não (expectativa 1 milhão de TEUs por ano) e (iii) o terminal com função de estaleiro, que tem como objetivo a execução de reparos navais, integração de infraestruturas de plataformas e construção de embarcações de pequeno porte (BIAZZI *et al*., 2014).

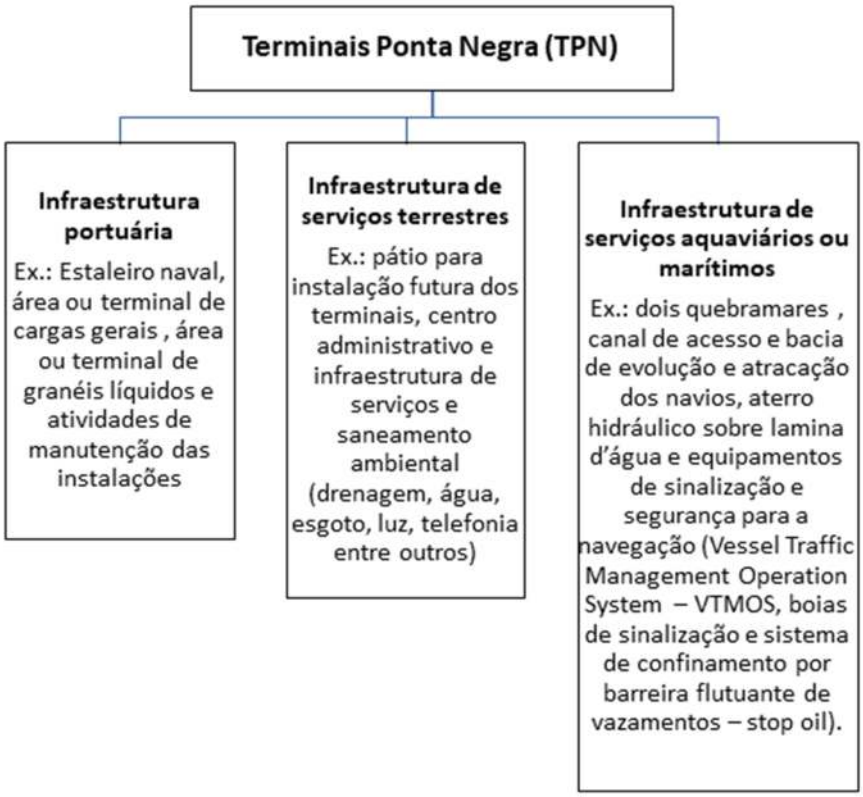


Figura 14 – Infraestrutura do empreendimento - Terminais Ponta Negra. Fonte: Aires *et al.* (2019).

Com relação às licenças necessárias para a implantação do empreendimento, ressaltam-se as licenças oficiais, como as direcionadas à Secretaria do Patrimônio da União (SPU), onde solicitou-se a área para implantação de estrutura náutica; à Prefeitura Municipal de Maricá, para a obtenção de certidão, obedecendo à Lei de Uso e Ocupação do Solo; à Marinha do Brasil, em relação às obras de dragagem; e ao INEA, por conta da solicitação dos documentos relativos ao licenciamento ambiental e à captura de fauna terrestre e marinha.

Além dos órgãos supracitados, destacam-se também a Secretaria de Portos (SEP), que exige esclarecimentos sobre o projeto de infraestrutura do empreendimento; ao Conselho Diretor do Fundo da Marinha Mercante, com relação à construção do estaleiro e financiamento; e à ANTAQ, que determina a implantação e a manutenção da infraestrutura; e, com relação às ações operacionais relativas ao TPN, são destinadas ao Departa-

IVIDES.org

mento de Estradas de Rodagem do Rio de Janeiro (DER-RJ), onde se solicitará a alteração do trecho da RJ-102; à Concessionária AMPLA, com relação ao suprimento de energia elétrica; à Petrobrás, por conta da faixa de servidão do gasoduto Rota 3; e à Companhia Estadual de Águas e Esgotos, por conta da demanda de esgotamento sanitário e o abastecimento de água, conforme indicado por Biazzi *et al.* (2014).

Segundo BIAZZI *et al.* (2014) a região de Ponta Negra foi escolhida como a mais favorável para a implementação do empreendimento, pois existem diversos critérios analisados, como a profundidade que pode chegar a 30 m, a partir dos primeiros quilômetros mar adentro; espaço suficiente para a retroárea; proximidade com os principais modais para o transporte de produtos. O que é, de fato, questionável, visto que os efeitos adversos oriundos da instalação do TPN não foram considerados.

Mesmo sendo uma área favorável à implantação do TPN, segundo a empresa gestora do mesmo, há um histórico de inúmeros embargos junto aos órgãos competentes, pela não execução das licenças exigidas para a construção da infraestrutura. A divulgação de notícias sobre o empreendimento iniciou-se em meados de 2011, quando uma área, com cerca de 557.2 km², que pertencia à empresa Brookfield, foi vendida para a DTA Engenharia, para a construção do chamado "Porto Naval em Jaconé" (O SAQUÁ, 2013).

Em 2012, a implementação do empreendimento causou divergências entre o poder público e os estudiosos em meio ambiente, além de ter mobilizado o município de Angra dos Reis, por conta da possível redução de receita, devido ao projeto do TPN. Esses embates entre os poderes públicos e privados e a população da cidade foram acirrados, por conta dos problemas relacionados ao armazenamento de petróleo em tanques e ao seu eventual risco de acidentes. O então prefeito da cidade rebateu as manifestações declarando que o desemprego era o maior problema do município e que a Prefeitura procurou os investidores para implementar o TPN em Jaconé (ARAÚJO, 2012).

A expectativa da Prefeitura de Maricá é que a implementação e as obras do TPN gerem cerca de 13 mil empregos diretos e indiretos, e que o mesmo movimente cerca de 1 milhão de contêineres, por ano. O TPN poderá transferir cerca de 850 mil barris de granéis líquido/dia, oriundos do pré sal (PETRONOTÍCIAS, 2015).

No entanto, a Associação dos Amigos e Moradores de Jaconé (AMA-Jaconé) prevê um problema sério, em relação à geração desses empregos, pois o bairro não tem infraestrutura em termos de saúde, saneamento básico e educação, para suprir os trabalhadores que venham a se instalar nessa região. Outros problemas decorrentes da implantação do TPN são a questão da transformação da paisagem, no costão rochoso e nas praias adjacentes; problemas econômicos, no que diz respeito ao turismo da região e a possível desvalorização do distrito de Jaconé (MARICÁINFO, 2019).

Ainda no ano de 2015, houve duas audiências públicas nos municípios de Maricá e Saquarema, ambas promovidas pela Comissão Estadual de Controle Ambiental (Ceca), vinculada ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) (Figura 5). O promotor responsável pelas audiências, Fabrício Bastos, criticou o empreendimento, bem como os posicionamentos do então Prefeito de Maricá, por conta de problemas ambientais que viessem a ser causados pela implantação do porto. Além de ter abordado aspectos negativos associados ao empreendimento, ressaltando os problemas com relação ao turismo e à presença das rochas de praia na região, que poderão sofrer impactos negativos com a construção do Porto (O BARÃO, 2015).

O Parecer Técnico nº 390/2015, elaborado pelo Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente (GAEMA), do Ministério Público, concluiu que o empreendimento acarretará em um grande impacto, por conta das intervenções no meio ambiente, podendo haver supressões de espécies e perda das rochas de praia. Foi evidenciada a falta de estudos sobre os impactos diretos e indiretos da implantação do empreendimento (GAEMA, 2015).

3.3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

Para o desenvolvimento e a elaboração da presente pesquisa, foram levantadas as principais informações acerca do empreendimento, utilizando os documentos oficiais do TPN, como o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o Relatório de Impacto de Meio Ambiente (RIMA), dados disponibilizados pela Rede de Ambiente Participativo do Rio de Janeiro (RAP- RJ), a qual possui um extenso acervo, contendo a documentação em relação ao empreendimento.

IVIDES.org

Foram utilizados ainda, dados municipais e estaduais veiculados pela mídia, a respeito da implementação do TPN, assim como, um trabalho de campo realizado na área de Maricá, especificamente, na Praia de Jaconé, com o Projeto Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro, vinculado à Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ressalta-se ainda, que foram utilizados dados apresentados no documentário "*Beachrocks* em chamas", elaborado por Kindlovits (2017), que mostra a atuação do Ministério Público do Rio de Janeiro.

Importante destacar que os materiais científicos elaborados previamente e as discussões realizadas durante a oficina intitulada "Prática de elaboração de plano de contingência – uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres", cuja metodologia é baseada em Freitas (2018), foram utilizados no presente estudo. A oficina é atividade proposta no âmbito do projeto MOLIPDEC, *Modelo de Levantamento e Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil* (MOLIPDEC, 2018) e do projeto *Espaço Fluir*. Na edição de 2019, a oficina foi realizada na Semana de Integração Acadêmica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, colaborativamente, no âmbito do mesmo Projeto, em parceria com a Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá (SEPDEC, Maricá) e com especialistas de várias instituições: Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Militar de Engenharia (IME) e Universidade Federal Fluminense (UFF).

4 - RESULTADOS ALCANÇADOS

Após o processo de levantamento bibliográfico referente ao empreendimento, foram elaboradas as linhas do tempo com as principais características do processo de licenciamento e implementação do TPN; assim como, as principais ações ocorridas, que são deliberadas em legislação vigente, como forma de visualizar a fiscalização dos órgãos competentes, no sentido de embargar a construção do mesmo. A Figura 15 mostra as linhas do tempo, construídas a partir do processo de metodologia ativa, em que as autoras do presente trabalho puderam estabelecer trocas e discussões, baseadas em informações associadas ao processo de licenciamento do TPN.

Outro resultado alcançado se refere à caracterização dos principais ativos e passivos/desafios ambientais, relacionados à implementação e à operacionalização do terminal portuário.

Dentre os aspectos positivos, citam-se: (i) a geração de empregos diretos e indiretos, estimando-se que novos postos de trabalho sejam disponibilizados, quando o TPN estiver em operação; (ii) as vantagens que podem ser geradas na cadeia econômica do Estado; (iii) a geração de impostos prevista, de acordo com Ramalho (2019), de aproximadamente R$ 230 milhões/ano, os quais são função das condições naturais para a movimentação de navios com grande calado (aproximadamente 30 m) e de grande porte; e (iv) as compensações dos *royalties* de petróleo, que podem propiciar melhorias e modernização das condições existentes na cidade.

Um aspecto importante para o município está relacionado às rendas petrolíferas, "que são compostas pelos Royalties e as Participações Especiais, advindos da atividade de produção de empresas produtoras de petróleo e gás pagam à União, estados e municípios" (CENPE, 2019, p. 21).

Com relação à distribuição e ao recebimento das rendas petrolíferas, no estado do Rio de Janeiro, ressalta-se: "as Rendas Petrolíferas bilionárias distribuídas ao Município de Maricá, bem como ao Município de Niterói, devem-se à produção de petróleo do Campo de Lula (maior produtor do país), localizado no interior das projeções ortogonais destes municípios na plataforma continental" (CENPE, 2019, p. 9).

Conforme citado anteriormente, outro ativo ambiental na cidade de Maricá, devido às compensações dos *royalties* de petróleo, corresponde às obras de modernização, melhoria e desenvolvimento da cidade, que estão sendo projetados pela Prefeitura de Maricá e a Codemar. A Codemar é uma companhia composta por ações de economia mista, criada a partir da Deliberação Legislativa nº 511/1973 (CODEMAR, 2019), tendo como papel principal, a "execução de projetos que desenvolvimento do município, utilizando como ferramenta a gestão de bens e áreas públicas, com foco no desenvolvimento socioeconômico sustentável de Maricá e da Região Leste Fluminense".

Os passivos ambientais podem ser divididos em socioeconômicos e ambientais. No que tangem aos aspectos socioeconômicos, destacam-se: o descaso com a população local; as desapropriações de propriedades privadas; a apropriação e a destruição de bens públicos; a ineficiência dos serviços públicos; a precariedade de infraestruturas básicas; a possibilidade de favelização; o aumento da vulnerabilidade social; impactos em atividades turísticas e de comércio local.

IVIDES.org

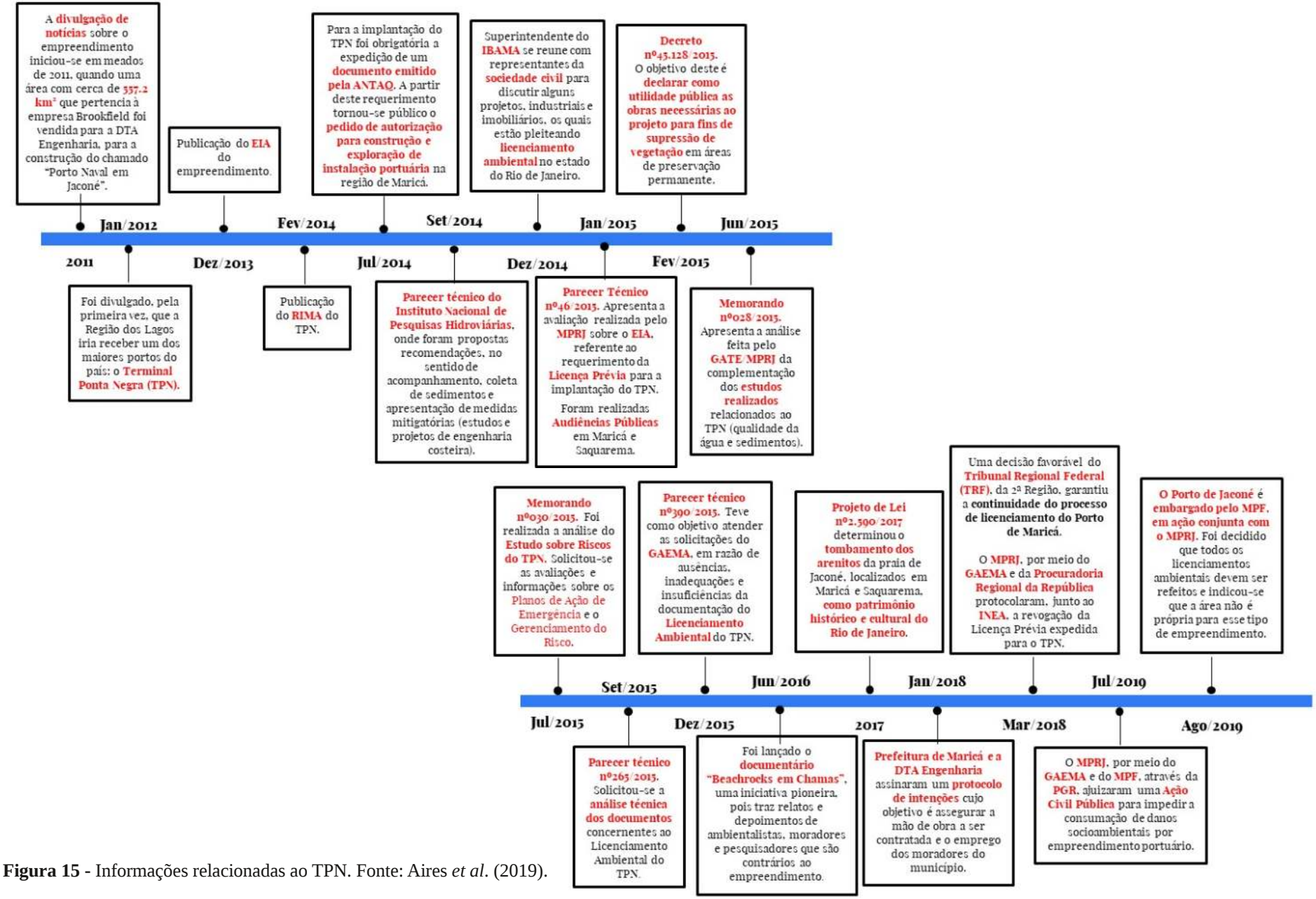


Figura 15 - Informações relacionadas ao TPN. Fonte: Aires *et al*. (2019).

IVIDES.org

Os principais passivos ambientais decorrem das interrupções de pesquisas relacionadas ao ambiente e das construções de infraestruturas relacionadas ao TPN (como molhes e quebra-mar, que podem interferir na vida marinha); com os impactos nos ecossistemas locais; a extinção de fauna e flora; os problemas de assoreamento nas bacias hidrográficas e nas lagoas; os processos de poluição e degradação ambiental; a intensificação de processos de erosão costeira; e os problemas relacionados à preservação dos geossítios, presentes na região (FREITAS, 2019).

As informações supracitadas estão relacionadas à implementação e à operacionalização do terminal portuário em Maricá; no entanto, ressalta-que que estudos relacionados a essas questões estão sendo realizados, tanto no âmbito de projetos desenvolvidos nas universidades (como o Projeto Costões e Lagunas do Estado do Rio de Janeiro, que está pautado na preservação e na manutenção de sítios de relevância científica, cultural e com projetos de educação ambiental e geológica), quanto em pesquisas acadêmicas, que estão sendo desenvolvidas a respeito da área de influência do TPN e de seus possíveis impactos, como a pesquisa de Aires (2021).

Outra atividade importante foi realizada no âmbito da 10ª Semana de Integração Acadêmica e Científica da UFRJ (SIAC-UFRJ), no âmbito do projeto Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil (MOLIPDEC, 2018), quando foi proposta uma metodologia ativa - oficina com estimulação ao debate, com a seguinte ação “Prática de Elaboração de Plano de Contingência – Uma Importante Ferramenta na Gestão do Risco de Desastres”. Essa oficina foi realizada de forma colaborativa, com especialistas de instituições de ensino e/ou pesquisa (UFRJ, CPRM, IME e UFF), em conjunto com profissionais que atuam na redução dos riscos e dos desastres da Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá (RJ), com fins a promover a troca de saberes e a conscientização da importância da Educação para Redução de Riscos e de Desastres.

5 - SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Podem ser destacadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Realizar uma comparação entre as informações disponibilizadas nos documentos oficiais do empreendimento (TPN), com outros terminais portuários e portos já existentes; no sentido de compreender a relação existente entre as características dos empreendimentos portuários e as consequências observadas (e /ou previstas), associadas a estes (positivas e negativas);
- Estabelecer análise baseada em estudo quantitativo, mediante aplicação de questionários, que possam ser disponibilizados aos moradores da área de influência do porto/terminal, a fim de compreender os reais motivos destes estarem ou não satisfeitos (favoráveis) à implementação e operacionalização do porto;
- Elaborar estratégias para uso de metodologias ativas, como a proposição de oficinas e de ambientes de diálogo (e de debate), associados ao desenvolvimento sustentável de Maricá (RJ). Sendo oportunizada a participação dos muitos atores interessados no tema: população, órgãos públicos e privados, instituições de ensino e pesquisa, iniciativa privada, entre outros;
- Estudar, a partir do uso de modelagem ambiental (numérica), casos de possíveis fenômenos meteorológicos (e/ou oceanográficos), que possam vir a causar desastres, associados a ameaças de origem natural, na área de influência do TPN;
- Avaliar, a partir de modelos de previsão meteorológica e oceanográfica, como Maricá se comportará frente às mudanças climáticas, descritas em relatórios e em estudos (como o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas).

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 27-43, 2000. DOI: 10.20502/rbg.v1i1.67.

AIRES, M. **Modelagem Hidrodinâmica Ambiental na Zona Costeira adjacente ao Empreendimento Terminais Ponta Negra, Maricá – RJ**. Qualificação de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2020.

AIRES, M.; FREITAS, A. C.; OLIVEIRA, J. L. F. **Terminais Ponta Negra (TPN) ou Porto de Jaconé**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). **Competências da ANTAQ**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/assuntos/meio-ambiente/competencias-da-antaq-1. Acesso em 25 de maio de 2021.

ARAÚJO, P. R. **Projeto de porto em Maricá causa polêmica**. Jornal O Globo, 05 abr. 2012. Disponível em: https://oglobo.globo.com/rio/projeto-de-porto-em-marica-causapolemica-4509979. Acesso em: 20 mai. 2021.

AZEVEDO, R. N.; RODRIGUES, M. J; FREITAS, A. C. **Deslizamentos de Terra e Queda de Blocos na Cidade de Maricá, RJ**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2019.

BIAZZI, F. M.; TONELLO, D.; HULLE, N. L; MELLO, L. A. A.; GAYOSO, R. C.; SHIGUENO, K. A.; LAVIGNATTI, D. **Relatório de Impacto Ambiental** –Terminais Ponta Negra (RIMA – TPN).

Rede Ambiente Participativo, 2014. Disponível em: http://rj.rap.gov.br/rj-terminal-portuario-ponta-negra/. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mai. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 abr. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9966.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.815, de 05 de junho de 2013**. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 jun. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm. Acesso em: 09 out. 2019.

CENPE-MPRJ (Centro de Pesquisa do Ministério Público). **Distribuição das Rendas Petrolíferas entre os Municípios Fluminenses**: Impactos nos orçamentos municipais com a eventual mudança nas regras de distribuição. Rio de Janeiro, RJ: CENPE-MPRJ, dez. 2019. Disponível em: http://www.mprj.mp.br/documents/20184/540394/relatorio_rendas_petroliferas_mun_20200107.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Maricá, BR**. [s.d.]. Dados consultados em 2019. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/climatologia/309/marica-rj. Acesso em: 21 mai. 2019.

CODEMAR (Companhia de Desenvolvimento de Maricá). **Quem Somos.** Maricá, RJ, 2019. Disponível em: https://codemar-sa.com.br/quem-somos/. Acesso em: 11 abr. 2022.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008**. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 111, 12 jun. 2008, Seção 1, p. 101-104. Disponível em. http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575. Acesso em 25 de maio de 2021. Acesso em: 20 mai. 2021.

IVIDES.org

COPERTINO, M. S.; GARCIA, C. A.; TURRA, A.; CIOTTI, A. M.; GHERARDI, D.; DENADAI, M. R; MÖLLER, O.; RAGGI, P.; HORTA, P. A.; KIKUCHI, R. P. K.; GHISOLFI, R.; KLEIN, A. F.; SIEGLE, E.; SOUSA, P. H. G. O.; LANA, P. C. Zonas Costeiras. *In*: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. (org.). **Mudanças Climáticas em Rede**: Um Olhar Interdisciplinar. São José dos Campos, SP: INCT, 2017.

FERNANDES, R.; CAMPUZANO, F.; JULIANO, M.; BRAUNSCHWEIG, F.; NEVES, R.Gestão de Emergências em Zonas Costeiras. *In*: **VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.** Aveiro, Portugal, 14-16 out. 2015. Aveiro, Portugal: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 2015. ISBN 978-989-8509-12-3.

FINANÇAS DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES. Villela, T. M. C. (org.). v. 8. Vitória, ES: Aequus Consultoria, 2015. Disponível em: http://www.aequus.com.br/anuarios/fluminense_2015.pdf . Acesso em: 20 mai. 2021.

FREITAS, A. C. **Curso de Geomecânica** . Material de aula. Rio de Janeiro, RJ: Escola Politécnica da UFRJ, Engenharia Civil, 2019.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro, RJ) e oficina com o jogo "Zoom". *In*: **Semana de Integração Acadêmica da UFRJ**, SIAC, 9., 2018, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2018.

FREITAS, A. C.; AIRES, M.; BARBOSA, G. S. **A Cidade de Maricá**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2019.

FREITAS, F. S.; FREITAS, A. C.; LIMA, L. S. **Inundações e Alagamentos na Cidade de Maricá, RJ**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

GAEMA (Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente). Ministério Público do Rio de Janeiro. **Parecer Técnico nº 390/2015, de dezembro de 2015**. Disponível em: http://www.mprj.mp.br/documents/20184/540394/inicial_acp__tpn_licenciamento.pdf. Acesso em: 30 mai. 2021.

GRUBER, N. L. S.; BARBOZA, E. G.; NICOLODI, J. L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. **GRAVEL**, n. 1., 2003. Disponível em: https://www.ufrgs.br/gravel/1/Gravel_1_07.pdf. Acesso em: 21 de mai. 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/ Acesso em: 15 de maio de 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE Cidades e Estados: Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, [s.d.]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/marica.html. Acesso em: 15 mai. 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE Cidades: Maricá**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, [s.d.]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/marica/panorama. Acesso em: 25 mai. 2021.

KINDLOVITS, R. **Documentário Beachrock em Chamas**. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ehX9NLvn6Mk. Acesso em: 23 mai. 2021.

LIMA, L. S.; FREITAS, A. C. **Erosão Costeira**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

LINS-DE-BARROS, F. M.; MANSUR, K. L. Desafios da gestão costeira integrada da Região dos Lagos (RJ): uma análise baseada na vulnerabilidade costeira e nos serviços ecossistêmicos da geodiversidade. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 63, n. 1, p. 73-97, 2018.

LINS-DE-BARROS, F. M.; ZEIDAN, F.; LIMA, R. F. Adaptações e percepção da população a eventos de ressaca do mar no litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 16, n. 2, p. 147-161, 2016.

MARICÁ INFO. **A História de Maricá**. [s.d.]. Disponível em: https://maricainfo.com/conheca-marica/historia-de-marica. Acesso em: 20 mai. 2021.

MARICÁ (RJ). **Lei Orgânica Municipal de Maricá**. Promulgada em 05 abr. 1990. Maricá, RJ. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/legislacao/legislacao_tributaria/leis/lei_organica_municipal_de_marica.pdf. Acesso em: 21 mai. 2021.

IVIDES.org

MOLIPDEC (2018). **Projeto MOLIPDEC-RJ**. Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Freitas, A.C. (coord.). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ. 09/01/2018 a 29/12/2020. Disponível em: http://sigproj1.mec.gov.br/apoiados.php?projeto_id=294667 e em http://sigproj.ufrj.br/projetos/imprimir.php?modalidade=0&projeto_id=286862&local=home&modo=1&original=1. Acesso em: 4 mai. 2021.

MONIÉ, F.; VIDAL, S. M. S. C. Cidades, portos e cidades portuárias na era da integração produtiva. **RAP**, v. 40, n. 6, 2006. Disponível em:< https://www.scielo.br/pdf/rap/v40n6/03.pdf> Acesso em: 01 mai. 2021.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil**: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007. 232 p.

MPRJ (Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro). MPRJ e MPF ajuízam Ação Civil Pública para impedir danos socioambientais por terminal portuário na região de Ponta Negra, Maricá. 2019. Disponível em: https://www.mprj.mp.br/home/-/detalhe-noticia/visualizar/74501?p_p_state=maximized Acesso em: 20 mai. 2021.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (org.). **Geomorfologia**: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação a Mudanças do Clima: Zona Costeira. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 27, 2008.

NOGUEIRA, A.C.R.M. **Desafios à Sustentabilidade Ambiental**: Uma Análise sobre a Transformação Territorial na Produção do Espaço Urbano de Maricá/RJ. 2019. 290f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

O BARÃO. **Audiência pública do TPN:** promotor do MPRJ dá um show e tira prefeito do sério. O Barão, 2015.

OLIVEIRA, N. R.; SANTOS, C. R.; TURRA, A. Percepção ambiental como subsídio para gestão costeira da Baía do Araçá, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, edição especial (X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro), v. 44, 2018.

O SAQUÁ. Obras no Porto de Maricá podem começar em 2014. **O Saquá.** Jornal de Saquarema – Meio Ambiente, 19 dez. 2013. Disponível em: https://www.osaqua.com.br/2013/12/19/obras-no-porto-de-marica-podem-comecar-em-2014/. Acesso em: 23 mai. 2021.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. MARENGO, J. A., SCARANO, F. R. (ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ, 2016a. 184 p.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. RIBEIRO, S. K., SANTOS, A. S. (ed.) Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ, 2016b. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf. Acesso em: 15 mai. 2021.

PETRONOTÍCIAS. Terminal Ponta Negra será grande beneficiário dos investimentos no plano de concessões do Governo Federal. **Petronotícias**, 11 jun. 2015. Disponível em: https://petronoticias.com.br/terminal-ponta-negra-sera-grande-beneficiario-dos-investimentos-no-plano-de-concessoes-do-governo-federal/. Acesso em: 15 mai. 2021.

PORTOGENTE. **Glossário Portuário**. [*S.l.*], 01 jan. 2016. Disponível em: https://portogente.com.br/portopedia/74607-retroarea. Acesso em: 23 mai. 2021.

PREFEITURA DE MARICÁ. **Autorizada a construção do Porto de Jaconé em Maricá.** 29 dez. 2021a. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2021/12/29/autorizada-a-construcao-do-porto-de-jacone-em-marica/. Acesso em: 28 mai. 2021.

PREFEITURA DE MARICÁ. **Plano Diretor de Maricá finaliza com cinco oficinas temáticas**. 10 mai. 2021b. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2021/05/19/plano-diretor-de-marica-finaliza-cinco-oficinas-tematicas/. Acesso em: 18 abr. 2022.

PREFEITURA DE MARICÁ. **Prefeitura finaliza anteprojeto de lei do Plano Diretor Municipal.** 03 fev. 2022. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2022/02/03/prefeitura-finaliza-anteprojeto-de-lei-do-plano-diretor-

IVIDES.org

municipal/. Acesso em: 18 abr. 2022.

RAMALHO, A. **Royalties do petróleo crescem e "enriquecem" cidades fluminenses**. Jornal Valor Econômico, 25 jul. 2019. Disponível em: https://valor.globo.com/brasil/noticia/2019/07/25/royalties-do-petroleo-crescem-e-enriquecem-cidades-fluminenses.ghtml. Acesso em: 28 mai. 2021.

RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº 184, de 27 de dezembro de 2018.** Dispõe sobre a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sua Composição, Organização e Gestão. Diário Oficial do Rio de Janeiro, RJ, 28 dez. 2018. Disponível em: https://biblioteca.pge.rj.gov.br/scripts/bnweb/bnmapi.exe?router=upload/60560. Acesso em: 21 mai. 2021.

SEMADS (Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses**: Síntese Informatica por Macrorregião Ambiental. Projeto Planágua SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro: SEMADS, GTZ, 2001. Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_bacias_ambiental_18875.pdf. Acesso em: 26 mai. 2021.

SILVA, L. D. **Avaliação do Plano Municipal de Saneamento Básico de Maricá com vistas à sua revisão**. Projeto de Graduação, apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Escola Politécnica, UFRJ, 2019a.

SILVA, R. **Aeroporto de Maricá completa um ano de reinauguração**. Codemar Notícias, 2019b. Disponível em: https://codemar-sa.com.br/aeroporto-de-marica-completa-um-ano-de-reinauguracao/. Acesso em: 25 mai. 2021.

15

DOI 10.5281/zenodo.6672859

USO DE BIOMARCADORES HEMATOLÓGICOS DE MUGILÍDEOSNA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS

Gabriela Ganguilhet
Claudinei José Rodrigues
Carlos Henrique Lemos Soares

De acordo com a Resolução CIRM nº 01/90, a zona costeira (ZC) é a área de abrangência dos efeitos naturais resultantes das interações terra-mar-ar, leva em conta a paisagem físico-ambiental, em função dos acidentes topográficos situados ao longo do litoral, como ilhas, estuários e baías, comporta em sua integridade os processos e interações características das unidades ecossistêmicas" (CIRM, 1990, n. p.).

De acordo com Wolanski e Elliot (2015), os estuários e as áreas de plataforma continental representam 5,2% da superfície do planeta e 2% do volume dos oceanos. Entretanto, cerca de 60% da população mundial vive ao longo dos estuários e da costa. A ZC é o local de preferência cultural e, historicamente, usado nos assentamentos humanos, em um processo iniciado já durante o início da colonização do Brasil; a ocupação dessa região foi avançando, na grande maioria das vezes, de maneira desordenada e conflitiva, sem uma compreensão dos agentes forçantes naturais e da capacidade de suporte dos ecossistemas envolvidos e da dinâmica socioeconômica dos usuários (LANA *et. al*. 2006).

Diversos estudos têm evidenciado que as principais causas de contaminação na zona costeira estão relacionadas ao processo de adensamento populacional (BRAGA *et. al*., 2000; PAGLIOSA *et.al*. 2005; BRICKER *et.al*., 2008).

Na cidade de Florianópolis (SC), cidade com características geográficas de grandes extensões de ZC, esse quadro não é diferente. O crescimento urbano desordenado, observado nos últimos anos, está comprometendo os ecossistemas e o patrimônio natural e paisagístico locais (CECCA, 1997). Esse aumento populacional, crescente e significativo dos últimos 50 anos, onde sua população quintuplicou, de um total de 100 mil habitantes, em 1970, para cerca de mais de 500 mil habitantes, atualmente. Reis (2012) afirmou que, com fins turísticos ou para absorver a demanda habitacional (principalmente, da classe média), a ocupação do interior insular ocorre, fundamentalmente, à qualidade ambiental da região; contraditoriamente, a intensidade e a forma com a qual esta ocupação tem acontecido, coloca em risco essa característica, devido às inúmeras agressões aos ecossistemas naturais.

Nesse sentido, a instituição de espaços protegidos é uma das principais estratégias de conservação da biodiversidade; pois, em tese, faz cessar o processo de degradação ambiental. As unidades de conservação (UC) são muito eficazes na proteção da zona costeira, independentemente de onde estejam localizadas (se na faixa terrestre ou marítima da ZC), pois atuam não só na preservação de ecossistemas, como também no uso destes, visando à proteção dos recursos existentes (MOURA, 2009). Contudo, a proximidade da UC com áreas urbanizadas afeta de múltiplas maneiras esses espaços protegidos, com perda de *habitats*, devido à urbanização no entorno e à contaminação da água por despejos de esgoto e resíduos em geral (MCDONALD; FORMANN, 2009).

O lançamento de efluentes domésticos, industriais e agrícolas são apontados como as principais causas de impactos nos ecossistemas costeiros, gerando efeitos adversos em populações de organismos aquáticos (AL-SABTI; METCALFE, 1995; OHE; WATANABE; WAKABAYASHI, 2004; AIROLDI; BECK, 2007; AZZURRO *et al.*, 2010; JAVED *et al.*, 2017). A qualidade das águas dos corpos hídricos urbanos é fortemente

IVIDES.org

influenciada pelo percentual de atendimento de serviço de coleta e tratamento de esgotos. No Brasil, 55% da população possui serviço de esgotamento sanitário considerado adequado (ANA, 2017). Desses, 12% são atendidos por sistemas individuais (fossa séptica) e 43%, atendidos por sistemas coletivos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), o restante (45%) lança seus efluentes *in natura* nos corpos hídricos (ANA, 2017). Em Florianópolis, 35,7% da população utiliza sistemas individuais (fossa séptica) e 56% são atendidos por ETE (ANA, 2017).

Avaliar os efeitos dos múltiplos impactos que a urbanização traz aos ambientes aquáticos costeiros tem sido um desafio a ser enfrentado pelos órgãos ambientais. Comumente, opta-se por avaliações, que quantificam parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água. Entretanto, o número de parâmetros possíveis de serem avaliados são enormes, tais como: metais, nutrientes, matéria orgânica, contaminantes emergentes, pesticidas, poluentes orgânicos, plásticos, vírus, bactérias, dentre outros. Por mais amplo que sejam os programas de monitoramento, esses não quantificam a integralidade dos compostos presentes numa amostra e, muito menos, avalia o efeito sinergético dos diferentes parâmetros presentes numa amostra, sobre o ambiente e a sua biota associada. Por esse motivo, são utilizados organismos teste, como peixes teleósteos, em programas de monitoramento de impactos antrópicos, a fim de compreender quais as influências, essas mudanças ambientais têm, na preservação da vida e da biodiversidade aquática (HOOFTMAN; RAAT, 1982; AL-SABTI; METCALFE, 1995; MYERS *et al*., 1998; DIZER *et al.*, 2002; PANFILI *et al*., 2016).

Os peixes demonstram uma sensibilidade a alterações ambientais superior, quando comparados a outros organismos aquáticos (BOLS *et al.*, 2001), devido ao seu mecanismo de metabolização de contaminantes. Os produtos gerados por estes processos metabólicos podem ser incorporados a moléculas celulares e induzir modificações no material genético (BOLOGNESI *et al.*, 2006). Está bem estabelecido que a presença de contaminantes na água está relacionada a mudanças fisiológicas em peixes, que podem ser observadas por meio de variáveis eritrocitárias, imunológicas, genotóxicas e bioquímicas (AUBIN *et al.* 2001; RANZANI-PAIVA; TAVARES-DIAS, 2002; MELO, 2008; ALWAN; HADI; SHOKR, 2009; SERIANI; RANZANI-PAIVA, 2012; SERIANI *et al.* 2014). Assim, o uso de peixes no monitoramento da qualidade ambiental de águas costeiras e interiores tem grande potencial, tendo em vista, a capacidade de sua fisiologia apresentar sinais dos efeitos dos diferentes poluentes, de forma sinérgica. Devido à sua função, o sangue está constantemente em contato com diferentes tecidos e órgãos; desta forma, qualquer disfunção sanguínea pode ter efeito grave sobre atividades fisiológicas sistêmicas. Como resposta inversa, disfunções fisiológicas no corpo podem ser determinadas, por meio de alterações nos constituintes do sangue, sendo consideradas como bons indicadores de desequilíbrio homeostático, ocasionado por fatores endógenos ou ambientais (GABRIEL; EZERI; OPABUNMI, 2004, AKINROTIMI; UEDEME-NAA; AGOKEI, 2010). Entretanto, há poucos estudos disponíveis sobre os perfis hematológicos de peixes marinhos de vida livre (BOURNE, 1986).

A escassez de referências bibliográficas relacionadas a estudos que caracterizem os parâmetros sanguíneos de peixes teleósteos é, em parte, atribuída à grande variação desses parâmetros, tanto entre indivíduos de espécies diferentes quanto de indivíduos da mesma espécie com *habitats* distintos (BLAXHALL, 1972; CLAVER; QUAGLIA, 2009; GRANT, 2015). Neste sentido, o presente trabalho contribui para o debate do uso de parâmetros hematológicos de peixes (em especial mugilídeos), como biomarcadores do impacto antrópico na zona costeira e em unidades de conservação inseridas num contexto urbano; e ainda, para o estudo de perfil hematológico deste grupo tão diverso e de suma importância ambiental e econômica de diversos países.

1 - ANÁLISES DA HEMATOLOGIA BIOQUÍMICA DE PEIXES COMO BIOMARCADORES

A utilização de parâmetros hematológicos como forma de avaliação das condições fisiológicas de peixes foi descrita primeiramente por Hesser em 1960 (SERIANI *et al*., 2014). A partir disso, tem sido aplicado para detectar modificações fisiológicas, ocasionadas por diferentes tipos de condições estressantes, como hipóxia, variação de salinidade e pH, condições alimentares, anestésicos e aclimatação, parasitismo, manuseio, atividade migratória, poluentes, ciclos reprodutivos, medicamentos, entre outros (AUBIN *et al*., 2001; RANZANI-PAIVA; TAVARES-DIAS, 2002; MELO, 2008; ALWAN *et al.*, 2009; SERIANI; RANZANI-PAIVA, 2012; SERIANI *et al*. 2012). Neste sentido, os parâmetros hematológicos são capazes de fornecer dados sobre o estado de saúde dos organismos e as condições do meio em que vivem (FRANÇA *et al.*, 2007; VÁZQUEZ; GUERRERO, 2007; SERIANI *et al*., 2011), além de possibilitar a observação de diversas variáveis eritrocitárias, imunológicas bioquímicas e genotóxicas, em uma mesma amostra, de forma rápida, simples, eficaz e com baixo custo (SERIANI *et al*., 2014).

IVIDES.org

Dentre os parâmetros bioquímicos mais utilizados na toxicologia aquática, estão as análises de atividades enzimáticas séricas. O aumento das concentrações séricas de enzimas pode ocorrer em resposta a diferentes situações: 1) vazamento enzimático de uma célula com membrana celular danificada; 2) aumento da produção de enzimas e vazamento da célula; 3) diminuição da depuração enzimática do sangue (HUGGETT *et al*., 1992). O aumento das atividades das enzimas séricas pode estar relacionado a danos ou disfunções teciduais, sendo utilizado como método diagnóstico, em diversos estudos patológicos e ambientais (CHENERY *et al.*, 1981; FOLMAR, 1993; TORRE; FERRARI; SALIBIÁN, 2005; WAGNER; CONGLETON, 2004; ÖNER; ATLI; CANLI, 2008).

As atividades de transaminases séricas, especificamente, da aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), têm sido amplamente utilizadas na toxicologia de vertebrados, como biomarcadores de disfunção orgânica específica, auxiliando no monitoramento da qualidade de água (ÖNER; ATLI; CANLI, 2008). A AST é encontrada na matriz mitocondrial e citosol de células de diversos tecidos, incluindo do fígado, do músculo esquelético, do músculo cardíaco e do rim (HUGGETT *et al*., 1992). A ALT também é uma enzima citosólica, encontrando-se em maior quantidade, em células do fígado. As aminotransferases são enzimas responsáveis pelo metabolismo central de diferentes grupos de organismos, atuando na transferência de um grupo amino de um aminoácido para um cetoácido, formando glutamato (COLES, 1974). Além das transaminases, outras enzimas citosólicas são utilizadas como indicadores específicos de efeitos tóxicos em órgãos, dentre elas, a isoenzima desidrogenase láctica (LDH), a qual fornece informações adicionais sobre o órgão afetado em peixes (RAO, 2006). Esta enzima é responsável pela conversão de piruvato a lactato, produto final da glicólise. O lactato está envolvido também no processo de respiração celular, mantendo os níveis de ATP e reduzindo a utilização de glicose. Desta forma, a regulação de LDH reflete o metabolismo energético, durante a exposição a diferentes condições ambientais (ATLI *et al*., 2015).

Indicadores enzimáticos, muitas vezes, não são encontrados em grandes quantidades no plasma, a menos que tenha ocorrido alguma lesão física em órgãos, demonstrando menor eficiência como indicador de estresse, que não incluem danos teciduais (WAGNER; CONGLETON, 2004). Neste sentido, são necessárias análises complementares, como por exemplo, componentes relacionados ao estresse oxidativo. Os poluentes de natureza química ou orgânica, como os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, os pesticidas organoclorados, os bifenis policlorados, os metais pesados, entre outros, são comumente encontrados em efluentes tratados (e não tratados) (MARTÍNEZ-ALVAREZ; MORALES; SANZ, 2005). Muitos destes compostos possuem potencial oxidante, aumentando a vulnerabilidade celular a danos, por espécies reativas de oxigênio (ERO) (WINSTON; DI GIULIO, 1991; LACKNER, 1998).

ERO são substâncias tóxicas geradas durante processos metabólicos aeróbicos, como transporte de elétrons, reações de auto-oxidação, pelo grupamento heme de proteínas e reações enzimáticas. Dentre os compostos gerados durantes esses processos estão o oxigênio singlet ($^1O_2$), o ânion superóxido (O_2^-), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o radical hidroxil ($OH\cdot$) (LACKNER, 1998; ROSS *et al*., 2001; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). Níveis exacerbados de ERO, em decorrência de condições estressantes, causam danos a proteínas celulares, lipídios de membrana e ácidos nucleicos, levando ocasionalmente a apoptose celular e danos teciduais (JIANG; WOOLLARD; WOLFF, 1990; SEVCIKOVA *et al.*, 2011; JEROME *et al*., 2017; KOVACIK, 2017). Os danos relacionados ao ataque de ERO podem ser causados por sua formação excessiva (e/ou ineficiência) em sua interceptação pelas defesas antioxidantes, gerando o chamado estresse oxidativo (JAVED, 2017; KOVACIK, 2017). Assim sendo, a quantificação de danos oxidativos, bem como, das defesas contra esses danos, são considerados como potenciais biomarcadores de poluição aquática (AHMAD *et al.*, 2006; KOVACIK, 2017).

Os mecanismos de defesas antioxidantes podem ser enzimáticos ou não enzimáticos (MARTINEZ-ALVAREZ, MORALES; SANZ, 2005; JAVED, 2017). Dentre as enzimas responsáveis por manter o estado redox da célula em equilíbrio, estão o superóxido dismutase (SOD), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), a glutationa peroxidase (GPx) e a catalase (CAT) (FELTON, 1995; ROSS *et al*., 2001; JAVED, 2017). Dentre as defesas não enzimáticas, estão as vitaminas A, C e E; o ácido lipóico, os carotenóides e o tripeptídeo glutationa (GSH) (FELTON, 1995; MARTINEZ-ALVAREZ, MORALES; SANZ, 2005). A GSH é um tripeptídeo formado por γ-l-glutamil-L-cisteinil-glicina, a qual é sintetizada por reações mediadas pelas enzimas glutamato cisteína ligase e glutationa sintetase (MEISTER; ANDERSON, 1983). A GSH atua como um importante agente antioxidante, sequestrando e eliminando radicais livres, como ERO; e moléculas endógenas com grupo funcional carbonila, contribuindo na manutenção do estado redox celular (KALININA; CHERNOV; NOVICHKOVA, 2014). A GSH pode atuar também como doador de elétrons para a enzima GPx, a qual é responsável por converter H_2O_2 em água (KALININA; CHERNOV; NOVICHKOVA, 2014). A concentração de GSH sérica pode variar em peixes

IVIDES.org

expostos a contaminantes, onde o declínio de sua concentração está relacionado com uma reação de estresse agudo, enquanto o aumento de GSH representa uma resposta crônica adaptativa ao aumento da atividade de detoxificação (OOST *et al*., 2003). Estresse pode ser definido como um conjunto de respostas fisiológicas, que visam manter (ou restabelecer) um metabolismo normal, diante de uma causa ambiental ou fisiológica (SELYE, 1950).

2 - ANÁLISES BIOQUÍMICAS NA AVALIAÇÃO DE ESTRESSE AMBIENTAL EM PEIXES

A resposta ao estresse é tida como um mecanismo adaptativo, o qual possibilita aos organismos enfrentar ou distinguir o estressor, a fim de manter a homeostasia. Entretanto, se a intensidade do estressor é demasiadamente forte ou prolongada, as respostas fisiológicas a esse estresse podem ser prejudicadas, acarretando prejuízos à saúde e ao bem estar do animal (BARTON; IWAMA, 1991; PICKERING; POTTINGER, 1995; CHROUSOS, 1998; BARTON, 2002). A resposta fisiológica a estressores pode ser classificada como primária, secundária e terciária (Figura 1).

A primária consiste na liberação de hormônios corticosteróides e catecolaminas. A resposta secundária está relacionada com os efeitos e ações imediatos desses hormônios, tanto a níveis sanguíneos como teciduais, levando ao aparecimento de sintomas sistêmicos, como aumento da frequência cardíaca e a absorção de oxigênio.

A resposta terciária é observada em nível de população, refletindo no tamanho dos indivíduos, reprodução e resposta imune (BARTON; IWAMA, 1991; PICKERING; POTTINGER, 1995; BARTON, 2002). O estresse agudo é caracterizado como a primeira resposta de um organismo a uma condição estressante. Este primeiro momento é marcado pela ativação do sistema endócrino, com liberação de catecolamina, glicocorticóides; e hormônios epinefrina e norepinefrina, os quais são relacionados à resposta de luta ou fuga (REID; BERNIER; PERRY, 1998; BARTON, 2002).

Figura 1 – Classificação das respostas adaptativas frente a diferentes estressores. Interações entre estressores e respostas, conforme indicado pelas setas. Elaborado pelos autores, adaptado de Barton (2002).

IVIDES.org

Durante o estresse prolongado ou crônico, ocorre a interação entre sistemas endócrinos e teciduais, atuando em processos de síntese e degradação de proteínas, triglicerídeos e glicogênio, com o objetivo de mobilização de energia. Os níveis de diversos nutrientes são afetados durante o estresse, devido à liberação dos mesmos, por tecidos de armazenamento e/ou pela sua captação e utilização por tecidos. A mobilização em reservas de energia é necessária para manter a homeostase durante os desafios físico-químicos enfrentados por peixes e outros vertebrados. Neste caso, a concentração de moléculas relacionadas a metabolismos energéticos no plasma podem ser biomarcadores úteis no monitoramento de condições estressantes em peixes. As reservas energéticas são realizadas durante os períodos em que a ingestão de nutrientes excede o necessário para a manutenção do organismo. Nestes casos, os nutrientes sobressalentes são estocados no fígado em forma de glicogênio ou lípidios (POLAKOF *et al*., 2012; ZHOU *et al*., 2014).

Os níveis de armazenamento de glicogênio podem ser influenciados tanto pela dieta (BAYNE, 1973), quanto por condição reprodutiva e estação do ano (OTTOLENGHI; PUVIANI; BRIGHENTI, 1981). O glicogênio é um polímero ramificado de resíduos de glicose e, para a maioria dos animais, representa a forma de armazenamento de glicose mais rapidamente mobilizável (BERG; TYMOCZKO; STRYER, 2002). Em vertebrados, o glicogênio é formado pelo processo de glicogênio, principalmente no fígado e no músculo (ADEVA-ANDANY *et al*., 2016). Tanto a síntese quanto a depleção de glicogênio podem ocorrer, em resposta ao estresse induzido por substâncias tóxicas (BHAGYALAKSHMI; REDDY; RAMAMURTHI, 1984), como metais (ARILLO *et al*. 1982; GILL; PANT, 1983; CHAUDHRY; 1984) e compostos orgânicos (MURTY; DEVI, 1982; VERMA *et al*., 1983; SOMAIAH *et al*., 2014).

Durante as condições severas de estresse, proteínas também podem ser recrutadas como fonte de energia, embora, esta não seja sua finalidade principal (JAVED; USMANI, 2015; MARQUEZE *et al*., 2017). As concentrações de proteínas no corpo e no plasma de vertebrados podem ser influenciadas por diversos fatores endógenos e ambientais, como: hormônios, fotoperíodo (NEVES *et al*., 2015), hipóxia, sexo, (MELO, 2008; MELO *et al*., 2009), patologias, alimentação, *habitat*, idade, sazonalidade (PATRICHE; PATRICHE; TENCIU, 2009), salinidade, temperatura (PEYGHAN; KHADJEH; ENAYATI, 2014) e contaminantes, como metais pesados (GOPAL; PARVATHY; BALASUBRAMANIAN, 1997).

A determinação de proteínas sintetizadas, principalmente, no fígado podem ser empregadas também como indicador de insuficiência hepática (ATLI *et al*., 2015). Desta forma, a avaliação de proteínas do plasma é utilizada como indicadores de estresse e do estado nutricional de organismos aquáticos, fornecendo informações sobre os níveis atuais de mobilização de reservas energéticas (WAGNER; CONGLETON, 2004; CONGLETON; WAGNER, 2006). A determinação de lipídios séricos totais compreende as análises conjuntas de colesterol, fosfolipídios e triglicérides (JAVED, 2017). As disfunções hepáticas e as perturbações do metabolismo lipídico favorecem a elevação desses componentes (SACHAR; RAINA, 2014). Além disso, os lipídios são importantes componentes estruturais das membranas celulares, de modo que a degeneração dessas membranas poderia ser outra possível causa de sua elevação (VAN MEER; VOELKER; FEIGENSON, 2008; JAVED, 2017).

A implementação de biomarcadores bioquímicos em programas de monitoramento ambiental apresenta vantagens, principalmente, por sua sensibilidade e capacidade em detectar as primeiras respostas fisiológicas de um organismo exposto a contaminantes, além da alta especificidade, baixo custo de análise e fornecimento de informações, acerca das vias metabólicas de xenobióticos (STEGEMAN *et al*., 1992).

3 - ESTUDO DE CASO: COMPARAÇÃO DAS RESPOSTA HEMATOLÓGICA ENTRE ESPÉCIES DE MUGILÍDEOS E LOCAIS COM DIFERENTES PRESSÕES ANTRÓPICAS

3.1 - ÁREA DE ESTUDO

Florianópolis tem se destacado como uma cidade com boa qualidade de vida, onde, segundo o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), em 2010, obteve a pontuação de 0,847, sendo considerado IDHM muito alto, ocupando a 3ª posição, entre os 5.565 municípios brasileiros (SILVA, 2019). Suas belezas cênicas naturais fazem com que a cidade atraia turistas de várias regiões, colocando a cidade entre os 300 destinos mais desejados por viajantes do mundo e o 13º, entre os 20 destinos domésticos mais desejados (IGOR,

IVIDES.org

2020). Durante o período de veraneio, a população chega a mais de um milhão de pessoas no município, triplicando a população em alguns bairros, sobretudo, no norte da Ilha de Santa Catarina. Essa população flutuante traz impactos positivos para a economia, entretanto, causam problemas ambientais relacionados à distribuição de água, habitação, mobilidade e geração de resíduos sólidos (CARMO; SILVA, 2009).

Nesse contexto, está a Estação Ecológica de Carijós, composta por duas áreas inseridas nas bacias hidrográficas do Ratones e do Saco Grande, localizadas no norte da Ilha de Santa Catarina (Figura 2), com o objetivo de proteger os ecossistemas de manguezais, estuários, restingas e brejos. A área da BH do Ratones é cerca de cinco vezes maior que a área da BH do Saco Grande. Entretanto, essa última, apresenta um percentual maior de urbanização de sua bacia (15,4%), do que a bacia do Ratones (9,7%). A BH do Saco Grande possui uma densidade populacional aproximada de 7.400 hab./km^2, que corresponde ao dobro da BH de Ratones, com aproximadamente 3.500 hab./km^2 (FLORIANÓPOLIS, 2019).

Durante o período de veraneio (início na segunda quinzena de dezembro até o término do Carnaval, em fevereiro), a população da bacia do Ratones aumenta 191%, enquanto que, na bacia do Saco Grande, esse aumento é de 32,3% (FLORIANÓPOLIS, 2019). O serviço de esgotamento sanitário público atende somente 17% da área urbanizada na BH do Ratones e 12% na BH do Saco Grande (Fig. 2). A população restante utiliza sistemas individuais de tratamento (fossa negra ou fossa séptica mais filtro anaeróbio), com disposição final no solo (vala de infiltração ou sumidouro) ou em cursos d'água e em rede de drenagens (RODRIGUES, 2016). O sistema de esgotamento sanitário público (SES da bacia do Saco Grande) lança seus efluentes, por meio de um emissário submarino, na enseada de mesmo nome. O SES instalado na BH do Ratones tem mais de 85% da sua área de abrangência fora da BH do Ratones (Fig. 2) e, ao lançar seus efluentes, torna-se uma fonte de impactos para a bacia (SILVA; FONSECA, 2020).

Os impactos gerados pelo aumento significativo da urbanização em torno das duas bacias hidrográficas já foram observados em estudos anteriores, através do monitoramento da qualidade da água (PAGLIOSA, 2004; PARIZOTTO, 2009; RODRIGUES, 2016; SILVA, 2016; SILVA; FONSECA, 2020). A bacia hidrográfica do Saco Grande foi apontada como a mais impactada, devido às diferenças geográficas, urbanização e precariedade do sistema de esgotamento sanitário. Mesmo tendo o conhecimento das diferenças entre as regiões, ainda não está bem estabelecido quais são os efeitos destas distintas pressões ambientais na fisiologia de organismos biológicos, pertencentes a estes *habitats*.

Dentre as espécies de peixes mais encontradas nas regiões estuarinas de Florianópolis, estão o *Mugil liza* e o *Mugil curema*. Durante o estágio juvenil, os indivíduos da família mugilidae permanecem nos estuários e nos ecossistemas costeiros de rios e lagos (SILVA, 1980), até atingirem a maturidade sexual. Os estuários são ambientes protegidos e naturalmente ricos em matéria orgânica, sendo diretamente relacionados ao sucesso reprodutivo e à manutenção de espécies de mugilídeos (WHITFIELD *et al*., 2012). Durante o período em que permanecem nestes ambientes, filtrando e se alimentando da matéria orgânica do sedimento (LAFFAILLE *et al*., 2002), estes animais ingerem uma série de substâncias tóxicas, desencadeando modificações biológicas e fisiológicas, como reflexo das condições em que vivem (BOGLIONE *et al*. 2006). Por esse motivo, os mugilídeos são considerados como bons bioindicadores e utilizados em diversos estudos de monitoramento ambiental (NEVES, 2006; DAVIS, 2008; PATIRE, 2010; MOREIRA, 2010, WANG *et al*., 2011; GARCÍA-GASCA *et al*., 2016).

Para realização do presente estudo, foram coletados exemplares de Mugil liza e Mugil curema em dois locais: I) dentro da ESEC Carijós, na BH do Ratones, mais especificamente, no rio Ratones (grupo RAT.L – M. liza e RAT.C – M. curema); II) na enseada do Saco Grande (grupo SG.L – M. liza e SG.C – M. curema), conforme a Figura 2. Os animais foram coletados por pescadores locais integrantes das associações de pescadores do Ratones e do João Paulo, com a utilização de tarrafas e puçás.

A análise sanguínea de cada animal foi realizada através de lâminas de esfregaço, coradas pelo método panótico rápido (Instat-Prov) e pela utilização da câmara de Neubauer. Nas extensões sanguíneas, foram realizadas as contagens totais de células brancas, através do método indireto (ISHIKAWA; RANZANI-PAIVA; LOMBARDI, 2008).

Para determinar o volume dos eritrócitos (VG) (%), foi realizada a técnica de microhematócrito (GOLDENFARB *et al.*, 1971). Os níveis de hemoglobina (Hb) (g/dL) foram determinados por meio do método de cianometahemoglobina, segundo COLLIER (1944). Após a leitura dos resultados, foi possível calcular os índices hematológicos HCM (hemoglobina corpuscular média), VCM (Volume Corpuscular Médio) e CHCM (concentração de hemoglobina corpuscular média) (WINTROBE, 1934).

IVIDES.org

Para a realização das análises bioquímicas, o sangue coletado foi centrifugado e o soro resultante foi reservado para a determinação de proteínas totais, glicose, triglicerídeos, GSH e para a determinação da atividade das enzimas LDH, AST e ALT.

Para comparar as diferenças entre as espécies e entre os locais, foi utilizado o teste t-Student, com 95% de significância. A técnica de agrupamento multivariada foi utilizada para avaliar as diferenças entre as espécies, por bacia. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* STATISTICA® (v. 8.0).

3.2 - CARACTERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DAS ESPÉCIES *MUGIL LIZA* E *MUGIL CUREMA* EM DIFERENTES AMBIENTES NATURAIS

A princípio, não se observaram diferenças significativas entre as duas espécies, para a maior parte dos parâmetros presentes na Tabela 1. Entretanto, quando comparados os parâmetros hematológicos de *M. liza* e *M. curema*, foi possível observar a clara diferença entre as espécies no rio Ratones (Figura 3A). O mesmo não foi observado em indivíduos coletados na Baía do Saco Grande (Figura 3B). A Baía do Saco Grande, além de historicamente mais urbanizada (FLORIANÓPOLIS, 2019), quando comparada ao Rio Ratones, é um local mais aberto, favorecendo um maior fluxo destes animais pelo local e interação entre diferentes subgrupos de peixes, de uma mesma espécie. Desta forma, sugerimos que, tanto as mudanças na fisiologia normal das duas espécies, em decorrência do intenso estresse ambiental, quanto o grande deslocamento de indivíduos (composição da população), tenham acentuado diferenças intra e inter específicas, dificultando assim, a formação de grupos na Baía do Saco Grande.

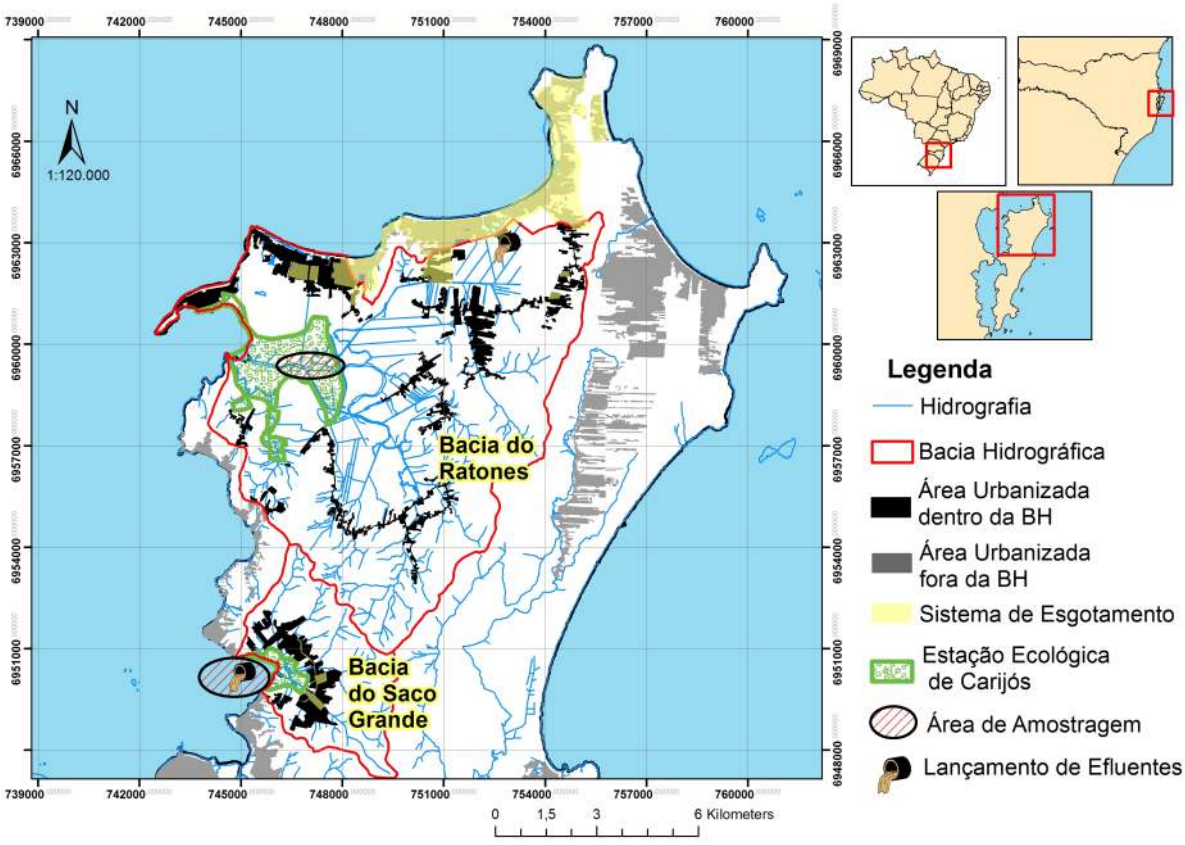


Figura 2 – Área de estudo, compreendendo as bacias hidrográficas (BH) do Ratones e do Saco Grande, SC. Demarcações em verde, representando a Estação Ecológica de Carijós; e em preto, as áreas urbanizadas dentro das BH. Em destaque, na BH do Saco Grande, a localização do emissário submarino da ETE Saco Grande. Áreas hachuradas representam os locais de coleta dos grupos RATL, RATC, SGL e SGC. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

3.3 - RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS E BIOMÉTRICAS DE *MUGIL LIZA* E *MUGIL CUREMA* FRENTE A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE AMBIENTAL: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DAS ESPÉCIES COMO BIOINDICADORES DE AMBIENTES ESTUARINOS

As espécies *M. liza* e *M. curema* responderam de forma distinta a diferentes pressões ambientais (Tabela 1, Figura 3). Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros hematológicos, quando comparados indivíduos da espécie *M. curema*, coletados no rio Ratones e na Baía do Saco Grande; embora observado em *M. liza*, conforme demonstrado na Tabela 2. Este fato pode estar relacionado às diferentes fases do ciclo de vida dos peixes das duas espécies, que foram coletadas. É bem conhecido que os mugilídeos permanecem nos estuários durante toda a fase juvenil, deixando o local para realizar migrações, quando atingem a maturidade sexual (CROSETTI; BLABER, 2016).

Em nosso estudo, o comprimento total médio de espécimes de *M. liza* foi de 30,47 cm, caracterizados como indivíduos que ainda não atingiram a primeira maturação sexual (L50) e, portanto, classificados como juvenis (ESPER; MENEZES; ESPER, 2000). Para a espécie *M. curema*, a média de comprimento total obtida foi de 29,00 cm, tratando-se de indivíduos adultos, segundo Oliveira (2010). Neste sentido, avaliamos que os indivíduos da espécie *M. curema* coletados, por serem indivíduos adultos, não são residentes exclusivos dos estuários, como os indivíduos juvenis de *M. liza;* e, por isso, não refletem tão bem as características ambientais estudadas.

Além do deslocamento dos indivíduos durante o processo de migração, há uma intensa ação hormonal sobre a fisiologia de indivíduos da espécie *M. curema*, levando a alterações hematológicas intensas, não relacionadas às mudanças no ambiente em que vivem. Estes fatores, em conjunto, são considerados importantes, para determinar as diferenças de respostas, em relação aos ambientes considerados e entre as espécies analisadas no presente estudo. Neste sentido, a espécie *M. liza* demonstrou ter maior potencial, como bioindicador da qualidade ambiental estuarina, quando comparada com o *M. curema*.

Tabela 1 - Análise descritiva dos parâmetros hematológicos das espécies M. *liza* e M. *curema*, capturados nas bacias hidrográficas do Ratones e do Saco Grande, SC. Teste t-Student, de grupos independentes, valores em destaque ($p < 0,05$).

Análise	Espécie	Mediana	Min-Max	N	p-value
Volume Globular (%)	M. liza	33,21	22,50 - 46,87	15	**0,0004**
	M. curema	44,72	31,07 - 52,57	17	
Hemoglobina ($g \cdot dL^{-1}$)	M. liza	7,01	3,46 - 10,71	15	0,1688
	M. curema	7,61	4,00 - 11,42	17	
Eritrócitos totais ($10^6 \cdot mm^{-3}$)	M. liza	2,76	2,15 – 4,72	15	0,3985
	M. curema	3,44	1,40- 5,09	17	
Linfocitos e Trombócitos ($10^6 \cdot mm^{-3}$)	M. liza	128	35-180	11	**0,0063**
	M. curema	64	36-104	12	
Volume Corpuscular Médio (fL)	M. liza	122,74	65,31 – 172,41	15	0,1057
	M. curema	123,23	78,74 – 283,95	17	
Hemoglobina Corpuscular Média (pg)	M. liza	30,44	11,57 - 39,52	15	0,5586
	M. curema	26,81	15,22 - 50,50	17	
Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média ($g \cdot dL^{-1}$)	M. liza	22,22	15,15 – 31,74	17	0,0975
	M. curema	22,22	11,90 - 25,00	17	

Fonte: Ganguilhet (2019).

IVIDES.org

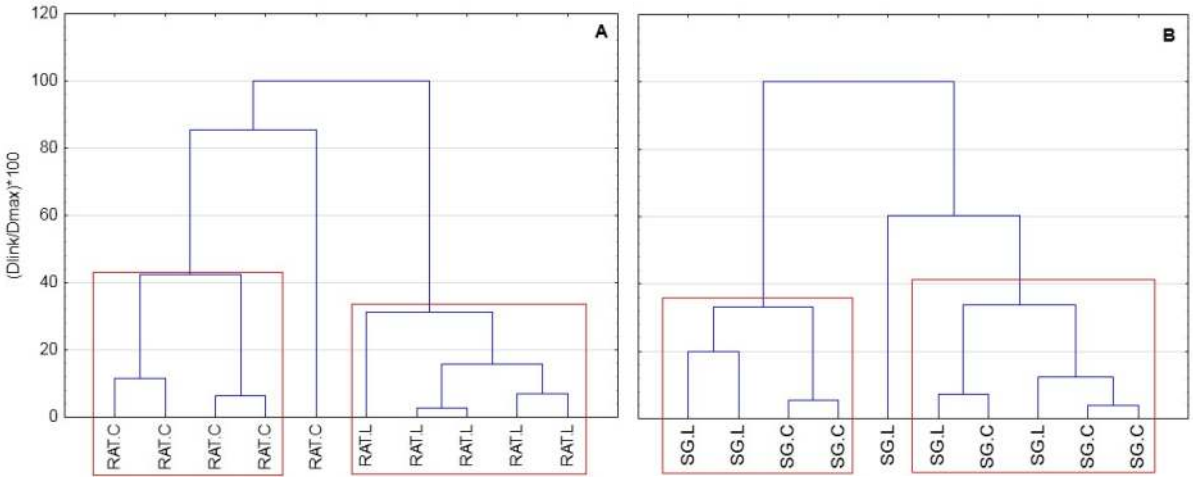


Figura 3 - Análise de cluster, obtida a partir de parâmetros hematológicos dos indivíduos da espécie M. *liza* e M. *curema*, coletados nas bacias hidrográficas do Ratones (A) e do Saco Grande (B), SC. Método de amalgamação Ward's e distâncias euclidianas ao quadrado. Fonte: Ganguilhet (2019).

3.4 - RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS DE *MUGIL LIZA* FRENTE A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE EM AMBIENTES NATURAIS

Quando comparados os *M. liza*, capturados nas BHs do Saco Grande e do Ratones, observamos que os indivíduos encontrados na BH do Ratones mantinham seus parâmetros hematológicos mais próximos aos encontrados em ambientes estuarinos, previamente relatados na literatura (Figura 4 e Tabela 2). Rodrigues (2016) demonstrou que as diferenças encontradas entre os ambientes naturais de Saco Grande e Ratones, estão associadas às características físicas das BHs (influência do mar e vazão dos rios) e ao adensamento populacional (índice de saneamento). Quando comparadas as duas bacias, Saco Grande possui maior índice de urbanização e menor índice de esgotamento sanitário, seus rios possuem vazões menores e, em sua enseada, as águas têm menor circulação, o que reflete numa menor capacidade suporte desse ambiente. Estes fatores associados interferem diretamente na efetividade desta bacia, em metabolizar e diluir efluentes da atividade antrópica, gerando um ambiente de maior estresse ambiental para as diferentes espécies de organismos vivos presentes neste local.

Como forma de avaliar os impactos que as atividades antrópicas exercem sobre os ambientes e organismos aquáticos, são realizadas análises hematológicas de peixes, como indicadores de estresse. A determinação da hemoglobina é um indicador primário de estresse ambiental, o aumento de sua concentração representa uma condição adaptativa de melhoria na capacidade de transportar oxigênio no sangue (SAINT-PAUL, 1984; CAZENAVE *et al.*, 2005). Essas adaptações permitem que peixes sobrevivam em ambientes com baixo oxigênio dissolvido (O.D.), como é o caso de indivíduos do grupo SG (Tabela 2).

A liberação de catecolaminas, frente às condições estressantes, gera um aumento do volume dos eritrócitos (NIKINMAA, 1982; BERENBRINK; BRIDGES, 1994), o que explica o alto valor de hematócrito volume globular e dos valores médios do parâmetro Volume Corpuscular Médio (VCM) (Tabela 2), encontrados nos indivíduos capturados na BH do Saco Grande, divergindo dos capturados na BH do Ratones; e ainda, das informações da Literatura (Figura 4). O inchaço adrenérgico dos glóbulos vermelhos é caracterizado pelo movimento da água, através da membrana celular, após um aumento inicial nos fluxos de sódio e potássio, e mudanças no pH intracelular (CALA, 1980; BERENBRINK; BRIDGES, 1994). Os aumentos do volume globular e da concentração de hemoglobina (Figura 4) nos *M. lisa* capturados na enseada do Saco Grande, podem ser explicados pelas altas demandas metabólicas durante o estresse, resultando no aumento da eficiência do transporte, do armazenamento e da afinidade da hemoglobina pelo oxigênio (ACERETE *et al.*, 2004) Células maiores possuem uma relação superfície/ volume menor, influenciando todos os processos que envolvem a membrana plasmática, como a difusão e o transporte, bem como, outras trocas (BALLARIN *et al.*, 2004).

IVIDES.org

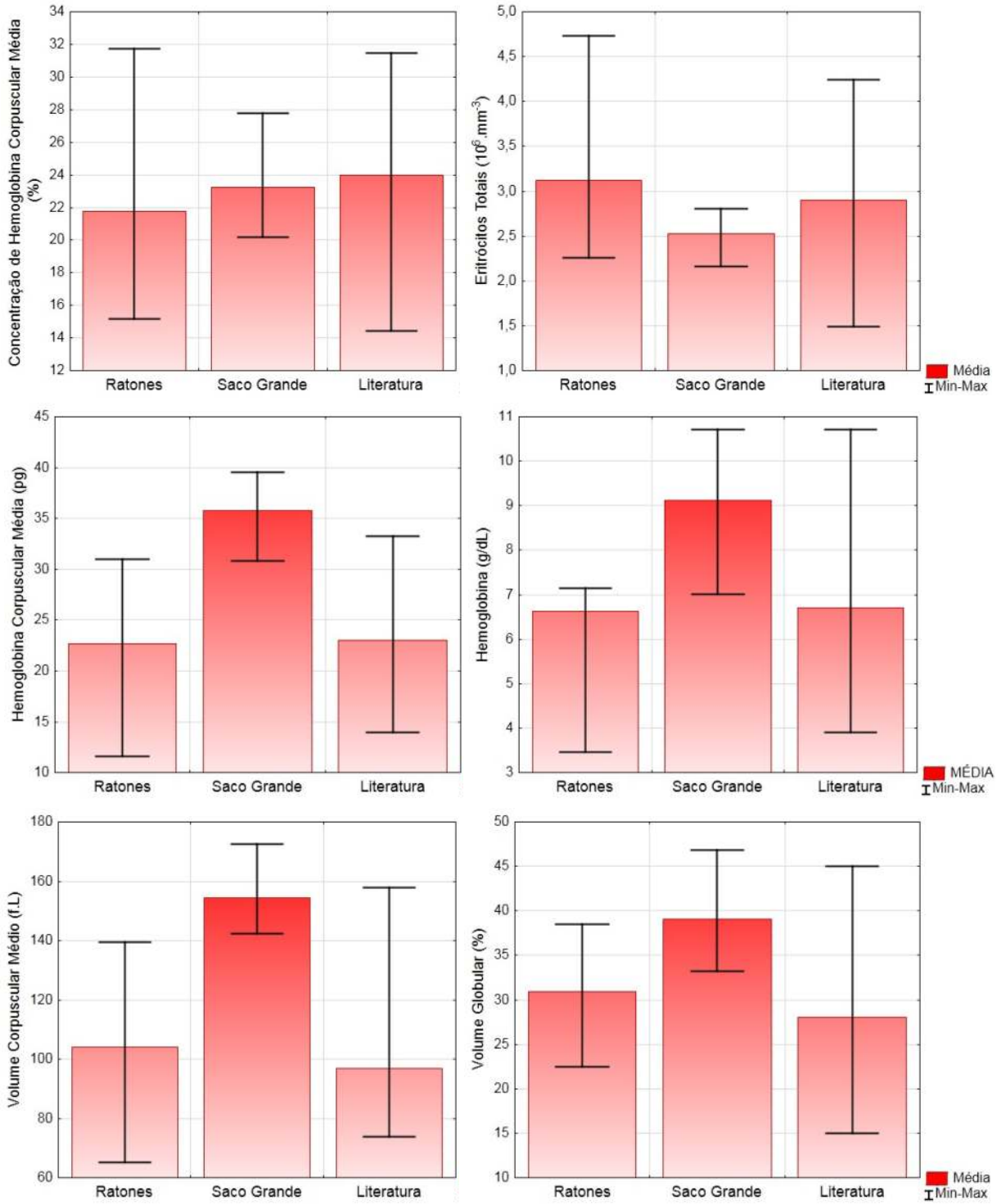


Figura 4 - Valores médios, mínimos e máximos, da concentração dos parâmetros hematológicos da espécie *M. liza*, coletados nas bacias hidrográficas do Ratones e do Saco Grande, comparados aos dados da literatura (RANZANI-PAIVA; ISHIKAWA, 1996). Número amostral de cada grupo, conforme descrição: RATL (n=10), SGL (n=5), Literatura (n=71). Fonte: Ganguilhet (2019).

Esses resultados corroboram com as avaliações de qualidade da água realizadas. Estudos sobre qualidade de água realizados nas BH do Saco Grande e do Ratones, demonstram clara diferença entre parâmetros, como turbidez, salinidade, percentual de saturação de oxigênio, fósforo total e inorgânico, silicato, nitrogênio amoniacal, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes totais e termotolerantes. Ambas as bacias foram consideradas como impactadas, apresentando desconformidades, segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 (PARIZOTTO, 2009; SILVA *et al.*, 2013; RODRIGUES, 2016). Entretanto, a qualidade da água da BH do Saco Grande foi inferior, quando comparada à qualidade da água da BH do Ratones (RODRIGUES, 2016; SILVA *et al.*, 2013), corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

IVIDES.org

Tabela 2 - Resultados do teste de t-Student dos parâmetros hematológicos de *Mugil liza*, entre as bacias hidrográficas (BHs) do Ratones (Rat.) e do Saco Grande (SG). Teste t de grupos independentes, entre as BHs; e, para os valores da literatura (RANZANI-PAIVA; ISHIKAWA, 1996), foi aplicado o teste t de amostras simples. Valores em destaque ($p < 0,05$).

Parâmetro	Entre BH p-value	Entre as BHs com a literatura p-value
Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média	0,508	Rat. p= 0,055 SG p= 0,321
Eritrócitos Totais	0,179	Rat. p= 0,456 SG p= **0,0410**
Hemoglobina Corpuscular Média	**0,002**	Rat. p= 0,907 SG p= **0,0017**
Hemoglobina	**0,006**	Rat. p= 0,867 SG p= **0,0445**
Volume Corpuscular Médio	**0,001**	Rat. p=0,400 SG p= **0,0005**
Volume Globular	**0,014**	Rat. p= 0,109 SG p= **0,0120**

Fonte: Ganguilhet (2019).

3.5 - RESPOSTAS BIOQUÍMICAS DE *MUGIL LIZA*, FRENTE A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE EM AMBIENTES NATURAIS

Dentre os locais amostrados, os peixes capturados na BH do Saco Grande apresentaram um valor de GSH de 330,52 µM, enquanto que, na BH Ratones, foi de 12,46 µM, o que caracteriza uma diferença significativa (p-value 0,0000). Outros parâmetros bioquímicos, como, por exemplo, glicose e triglicerídeos também apresentaram diferença significativa e podem ser observados na Tabela 3, em conjunto com os demais parâmetros.

O aumento nas concentrações de glicose, observados no grupo SGL, demonstra uma ativação de respostas primárias a condições estressantes (Tabela 3). Nestas circunstâncias, ocorre a liberação de hormônios, como adrenalina, noradrenalina e cortisol. O cortisol atua na mobilização de reservas energéticas, estimulando processos dee glicogenólise e gliconeogênese, levando assim, ao aumento da concentração de glicose circulante no sangue (VIJAYAN *et al*., 1997; DAVIS, 2006). A mobilização de reservas energéticas pode ser observada também pela correlação entre glicose e triglicerídeos.

Indivíduos coletados na BH do Saco Grande apresentaram os menores valores para células de defesa (Tabela 3). A variação na contagem de células de defesa também pode ser relacionada ao aumento na liberação de cortisol e adrenalina. Em situações estressantes, esses hormônios atuam na produção de células de defesa, bem como, em sua afinidade por receptores específicos, suscitando em deficiência imune (WEYTS; VERBURG-VAN; FLIK, 1998; WEYTS *et al*., 1998; DHABHAR; MCEWEN, 1999; SERIANI *et al*., 2014). O grupo SG, quando comparado ao grupo da BH do Ratones (RAT), apresenta uma diminuição no número de células de defesa, bem como, um aumento na concentração de GSH (Tabela 3). Segundo OOST *et al*. (2003), o aumento de GSH representa uma resposta crônica adaptativa ao aumento da atividade de detoxificação. Níveis elevados de GSH foram relatados, tanto em peixes coletados em locais poluídos (OOST *et al*., 2003, PANDEY *et al*., 2003), como em peixes tratados em ambientes controlados com substâncias oxidantes (AHMAD; PACHECO; SANTOS, 2006; OLIVEIRA; PACHECO; SANTOS, 2008; SIMONATO; FERNANDES; MARTINEZ, 2011). Dentre as principais defesas antioxidantes, a GSH é bastante utilizada em estudos de campo relacionados a ambientes poluídos (VAN DER OOST *et al*., 2003), por representar a primeira linha de defesa contra ERO (AHMAD *et al*. 2000; MARTÍNEZ-ALVAREZ, MORALES; SANZ, 2005).

O aumento na concentração de GSH é resultado do recrutamento das defesas antioxidantes em resposta ao estresse sofrido pelos organismos analisados. Segundo Stegeman *et al.* (1992), esse aumento pode ocorrer de duas formas: através do aumento da atividade da Glutationa Redutase (GR), que converte a molécula de glutationa oxidada (GSSG) em GSH, ou por um aumento em sua síntese. A síntese de GSH é resultante de sua atividade antioxidante individual e/ou de sua atuação como substrato das enzimas GST e GPx, durante as reações de biotransformação e de defesa antioxidante (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

IVIDES.org

Os demais parâmetros bioquímicos ALT/GPT, AST/GOT, LDH e proteínas totais não apresentaram diferença significativa quando submetidos ao teste de hipótese (Tabela 3). Indicadores enzimáticos, muitas vezes não são encontrados em grandes quantidades no plasma, a menos que tenha ocorrido alguma lesão física em órgãos, demonstrando menor eficiência como indicador de estresse que não incluem danos teciduais (WAGNER; CONGLETON, 2004). Podemos sugerir que mesmo sofrendo maior estresse ambiental e fisiológico, não houve danos ou disfunções teciduais significativas em peixes da espécie mugil liza coletados na enseada do saco grande quando comparados ao grupo RATL.

Tabela 3 - Análise descritiva dos parâmetros imunológicos e bioquímicos da espécie *M. liza* capturados nas bacias do Ratones e Saco Grande. Valores em destaque (p < 0,05), para o teste t-Student de grupos independentes.

Parâmetro	Bacia	Mediana	Min-Max	N	p-value
Linfocitos e Trombócitos ($10^6 \cdot mm^{-3}$)	Ratones	139,50	111 - 180	6	**0,0044**
	Saco Grande	54,00	35 - 128	5	
ALT/GPT (U/L)	Ratones	4,15	2,08 – 12,5	9	0,4306
	Saco Grande	4,21	3,15 – 6,42	5	
AST/GOT (U/L)	Ratones	78,93	27,08 – 338,9	9	0,2320
	Saco Grande	65,26	32,14 – 102,8	5	
Glicose (mg/dL)	Ratones	39,40	30,52 – 71,57	9	**0,0060**
	Saco Grande	100,00	36,42 – 129,47	5	
GSH (uM)	Ratones	12,46	5,18 – 23,15	9	**0,0000**
	Saco Grande	330,52	191,7 – 390,0	5	
LDH (U/L)	Ratones	891,57	2,10 – 2.324,2	9	0,1498
	Saco Grande	115,78	49,28 – 509,37	5	
Proteínas Totais (g/dL)	Ratones	7,74	7,42 – 7,95	9	0,1849
	Saco Grande	8,11	7,43 – 8,49	5	
Triglicerídios (mg/dL)	Ratones	114,58	89,47 – 186,45	9	**0,0073**
	Saco Grande	609,64	96,87 – 1.084,21	5	

Fonte: Ganguilhet (2019). Nota: GSH = grupamentos ─SH da glutationa (GSH); ALT/TGP = transaminase pirúvica ou aspartato aminotransferase; AST/GOT = transaminase oxalacética ou aspartato aminotransferase; GSH = Glutationa; LDH = desidrogenase Láctica.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

As respostas ao estresse e consequentes mudanças hematológicas variam, dependendo da espécie de peixe, da fase do ciclo de vida, do sexo e da população, da qual faz parte. Desta forma, é difícil estabelecer um padrão para todos os parâmetros hematológicos de peixes. Para *M. liza* e *M. curema*, poucos trabalhos foram realizados neste sentido e, por isso, ainda não há um consenso sobre a caracterização dos parâmetros hematológicos normais destas espécies. Entretanto, nossos resultados foram similares aos encontrados na literatura para *M. liza*, em ambientes estuarinos.

As diferenças hematológicas entre os grupos SGL (peixes da espécie *Mugil liza* coletado na Baía do Saco Grande) e RATL (Peixes da espécie *Mugil liza* coletado na Bacia do rio Ratones) pode ser uma resposta às pressões ambientais aos quais estavam submetidos. Os peixes coletados na enseada do Saco Grande apresentaram níveis elevados de glicose, hematócrito, HCM hemoglobina e GSH, bem como, os menores valores para células de defesa, em relação aos grupo RATL. Em conjunto, estes resultados indicam que os animais coletados no SG são submetidos às condições ambientais mais estressantes e possível contaminação por agentes oxidantes. Esses resultados corroboram com estudos anteriores sobre a qualidade da água nos dois ambientes.

A espécie *M. curema* demonstrou poucas diferenças em parâmetros hematológicos, entre os locais amostrados. Os parâmetros hematológicos de peixes coletados no rio Ratones diferem entre as duas espécies estudadas. Entretanto, o mesmo resultado não foi observado em indivíduos coletados na Baía do Saco Grande, tornando-se necessária, a realização de estudos complementares que esclareçam a questão. De maneira geral, os resultados obtidos indicam a potencialidade da espécie *M. liza*, como bioindicador; e o uso de biomarcadores he-

IVIDES.org

matológicos e bioquímicos, como ferramentas capazes de refletir e auxiliar na avaliação de estresse ambiental. A crescente urbanização das bacias hidrográficas do Saco Grande e do Ratones mostrou-se um desafio na conservação dos ecossistemas aquáticos destas regiões. A contaminação dos ambientes naturais estudados reflete diretamente na fisiologia de organismos aquáticos, representando uma ameaça aos ecossistemas costeiros e à homeostasia da Estação Ecológica de Carijós. Com o presente trabalho, enfatizamos o valor e a necessidade da colaboração entre acadêmicos, instituições governamentais e extrativistas, no desenvolvimento de estudos sobre indicadores e das ferramentas úteis para a conservação e a gestão de bacias hidrográficas costeiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de dedicar esse trabalho e agradecer profundamente a toda a equipe da Estação Ecológica de Carijós, em especial, ao Sr. Luís Otávio da Rocha, por ser sempre tão atencioso, por compartilhar generosamente seus conhecimentos sobre peixes e por ser um exímio marinheiro, tornando possíveis, as saídas de campo.

Os autores agradecem ainda, a todos os pescadores das associações do Ratones e do João Paulo e, especialmente, ao Sr. Orlando e Sr. Rogério, os quais os acompanharam durante todas as coletas, mostrando toda a beleza e tradição da pesca artesanal. Agradecem por proporcionar essas experiências únicas. Com toda a certeza, sem essas pessoas, esta pesquisa não teria sido possível.

REFERÊNCIAS

ACERETE, L. *et. al*. Physiological responses in Eurasian perch (Perca fluviatilis, L.) subjected to stress by transport and handling. **Aquaculture**, v. 237, p. 167-178, 2004. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.018.

ADEVA-ANDANY, M. M.; GONZÁLEZ-LUCÁN, M.; DONAPETRY-GARCÍA, C.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, C.; AMENEIROS-RODRÍGUEZ, Eva. Glycogen metabolism in humans. **Bba Clinical**, [*S.l.*], v. 5, p. 85-100, jun. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.02.001

AHMAD, I.; PACHECO, M.; SANTOS, M. A.; ANGUILLA, L. Oxidative stress biomarkers: An in situ study of freshwater wetland ecosystem (Pateira de Fermentelos, Portugal). **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 65, n. 6, p.952-962, nov. 2006. DOI:10.1016/j.chemosphere.2006.03.042.

AHMAD I., HAMID T., FATIMA M., CHAND H.S., JAIN S.K., ATHAR M., RAISUDDIN S. Induction of hepatic antioxidants in fresh water cat fish (Channa punctatus Bloch) is a biomarker of paper mill effluent exposure. **Biochimia et Biophysica Acta**, v. 1523, n. 1, p. 37-48, 01 set. 2000.

AIROLDI, L.; BECK, M. W. Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. **Oceanogr. Mar. Biol**., v. 45, p. 345–405, 2007. DOI: 10.1201/9781420050943.ch7.

AKINROTIMI, O. A.; B. UEDEME-NAA; AGOKEI, E.O. Effects of acclimation on haematological parameters of Tilapia guineensis (Bleeker 1862). **Science World Journal**, v. 5, p. 1-4, 2010.

AL-SABTI, K.; METCALFE, C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. **Mutation Research/ Genetic Toxicology**, [*S.l.*], v. 343, n. 2-3, p. 121-135, jun. 1995. DOI: 10:1016/0165-1218(95)90078-0.

ALWAN, S. F., A. A. HADI; A.E. SHOKR. Alterations in haematological parameter of fresh water fish Tilapia zilli exposed to Aluminum. **Journal of Science and Its Applications**, v. 3, p. 12-19, 2009.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Atlas Esgotos:** Despoluição de Bacias Hidrográficas - Resumo Executivo. Brasilia, ANA, 2017. 88 p.

ARILLO, A. *et al*. Biochemical effects of long term exposure to Cr,Cd,Ni on rainbow trout (Salmo gairdneri Rich.): Influence of sex and season. **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 11, n. 1, p.47-57, jan. 1982. DOI: 10:1016/0045-6535(82)90093-5.

ATLI, G. *et al*. Alterations in the serum biomarkers belonging to different metabolic systems of fish (Oreochromis niloticus) after Cd and Pb exposures. **Environmental Toxicology And Pharmacology**, [*S.l.*], v. 40, n. 2, p. 508-515, set. 2015. DOI: 10:1016/j:etap:2015:08:001.

IVIDES.org

AUBIN, D. J. S.; DEGUISE, S.; RICHARD, P. R.; SMITH, T.G.; GERACI, J. R. Hematology and plasma chemistry as indicators of health and ecological status in beluga whales, Delphinapterus leucas. **Arctic Institute of North America**, v. 54, p. 317–331, 2001.

AZZURRO, E.; MATIDDI, M.; FANELLI, E.; GUIDETTI, P.; MESA, G. L.; SCARPATO, A.; AXIAK, V. Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. **Mar. Envir. Res**., v. 69, p. 390-397, 2010. DOI: 10.1016/j.marenvres.2010.01.006.

BALLARIN, B.L., DALL'ORO, M., BERTOTTO, D., LIBERTINI, A., FRANCESCON, A. and BARBARO, A. Hematological parameters in *Umbrina cirrosa* (Teleostei, Sciaenidae): a comparison between diploid and triploid specimens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 138, n. 1, p. 45-51, 2004. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpb.2004.02.019

BARTON, B. A. Stress in fish: A diversity of responses with particular reference to changes in circulation corticosteroids. **Integrate and Composition in Biology**, v. 42, p. 517-525, 2002. DOI: 10.1093/icb/42.3.517.

BARTON, B. A.; IWAMA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of Fish Disease**, v.1, p. 3-26, 1991. DOI: 10.1016/0959-8030(91)90019-g.

BAYNE, B. Aspects of the metabolism of mytilus edulis during starvation. **Netherlands Journal Of Sea Research**, [*S.l.*], v. 7, p. 399-410, ago. 1973. doi:10:1016/0077-7579(73)90061-6.

BERENBRINK, M.; BRIDGES, C. Catecholamine-activated sodium/proton exchange in the red blood cells of the marine teleost Gadus morhua. **Journal Of Experimental Biology**, v. 192, n. 1, p. 253-67, ago. 1994.

BERG J. M.; TYMOCZKO J. L.; STRYER L. **Biochemistry**. 5. ed. New York: W H Freeman, 2002.

BHAGYALAKSHMI, A.; REDDY, P. S.; RAMAMURTHI, R. Subacute stress induced by sumithion on certain biochemical parameters in Oziotelphusa senex senex, the fresh-water rice field crab.**Toxicology Letters**, [*S.l.*], v. 21, n. 2, p.127-134, 1984. DOI:10:1016/0378-4274(84)90195-4.

BLAXHALL, P. C. The haematological assessment of the health of freshwater fish – A review of selected literature. **J. Fish Biol**., v. 4, p. 593-604, 1972. DOI:10.1111/j.1095-8649.1972.tb05704.x.

BOGLIONE, C.; COSTA, C.; GIGANTI, M.; CECCHETTI, M.; DATO, P. D.; SCARDI, M.; CATAUDELLA, S. Biological monitoring of wild thicklip grey mullet (Chelon labrosus), golden grey mullet (Liza aurata), thinlip mullet (Liza ramada) and flathead mullet (Mugil cephalus) (Pisces: Mugilidae) from different Adriatic sites: meristic counts and skeletal anomalies. **Ecological Indicators**, v. 6, p. 712–732, 2006. DOI: 10.1016/j.ecolind.2005.08.032.

BOLOGNESI, C.; PERRONE, E.; ROGGIERI, P.; PAMPANIN, D. M.; SCIUTTO, A. Assessment of micronuclei induction in peripheral erythrocytes of fish exposed to xenobiotics under controlled conditions. **Aquatic Toxicology**, v. 78, S93–S98, 2006. DOI: 10.1016/j.aquatox.2006.02.015.

BOLS, N. C et al. Ecotoxicology and innate immunity in fish. **Developmental & Comparative Immunology**, [*S.l.*], v. 25, n. 8-9, p. 853-873, out. 2001. DOI: 10:1016/s0145-305x(01)00040-4.

BOURNE, P. K. Changes in haematological parameters associated with capture and captivity of the marine teleos, Pleurnectes platessa L. Comp. **Biochem. Physiol**. v. 85A, n. 3, p. 435-443, 1986. DOI: 10.1016/0300-9629(86)90426-3.

BRAGA, E. S.; BONETTI, C.; BURONE, L., BONETTI, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 165-173, 2000. DOI: 10.1016/s0025-326x(99)00199-x.

BRICKER, S. B.; LONGSTAFF, B.; DENNISON, W.; JONES, A.; BOICOURT, K.; WICKS, C.; WOERNER, J. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. **Harmful Algae**, v. 8, n. 1, p. 21-32, 2008. DOI: 10.1016/j.hal.2008.08.028.

CALA, P. M. Volume regulation by Amphiuma red blood cells. The membrane potential and its implications regarding the nature of the ion-flux pathways. **The Journal Of General Physiology**, [s.l.], v. 76, n. 6, p. 683-708, 1 dez. 1980. DOI:10:1085/jgp:76:6:683.

IVIDES.org

CARMO, R. L. do; SILVA, C. A. M. da. População em zonas costeiras e mudanças climáticas: redistribuição espacial e riscos. *In*: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR. E. (org.). **População e mudanças climáticas:** dimensão humana das mudanças ambientais globais. Brasília: UNFPA, 2009. 292p.

CAZENAVE, J. *et al*. Haematological parameters in a neotropical fish, Corydoras paleatus (Jenyns, 1842) (Pisces, Callichthyidae), captured from pristine and polluted water. **Hydrobiologia**, [*S.l.*], v. 537, n. 1-3, p. 25-33, mar. 2005. doi: 10:1007/s10750-004-1638-z.

CECCA. **Unidades de Conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação**. Florianópolis, SC: Editora Insular, 1997. 160p.

CHAUDHRY, H. S. Nickel toxicity on carbohydrate metabolism of a freshwater fish, Colisa fasciatus. **Toxicology Letters**, [*S.l.*], v. 20, n. 1, p. 115-121, 1984. DOI: 10:1016/0378-4274(84)90193-0.

CHENERY, R.; GEORGE, M.; KRISHNA, G. The effect of lonophore A23187 and calcium on carbon tetrachloride-induced toxicity in cultured rat hepatocytes. **Toxicology And Applied Pharmacology**, [*S.l.*], v. 60, n. 2, p. 241-252, 1981. DOI: 10:1016/0041-008x(91)90228-7.

CHROUSOS, G. P. Stressors, Stress, and Neuroendocrine Integration of the Adaptive Response: The 1997 Hans Selye Memorial Lecture. **Annals Of The New York Academy Of Sciences**, [*S.l.*], v. 851, n. 1, p. 311-335, 1998. DOI: 10:1111/j:1749-6632:1998:tb09006:x.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Resolução nº 01, de 21 de novembro de 1990**. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 nov. 1990. p. 22.634/39.

CLAVER, J. A.; QUAGLIA, A. I. Comparative morphology, development, and function of blood cells in nonmammalian vertebrates. **Journal of Exotic Pet Medicine**, v. 18, p. 87–97, 2009. DOI: 10.1053/j.jepm.2009.04.006.

COLES, E.H. Liver function. **Veterinary clinical pathology**. 2.ed. Philadelphia: Saunders, 1974. 165p.

COLLIER, H. B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, v. 50, p. 550-552, 1944.

CONGLETON, J. L.; WAGNER, T. Blood-chemistry indicators of nutritional status in juvenile salmonids. **Journal Of Fish Biology**, [*S.l.*], v. 69, n. 2, p. 473-490, 2006. DOI: 10:1111/j:1095-8649:2006:01114:x.

CROSETTI, D.; BLABER, S. (ed.). **Biology, Ecology and Culture of Grey Mullet (Mugilidae)**. New York: CRC Press, 521 p., 2016.

DAVIS, K. B. Management of Physiological Stress in Finfish Aquaculture. **North American Journal Of Aquaculture**, [*S.l.*], v. 68, n. 2, p. 116-121, abr. 2006. DOI: http://dx.doi.org/10.1577/a05-007.1.

DAVIS, R. A. H. **Biomarcadores morfológicos, bioquímicos e genotóxicos de contaminação ambiental em *Mugil liza*, *Geophagus brasiliensis* e *Tilapia rendalli***. 2008. 120 f. Tese (Doutorado em Química) - Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

DHABHAR, F. S.; B. S. MCEWEN. Enhancing versus suppressive effects of stress hormones on skin immune function. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 96, p. 1059-1064, 1999. DOI: 10.1073/pnas.96.3.1059.

DIZER, H. *et al.* The cytotoxic and genotoxic potential of surface water and wastewater effluents as determined by bioluminescence, umu-assays and selected biomarkers. **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 46, n. 2, p. 225-233, 2002. DOI: 10:1016/s0045-6535(01)00062-5.

ESPER, M. L. P.; MENEZES, M. S. de; ESPER, W. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de Mugil platanus Günther, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: **Acta Biológica Paranaense**, [*S.l.*], v. 29, dez. 2000. Universidade Federal do Paraná. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abpr.v29i0.594.

FELTON G.W. Oxidative Stress of Vertebrates and Invertebrates. *In*: Ahmad S. (ed.) **Oxidative Stress and Antioxidant Defenses in Biology**. Cap. 10. Boston: Springer, 1995. p. 356-434. DOI: 10.1007/978-1-4615-9689-9_10.

FLORIANÓPOLIS (SC). **Estudo de concepção do esgotamento sanitário em Florianópolis**. Santa Catarina: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2019. 203 p.

IVIDES.org

FOLMAR, L. C. Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleost fish: A bibliography and synopsis of selected effects. **Environmental Toxicology And Chemistry**, [*S.l.*], v. 12, n. 2, p. 337-375, fev. 1993. DOI: 10:1002/etc:5620120216.

FRANÇA, J. G. *et al.* Toxicidade crônica do cloreto de mercúrio (HgCl2) associado ao selênio, através do estudo hematológico em tilápia *Oreochromis niloticus*. **Bioikos**, v. 21, p. 11-19, 2007.

GABRIEL, U. U.; EZERI, G. N. O.; OPABUNMI, O. O. Influence of sex, source, health status and acclimation on the haematology of Clarias gariepinus (Burch, 1822). **African Journal of Biotechnology**, v. 3, n. 9, 2004. DOI: 10:5897/ajb2004:000-2090.

GANGUILHET, G. **Avaliação Dos Parâmetros Hematológicos E Bioquímicos De Mugil Liza E Mugil Curema Como Possíveis Biomarcadores De Impactos Antrópicos Na Estação Ecológica De Carijós**. 2019. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

GARCÍA-GASCA, A. *et al.* The white mullet (*Mugil curema*) as biological indicator to assess environmental stress in tropical coastal lagoons. **Environmental Monitoring And Assessment**, 24 nov. 2016. DOI: 10.1007/s10661-016-5714-4.

GILL, T.S.; PANT, J.C. Cadmium toxicity: Inducement of changes in blood and tissue metabolites in fish. **Toxicology Letters**, [*S.l.*], v. 18, n. 3, p. 195-200, 1983. DOI: 10:1016/0378-4274(83)90093-0.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIOUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, n. 1, p.35-39, 1971. DOI: 10.1093/ajcp/56.1.35.

GOPAL, V.; PARVATHY, S.; BALASUBRAMANIAN, P. R. Effect of heavy metals on the blood protein biochemistry of the fish Cyprinus carpio and its use as a bio-indicator of pollution stress. **Environmental Monitoring And Assessment**, [*S.l.*], v. 48, n. 2, p.117-124, 1997. DOI: 10:1023/a:1005767517819.

GRANT, K. R. Fish Hematology and Associated Disorders. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 35, n. 3, p. 681-701, 2015. DOI: 10.1016/j.cll.2015.05.015.

HALLIWELL B., GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. v. 4. Oxford: Clarendon, 2007.

HOOFTMAN, R. N.; RAAT, W.k. de. Induction of nuclear anomalies (micronuclei) in the peripheral blood erythrocytes of the eastern mudminnow Umbra pygmaea by ethyl methanesulfonate. **Mutation Research Letters**, [*S.l.*], v. 104, n. 1-3, p. 147-152, abr. 1982. DOI: 10:1016/0165-7992(82)90136-1.

HUGGETT, R. J. *et al.* (ed.). **Biomarkers: Biochemical, Physiological, and Histological Markers of Anthropogenic Stress**. New York: Crc Press, 1992. 365 p.

IGOR, R. Florianópolis está entre os 300 destinos mais desejados por viajantes do mundo. **NSC Total**, 05 jan. 2020. Disponível em: https://www.nsctotal.com.br/colunistas/renato-igor/florianopolis-esta-entre-os-300-destinos-mais-desejados-por-viajantes-do. Acesso em: 30 abr. 2021.

ISHIKAWA N. M; RANZANI-PAIVA M. J. T.; LOMBARDI J. V. Total leukocyte counts methods in fish, *Oreochromis niloticus*. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 1, p. 54-63, 2008.

JAVED, M. *et al.* Multiple biomarker responses (serum biochemistry, oxidative stress, genotoxicity and histopathology) in *Channa punctatus* exposed to heavy metal loaded waste water. **Scientific Reports**, [*S.l.*], v. 7, n. 1, p. 1-11, 10, 2017. DOI: 10:1038/s41598-017-01749-6.

JAVED, M.; USMANI, N. Stress response of biomolecules (carbohydrate, protein and lipid profiles) in fish *Channa punctatus* inhabiting river polluted by Thermal Power Plant effluent. **Saudi Journal Of Biological Sciences**, [*S.l.*], v. 22, n. 2, p. 237-242, 2015. DOI: 10:1016/j:sjbs:2014:09:021.

JEROME, F. C. *et al.* Metal uptake, oxidative stress and histopathological alterations in gills and hepatopancreas of *Callinectes amnicola* exposed to industrial effluent. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, [s.l.], v. 139, p.179-193, 2017. DOI: 10:1016/j:ecoenv:2017:01:032.

IVIDES.org

JIANG, Z. Y.; WOOLLARD, A. C.; WOLFF, S. P. Hydrogen peroxide production during experimental protein glycation. **FEBS letters**, v. 268, n. 1, p. 69–71 , 1990. DOI: 10.1016/0014-5793(90)80974-n.

KALININA, E. V.; CHERNOV, N. N.; NOVICHKOVA, M. D. Role of glutathione, glutathione transferase, and glutaredoxin in regulation of redox-dependent processes. **Biochemistry** (Moscow), [*S.l.*], v. 79, n. 13, p. 1562-1583, 2014. DOI: 10:1134/s0006297914130082.

KOVACIK, A. Oxidative stress in fish by environmental pollutants. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, Romania, v. 50, n. 1, p. 121-125, 2017.

LACKNER, R. "Oxidative stress" in fish by environmental pollutants. **Fish Ecotoxicology**, Switzerland, p.203-224, 1998. DOI: 10.1007/978-3-0348-8853-0_6.

LAFFAILLE, P. *et al.* Can thin-lipped mullet directly exploit the primary and detritic production of European macrotidal salt marshes? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 729-736, 2002. DOI: 10.1006/ecss.2001.0855.

LANA, P. C.; BIANCHINI, A.; RIBEIRO C. A. O.; NIENCHESKI, L. F. H.; FILLMANN, G.; SANTOS, C. S. G. **Avaliação ambiental de estuários brasileiros:** diretrizes metodológicas. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. 156p.

MARQUEZE, A.; GARBINO, C. F.; TRAPP, M.; KUCHARSKI, L. C.; FAGUNDES, M.; FERREIRA, D.; KOAKOSKI, G.; ROSA, J. G. S. Protein and lipid metabolism adjustments in silver catfish (Rhamdia quelen) during different periods of fasting and refeeding. **Brazilian Journal Of Biology**, [*S.l.*], v. 78, n. 3, p. 464-471, 30 out. 2017. FapUNIFESP (SciELO).

MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R. M.; MORALES, A. E.; SANZ, A. Antioxidant Defenses in Fish: Biotic and Abiotic Factors. **Reviews In Fish Biology And Fisheries**, [*S.l.*], v. 15, n. 1-2, p. 75-88, 2005. doi: 10:1007/s11160-005-7846-4.

MCDONALD, R. I.; FORMAN, R. T. T.;. Urban effects, distance, and protected areas in an urbanizing world. **Landscape and Urban Planning**, v. 93, n. 1, p. 63-75, 2009. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2009.06.002.

MEER, G. Van; VOELKER, D. R.; FEIGENSON, G. W. Membrane lipids: where they are and how they behave. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, [*S.l.*], v. 9, n. 2, p. 112-124, 2008. DOI: 10:1038/nrm2330.

MEISTER, A; ANDERSON, M E. Glutathione. **Annual Review of Biochemistry**, v. 52, n. 1, p. 711-760, 1983.

MELO, D. C. *et al*. Perfil proteico de tilápia nilótica chitralada (*Oreochromis niloticus*), submetida ao estresse crônico por hipóxia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [*S.l.*], v. 61, n. 5, p.1183-1190, 2009. DOI: 10:1590/s0102-09352009000500022.

MELO, D. C. de. **Indicadores hematológicos e imunológicos após estresse crônico por hipóxia em tilápia (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada**. 2008. 138 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária, Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MOREIRA, C. B. **Avaliação toxicologica da exposição de tainhas Mugil platanus a fração soluvel do petróleo em água**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.

MOURA, D. V. Proteção legal e danos a zona costeira brasileira. **Consultor Jurídico**, 2009. Disponível em: http://www.conjur.com.br/2009-jun-24/protecao-legal-instrumentos-prevencao-danos-zona-costeira. Acesso em: 29 mai. 2016.

MURTY, A.S.; DEVI, A. P. The effect of endosulfan and its isomers on tissue protein, glycogen, and lipids in the fish *Channa punctata*. **Pesticide Biochemistry And Physiology**, [*S.l.*], v. 17, n. 3, p. 280-286, jun. 1982. DOI: 10:1016/0048-3575(82)90138-9.

MYERS, M.S. *et al*. Toxicopathic hepatic lesions in subadult english sole *(Pleuronectes vetulus*) from Puget Sound, Washington, USA: relationships with other biomarkers of contaminant exposure. **Mar. Environ. Res**., v. 45, p. 41-61, 1998. DOI: 10.1016/S0141-1136(97)00021-4.

IVIDES.org

NEVES, R. A. V. *et al*. Variação da proteína plasmática em fêmeas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após indução com o LHRH comum (gonadarrelina) em diferentes fotoperíodos. *In*: Reunião Anual da SBPC, 57., 2015, Fortaleza, CE. [***Anais...***], Fortaleza, Ceará, 2015.

NEVES, R. L. S. **Avaliação da contaminação de óleo no ambiente estuarino da Baía de Guanabara (RJ) pela determinação fluorimétrica de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) na bílis de peixes *Mugil liza***. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ, 2006.

NIKINMAA, M. Effects Of Adrenaline On Red Cell Volume And Concentration Gradient Of Protons Across The Red Cell Membrane In The Rainbow Trout, *Salmo Gairdneri*. **Molecular Physiology**, v. 2, p.287-297, 1982.

OHE, T.; WATANABE, T.; WAKABAYASHI, K. Mutagens in surface waters: a review. **Mutation Research/ Reviews In Mutation Research**, [*S.l.*], v. 567, n. 2-3, p. 109-149, 2004. DOI: 10:1016/j:mrrev:2004:08:003.

OLIVEIRA, M.; PACHECO, M.; SANTOS, M. A. Organ specific antioxidant responses in golden grey mullet (Liza aurata) following a short-term exposure to phenanthrene. **Science Of The Total Environment**, [*S.l.*], v. 396, n. 1, p. 70-78, 2008. DOI: 10:1016/j:scitotenv:2008:02:012.

OLIVEIRA, M. R. **Biologia reprodutiva da tainha, *Mugil curema* Valenciennes. 1836 (Osteichthyes: Mugilidae), nas águas costeiras do Rio Grande do Norte**. 2010. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2010.

ÖNER, M.; ATLI, G.; CANLI, M. Changes In Serum Biochemical Parameters Of Freshwater Fish Oreochromis Niloticus Following Prolonged Metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) Exposures. **Environmental Toxicology And Chemistry**, [*S.l.*], v. 27, n. 2, p. 360, 2008. DOI: http://dx.doi.org/10.1897/07-281r.1.

OOST, R. Van Der.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, n. 2, p. 57-149, 2003. DOI: 10.1016/s1382-6689(02)00126-6.

OTTOLENGHI, C.; PUVIANI, A. C; BRIGHENTI, L. Glycogen in liver and other organs of catfish (ictalurus melas): Seasonal changes and fasting effects. **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Physiology,** [*S.l.*], v. 68, n. 3, p. 313-321, 1981. DOI: 10:1016/0300-9629(81)90057-8.

PAGLIOSA, P. R. **Variação espacial nas características das águas, dos sedimentos e da macrofauna bêntica em áreas urbanas e em unidades de conservação na Baía da Ilha de Santa Catarina**. 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A.; BOSQUILHA, G. E.; BRAGA, E. S.; BARBOSA, F. A. R. Phosphorus dynamics in water and sediments in urbanized and non-urbanized rivers in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, n. 9, p. 965-974, 2005. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2005.04.005.

PANDEY S, PARVEZ S, SAYEED I, HAQUE R, BIN-HAFEEZ B, RAISUDDIN S. Biomarkers of oxidative stress: a comparative study of river Yamuna fish Wallago attu (Bl and Schn.). **Sci Total Environ**., v. 309, n. 1-3, p. 105-115, 2003.

PANFILI, Jacques. Grey Mullet as Possible Indicator of Coastal Environmental Changes: the MUGIL Project. In: CROSETTI, Donatella *et al*. **Biology, Ecology and Culture of Grey Mullets (Mugilidae).** cap. 21. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 516-521.

PARIZOTTO, B. A. D. M. **Qualidade da água sob enfoque do balanço de nutrientes e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das baías norte e sul de Santa Catarina (SC-brasil)**. 2009. 263 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

PATIRE, V. F. **Avaliação da biodisponibilidade dos HPAs em *Mugil curema* do Estuário de Santos e de Cananéia através da análise de metabólitos de HPAs em bile de peixes**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

PATRICHE, T.; PATRICHE, N.; TENCIU, M. Cyprinids total blood proteins determination determinarea proteinelor totale din sange la ciprinide. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies,** v. 42, n. 2, p. 95-101, 2009.

IVIDES.org

PEYGHAN, R.; KHADJEH, G. H.; ENAYATI, A. Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. **Vet Res Forum**, Irã, v. 3, n. 5, p. 225-229, jan. 2014.

PICKERING, A. D.; POTTINGER, T. G. Biochemical effects of stress. *In*: Hochachka PW, Mommsen TP (ed.). **Biochemistry and Molecular Biology of Fishes**. v. 5. cap. 5. Amsterdam: Elsevier, 1995. p. 349-379.

POLAKOF, S. *et al.* Glucose metabolism in fish: a review. **Journal Of Comparative Physiology B**, [*S.l.*], v. 182, n. 8, p. 1015-1045, 5 abr. 2012. DOI: 10:1007/s00360-012-0658-7.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; ISHIKAWA, C. M. Haematological characteristics of freshwater-reared and wild mullet, *Mugil platanus* Günther (Osteichthyes, Mugilidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 561-568, 1996.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAVARES-DIAS, M. Eritrograma, relação viscerosomática, hepatosomática e esplenosomática em tainhas *Mugil platanus* Günther (Osteichthyes, Mugilidae) parasitadas. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 19, n. 3, p.807-818, 2002.

RAO, J. V. Sublethal effects of an organophosphorous insecticide (RPR-II) on biochemical parameters of tilapia, Oreochromis mossambicus. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 143, n. 4, p. 492-8, ago. 2006**.** DOI: 10.1016/j.cbpc.2006.05.001.

REID, S. G; BERNIER, N. J; PERRY, S. F. The adrenergic stress response in fish: control of catecholamine storage and release. **Comparative Biochemistry And Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology**, [*S.l.*], v. 120, n. 1, p. 1-27, 1998. DOI: 10:1016/s0742-8413(98)00037-1.

REIS, A. F. **Ilha de Santa Catarina:** permanências e transformações. Florianópolis: Editora UFSC, 2012. 281p.

RODRIGUES, C. J. **Águas de Carijós:** Passado, presente, futuro e seus impactos. 2016. 154 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais) - Programa de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

ROSS, S. W *et al*. Physiological (antioxidant) responses of estuarine fishes to variability in dissolved oxygen. **Comparative Biochemistry And Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, [*S.l.*], v. 130, n. 3, p. 289-303, 2001. DOI: 10:1016/s1532-0456(01)00243-5.

SACHAR, A.; RAINA, S. Effect of Inorganic Pollutant (Nitrate) On Biochemical Parameters of the Fish, Aspidoparia Morar. **International Journal Of Innovative Research In Science, Engineering And Technology**, Índia, v. 3, n. 5, p. 12568-12573, 2014.

SAINT-PAUL, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalmidae. **Environmental Biology Of Fishes**, [*S.l.*], v. 11, n. 1, p. 53-62, jun. 1984. doi: 10:1007/bf00001845.

SELYE, H. Stress and the general adaptation syndrome. **Brit. Med. J**., [*S.l.*], v. 1, p. 1383-1392, 1950.

SERIANI, R. *et al*. Relationship Between Water Toxicity And Hematological Changes In *Oreochromis Niloticus*. **Brazilian Journal Of Aquatic Science And Technology**, São Paulo, v. 15, n. 2, p.47-53, 2011.

SERIANI, R.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. Alterações hematológicas em peixes: Aspectos fisiopatológicos e aplicações em ecotoxicologia aquática *In*: SILVA-SOUZA, A.T.; PEREZ LIZAMA, M. A.; TAKEMTO, R.M. (org.). **Patologia e sanidade de organismos aquáticos**. Maringá: ABRAPOA, 2012. p. 221-242.

SERIANI, R. *et al.* Blood Parameters of Estuarine and Marine Fish as Non-Destructive Pollution Biomarkers. *In*: ALMEIDA, Ed. Al.; RIBEIRO, C. A. O. (ed.). **Pollution and Fish Health in Tropical Ecosystems**. cap. 8. CRC Press, 2014. p. 182-205.

SERIANI, R. *et al*. Water toxicity and cyto-genotoxicity biomarkers in the fish Oreochromis niloticus. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol**., [*S.l.*], v. 7, n. 2, p. 79-84, 2012.

SEVCIKOVA, M., MODRA, H., SLANINOVA, A., SVOBODOVA, Z., Metals as a cause of oxidative stress in fish: a review. **Vet Med**, [*S.l.*], v. 56, n. 11, p. 537-546, 2011.

IVIDES.org

SILVA, A.R.; FONSECA, A.L.D. Comparação de dois índices de estado trófico em bacias hidrográficas costeiras. *In*: SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**, v. 1, Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável, 2020.

SILVA, A. R. da *et al*. Aplicação do Modelo TRIX para avaliação da qualidade da água dos rios que drenam para Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis, SC, Brasil. *In*: **XX Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos**, 20., 2013, Bento Gonçalves RS.

SILVA, A. R. da *et al*. Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period. **RBRH**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 537-548, set. 2016.

SILVA, A. R. da. **Avaliação do processo de eutrofização das águas superficiais, do cenário nacional ao local: estudo de caso nas Bacias Hidrográficas Costeiras dos Rios Ratones, Itacorubi e Tavares (Ilha de Santa Catarina, Brasil)**. 2019. 309 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2019.

SILVA, S. S. de. Biology of juvenile grey mullet: A short review. **Aquaculture**, [*S.l.*], v. 19, n. 1, p. 21-36, 1980. DOI: 10:1016/0044-8486(80)90004-6.

SIMONATO, J. D.; FERNANDES, M. N.; MARTINEZ, C. B. R. Gasoline effects on biotransformation and antioxidant defenses of the freshwater fish *Prochilodus lineatus*. **Ecotoxicology**, [*S.l.*], v. 20, n. 6, p. 1400-1410, 2011. DOI: 10:1007/s10646-011-0697-y.

SOMAIAH, K. *et al*. Toxic Impact of Phenthoate on Protein and Glycogen Levels in Certain Tissues of Indian Major Carp *Labeo rohita* (Hamilton). **IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology**, [*S.l.*], v. 8, n. 9, p. 65-73, 2014. DOI: 10:9790/2402-08916573.

STEGEMAN, J. J.; BROUWER, M.; RICHARD, T. D. G.; FÖRLIN, L.; FOWLER, B. A.; SANDERS, B. M. I. VAN VELD, P. A. Molecular responses to environmental contamination: enzyme and protein systems as indicators of chemical exposure and effect. *In*: HUGGETT, R. l. J., KIMERLY, R. A., MEHRLE, P. M., Jr, BERGMAN, H. L. (ed.). **Biomarkers: Biochem., Physiol. and Histolog. markers of Anthropogen. Stress**. cap. 6. Lewis Publishers, Chelsea, MI, USA, 1992. p. 235-335.

TORRE, F.R. de la; FERRARI, L.; SALIBIÁN. Biomarkers of a native fish species (Cnesterodon decemmaculatus) application to the water toxicity assessment of a periurban polluted river of Argentina. **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 59, p. 577–583, 2005.

VÁZQUEZ, R. G; GUERRERO, G. A. Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). **Tissue Cell**, v. 39, p. 151-160, 2007. DOI: 10.1016/j.tice.2007.02.004.

VERMA, S.R. *et al.* Pesticide-induced dysfunction in carbohydrate metabolism in three freshwater fishes. **Environmental Research**, [*S.l.*], v. 32, n. 1, p.127-133, 1983. DOI: 10:1016/0013-9351(83)90199-8.

VIJAYAN, M.M. *et al*. Metabolic responses associated with confinement stress in tilápia: The role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 116C, n. 1, p. 89-95, 1997.

WAGNER, T.; CONGLETON, J. L. Blood chemistry correlates of nutritional condition, tissue damage, and stress in migrating juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences**, [*S.l.*], v. 61, n. 7, p. 1066-1074, 2004. DOI: 10:1139/f04-050.

WANG, C.-H. *et al.* Origin of the mass mortality of the flathead grey mullet (*Mugil cephalus*) in the Tanshui River, northern Taiwan, as indicated by otolith elemental signatures. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1809-1813, 2011. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.011.

WEYTS, F. A. A.; VERBURG-VAN, B. M. L. K.; FLIK, G. Characterization of corticoid receptors in peripheral blood leukocytes of carp, *Cyprinus carpio* L. **General Comp Endocrin**, v. 111, p. 1-8, 1998. DOI: 10.1006/gcen.1998.7080.

WEYTS, F. A. A.; FLIK, G; ROMBOUT, J. H. W. M.; VERBURG-VAN, B. M. L. K. Cortisol induces apoptosis in activated B cells, but not in thrombocytes or T cells of common carp, *Cyprinus carpio* L. **Dev Comp Immunol**, v. 22, p. 551-562, 1998. DOI: 10.1016/s0145-305x(98)00033-0.

IVIDES.org

WHITFIELD, A. K. *et al*. Paradigms in estuarine ecology – A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [*S.l.*], v. 97, p. 78-90, 2012. DOI: 10:1016/j:ecss:2011:11:026.

WINSTON, G. W.; GIULIO, R. T. Prooxidant and antioxidant mechanisms in aquatic organisms. **Aquatic Toxicology**, [*S.l.*], v. 19, n. 2, p. 137-161, abr. 1991. DOI: 10:1016/0166-445x(91)90033-6.

WINTROBE, M. M. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood various vertebrates. **FoI. Haematol**., v. 5, p. 32-49, 1934.

WOLANSKI, E.; ELLIOTT, M. **Estuarine ecohydrology:** an introduction. Amsterdã: Elsevier, 2015. 321 p.

ZHOU, C. *et al*. Effect of High Dietary Carbohydrate on the Growth Performance, Blood Chemistry, Hepatic Enzyme Activities and Growth Hormone Gene Expression of Wuchang Bream (*Megalobrama amblycephala*) at Two Temperatures. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, [*S.l.*], v. 28, n. 2, p. 207-214, 2014. DOI: 10:5713/ajas:13:0705.

IVIDES.org

16

DOI 10.5281/zenodo.6676103

AVALIAÇÃO DE MICROALGAS E DO ESTADO TRÓFICO EM ÁGUAS LITORÂNEAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Maria do Carmo Carvalho
Cláudia Condé Lamparelli
Denise Amazonas Pires
Helena Mitiko Watanabe
Luciana Haipek Mosolino Lerche
Marta Condé Lamparelli

1 - COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

A comunidade fitoplanctônica marinha é formada por um conjunto diverso de microrganismos, que apresentam grande variedade morfológica, diferentes dimensões, chegando a variar em sete ordens de magnitude (em relação ao volume celular), exibem ampla variedade de estratégias tróficas e de funções bio (geo) químicas (DUTKIEWICZ *et al*., 2020).

Esses organismos são transportados pelas correntes e são responsáveis por cerca de 50% da fixação global de carbono (COLLINS *et al.*, 2014), contribuindo para modular os níveis de CO_2 na atmosfera e, assim, na regulação do clima (DUTKIEWICZ *et al*., 2020). Os principais grupos funcionais do fitoplâncton marinho são: fixadores de nitrogênio (cianobactérias), silicificantes (diatomáceas) e calcificadores (coccolitóforos) (COLLINS *et al*., 2014).

Essa comunidade representa a principal base das teias tróficas marinhas e sustenta a produtividade dos oceanos, mas, mudanças físicas e químicas provocadas por ações antrópicas estão mudando a sua distribuição, fenologia, abundância, composição e suas interações tróficas, situação que poderá ter impactos em todo o ecossistema (IPCC, 2019; AJANI *et al.*, 2020).

Uma das ações antrópicas relevantes para a comunidade fitoplanctônica é a eutrofização artificial. Ela está relacionada à descarga de resíduos urbanos e agrícolas, que introduzem altas concentrações de nutrientes, como compostos nitrogenados e fosfatados, nos ambientes marinhos, com diversas implicações ecológicas (ALAIN, GENEVIÈVE, 2018; COSTA PERES, 2020). Uma dessas implicações é o aumento dos eventos de florações de algas, algumas tóxicas (BRAUKO *et al*. 2020); e, consequentemente, o aumento da concentração de clorofila *a*, que é um importante indicador do aumento da biomassa da comunidade fitoplanctônica em ambientes aquáticos, sendo extensivamente utilizada em monitoramentos.

Dentre os nutrientes, destaca-se a influência da carga de nitrogênio introduzida em ambientes marinhos, que, nesses ecossistemas, tende a ser mais limitante ao crescimento do fitoplâncton do que o fósforo, uma vez que, em águas salinas, a fixação de nitrogênio gasoso pelas cianobactérias não é eficiente (ALAIN, GENEVIÈVE, 2018). Um exemplo do impacto causado pelo incremento de nutrientes em ambientes salobros foi observado no mar Báltico, onde a eutrofização causou aumento da biomassa fitoplanctônica, que, por sua vez, diminuiu a transparência da água, causando a diminuição das plantas subaquáticas e interferindo no pastoreio de alguns peixes. Também afetou o turismo e as atividades de recreação, devido à ocorrência de florações de algas (ELMGREN; LARSSON, 2001). Em águas brasileiras, foram constatados casos de eutrofização, como os observados na Baía de Guanabara (SOARES-GOMES *et al*., 2016), no estuário de Santos (BRAGA *et al*., 2000; BERBEL *et al*., 2015) e na Lagoa Rodrigo de Freitas (SOARES *et al*., 2012).

As respostas ao processo de eutrofização em ambientes marinhos são complexas, uma vez que elas sofrem interferência de outros fatores, como as circulações oceânicas e as condições climáticas. Nesse sentido, os efeitos do aquecimento global, outra consequência das ações antrópicas, na produtividade do fitoplâncton estão sendo estudados. No oceano aberto, há a previsão de redução da produtividade, devido à limitação do aporte de nutrientes por misturas verticais, uma vez que estão se tornando cada vez mais estratificados, diminuindo o transporte de nutrientes para as camadas superiores. De acordo com o IPCC (2019), a estratificação média dos 200 m superiores dos oceanos teria aumentado 2,3 ± 0,1%, quando comparada às médias de 1971-1990 e de 1998-2017. Tal cenário deriva do aquecimento da superfície, em junção com o aporte de água doce em altas latitudes, provenientes do degelo**.**

Um cenário oposto, de aumento de produtividade, foi previsto para os ambientes costeiros, devido ao aumento do gradiente térmico entre a terra e o ambiente marinho, que, eventualmente, poderá levar ao incremento da disponibilidade de nutrientes, impulsionado pelos ventos e ressurgência e, desse modo, contribuindo para intensificar a abundância de fitoplâncton (AJANI *et al*., 2020).

Outro fator ligado ao aquecimento global e que poderá interferir na composição e abundância do fitoplâncton são as ondas de calor marinho, denominadas de *Marine Heatwaves* (MHW). Esse evento é caracterizado por períodos de extremo aquecimento de áreas específicas da superfície marinha, ultrapassando o limite normal climatológico da área. O período desse aquecimento pode durar de cinco dias até meses e se estender por quilômetros, influenciando processos oceanográficos e climatológicos. Esse fenômeno foi atrelado à mortandade de peixes e à proliferação de algas tóxicas, registradas no Uruguai em 2017 (COSTA PERES, 2020). Estudos realizados por Brauko *et al*. (2020) demonstraram que esses eventos estão aumentando em frequência e intensidade no Sul do Brasil, podendo propiciar eventos extremos de chuva, com maior frequência no verão e, desse modo, aumentar o aporte de nutrientes para os ambientes aquáticos.

Além das descargas de resíduos urbanos, industriais e da agricultura (ALAIN, GENEVIÈVE, 2018; COSTA PERES, 2020), a introdução de nitrogênio nos mares pode ocorrer por deposição atmosférica em suas formas orgânicas e inorgânicas, fruto de atividades antrópicas, causando também a acidificação dos oceanos (KANAKIDOU *et al*., 2016).

A acidificação dos oceanos é provocada principalmente pelo aumento nas concentrações de CO_2 e bicarbonato, decorrentes das emissões antropogências de CO_2. Segundo o IPCC (2019), os oceanos absorveram entre 20-30% das emissões antropogênicas totais de CO_2, desde os anos 1980. Esse impacto tem o potencial de afetar a composição do fitoplâncton, sua fisiologia, ecologia, evolução, interações interespecíficas e infecção viral (COLLINS *et al*., 2014); além da sucessão e distribuição dessa comunidade (ROST *et al*., 2003).

A compreensão dos fatores que influenciam a comunidade fitoplanctônica torna-se ainda mais complexa quando se considera o transporte acidental de espécies aquáticas pela ação do homem, graças ao intenso comércio internacional. Essas espécies podem ser trazidas de locais longínquos e encontrar condições ótimas de sobrevivência no local em que foram introduzidas. Em seu processo de adaptação, podem se tornar mais eficientes que as espécies nativas, causando inúmeros prejuízos ambientais e econômicos. Esses impactos são complexos e difíceis de serem avaliados, uma vez que, raramente, são percebidos no início da invasão e, quando são detectados, as espécies exóticas e invasoras já se estabeleceram (LOPES *et al*., 2009). A situação é desafiadora e de difícil mitigação.

No caso da comunidade fitoplanctônica, o vetor de dispersão mais importante é a água de lastro dos navios, representando 26% das prováveis causas de introdução de espécies exóticas. Os demais vetores são as correntes marinhas naturais, maricultura ou aquicultura, processamento de frutos do mar, aquariofilia e aves migratórias. A ocorrência no Brasil de três espécies fitoplanctônicas exóticas invasoras é bem conhecida: dois dinoflagelados, *Alexandrium tamarense* e *Gymnodinium catenatum*, ambos capazes de iniciar e manter florações e de produzir fitotoxinas; e uma diatomácea, *Coscinodiscus wailesii*, capaz de formar florações, de produzir muita mucilagem e de tolerar elevadas concentrações de metais (LOPES *et al*., 2009).

Analisar as mudanças de biodiversidade e riqueza do fitoplâncton em relação a esses inúmeros impactos antrópicos e fatores ambientais é uma tarefa complexa, uma vez que, além do explanado acima, a comunidade pode também ser afetada por inúmeras variáveis ambientais, como, por exemplo, a temperatura, a sazonalidade, a predação, dentre outros, que, de maneira geral, co-ocorrem nos ambientes naturais (DUTKIEWICZ *et al*., 2020), dificultando ainda mais a compreensão de todas essas interações.

IVIDES.org

Desse modo, medições temporais longas (monitoramento) podem ser uma estratégia interessante, a fim de prover suporte às investigações acerca de como os impactos ambientais provocados pelo homem estão contribuindo para diminuir a qualidade das águas oceânicas.

2 - HISTÓRICO DO MONITORAMENTO

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) possui, dentre outras atribuições, o monitoramento da qualidade ambiental. No que se refere às águas litorâneas, são desenvolvidos, desde 2010, dois tipos de programas com interface com a comunidade fitoplanctônica: o monitoramento da qualidade das águas litorâneas do estado de São Paulo, no qual é monitorada concentração de clorofila *a*, bem como, a comunidade fitoplanctônica em alguns pontos, e das praias, sendo que, somente é avaliada a comunidade fitoplanctônica, quando há reclamação dos usuários.

O programa de monitoramento das águas salinas e salobras, denominado *Rede Costeira* da CETESB, foi criado em 2010, em áreas distribuídas ao longo do litoral do estado de São Paulo, com o objetivo de obter o diagnóstico e o acompanhamento contínuo da qualidade dessas águas. A definição das áreas foi feita em função dos usos e das atividades potencialmente poluidoras nessas regiões, do requerimento de determinado nível de qualidade para uso específico, bem como, da importância ambiental; como, por exemplo, a ocupação urbana, as marinas, as atividades portuárias, os emissários submarinos, a maricultura e as áreas de preservação ambiental. As áreas localizadas na foz de rios litorâneos têm como objetivo avaliar a contribuição desses rios na eutrofização da região costeira (CETESB, 2020).

O programa de monitoramento inclui 20 áreas, que contemplam as regiões do Litoral Norte (8 áreas), Baixada Santista (10 áreas) e Litoral Sul (2 áreas) do estado de São Paulo, perfazendo um total de 66 pontos monitorados (Figura 1, pontos destacados em verde). São realizadas 2 campanhas anuais, preferencialmente, nos períodos seco e chuvoso.

Dentre as variáveis ambientais monitoradas na Rede Costeira, a determinação da clorofila *a* em todos os pontos amostrais permite estimar o estado trófico das diferentes áreas monitoradas. Nessa avaliação, são utilizadas as classificações do índice de estado trófico das águas costeiras (IETC), que foi desenvolvido pela CETESB, para compor o diagnóstico das águas litorâneas, marinhas ou estuarinas. Esse índice leva em consideração a concentração de clorofila *a*, variável relacionada com a concentração da comunidade fitoplanctônica, uma vez que é o pigmento fotossintético presente em todos os organismos dessa comunidade. O cálculo deste índice será apresentado mais adiante.

Já no monitoramento da qualidade das praias, onde é avaliada a concentração de bactérias fecais presentes na água, também é considerada a presença de floração de microalgas ou outros organismos. A avaliação dessas florações permite informar à população qual organismo está ocorrendo e, de forma geral, recomenda-se a não utilização do local afetado, para recreação de contato primário, até que se comprove que esses organismos não oferecem riscos à saúde humana.

Ainda em relação à proliferação de microrganismos na água, podemos citar outra preocupação relacionada à saúde humana: florações de microalgas, potencialmente produtoras de biotoxinas em áreas de cultivo ou na extração de bivalves para o consumo, que podem acarretar riscos à saúde, caso o pescado seja contaminado, sendo necessário serem acompanhadas.

Em 2016, uma extensa floração de *Dinophysis acuminata*, espécie de dinoflagelado potencialmente tóxica, foi registrada entre maio e junho, no litoral dos estados de Santa Catarina e do Paraná. Em função das condições meteorológicas e oceanográficas, essa floração chegou à costa do estado de São Paulo, no final de junho de 2016, tendo atingido, em um primeiro momento, a região do Litoral Norte. Foram relatados casos de intoxicações humanas, com diarreia, no município de Caraguatatuba, após o consumo de mexilhões ali cultivados. Foram realizadas algumas amostragens, a fim de verificar a presença de microalgas do gênero *Dinophysis*, tendo sido detectada a espécie *Dinophysis acuminata* em algumas praias da região. Concominantemente, houve registros de casos de diarreia, associados ao consumo de moluscos, no município de Peruíbe.

Em função desses episódios de floração de *Dinophysis acuminata* e os possíveis impactos que as toxinas poderiam provocar em moluscos bivalves, com riscos de intoxicações humanas (além de outros efeitos à saúde de banhistas), foi instituído, ainda em 2016, um Grupo de Trabalho Intersecretarial, envolvendo as Secretarias

IVIDES.org

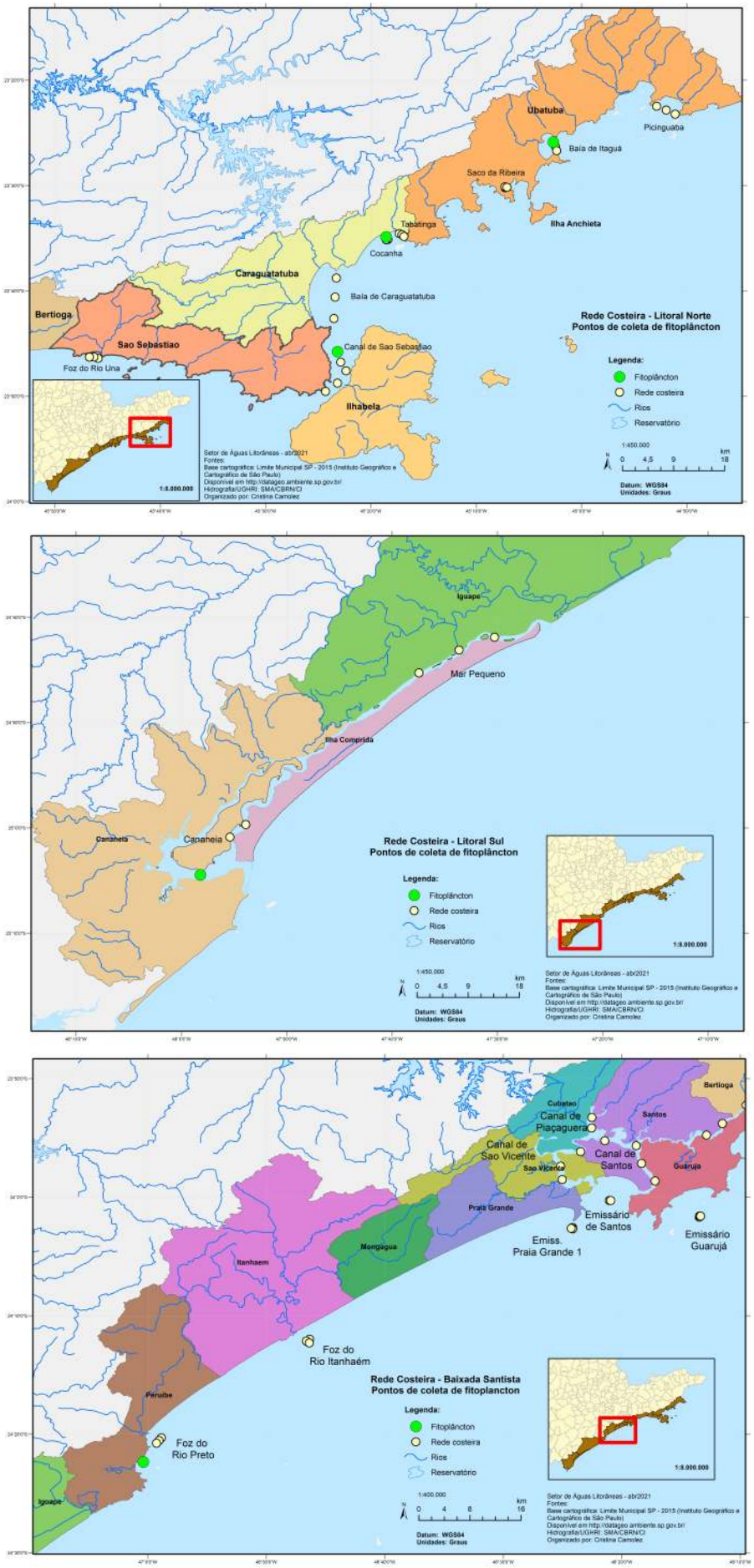


Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem para a comunidade fitoplanctônica da *Rede Costeira* de monitoramento da CETESB. Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

de Estado da Saúde, Secretaria do Meio Ambiente (Atual Infraestrutura e Meio Ambiente) e Secretaria da Agricultura e Abastecimento, para elaborar um Plano de Contingência, voltado ao enfrentamento integrado de florações de algas tóxicas no litoral paulista, que contou com a participação da CETESB.

Considerando o cenário apresentado em 2017, a análise da composição da comunidade fitoplanctônica foi incorporada ao monitoramento da rede costeira da CETESB. Cinco áreas foram selecionadas para a avaliação do fitoplâncton (destacadas na Figura 1, em verde): três, no Litoral Norte (Baía de Itaguá, em Ubatuba; Praia da Cocanha, em Caraguatatuba; e Canal de São Sebastião, em São Sebastião); uma, na Baixada Santista (em Peruíbe, denominada Foz do rio Preto, na rede de monitoramento costeiro, embora a amostragem para microalgas seja realizada em ponto mais próximo à praia de Guaraú); e uma, no Litoral Sul (Mar de Cananéia, em Cananéia). As coordenadas dos locais amostrados são apresentadas no quadro a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 – Coordenadas das áreas de amostragem para a comunidade fitoplanctônica.

	Coordenadas (Datum: WGS84)			
Local	UTM		LAT (Sul)	LONG (Oeste)
Itaguá	495.419	7.408.770	23°25'51.49"S	45° 2'41.44"O
Cocanha	468.450	7.392.136	23°34'51.32"S	45°18'33.11"O
Canal de São Sebastião	459.551	7.375.158	23°44'2.67"S	45°23'48.74"O
Foz do Rio Preto	296.509	7.303.099	24°22'19.76"S	47° 0'22.38"O
Cananéia	200.410	7.223.565	25° 4'26.43"S	47°58'11.34"O

Elaborado pelas autoras.

Essas áreas correspondem a locais de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves (como mexilhões e ostras), para consumo humano, uma vez que eles podem acumular toxinas em seus tecidos. O objetivo principal do monitoramento das microalgas é identificar a presença de organismos potencialmente tóxicos e, dependendo da concentração destes organismos presentes nas amostras, desencadear medidas preventivas para proteção da saúde pública.

3 - AVALIAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO

Com o intuito de propiciar aos profissionais de diferentes áreas o melhor entendimento dos resultados obtidos e auxiliar no gerenciamento e na tomada de decisões quanto à proteção, ao controle ou à recuperação de ambientes aquáticos, são utilizados índices de qualidade da água. Esses índices facilitam também a compreensão e comunicação com o público em geral.

Sendo o estado trófico uma importante informação no diagnóstico da qualidade das águas litorâneas, em 2011, foi elaborada uma proposta pela CETESB para a classificação do estado trófico, por meio do Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), baseado em resultados da variável clorofila *a* obtidos entre os anos de 2004 a 2011. Nesse índice, foram estabelecidas quatro classes diferenciadas para ambientes marinhos (salinos) e estuarinos (salobros), uma vez que as concentrações dessa variável nesses sistemas são naturalmente diferentes (Quadro 2). Desde então, esse índice vem sendo utilizado na rede de monitoramento da qualidade das águas costeiras.

As amostras de água foram coletadas conforme Brandão *et al.* (2011) e as análises da variável Clorofila *a* foram realizadas segundo APHA, AWWA e WEF (2017), pelo método espectrofotométrico, com extração em acetona 90% e acidificação, para a obtenção das concentrações de clorofila *a* e feofitina *a*. Os resultados do Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC) são apresentados para um período de 5 anos, entre os anos de 2015 a 2019, mostrando sua evolução temporal; e comparando regiões com diferentes características, tanto ambientais quanto de influência antrópica.

IVIDES.org

Quadro 2 – Proposta de classificação do ambiente marinho e estuarino com base nas concentrações de clorofila *a*.

Estado Trófico	Mar	Estuário
	Clorofila *a* (µg/L)	Clorofila *a* (µg/L)
Oligotrófico	CL < 1	CL < 3
Mesotrófico	1 < CL <2,5	3 < CL < 10
Eutrófico	2,5 < CL <5	10 < CL <30
Supereutrófico	CL > 5	CL > 30

Elaborado pelas autoras.

Nas duas campanhas anuais que compõem a *Rede Costeira*, são coletadas amostras para a determinação de clorofila *a* e feofitina *a* em duas profundidades (superfície e meio da coluna de água). Utilizando-se as concentrações de clorofila *a* em ambas as profundidades, são obtidas, a partir do IETC, as classificações da condição trófica. A partir da média das duas profundidades são obtidas as classificações por ponto; e, das médias dos pontos, são obtidas as médias para cada área, por campanha. As médias das duas campanhas definem as médias anuais do IETC para cada área.

No Quadro 3, são apresentadas as classificações anuais pelo IETC e as concentrações médias anuais da clorofila *a*, bem como, as tendências da qualidade das águas, em relação às 20 áreas monitoradas, no período de 2015 a 2019. Para a avaliação da tendência, foi utilizada a função *linha de tendência estatística linear* do *software* Microsoft Excel®, considerando-se como significativo o valor do Coeficiente de Variação (R^2), a partir de 0,5.

Quadro 3 - Concentração média anual da clorofila *a* e as tendências da qualidade das águas, de acordo com o IETC, entre 2015 a 2019

	Local	2015	2016	2017	2018	2019	Tendência
LITORAL NORTE	Picinguaba	0,65	0,63	1,68	0,63	0,61	N.S.
	Baía de Itaguá	0,96	1,20	1,83	1,41	1,09	N.S.
	Saco da Ribeira	2,48	2,82	1,13	0,74	1,34	M
	Tabatinga	2,28	2,36	1,04	1,39	1,30	M
	Cocanha	1,73	1,69	0,60	0,78	1,10	N.S.
	Baía de Caraguatatuba	0,99	1,29	1,72	2,53	2,15	P
	Canal de São Sebastião	1,49	1,52	1,36	2,27	1,55	N.S.
	Barra do Una	1,72	2,61	1,59	1,53	2,56	N.S.
BAIXADA SANTISTA	Rio Itaguaré	2,06	2,14	0,78	0,94	1,14	M
	*Canal de Bertioga	4,73	17,67	13,78	10,05	6,86	N.S.
	Emiss. Do Guarujá	2,15	3,70	2,63	2,05	1,82	N.S.
	*Canal de Santos	2,64	11,13	9,74	2,84	3,17	N.S.
	Emiss. Santos	13,51	6,30	9,07	5,05	9,98	N.S.
	Canal de Piaçaguera	5,76	5,87	5,87	10,85	5,15	N.S.
	*Canal de São Vicente	4,88	13,22	9,17	11,14	5,16	N.S.
	Emiss. Praia Grande -1	5,34	1,61	2,43	4,41	3,43	N.S.
	Rio Itanhaém	4,74	3,43	4,43	4,98	1,09	N.S.
	Rio Preto	2,49	3,29	4,14	6,07	3,84	N.S.
LITORAL SUL	*Mar Pequeno	22,78	2,04	5,36	5,90	15,65	N.S.
	*Mar de Cananéia	10,19	13,12	10,15	10,00	6,86	M

P = Piora | M = Melhora | N.S. = Não Significativo

* Ambientes estuarinos

Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

No período de cinco anos, observou-se que a distribuição das classes tróficas variou bastante ao longo dos anos e apenas a Baía de Caraguatatuba apresentou tendência de piora nesse período. Quatro áreas apresentaram tendência de melhora: o Saco da Ribeira e Tabatinga (localizados no Litoral Norte), o rio Itaguaré (na Baixada Santista) e o Mar de Cananeia (no Litoral Sul).

Os ambientes classificados como oligotróficos (ou de baixa trofia) e mesotróficos, considerados em processo de eutrofização, foram os de maior ocorrência ao longo dos anos, com exceção do ano de 2016. Em 2019, foi registrada a menor porcentagem de ambientes classificados como oligotróficos. As áreas classificadas como eutrofizadas localizam-se principalmente na região da Baixada Santista.

Na região do Litoral Sul, a área do Mar Pequeno, que recebe as águas do rio Ribeira de Iguape pelo Valo Grande, localiza-se próxima a diversas unidades de conservação, como a Estação Ecológica Jureia Itatins e a Área de Proteção Ambiental de Ilha Comprida, tendo apresentado a maior concentração de clorofila *a*, em 2015, com uma queda brusca em 2016, que foi influenciada por uma chuva torrencial, que ocasionou elevada turbidez. A outra área do Mar de Cananéia, localizada em área de proteção ambiental, apresentou tendência significativa de melhora entre 2015 e 2019, embora tenham sido encontrados gêneros de diatomáceas e dinoflagelados, potencialmente nocivos nessa região. Em ambas as áreas, as classificações tróficas têm alternado entre mesotrófica a eutrófica.

A ocorrência de chuvas tem influência sobre as condições tróficas das águas costeiras e estuarinas, podendo aumentar seu grau de trofia, visto que tendem a carrear nutrientes advindos de efluentes domésticos e de outras atividades existentes na região, por meio de corpos d'água que desaguam no mar, além de disponibilizar os nutrientes oriundos do próprio ambiente natural. No entanto, como apontado anteriormente, na região do Litoral Sul, no Mar Pequeno, foi verificada uma relação inversa em 2016, com diminuição das concentrações de clorofila *a*, associada ao aumento da quantidade de material em suspensão na água, provocado por chuvas intensas, limitando a produção do fitoplâncton. Outros fatores climáticos e fenômenos meteorológicos também devem ser considerados para melhor compreensão dessa variação nas concentrações de clorofila *a*, na região costeira.

Em 2015/2016, segundo Climatempo[1], o fenômeno El Niño foi de intensidade forte e histórica, perdendo apenas para o de 1997/1998, com temperaturas mais elevadas da água do mar no primeiro semestre de 2016, em boa parte da costa brasileira, o que pode ter influenciado para a ocorrência maior de classificações eutróficas neste ano (2016).

Eventos de florações também podem contribuir para alterações nas classificações tróficas, principalmente, quando relacionadas a organismos fitoplanctônicos com maior teor de clorofila *a* por célula, lembrando que existem organismos diminutos, como diatomáceas e fitoflagelados; que, mesmo em altas densidades, contribuem menos que outros grupos (em termos de biomassa).

A região do Litoral Norte apresenta águas costeiras com as melhores condições tróficas do litoral do estado. O Litoral Norte do estado apresenta praias e vegetação de Mata Atlântica, em grande parte, protegida pelo Parque Estadual da Serra do Mar; tendo o turismo como principal atividade, além das atividades de pesca marítima e maricultura também relevantes (CETESB, 2020). Muito embora o Porto de São Sebastião e o Terminal de Petróleo Almirante Barroso (TEBAR), fontes importantes de impacto antrópico, no município de São Sebastião, também estejam localizados nessa região.

A Baixada Santista é a região mais impactada em termos de eutrofização, o que está relacionado a diversos fatores, tais como: a existência de elevada concentração populacional fixa e de população flutuante decorrente do turismo (visto que é a região mais próxima da capital paulista), bem como a existência de um grande complexo industrial e portuário. Destaca-se, nessa região, a área de monitoramento próxima ao lançamento do Emissário de Santos, que manteve a classificação média anual supereutrófica, ao longo dos anos. Nessa região, há também problemas de ocupações irregulares e, consequentemente, disposição inadequada de esgotos e resíduos sólidos nos corpos d'água. Trata-se de uma região complexa, em termos ambientais, uma vez que é composta por grandes complexos industrial e portuário, além da elevada ocupação urbana, que exercem pressões antrópicas sobre os ecossistemas vulneráveis, como, por exemplo, os manguezais, ainda que protegidos por unidades de conservação.

[1] https://www.climatempo.com.br/noticia/2016/06/03/adeus-el-nino-3703

IVIDES.org

4 - AVALIAÇÃO DAS MICROALGAS

Os resultados apresentados são referentes ao monitoramento realizado no período de 2017 a 2019. As amostras são coletadas na subsuperfície com garrafa van Dorn, sendo distribuídas em dois galões de polietileno de 5 litros, totalizando um volume de 10 litros por amostra, para os ensaios de fitoplâncton. Das mesmas tomadas das amostras coletadas com a garrafa, foi retirado 1L para análise de clorofila *a*. O transporte das amostras é realizado sob refrigeração. Em laboratório, para análise quantitativa e qualitativa, as alíquotas são transferidas para frascos de vidro e preservadas com lugol acético, em até 24h. Uma alíquota dessa amostra sem preservação é transferida para uma câmara de Utermöhl, para observação dos organismos vivos, de modo que seja possível ver o movimento das microalgas e, quando necessário, é feita a observação da epifluorescência. As subamostras examinadas seguem o método de sedimentação, com auxílio de câmaras de Utermöhl, de volume variado, dependendo da concentração de organismos presentes na amostra (APHA, 2017).

As porcentagens das densidades médias das análises quantitativas nesse período evidenciaram dominância de diatomáceas em praticamente todos os pontos amostrados. Outro grupo importante, foi o de fitoflagelados, sendo o segundo mais abundante em quase todos os pontos, com exceção de alguns períodos e pontos, como, por exemplo, no ponto Rio Preto, onde a porcentagem de dominância das diatomáceas superaram os 90% nos três anos. Observa-se que, nos pontos localizados no Litoral Norte, houve uma maior distribuição entre diferentes grupos, embora as diatomáceas continuem sendo dominantes (Figura 2).

Esse resultado, de predominância de diatomáceas nos monitoramentos da CETESB, tem sido frequente, uma vez que segundo Obata *et. al*. (2013), é considerado o grupo mais abundante do fitoplâncton marinho, contribuindo com até 40% da produção de matéria orgânica dos oceanos.

A principal característica das diatomáceas é a parede celular composta de sílica, o que confere algumas vantagens adaptativas sobre outros grupos do fitoplâncton. Possivelmente, a presença dessa parede celular (também chamada de frústuta) ajude na regulação da posição das células na coluna de água, em condições subótimas de desenvolvimento. Outra vantagem seria o afundamento mais rápido das células de diatomáceas infectadas por parasitas (vírus ou parasitas eucarióticos), retirando-as do contato com células não infectadas da população (RAVEN; WAITE, 2004).

Seu sucesso ecológico também pode ser explicado, em parte, pelo seu processo de evolução. As diatomáceas foram derivadas de um evento simbiótico secundário, ocorrido entre uma célula eucariótica desconhecida e uma alga vermelha. Com isso, o grupo adquiriu genomas eucarióticos de dois tipos de células diferentes. Somado a esse evento, há evidências de transferências horizontais de genes entre organismos marinhos, o que confere às diatomáceas a possibilidade de desenvolverem novas redes metabólicas (OBATA; FERNIE; NEUNES-NESI, 2013).

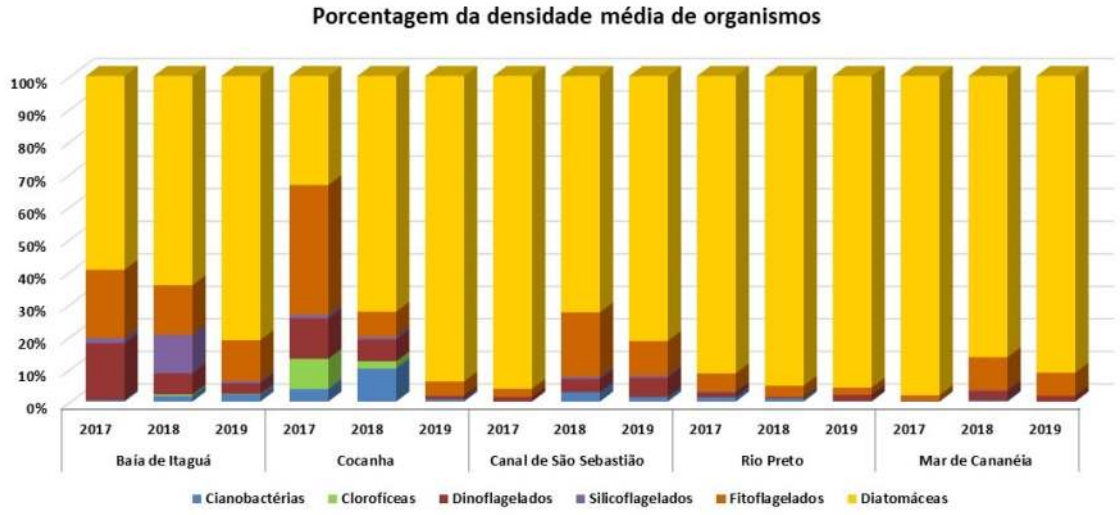


Figura 2 – Porcentagem das densidades médias de organismos fitoplanctônicos por grupos, nos pontos amostrados, no período de 2017 a 2019. Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

Quanto aos fitoflagelados, seu sucesso nos ambientes marinhos está relacionado a vantagens em relação aos demais membros da comunidade fitoplanctônica, devido à sua ampla diversidade de tamanhos, formas e necessidades fisiológicas. Os fitoflagelados de dimensões diminutas têm ainda a vantagem de necessitar de menor quantidade de nutrientes para sobreviver (AIDAR *et al*., 1993). A mixotrofia nesse grupo também é outra vantagem ecológica importante e que necessita de mais estudos, para uma compreensão mais robusta de como esse processo afeta a cadeia trófica como um todo (ANDERSON; CHARVET; HANSEN, 2018).

As maiores densidades de organismos foram obtidas em dois pontos (Figura 3): na Baixada Santista, em Peruíbe, no rio Preto, em 2019 (1.481.500 org.L^{-1}); e em Cananéia, em 2017 (2.742.500 org.L^{-1}). De modo geral, entre os anos de 2017 e 2019, as maiores contribuições em termos de densidades de células foram dos gêneros *Skeletonema*, *Asterionellopsis, Pseudo-nitschia*, entre outros. A composição dos gêneros mais relevantes em termos de densidades e frequência identificados durante o período de 2017 a 2019 está apresentada no Anexo 1.

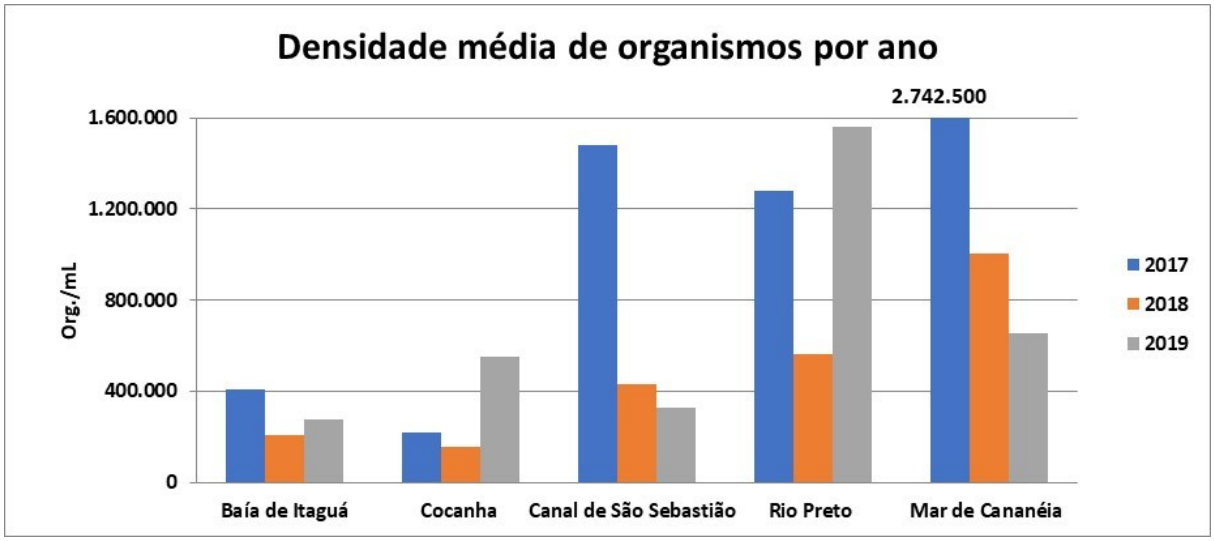


Figura 3 – Densidades médias de organismos fitoplanctônicos nos pontos amostrados entre 2017 e 2019. Elaborado pelas autoras.

Os gêneros de diatomáceas *Asterionellopsis* e *Skeletonema* (Figura 4), são componentes importantes da comunidade fitoplanctônica, apresentando altas taxas de crescimento. *Asterionellopsis glacialis* possui adaptações fisiológicas, que lhes permite sobreviver em zonas de alta energia (como a zona de arrebentação das praias), até regiões próximas ao fundo do mar. Apesar de ambos os gêneros citados não serem produtores de biotoxinas, quando em elevadas densidades, podem causar problemas na qualidade da água, alterando a coloração e provocando espumas; ou, quando formam florações, podem causar depleção de oxigênio (PROCOPIAK; FERNANDES; MOREIRA FILHO, 2006).

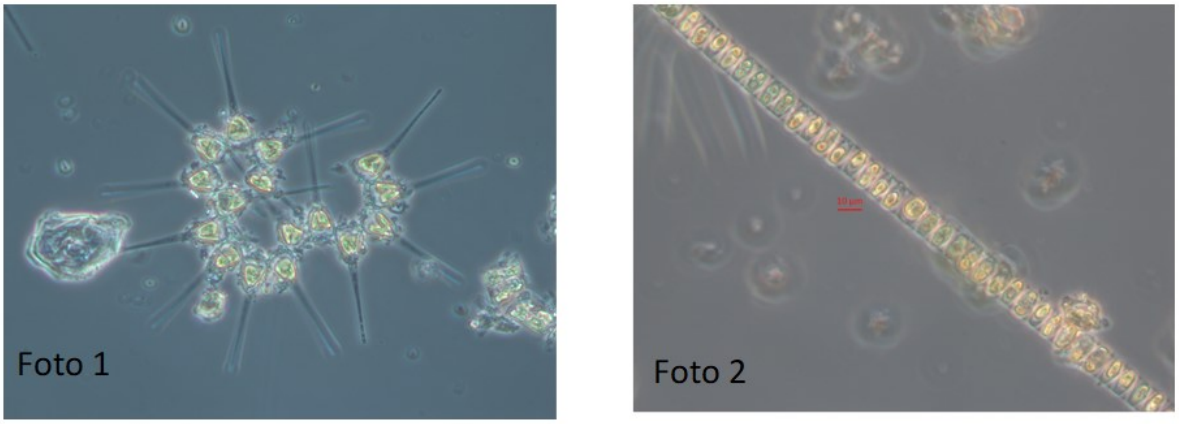


Figura 4 - Fotos das diatomáceas dos gêneros *Asterionellopsis* (Foto1) e *Skeletonema* (Foto2). Aumento de 400X. Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

A presença de organismos potencialmente tóxicos em ambientes marinhos é comum, visto que são parte integrante da comunidade fitoplanctônica. No entanto, quando são encontrados em elevadas densidades, podem compor um cenário de riscos à fauna e à saúde humana. Esses riscos dependem principalmente do organismo presente, de sua densidade, do registro de florações e do tipo e quantidade de biotoxinas que estão sendo disponibilizadas no ambiente.

No período entre 2017 e 2019, foram encontrados três principais gêneros, potencialmente produtores de biotoxinas: diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia* sp. e dinoflagelados dos gêneros *Dinophysis* e *Prorocentrum*, conforme apresentado no Quadro 4 com os resultados das análises qualitativas.

Quadro 4 – Análise qualitativa de gêneros potencialmente tóxicos nos pontos situados na Baía de Itaguá, Cocanha, Canal de São Sebastião, Rio Preto e Cananéia (SP). Período: 2017 a 2019.

	Baía de Itaguá			Cocanha			Canal de S.Sebastião			Rio Preto			Cananéia		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
DIATOMÁCEA															
Pseudo-nitzschia spp	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X
DINOFLAGELADO															
Dinophysis	-	X	X	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X
Prorocentrum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Elaborado pelas autoras.

As diatomáceas do gênero *Pseudo-nitzschia* (Figura 5, Foto 1) foram as mais abundantes, sendo encontradas em todos os pontos, com valores que variaram de 2.000 a 429.000 org.L^{-1}. Esses organismos são considerados nocivos, por serem potencialmente produtores de ácido domóico (DA), agente causador da *Amnesic Shellfish Poisoning* (ASP), ou Intoxicação Amnésica por Moluscos (TRAINER *et al.*, 2012). Esse gênero é caracterizado por células que apresentam simetria longitudinal e pela capacidade de formar cadeias. Sua identificação em nível específico é difícil, sendo necessário microscopia de varredura. Entretanto, a identificação e quantificação em nível de gênero já é suficiente para o estabelecimento do risco.

É importante salientar que, das 37 espécies de *Pseudo-nitzschia* conhecidas, 14 foram relatadas como produtoras de DA. Além disso, nem todas as cepas são produtoras de biotoxinas, já que essa produção também varia, conforme o cenário ambiental das variáveis físicas e químicas (LELONG *et al.*, 2012).

Os dinoflagelados do gênero *Dinophysis*, (Figura 5, Foto 2), também potencialmente nocivos, produtores de toxinas diarreicas (*Diarrheic Shellfish Poinson* - DSP, ou Intoxicação Diarreica por Moluscos) (MIOTTO; TAMANAHA, 2012), também estiveram presentes em todos os pontos, embora não em todas as amostragens, e suas densidades variaram de 1.000 a 7.000 org.L^{-1}. Esses organismos são cosmopolitas, fototróficos e heterotróficos, sendo potencialmente produtores das seguintes toxinas: ácido ocadaico (OA) e outros derivados de dinophysitoxina (DTXs), toxinas do grupo das pectenotoxina (PTXs) e o conjunto das iessotoxinas (YTX) (REGUERA *et al*. 2012; CASTRO, 2012).

Os dinoflagelados do gênero *Prorocentrum*, (Figura 5, Foto 3) também potencialmente produtores de biotoxinas DSP, foram encontrados em todas as amostragens. Sua quantificação nas amostras de água bruta ocorreu em todos os pontos, e suas densidades variaram entre 1.000 e 29.000 org.L^{-1}.

Figura 5 - Fotos de microalgas dos gêneros *Pseudo-nitzschia (foto 1), Dinophysis (foto 2)* e *Prorocentrum (foto 3)*, sob microscópio ótico, com aumento de 400X. Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

Das 60 espécies descritas para esse gênero, ao menos nove espécies bentônicas são consideradas potencialmente produtoras das DSPs ácido ocadaico (OA) e dinofisistoxinas (DTXs). No entanto, apenas para a espécie *P. lima* foram estabelecidos valores de alerta em planos de ação relacionados ao monitoramento de microalgas potencialmente tóxicas pelo mundo. Embora a identificação em nível de espécie desse dinoflagelado também seja complexa, a espécie *P. lima* apresenta algumas características que facilitam sua identificação, como um pirenóide central visível em microscopia óptica, sendo possível informar que tal espécie não foi encontrada nos monitoramentos da CETESB.

Episódios de intoxicação em humanos, provocados por toxinas produzidas por microalgas, estão relacionados principalmente à ingestão de frutos do mar contaminados (peixes ou crustáceos), contato da pele com água contaminada com essas toxinas ou inalação de toxinas aerossolizadas. A ingestão de alimentos contaminados, porém, pode ser considerada a que envolve maior risco à saúde humana, devido ao fato desses organismos serem filtradores e acumularem toxinas em seus tecidos, expondo os consumidores a concentrações de toxinas superiores àquelas encontradas na água (BERDALET *et al*, 2015).

Existem vários tipos de intoxicação induzidas por organismos marinhos (Quadro 5) e, por isso, o monitoramento constante de áreas, onde há cultivo e extração de bivalves para consumo, é tão importante.

Considerando esses vários tipos de intoxicações, para orientar e regular os cuidados relativos ao cultivo de moluscos, foi estabelecido no Brasil, o *Plano Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves* (PNCMB), pela Instrução Normativa Interministerial MPA/MAPA n° 07, de 08 de maio de 2012, dos Ministérios da Pesca e Aquicultura (MPA) e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essa instrução estabelece critérios para a retirada (ou suspensão da retirada) de moluscos bivalves, com base em limites de toxinas nesses organismos para consumo humano, expressos por kg da parte comestível dos moluscos bivalves (Quadro 6). No estado de São Paulo, está em fase de implantação o *Plano de contingência para gestão integrada de riscos associados a florações de microalgas tóxicas em águas do litoral paulista*, que foi concebido para a articulação entre as Secretarias de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), Saúde (SES) e Agricultura e Abastecimento (SAA), com a finalidade de proteger a saúde da população e subsidiar ações da Secretaria da Saúde.

Ainda não há regulamentação para as Brevetoxinas no Brasil. Essa toxina, associada ao dinoflagelado *Karenia brevis*, já tem regulamentação na Flórida, Austrália, Nova Zelândia e México; e passou, recentemente, a ter um valor de orientação para proteger os consumidores de moluscos bivalves na França. A Agência Francesa de Segurança Alimentar, Ambiental e Ocupacional (*Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation*, ANSES) publicou em março de 2021 um parecer sobre essas biotoxinas e estabeleceu como valor orientativo, 180 µg/kg de polpa de marisco, expresso em equivalentes de BTX-3, que é a forma utilizada como referência (FSN, 2021).

5 - ATENDIMENTOS A FLORAÇÕES

Além desse monitoramento regular, a CETESB também realiza circunstancialmente coletas para avaliação de microalgas. Essas coletas ocorrem quando técnicos da CETESB, em trabalho de campo, observam manchas na água ou organismos mortos na praia; e ainda, em razão de informações sobre esse tipo de alteração, recebidas de outros órgãos que atuam no litoral de São Paulo; ou de reclamações da população, que indiquem a necessidade dessas análises. A identificação e quantificação (quando necessário) da comunidade de microalgas é realizada principalmente se esses locais forem em áreas de cultivo ou de extrativismo de moluscos bivalves, ou relacionadas à balneabilidade das praias.

Com base nos resultados, são tomadas ações necessárias protetivas à população exposta, sendo que a CETESB pode declarar uma praia imprópria, quando necessário; ou levantar um alerta para possíveis mortandade de animais, caso o organismo identificado na floração seja produtor de biotoxinas; uma vez que existe a possibilidade de ocorrer mortandade de peixes, aves ou mamíferos marinhos. No caso de regiões com cultivos ou extrativismo de moluscos bivalves, a Secretaria de Saúde é comunicada para as devidas providências.

No Quadro 7, são apresentados todos os eventos de florações, atendidos pela CETESB, no período entre 2000 e 2019.

IVIDES.org

Quadro 5 - Principais tipos de intoxicações humanas envolvendo organismos marinhos. Suas toxinas e abreviaturas.

Tipos de intoxicação	Toxinas	Tipo de organismo	Gêneros/ Espécies	Sintomas
Intoxicação Paralisante por Molusco (PSP - paralytic shellfish poisoning)	Saxitoxinas (STX eq) e suas variantes, Gonyautoxinas (GTXs) e C Toxinas (CTXs)	Dinoflagelado	*Alexandrium* spp *Gymnodinium catenatum* *Pyrodinium* sp	Início dos sintomas após 2 a 5 horas, desordem neurológica (zumbidos, tremores, discurso incoerente). Dificuldade respiratória.
	Tetradoxinas e análogos (TTXs)	Bactérias marinhas	Bactéria marinha dos gêneros *Vibrio*, *Pseudoalteromonas*, *Pseudomonas*. Há indícios dessas bactérias estarem asociadas a Florações de *Prorocentrum*	Os efeitos clínicos incluem uma gama de sintomas neuromusculares (como parestesia de lábios e língua, tonturas e dor de cabeça e sintomas gastrointestinais). Os sintomas de grau mais elevado incluem ataxia, falta de coordenação, arritmias cardíacas, convulsões e insuficiência respiratória, podendo levar à morte.
Intoxicação Diarreica por Molusco (DSP - diarrhetic shellfish poisoning)	Ácido ocadaico (AO)	Dinoflagelado	*Dinophysis* spp	Sintomas ocorrem entre 30 min a 1 h após a ingestão e incluem diarreia, vômitos e dor abdominal
	Dinofisistoxinas (DTXs)	Dinoflagelado	*Dinophysis* spp *Prorocentrum* sp	Sintomas ocorrem entre 30 min a 1 h após a ingestão e incluem diarreia, vômitos e dor abdominal
	Yessotoxina (YTXs)	Dinoflagelado	*Protoceratium reticulatum;* *Lingulodinium polyedrum;* *Gonyaulax cf spinifera;* *Dinophysis* spp	Não há sintomas registrados em humanos, mas apresentou alta toxicidade em ensaios interlaboratoriais com ratos.
Intoxicação Diarreica por Azaspirácidos (AZP - azaspiracid shellfish poisoning)	Aszaspirácidas (AZAs)	Dinoflagelado	*Protoperidinium crassipes*	Dores abdominais, diarreia e vômitos
Intoxicação Neurotóxica por Molusco (NSP - neurotoxic shellfish poisoning) e por consumo de peixe	Grupo das Brevetoxinas (BTX)	Dinoflagelado	*Karenia brevis*	Náuseas, vômitos, diarreia, cólicas, broncoconstrição, paralisia e convulsões, podendo evoluir para um coma.
Intoxicação Amnésica por Molusco (ASP-amnesic shellfish poisoning)	Ácido domóico (AD)	Diatomácea	*Pseudo-nitzschia* spp	Sintomas ocorrem dentro de 12h após a ingestão: vômitos, náuseas, diarreia, cólicas abdominais. Até 48h, vertigens, alucinações, confusão, perda de memória temporária. Casos mais graves: lesões cerebrais, coma e morte.
Intoxicação por Peixe Ciguatera (CFP - ciguatera fish poisoning)	Grupo Ciguatoxina	Dinoflagelado	*Gambierdiscus toxicus*	É uma síndrome complexa caracterizada por uma grande variedade de sintomas e sinais como efeitos gastrointestinais, neurológicos e cardiovasculares. Em casos severos, os sintomas podem aparecer em 30 minutos após a ingestão.

Fonte: EFSA (2009), EFSA (2010), EFSA (2017), Manita (2017) e Vale (2011).

IVIDES.org

Quadro 6 - Limites de toxinas para suspensão da retirada de moluscos bivalves para consumo humano, expressos por kg da parte comestível dos moluscos bivalves

Tipo de Intoxicação	PSP	DSP		ASP	AZP
Valores referências para as Biotoxinas	≥ 0,8mg/Kg (eq-STX)	≥ 0,16 mg/Kg (eq-AO)	≥ 1 mg/Kg (eq-YTX)	≥ 20 mg/Kg (AD)	≥ 0,16 mg/Kg (eq-AZA)

Nota: eq. STX: Saxitoxinas e equivalentes; eq. AO: Acido Ocadaico e equivalentes; eq. YTX: Yessotoxinas e equivalentes; AD: Ácido domíoco e AZA: Azaspirácidos. Elaborado pelas autoras.

Dentre os organismos registrados nesse período, observa-se que, na grande maioria, são pertencentes aos grupos de cianobactérias, dinoflagelados e diatomáceas. Todos esses grupos possuem organismos produtores de toxinas. Entretanto, nos casos registrados pela CETESB, muitos desses eventos não foram relativos a gêneros considerados tóxicos pela literatura.

Quadro 7 - Eventos de florações atendidos pela CETESB, de 2000 a 2019

ANO	MÊS	LOCAL	MICROALGA	GRUPO
2000	Fevereiro	Itanhaém até S. Sebastião	*Trichodesmium erythraeum*	Cianobactéria
	Novembro	Praia Grande	*Anaulus*	Diatomácea
2001	Fevereiro	Litoral Norte	*Hemiaulus*	Diatomácea
2013	Junho	Praia Grande e Bertioga	*Anaulus*	Diatomácea
2014	Janeiro	Ilhabela	*Myrionecta rubra = Mesodinium rubrum*	Ciliado
	Junho	Praia Grande e Bertioga	*Anaulus*	Diatomácea
	Julho	Bertioga	*Asterionellopsis glacialis*	Diatomácea
2016	Junho-Julho	Baixada Santista e Litoral Norte	*Dinophysis acuminata*	Dinoflagelado
	Julho	Santos	*Noctiluca*	Dinoflagelado
	Maio	Praia Grande	*Anaulus*	Diatomácea
2017	Maio	Guarujá	*Anaulus*	Diatomácea
	Setembro	Caraguatatuba	Dinoflagelado não identificado	Dinoflagelado
2018	Maio	Guarujá	*Anaulus*	Diatomácea
	Julho	Bertioga	*Anaulus*	Diatomácea
	Agosto	Cananéia	*Dinophysis*	Dinoflagelado
	Dezembro	Ilhabella	*Mesodinium*	Ciliado
	Dezembro	Ilhabella e São Sebastião	*Trichodesmium*	Cianobactérias
2019	Janeiro	Guarujá, Santos, SV, PG	*Trichodesmium*	Cianobactérias
	Janeiro	Peruíbe	*Anaulus*	Diatomácea

Elaborado pelas autoras.

Os eventos mais relevantes de florações de microalgas, registrados pela CETESB, devido às reclamações registradas no período de 2016 a 2019 foram:

- Em junho de 2016, foi registrada uma floração do dinoflagelado *Noctiluca* (Figura 6) no município de Santos.

O gênero *Noctiluca* é cosmopolita e alimenta-se de diatomáceas, outros dinoflagelados, detritos, protozoários, copépodas e ovos de peixes (UMANI *et al.* 2014). É amplamente conhecido por formar florações, que podem apresentar coloração avermelhada ou esverdeada, podendo apresentar bioluminescência noturna, quando se encontra em elevadas densidades. Sua presença foi reportada em oceanos tropicais, subtropicais e temperados (ESCARELA *et al*., 2007; CARDOSO, 2012; TURKOGLU, 2013). Esse organismo não produz toxina, porém está associado a mortandades de peixes e da fauna bentônica, devido à depleção de oxigênio, entupimento de brânquias e ao fato de acumular níveis tóxicos de amônia e liberá-la para a água (UMANI *et al*. 2014) A mais recente floração desse organismo foi observada em abril de 2021, de acordo com o jornal Triesteprima (2021), difusa por todo o golfo de Trieste, localizado no nordeste da costa italiana.

IVIDES.org

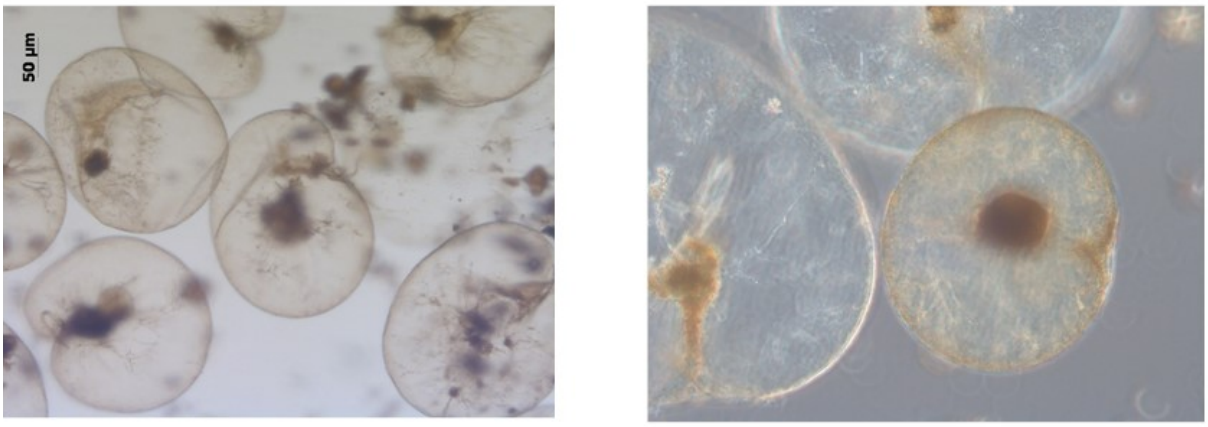


Figura 6 – Imagens do dinoflagelado do gênero *Noctiluca*, encontrado na floração de junho de 2016. Elaborado pelas autoras.

- Em setembro de 2017, foi registrada uma floração de grandes proporções, provocando uma mancha avermelhada no Litoral Norte (Figura 7), abrangendo os municípios de São Sebastião, Ilhabela, Ubatuba e Caraguatatuba. Nessa ocasião, verificou-se a dominância de um dinoflagelado, que não foi identificado, devido às dificuldades inerentes à identificação taxonômica desse grupo (tais como, a necessidade de observação e contagem das placas de celulose desses organismos). Na ocasião, houve discussão com vários especialistas, porém, não chegou-se a um consenso sobre a identificação dos organismos coletados, na ocasião do evento.

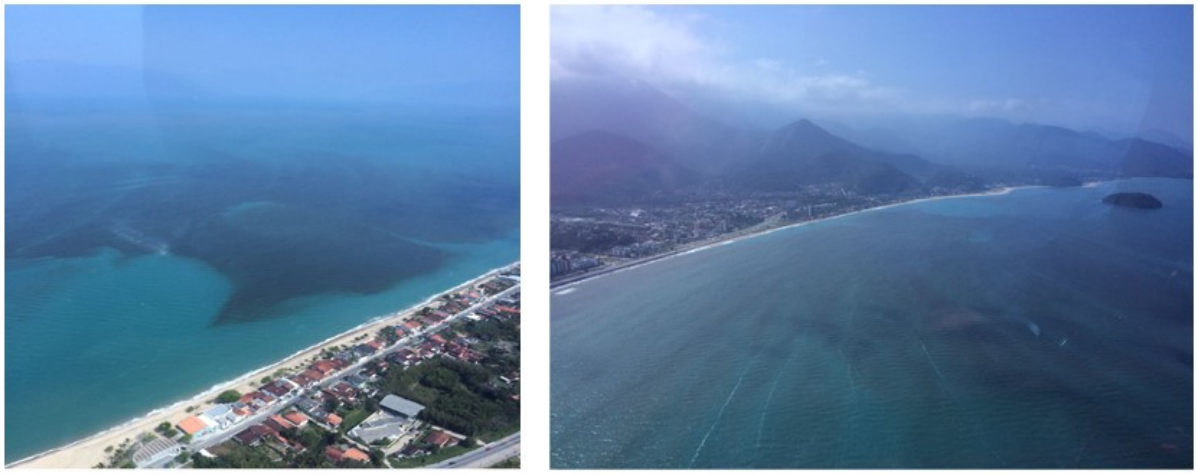


Figura 7 - Imagens da mancha durante sobrevoo, no município de Caraguatatuba, SP. Elaborado pelas autoras.

- Ainda em 2017 e, novamente, em 2019, foram registradas florações dos gêneros de diatomáceas *Asterionellopsis*, como apresentado na Figura 8, Foto 1 (floração de 2017 nos municípios de Guarujá e Peruíbe) e *Anaulu*s, apresentado na Figura 8, Foto 2 (floração de 2019, no balneário São João Batista, em Peruíbe). Esses organismos, muitas vezes, provocam a presença de espuma e a alteração da coloração da água, fazendo com que a população tenha a percepção de aspecto desagradável, associado a má qualidade da água. Apesar de não produzirem toxinas, podem causar alguma irritação, pelo contato direto com a água.
- Entre dezembro de 2018 e janeiro de 2019, foi registrada uma floração da cianobactéria *Trichodesmium* (Figura 9), que provocou algumas manchas no litoral de São Paulo, com grandes extensões, que atingiram desde a região do Litoral Sul até o Litoral Norte.

Existem registros de que esse organismo pode ser nocivo, tanto pela produção de toxinas como também pela alta biomassa, provocando mortalidade em alguns animais, por entupimento de brânquias ou de larvas de peixes e camarões (DETONI, 2017). Esses organismos possuem pigmentos acessórios, como carotenoides, fico-

IVIDES.org

Figura 8 – Foto 1: Espuma na praia do Tombo, Município de Guarujá, SP. Detalhe da diatomácea do gênero *Asterionellopsis*. Foto 2: Mancha de água marrom no balneário São João Batista, Município de Peruíbe, SP. Detalhe da diatomácea do gênero *Anaulus*. Elaborado pelas autoras.

bilinas, ficocianinas e ficoeritrinas, que transmitem a luz, em espectro de cor visível como marrom, mas sua coloração pode variar entre vermelha, verde, amarela e cinza prateado, de acordo com o tempo de desenvolvimento da floração e da concentração de organismos. Historicamente, em vários locais do mundo, foram relatadas florações deste organismo, sendo conhecidas em inglês como *sea sawdust* (ou serragem do mar), por causa de seu aspecto. Condições ambientais, como a estratificação da coluna de água e a estabilidade na superfície, favorecem o seu desenvolvimento (SARANGI *et al.*, 2004).

É importante destacar que a CETESB emite Notas Técnicas à população, informando sobre os organismos identificados e, dependendo do tipo de microalga presente, alertas para não consumir moluscos, como também, para evitar o contato direto com a água. Em alguns casos, a praia pode ser considerada imprópria, até que o evento dissipe os organismos.

Figura 9 – Fotos de organismos do gênero *Trichodesmium*. Foto 1: Agregado de T*richodesmium*, aumento 100X; Foto 2: Mancha na superfície da água – Ilhabela Litoral Norte. Foto 3: Tricomas de *Trichodesmium* (100X). Elaborado pelas autoras.

6 - PERSPECTIVAS

A eutrofização das águas continentais, estuarinas e marinhas tem como principal causa o lançamento de efluentes domésticos, seja por problemas na eficiência das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), seja por lançamentos irregulares; tendo, como principal consequência, o favorecimento do crescimento de algas e cianobactérias, muitas vezes, como florações (quando a densidade populacional dos organismos atinge valores muito elevados). Embora estejam em andamento, programas visando à universalização do atendimento em esgotamento

IVIDES.org

sanitário dos municípios da Baixada Santista e Litoral Norte, a qualidade das águas costeiras é uma questão bastante complexa, que depende de vários fatores, tais como, a implantação e a manutenção do sistema de esgotamento sanitário (redes de coleta e tratamento de esgotos); drenagem urbana; uso e ocupação do solo; controle da poluição difusa e conscientização da população, para que as ligações na rede de esgotos sejam feitas.

Quanto ao monitoramento costeiro rotineiro das microalgas, foi possível demonstrar a relevância de se manter um acompanhamento constante de áreas de interesse, como em regiões onde há extração de organismos bivalves para consumo humano; e áreas destinadas ao seu cultivo, para comercialização. Os resultados desses monitoramentos permitem a tomada de medidas estratégicas protetivas e preventivas, quando se observa o aumento na densidade de organismos potencialmente produtores de biotoxinas.

Os casos extraordinários de florações descritos anteriormente demonstram a importância da atenção nas notificações de ocorrências relacionadas à intoxicação e da comunicação das ocorrências adversas, observadas em águas costeiras, decorrentes de comunicação da população. Também demonstraram a importância de se identificar situações atípicas, como a alteração de coloração da água, ou ainda, a formação de espumas em excesso, constatadas pela própria CETESB (em rotinas de amostragem) ou pela população, visando compreender os eventuais riscos envolvidos e esclarecer a comunidade e os meios de comunicação .

Assim, o monitoramento costeiro, incluindo o fitoplâncton, representa uma importante ferramenta de diagnóstico para subsidiar a avaliação das ações gestoras realizadas, bem como, das necessidades futuras para proteção à saúde da população que se utiliza os recursos costeiros, quer seja para lazer ou subsistência, quer seja para proteção da fauna e flora dos ecossistemas marinhos.

A integração de diversos atores da sociedade civil e dos órgãos governamentais, nas distintas esferas, é imprescindível para a manutenção da qualidade das águas costeiras, uma vez que o monitoramento constante e a participação da população (por meio de informações fornecidas aos órgãos ambientais) podem evidenciar áreas prioritárias para intervenções.

O desenvolvimento de pesquisas relacionadas à ecologia do fitoplâncton marinho; aos fatores físicos e químicos, que podem contribuir para o aumento dos organismos potencialmente tóxicos e consequente produção de biotoxinas; bem como, o modo como as alterações climáticas poderão modificar as condições oceânicas, alterando a composição/abundância da comunidade fitoplanctônica e toda a cadeia trófica, são extremamente importantes, podendo proporcionar subsídios para os órgãos ambientais ampararem suas decisões.

O compartilhamento destas informações, entre pesquisadores, gestores e também com o púbico em geral é fundamental para o entendimento e o monitoramento destes fenômenos. Neste sentido, a criação de um banco de dados virtual, onde todas essas informações estejam reunidas e sistematizadas em uma única base de dados é fundamental.

REFERÊNCIAS

AIDAR, E., GAETA, A.S., GIANESELLA-GALVÃO, S., KUTNER, M.B.B., TEIXEIRA, C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicações esp. Inst. Oceanogr**., São Paulo, n.10, p. 9-43, 1993.

AJANI, P.A; DAVIES, C.H; ERIKSEN, R.S; RICHARDSON, A.J. Global Warming Impacts Micro-Phytoplankton at a Long-Term Pacific Ocean Coastal Station. **Frontiers in Marine Science**. v. 7, p. 1-11, 2020. DOI: 10.3389/fmars.2020.576011.

ALAIN, M., GENEVIÈVE, L. Modelling the marine eutrophication: A review. **Science of The Total Environment**, v. 636, p. 339-354, 2018.

ANDERSON, R.; CHARVET, S.; HANSEN, P. Mixotrophy in Chlorophytes and Haptophytes—Effect of Irradiance, Macronutrient, Micronutrient and Vitamin Limitation. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, Article 1704, 2018.

APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). Method 1060: Collection and preservation of samples, B, C and Method 10200: Plankton, Chlorophyll H. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 2017. Disponível em: https://www.standardmethods.org/doi/10.2105/SMWW.2882.009 e https://www.standardmethods.org/doi/10.2105/SMWW.2882.207. Acesso em 27.02.2020

IVIDES.org

BERBEL, G.B.B.; FAVARO D.I.T.; BRAGA, E.S. Impact of harbour, industry and sewage on the phosphorus geochemistry of a subtropical estuary in Brazil. **Marine Pollution Bulletin,** v. 93, p. 44-52, 2015.

BERDALET, E.; FLEMING, L. E.; GOWEN, R.; DAVIDSON, K.; HESS, P.;BACHER, L. C.; MOORE, S. K.; HOAGLOAND, P.; ENEVOLDSEN, H. Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 1, p. 91-91, 2016.

BRAGA, E.S.; BONETTI, C.V.D.H.; BURONE L.; BONETTI FILHO, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 165-173, 2000.

BRANDÃO, *et. al.* (org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. Brasília, DF:ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 325p.

BRAUKO, K.M; CABRAL, A.; COSTA, N.V.; HAYDEN, J.; DIAS, C.E.P.; LEITE, E.S.; WESTPHAL, R.D.; MUELLER, C.M.; HALL-SPENCER, J.M.; RODRIGUES, R.R.; RÖRIG, L.R.; PAGLIOSA, P.R.; FONSECA, A.L.; ALARCON, O.E.;HORTA, P.A. Marine Heatwaves, Sewage and Eutrophication Combine to Trigger Deoxygenation and Biodiversity Loss: A SW Atlantic Case Study. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, artigo:590258, 2020. doi: 10.3389/fmars.2020.590258

CARDOSO, L.S. Bloom of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy (Dinophyceae) in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 2, p. 265-268, 2012.

CASTRO, N.O.; MOSER, G.A.O. Florações de Algas Nocivas e seus efeitos ambientais. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 235-264, 2012.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/wp-content/uploads/sites/2/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Costeiras-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

COLLINS, S.; ROST, B.; RYNEARSON, T. A.. Evolutionary potential of marine phytoplankton under ocean acidification. **Evolutionary Applications**, v. 7, p. 140–155, 2014.

COSTA PERES, L. M. **Efeitos de aquecimento e eutrofização em regiões subtropicais sobre bancos de *Sargassum cymosum* (C. Agardh, 1820).** 2020. 60f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

DETONI, A.M.S. **A cianobactéria Trichodesmium spp. e fatores ambientais associados com a sua abundância ao largo da plataforma Sudeste-Sul do Brasil**. 2017. 172 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Programa de pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

DUTKIEWICZ, S.; CERMENO, P.; JAHN, O.; FOLLOWS, M. J.; HICKMAN, A. E.; TANIGUCHI, D. A. A.; WARD, B. A. Dimensions of marine phytoplankton diversity. **Biogeosciences**, v. 17, p. 609-634, 2020.

ELMGREN, R.; LARSSON, U. Nitrogen and the Baltic Sea: managing nitrogen in relation to phosphorus. In: Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Production and Environmetal Protection. 2ND International Nitrogen Conference on Science and Policy. **The Scientific World**, v. 1, S2, p. 371-377, 2001. Disponível em: http://www.woodwellclimate.org/wp-content/uploads/2015/09/DavidsonScienWorld.01.pdf. Acesso em: 13 de abril 2021.

ESCARELA. L.; YOLANDA, P.; MORONO, A.; REGUERA, B. *Noctiluca scintillans* may act as a vector of toxigenic microalgae. **Harmful algae,** v. 6, p. 317-320, 2007.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion. Marine biotoxins in shellfish – Saxitoxin group Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. **The EFSA Journal**, v. 1306, p. 1-23, 2009. Disponíve em: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1306. Acesso em: 09 abr. 2021.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on marine biotoxins in shellfish: emerging toxins: ciguatoxin group. **The EFSA Journal**, v. 8, n. 6, p. 1627, 2010. Disponível em: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4752. Acesso em: 09 abr. 2021.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion Risks for public health related to the presence of tetrodotoxin (TTX) and TTX analogues in marine bivalves and gastropods. **The EFSA Journal**, v. 15, n. 4, 2017. Disponível em: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4752. Acesso em: 09 abr. 2021.

IVIDES.org

FSN (Food Safety News). **Breaking news for everyone's consumption**. ANSES sets value to protect people from emerging toxin in shellfish. 2021. Disponível em: https://www.foodsafetynews.com/2021/05/anses-sets-value-to-protect-people-from-emerging-toxin-in-shellfish/. Acesso em: 14 mai. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. *In*: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 3-35, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/summary-for-policymakers/. Acesso em: 26 jan. 2021.

KANAKIDOU, M.; S.MYRIOKEFALITAKIS, S.; DASKALAKIS, N.; FANOURGAKIS, G. NENES,A.; BAKER, A. R.; MIHALOPOULOS, N. Past, Present, and Future Atmospheric Nitrogen Deposition. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 73, 2016.

LELONG, A.; HÉGARET, H.; SOUDANT, P.; BATES, S. *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) species, domoic acid and amnesic shellfish poisoning: revisiting previous paradigms Phycologia. **Phycologia**, v. 51, n. 2, p. 168-216, 2012.

LOPES, R. M (ed.) **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009 (Série Biodiversidade; 33).

MANITA, D. F. P. **Bioacessibilidade *in vitro* das biotoxinas marinhas ácido ocadaico, dinofisistoxina-2 e seus derivados em bivalves crus e cozinhados**. 2017. 37f. Dissertação (Mestrado em segurança alimentar) - Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade de Lisboa, 2017.

MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura); MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Instrução Normativa Interministerial MPA/MAPA n° 07, de 08 de maio de 2012**. Institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), estabelece os procedimentos para a sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 mai. 2012.

MIOTTO, M. C.; TAMANAHA, M. S. Ocorrência de dinoflagelados tecados potencialmente tóxicos e nocivos em cultivos de moluscos situados no município de Penha, Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 1, p. 53-67, 2012.

OBATA, T.; FERNIE, A.; NEUNES-NESI, A. The Central Carbon and Energy Metabolism of Marine Diatoms. **Metabolites**, v. 3, p. 325-346, 2013.

PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropical**. v. 6, n. 3, set-dez. 2006.

RAVEN, J. A.; WAITE, A. M. The evolution of silicification in diatoms: inescapable sinking and sinking as escape? **New Phytologist**. v. 162, p. 45-61, 2004.

REGUERA B.; VELO-SUÁREZ, L.; RAINE, R.; PARK, M.G. Harmful *Dinophysis* species: A review. **Harmful Algae,** v. 14, p. 87-106, 2012.

ROST, B.; RIEBESELL,U.; BURKHARD,S. Carbon acquisition of bloom-forming marine phytoplankton. **Limnolology Oceanogr**., v. 48, n. 1, p. 55-67, 2003.

SARANGI R.K.; CHAUHAN, P.; NAYAK, S.R. Detection and monitoring of *Trichodesmium* blooms in the coastal waters off Saurashtra coast, India using IRS-P$ OCM data. **Corrent Science**, v. 86, n. 12, 2004.

SOARES-GOMES A.; GAMA, B.A.P.; BAPTISTA NETO, J.A.; FREIRE, D.G.; CORDEIRO, R.C.; MACHADO, W.; BERNARDES, M.C.; COUTINHO, R.; THOMPSON, F.L.; PEREIRA, R.C. An environmental overview of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. **Regional Studies in Marine Science,** v. 8, n. 2, p. 319-330, 2016.

SOARES, M.F.; DOMINGOS P.; SOARES F.F.L.; TELLES L.F.R. 10 anos de monitoramento da qualidade ambiental das águas da Lagoa Rodrigo de Freitas. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 581-614, 2012.

TRAINER, V. L.; BATES, S. S.; LUNDHOLM, N.; THESSEN, A. E.; COCHLAN, W.P.; ADAMS, N. G.; TRICK, C. G. *Pseudo-nitzschia* physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health. **Harmful Algae**, v. 14, p. 271-300, 2012.

IVIDES.org

TRIESTPRIMA. Improvvisa fioritura di milioni di *Noctiluca scintillans*, a Grignano l'acqua è arancione. **Triestprima**, 20 abr. 2021. Disponível em: https://www.triesteprima.it/green/improvvisa-fioritura-di-milioni-di-noctiluca-scintillans-a-grignano-l-acqua-e-arancione.html. Acesso em: 22 abr.2021.

TURKOGLU, M. Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey)*. **Oceanologia**, v. 55, n. 3, p. 709–732, 2013.

UMANI, SF; BERAN, A. PARLATO, S.; VIRGILIO, D.; ZOLLET, T.; DE OLAZABAL, A.; LAZZARINI, B. & CABRINI, M. *Noctiluca scintillans* MACARTNEY in the Northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. *Journal of Plankton* **Research**, v. 26, p. 545-561, 2014.

Utermöhl, H. Perccionamento del Metodo Cuantitativo del Fitoplancton. Associación Internacional de Limnologia Teórica y Aplicada. **Comité de metodos limnologicos**, v. 9, p. 1-39, 1958.

VALE, P. Biotoxinas emergentes em águas europeias e novos riscos. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 29, n. 1, p. 77-87, 2011.

IVIDES.org

Anexo 1

	Baía de Itaguá	Cocanha	São Sebastião - canal	Rio Preto	Cananéia - mar
Municípios/Táxons	**Ubatuba**	**Caraguatatuba**	**São Sebastião**	**Peruíbe**	**Cananéia**
CIANOBACTÉRIAS					
CYANOPHYTA ni	X	X	X	X	X
Johannesbaptistia	X	X	X	X	X
Trichodesmium				X	
DIATOMÁCEAS					
Actinoptychus		X		X	X
Amphora				X	
Anaulus		X		X	X
Asterinellopsis	X	X	X	X	X
Asteromphalus			X		
Bacillaria			X		X
Campylosira	X	X	X	X	
Cyclotella	X	X		X	X
CENTRALES ni	X	X	X	X	X
Chaetoceros	X	X	X	X	X
COSCINODISCCACEAE ni					X
Coscinodiscus	X	X	X	X	X
Cylindroteca	X	X	X	X	X
Dactyliosolen	X	X	X		
Diploneis	X	X		X	X
Ditylum					X
Eucampia	X	X		X	
Guinardia		X	X	X	X
HEMIAULACALES ni			X		
Hemiaulus	X	X			X
Leptocylindrus	X	X	X	X	X
Melosira					X
Nitzschia	X	X	X	X	X
Navicula	X			X	
Odontella	X		X	X	X
PENALES ni	X	X	X	X	X
Planktoniella					X
Pleurosigma	X	X	X	X	X
Proboscia		X			
Pseudo-nitzchia	X	X	X	X	X
Rhizosolenia	X	X	X	X	X
Skeletonema	X	X	X	X	X
Thalassionema	X	X	X	X	X
Thalassiosira	X	X	X	X	X
Thalassiothrix	X	X	X	X	
Triceratium				X	

IVIDES.org

	Baía de Itaguá	Cocanha	São Sebastião - canal	Rio Preto	Cananéia - mar
Municípios/Táxons	**Ubatuba**	**Caraguatatuba**	**São Sebastião**	**Peruíbe**	**Cananéia**
CHLOROPYTA					
CHLOROPYTA ni	X	X	X		
DINOFLAGELADO					
DINOFLAGELADO n.i.	X	X	X	X	X
Dinophysis	X	X	X	X	X
GONYAULACALES ni		X		X	
GYMNODIALES ni	X	X	X	X	X
Ostreopsis		X	X		
Oxytoxum	X		X		
PERIDINIALES ni					
Peridinium	X	X		X	
Prorocentrum	X	X	X	X	X
Protoperidinium	X	X	X		X
Pyrocystis	X	X		X	X
Tripos	X	X	X	X	X
FITOFLAGELADOS					
FITOFLAGELADOS ni	X	X	X	X	X
CRYPTOPHYTA ni		X	X		X
EUGLENOPHYTA ni			X		
PRASINOPHICEAE ni	X	X	X	X	
Pyraminomonas	X	X	X	X	
Teleaulax	X	X	X	X	X
SILICOFLAGELADOS					
Dictyocha	X	X	X	X	X
Ebria		X	X		X
Hemesinum			X		
SILICOFLAGELADOS ni	X	X	X	X	X

IVIDES.org

17

DOI 10.5281/zenodo.6676319

PROGRAMAS DE MONITORAMENTO DA BALNEABILIDADE DE PRAIAS RECREATIVAS NO NORDESTE DO BRASIL

Cibele Rodrigues Costa
Monica Ferreira da Costa

1 - INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil agrupa nove dos 26 Estados da União. Seu litoral tem em torno de 3.000 km de extensão, incluindo muitas e diversas praias recreativas, tanto urbanas quanto medianamente afastadas e rurais. Todas essas praias são atraentes para atividades, como as de lazer, culturais, esportivas, religiosas, de conservação costeira e, consequentemente, oferecendo oportunidades de desenvolvimento socioeconômico e ambiental (CEMBRA, 2012; IBGE, 2011)

Sendo assim, a manutenção das condições de limpeza e balneabilidade são, ao mesmo tempo, fundamentais (BARBOSA DE ARAÚJO; COSTA, 2021; CAVALCANTI *et al*., 2020; ESPÍNOLA; FERREIRA; MARQUES JUNIOR, 2020) e um desafio para as administrações públicas municipal e estadual (CRISTIANO *et al*., 2017; SCHERER *et al*., 2020).

O monitoramento contínuo da qualidade da água das praias é uma tarefa complexa, uma vez que exige uma recolha de dados frequente e detalhada, além de esforços de interpretação (KARYDIS; KITSIOU, 2013). Isto conduz necessariamente a um compromisso entre o número de pontos de amostragem, a frequência amostral e os resultados esperados (HALLETT; VALESINI; ELLIOTT, 2016a, 2016b; KARYDIS; KITSIOU, 2013; KITSIOU; KARYDIS, 2011), sobretudo, se levarmos em consideração que esse tipo de atividade terá caráter permanente e crescente (em termos de espaço e tempo), com o aumento da população costeira, que impacta cada vez mais, direta ou indiretamente, a qualidade das águas costeiras.

No mundo, há diversos problemas relacionados à falta de padronização de informações sobre coletas, análises laboratoriais e interpretação de dados, em diversas escalas espaciais e temporais (COSTA; COSTA, 2020), o que, muitas vezes, torna os resultados existentes menos úteis e sua interpretação, de difícil comparação entre regiões distintas (HALLETT; VALESINI; ELLIOTT, 2016a, 2016b; KARYDIS; KITSIOU, 2013), ou entre momentos distintos em uma mesma região.

O monitoramento das condições da balneabilidade das praias possibilita a geração de informações importantes para a gestão em curto prazo e pontual do uso desses ambientes, podendo condicionar a liberação ou proibição do banho de mar em diferentes trechos (CONAMA, 2000; COSTA; COSTA, 2020). Este cuidado é de suma importância, não só para a recreação dos moradores locais, como também para atividades turísticas, uma vez que é o turismo de sol e praia, a modalidade de maior visibilidade e sucesso no Brasil (ARAÚJO; COSTA, 2008; PIFFER *et al*., 2017). Além disso, não se deve perder de vista o fato de que, ao mesmo tempo, o turismo se

IVIDES.org

utiliza dos recursos naturais disponíveis e tem potencial para causar grandes impactos ambientais, pela sua prática direta, além da enorme estrutura de serviços, que se forma no entorno desta atividade (ESPÍNOLA; FERREIRA; MARQUES JUNIOR, 2020; PIFFER *et al*., 2017). Dessa forma, é corresponsável pela gestão do uso e pela manutenção da qualidade da água, da qual se utiliza.

Em uma outra escala de tempo e espaço mais ampliada, os dados dos programas de monitoramento da qualidade da água das praias assumem uma importância diferente. Eles podem ser utilizados para a identificação de tendências de mudanças da qualidade da água, como resposta a fenômenos naturais ou intervenções humanas, inclusive, as gerenciais (COSTA, 2021). Esses dados podem ser utilizados para diversos fins, desde o embasamento de candidaturas à certificação de trechos de praias (ESPÍNOLA; FERREIRA; MARQUES JUNIOR, 2020; IAR, 2019) até como argumento para a continuidade de obras públicas de saneamento ambiental.

Monitorar a qualidade das águas costeiras destinadas às atividades de contato primário vai muito além de, isoladamente, uma questão de balneabilidade e saúde pública, sendo também uma questão de conservação marinha (BUSS; OLIVEIRA; BAPTISTA, 2008; MMA, 2012; PAGE-KARJIAN; PERRAULT, 2021). Animais marinhos também podem ser infectados por microrganismos provenientes de efluentes domésticos e urbanos não tratados, lançados ao mar, ou que chegam ali indiretamente, a partir dos rios, existindo um amplo corpo de literatura sobre isso. Alguns exemplos bem conhecidos são a transmissão da toxoplasmose para os mamíferos marinhos (ALEXIS; MAMANI, 2020; HUNTINGTON *et al*., 2021; SHAPIRO *et al*., 2019) e a do papilomavírus para as tartarugas marinhas (BALLADARES *et al*., 2002; PAGE-KARJIAN; PERRAULT, 2021).

Apesar de haver ampla disponibilidade de métodos e técnicas para fazer, desde o delineamento amostral até as análises de qualidade das águas costeiras para fins de contato direto, os programas das agências estaduais de meio ambiente dos estados da região Nordeste do Brasil ainda sofrem com alguma instabilidade institucional e técnica na sua condução cotidiana, o que dificulta o pleno cumprimento de seu papel na gestão desses espaços costeiros.

2 - OBJETIVOS

Sabe-se que todo programa de monitoramento, inclusive aqueles de determinação da qualidade microbiológica de águas balneares, deve ser periodicamente avaliado e revisado, de acordo com as melhores práticas de gestão adaptativa (WIDMER, 2009). Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a disponibilidade de dados primários (NMP $100mL^{-1}$; UFC; P/I) e outras informações dos programas de monitoramento da balneabilidade de praias recreativas na região Nordeste do Brasil, para fins de gestão desses ambientes. A disponibilidade de dados primários e outras informações, tais como: as medidas de parâmetros físico-químicos, o desenho amostral e as técnicas analíticas; além das escolhas de gestão ambiental e de informações utilizadas, possibilitam conhecer o processo, oferecendo maior confiabilidade e, consequentemente, maior precisão e segurança na interpretação dos resultados.

Um segundo objetivo é propor reflexão e possíveis melhorias desses programas, mesmo se tendo conhecimento das dificuldades enfrentadas em cada agência estadual, pois a identificação de fortalezas e fraquezas das ações em andamento é o primeiro passo para o diagnóstico e o tratamento dos passivos e dos futuros resultados.

O último objetivo seria o retorno a essas agências, por meio do envio deste trabalho, a fim de promover a discussão interna sobre o tema e a interação com outras instituições, que possam participar do processo de avaliação e melhoria continuada desses programas de monitoramento.

3 - PRIMEIROS PASSOS

Uma sondagem remota foi realizada no ano de 2017, durante a qual se buscou por dados primários (NMP $100mL^{-1}$ e, possivelmente, outros parâmetros físico-químicos da água), recolhidos durante o monitoramento da balneabilidade das praias, assim como, as informações sobre a gestão dos programas de monitoramento, dos estados da Região Nordeste do Brasil, para o período de 2005 a 2017. Inicialmente, foram considerados os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (Figura 1).

IVIDES.org

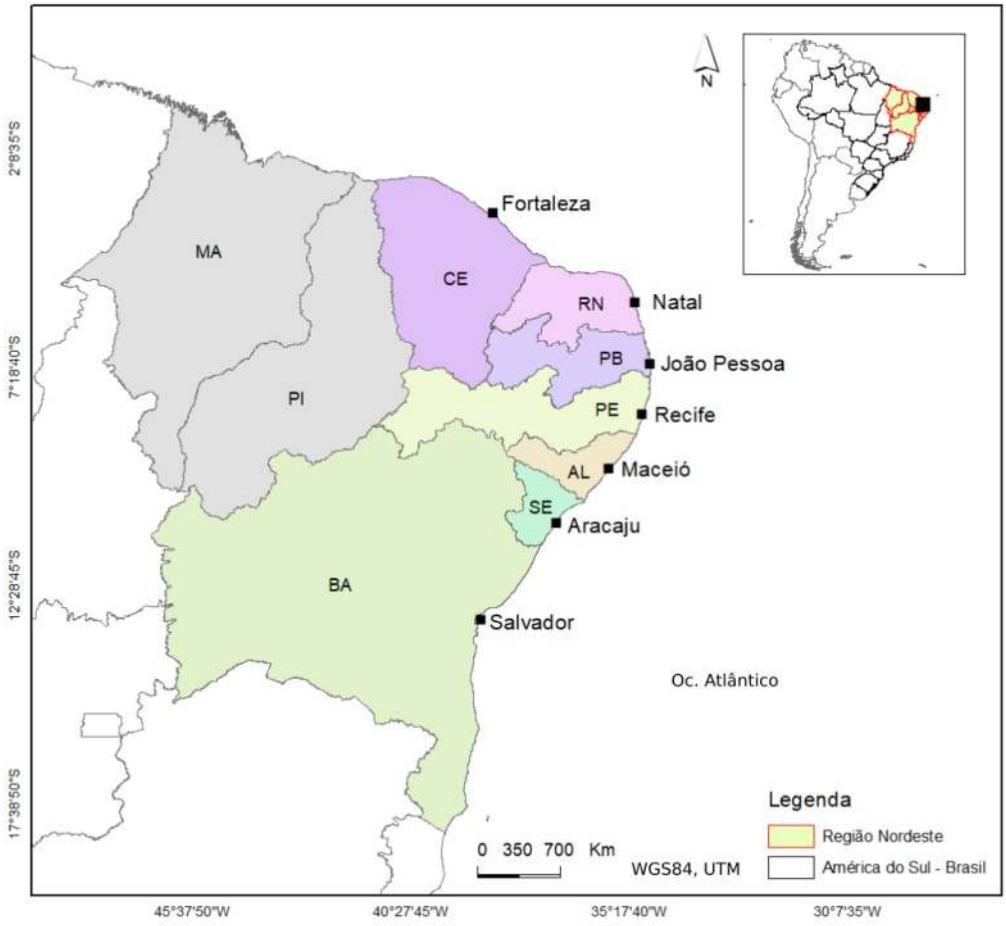


Figura 1 – Localização dos estados estudados na região Nordeste. Os estados em cinza não foram incluídos neste estudo. Elaborado pelas autoras.

Para tal, foram adotadas estratégias progressivas de, sistematicamente, vasculhar os *sites* na Internet das Agências Estaduais de Meio Ambiente (AEMAs), responsáveis por esses programas de monitoramento (Quadro 1). Em seguida, foram feitas tentativas de contato por e-mail e telefone. Posteriormente, foram enviados ofícios institucionais físicos, via ECT; e, finalmente, foram realizadas visitas presenciais (previamente agendadas) às instituições com as quais foi possível se comunicar e que aceitaram nos receber.

Quadro 1 - Listagem das Agências Estaduais de Meio Ambiente, seus respectivos estados e *sites*, informação disponível on-line e situação da disponibilização dos dados após contato estabelecido

Estado	AEMA	Site	Informação disponível online	Dados primários disponíveis
Maranhão	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA	https://www.sema.ma.gov.br/	Boletins semanais dos dois anos mais recentes	Não disponível
Piauí	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Piauí – SEMAR	http://www.semar.pi.gov.br/index.php	Não há informações	Não disponível
Ceará	Secretaria do Meio Ambiente – SEMACE	https://www.semace.ce.gov.br/	Boletim da semana mais recente	Após visita
Rio Grande do Norte	Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA	http://programaaguaazul.ct.ufrn.br/	Todos os boletins de 2008 a 2017	Após visita
Paraíba	Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA	http://sudema.pb.gov.br/	Boletins semanais dos dois anos mais recentes	Após visita
Pernambuco	Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH	http://www2.cprh.pe.gov.br/	Boletins semanais dos quatro anos mais recentes	Após visita
Alagoas	Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas – IMA	http://www.ima.al.gov.br/	Boletins semanais dos seis anos mais recentes	Após visita
Sergipe	Administração Estadual do Meio Ambiente – ADEMA	https://www.adema.se.gov.br/	Boletim da semana mais recente	Após ofício
Bahia	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA	http://www.inema.ba.gov.br/	Boletim da semana mais recente	Após visita

Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

As agências da Bahia, de Pernambuco e de Sergipe responderam prontamente e se disponibilizaram a fornecer os dados. Com o restante das agências (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Alagoas), o estabelecimento do contato se deu após algumas novas tentativas via correio eletrônico ou via contato telefônico, levando até um ano para finalização desse processo, desde a primeira tentativa até obter-se os dados. As agências do Maranhão e do Piauí não responderam a nenhuma das formas de contato.

Além dos dados primários de NMP $100mL^{-1}$, foram também buscados e solicitados outros dados de parâmetros da qualidade da água (pH, temperatura, turbidez etc.), horário das coletas, a data de início do programa e suas fases de execução, interrupções e modificações mais importantes, dados de P/I[1], localização dos pontos amostrais (por GPS ou ponto de referência), frequência amostral por ponto, método de análise laboratorial, formas de divulgação dos resultados, uso posterior dos dados (concessão para trabalhos acadêmicos, “reanalise” e avaliação continuada).

A partir desses contatos prévios, houve o direcionamento e acordo para os passos seguintes, para obtenção dos dados junto a cada agência, separadamente.

4 - OBTENÇÃO DOS DADOS

Após o estabelecimento do contato e o acerto de detalhes de acesso com as agências, a maioria delas foi visitada presencialmente, com exceção da agência de Sergipe (Quadro 1). As visitas presenciais às sedes foram agendadas, para um momento onde houvessem técnicos, que trabalham no monitoramento ou realizam as coletas, disponíveis para passar as informações necessárias. Os técnicos se mostraram solícitos e dispostos a ajudar em todas as agências.

A primeira visita foi à agência da Bahia, no ano de 2017. Os dados foram disponibilizados em forma digital, sendo cada arquivo uma planilha de campo (em formato PDF[3]), da semana coletada e para cada região do estado: Salvador, Baía de Todos os Santos, Costa dos Coqueiros, Costa do Cacau, Costa do Dendê e Costa do Descobrimento. Os dados disponíveis contemplaram os anos de 2012 a 2017.

A agência de Pernambuco também foi visitada em 2017, onde os dados foram disponibilizados em forma digital, em formato de planilha eletrônica, separados por anos. Os dados disponíveis contemplaram os anos de 2005 a 2016.

Na agência da Paraíba, visitada em 2017, foi necessário o encaminhamento do requerimento de forma presencial e a formalização do processo interno para liberação. Os dados também foram disponibilizados em forma de planilhas de campo, uma por semana coletada, abrangendo todos os pontos. As planilhas originais em papel foram fotocopiadas, contendo os dados de 2012 a 2017.

Na agência do Rio Grande do Norte, visitada em 2017, os dados foram disponibilizados por meio do *site* do Programa Água Azul[2], que reúne todos os dados de balneabilidade, coletados desde o ano de 2008, para todo o estado, em forma de relatórios trimestrais e anuais. Os relatórios têm formato PDF. Os dados coletados compreendem os anos de 2008 a 2016.

Já na agência do Ceará, visitada em 2018, os dados foram disponibilizados em forma digital, em formato de planilha eletrônica. Cada planilha continha as informações sobre as praias de Fortaleza e as praias do interior, para os anos de 2014 a 2017.

A última visita foi à agência de Alagoas e ocorreu no ano de 2018. Os dados foram disponibilizados em forma de planilhas de campo em papel, arquivadas por ano (2005 a 2015), as quais foram disponibilizadas para serem fotocopiadas.

[1] P - Próprio; I - Impróprio (quanto à balneabilidade).

[2] http://programaaguaazul.ct.ufrn.br/

[3] PDF é sigla de Portable Data Format, formato de arquivos para transferência de documentos via Internet.

IVIDES.org

A agência de Sergipe disponibilizou os dados obtidos em forma digital (em CD-ROM[4]), enviados via ECT[5], após o encaminhamento e protocolo do requerimento de forma presencial e a formalização do processo interno para liberação. Os dados estavam em formato de documento de texto, tabelados e acompanhados de algumas informações sobre a coleta (data, código do ponto, localização do ponto). Os dados contemplaram os anos de 2005 a 2016.

Nos sete estados trabalhados, não houve uma forma padrão de disponibilização dos dados para este estudo. A organização feita por cada estado em cada planilha também foi diferente. Essas diferenças proporcionaram o desenvolvimento de uma sugestão de planilha padrão para coleta de dados (Apêndice A) e uma segunda sugestão de planilha, essa com o objetivo de organizar os dados semanais em escala de tempo maiores (mensal, sazonal, anual) (Apêndice B). Essa busca de harmonização/padronização das informações, desde a coleta até a guarda/divulgação, permite que os dados sejam melhor empregados e empregados para outros fins, como o monitoramento a longo prazo (observação de tendências), além de tornar regiões e períodos de tempo comparáveis de uma forma mais direta. Também facilita a "leitura da situação" por pessoas de outros estados, que, ao visitarem os estados do Nordeste, podem consultar as condições de balneabilidade das praias e tomar decisões mais informadas sobre o banho de mar. Para pessoas de outros países e que não dominem o idioma, é quase impossível obter tais informações de forma independente.

5 - METODOLOGIAS EMPREGADAS

Em campo, os dados foram obtidos pelas agências, por meio de coleta, realizada semanalmente, na isóbata de 1m de profundidade (local mais utilizado para recreação). Em laboratório, foi realizada a análise das amostras, utilizando a metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (EATON, 2005) e seguindo as normas determinadas pela Resolução CONAMA nº 274/2000[6] (que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras).

A metodologia de bancada e o microrganismo pesquisado em cada agência variou (Quadro 2), seguindo os procedimentos padrões aplicados por cada laboratório responsável pela análise.

Quadro 2 - Metodologia de bancada e o microrganismo pesquisado em cada agência

Estado	Metodologia	Microrganismo pesquisado	Limite para própria
Ceará	Tubos múltiplos	Coliformes termotolerantes	< 1000 NMP mL^{-1}
Rio Grande do Norte	Tubos múltiplos	Coliformes termotolerantes	< 1000 NMP mL^{-1}
Paraíba	Membrana filtrante	Coliformes termotolerantes	< 1000 UFC mL^{-1}
Pernambuco	Tubos múltiplos	*Escherichia coli*	< 800 NMP mL^{-1}
Alagoas	Tubos múltiplos	*Escherichia coli*	< 800 NMP mL^{-1}
Sergipe (2005 a abr/2010)	Tubos múltiplos	Coliformes termotolerantes	< 1000 NMP mL^{-1}
Sergipe (a partir de mai/2010)	Membrana filtrante	Coliformes termotolerantes	< 1000 UFC mL^{-1}
Bahia	Tubos múltiplos	*Escherichia coli*	< 800 NMP mL^{-1}

Elaborado pelas autoras.

[4] CD-ROM é sigla de Compact Disc Read Only Memory, tipo de mídia para armazenamento de dados.

[5] ECT é sigla de Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos.

[6] CONAMA é sigla de Conselho Nacional de Meio Ambiente.

IVIDES.org

Outro fator que variou nas coletas foi a frequência com que elas aconteciam, principalmente, nas praias fora da região metropolitana da capital do estado. O Quadro 3 mostra a variação das frequências de coleta nos estados estudados.

Quadro 3 - Listagem dos estados com a frequência de coleta, nas capitais e no interior dos estados

Estado	**Frequência de coleta**	
	Capital	**Interior do estado**
Alagoas	Semanal	Semanal
Bahia	Semanal	Semanal
Ceará	Semanal	Três meses de verão
Paraíba	Semanal	Semanal
Pernambuco	Semanal	Semanal
Rio Grande do Norte	Semanal	Três meses de verão
Sergipe	Semanal	Semanal

Elaborado pelas autoras.

6 - OBTENÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados, em sua maioria, foram obtidos em forma numérica, expressos como o número mais provável de microrganismos a cada 100 ml de amostra.

Alguns dos estados, como o Ceará e Alagoas, em 2017-2018, já estavam em processo de desenvolvimento de um banco de dados unificado e on-line, facilitando tanto o acesso da agência a dados pretéritos quanto o acesso de pessoas externas. Dessa maneira, também, os dados serão uma ferramenta muito mais robusta e poderosa, podendo ser empregados como base para diversos planejamentos de gestão costeira.

7 - DIVULGAÇÃO PARA O BANHISTA

As informações de balneabilidade são publicadas semanalmente pelas agências, em seus *sites*, em forma de informações qualitativas (própria ou imprópria), baseadas na classificação do CONAMA, facilitando a interpretação.

No estado do Rio Grande do Norte, a qualidade da água é divulgada também na própria praia, por meio de placas, que são revistas e, se necessário, alteradas todas as semanas.

8 - PRINCIPAIS RESULTADOS

Constatou-se que existe dificuldade de acesso a esses dados públicos, por diversos fatores, dependendo das condições de implantação e do histórico do desenvolvimento dos programas, em cada Estado. Dessa forma, nem todos os Estados da região têm condições de ter seus programas de monitoramento da qualidade da água de praias recreativas avaliados e melhorados. Isso indica uma fragilidade, a qual deixa a população exposta a riscos, ao tomar banho de mar. A responsabilidade desse monitoramento é municipal e estadual (federal, em último caso), sendo que, nos municípios costeiros da região, nem mesmo as capitais assumem esse controle.

IVIDES.org

Nenhuma agência da região monitora sistematicamente as condições microbiológicas da areia das praias (conforme indicadas pela presença de contaminação fecal recente), apesar de existirem trabalhos pontuais sobre esse risco (DIÓGENES; SOARES; MONT'ALVERNE, 2021; ZUZA-ALVES *et al*., 2016, 2019).

Ao se buscar e solicitar os dados primários, obtidos pelos programas dos nove estados, apenas sete puderam ser efetivamente localizados e as agências tinham condições técnicas de fornecê-los.

O Maranhão e o Piauí não foram capazes de fornecer os dados, devido à falta de retorno às várias formas de contato tentadas (Figura 1).

Pernambuco, Alagoas e Sergipe foram capazes de fornecer dados desde 2005 até 2015 (AL) e 2016 (PE e SE). O Rio Grande do Norte foi capaz de fornecer dados de 2008 a 2016. A Paraíba e a Bahia foram capazes de fornecer dados de 2012 a 2017. O Ceará foi capaz de fornecer dados de 2014 a 2018. A distribuição dos pontos amostrais é fortemente concentrada nas praias das capitais estaduais e Regiões Metropolitanas, frequentemente desconsiderando, na maior parte do ano, as praias de municípios mais afastados, independentemente da afluência de pessoas.

O contato pessoal com os técnicos envolvidos foi essencial no entendimento dos dados e procedimentos dos programas de monitoramento. Por meio deles, foi possível coletar informações que não estão disponíveis em quaisquer documentos.

9 - SUGESTÕES

Diante do cenário heterogêneo, observado nos monitoramentos da qualidade microbiológica da água das praias recreativas, executados pelas agências estaduais da região Nordeste do Brasil, foram observados alguns pontos onde podem ocorrer melhorias. Algumas sugestões são recomendadas para ampliação do sucesso, a manutenção, a valorização e o desenvolvimento contínuo dos programas:

- Consolidar as análises laboratoriais com a melhor qualidade possível, independentemente do microrganismo pesquisado. Ponderar sobre a adoção da análise de enterococos, método mais sensível na avaliação da balneabilidade;
- Manutenção da frequência, objetivando cobrir todas as 52 semanas do ano, sobretudo no verão, época onde há o uso mais intenso das praias.
- Realizar as coletas no dia de maior afluência de banhistas, conforme previsto pela legislação;
- Avaliar os parâmetros físico-químicos associados, como pH, temperatura e salinidade, que influenciam na manutenção e na sobrevivência dos microrganismos bioindicadores e patógenos no ambiente marinho;
- Georreferenciar os pontos de coleta e associar os pontos de referências, facilitando a localização dos mesmos;
- Considerar a possibilidade da inclusão de pontos controle (baixa frequência de usuários e ausência de fontes óbvias de contaminação);
- Estabelecer padrões de maré para coleta, fixando a sua influência;
- Expandir as coletas para praias do interior do estado durante todo o ano;
- Aumentar a densidade de pontos monitorados;
- Levar em consideração que os pontos de maior uso pelos banhistas mudam de tempos em tempos, criando critérios para cobertura permanente, independente dessa variação;
- Monitorar também as areias das praias, que podem funcionar como depósito e fonte de patógenos para a água, além de fonte de contaminação direta para o banhista;

IVIDES.org

- Por questões logísticas, nos estados em que o litoral seja maior (como o Ceará), a instalação de mais laboratórios em pontos estratégicos no interior, ou por exemplo, a criação de parcerias com outras instituições locais para a realização da coleta e da parte analítica;
- Expandir o monitoramento para praias fluviais e ilhas, que ainda não fora consolidado (por exemplo, Fernando de Noronha e Petrolina em Pernambuco);
- Melhorar a divulgação dos dados, além do *site*, integrar redes sociais e a grande mídia, como a TV aberta e os jornais, tornando mais acessível aos banhistas;
- Considerar a divulgação também em outras línguas, como o Inglês;
- Reunir os trabalhos acadêmicos produzidos com os dados disponibilizados pelas agências nos seus próprios sites e promover algum tipo de divulgação científica voltada para os resultados obtidos, tornando os resultados disponíveis para a sociedade.

10 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A excelência da balneabilidade é o primeiro quesito para certificação de praias (ESPÍNOLA; FERREIRA; MARQUES JUNIOR, 2020; IAR, 2019). Sem ela apresentar tenêencias estáveis por anos seguidos não se consegue sequer justificar o investimento em um processo de certificação. Todos os outros aspectos da certificação são solucionáveis na praia e sua orla, mas a balneabilidade não, pois depende de fatores externos a esse ambiente (saneamento ambiental). A certificação é uma meta importante para qualquer praia. Mas, mesmo sem que ela esteja nos planos imediatos ou de médio prazo, outros sistemas de gestão de praias vigentes no Brasil incluem a necessidade de monitoramento e de manutenção de boa qualidade de água (Projeto Orla, TAGP[7] etc.) (SCHERER *et al.*, 2020).

A certificação de praias balneares era uma tendencia crescente em todo o mundo, antes da pandemia de COVID-19. O uso das praias, sobretudo por turistas acostumados às praias certificadas, pode ser impactado por cenários que não garantem, nem informam a qualidade da água. Isso é um conflito rápido para se estabelecer e difícil de se resolver e reverter, na percepção do público. O fechamento das praias durante os anos de pandemia está oferecendo uma oportunidade para se repensar diversas ações de gerenciamento desses espaços, melhor preparando-os e qualificando-os para o pleno retorno de seus usuários e banhistas locais, nacionais ou internacionais (BOTERO *et al.*, 2020).

Esse cenário de pouca disponibilidade e visibilidade dos dados e informações preocupa, devido à impossibilidade de estudos das tendências temporais em curto, médio ou longo prazos, acerca da variação das condições da balneabilidade, nos pontos de maior frequência de usuários ou banhistas. Dessa forma, fica limitada para muitas praias da região Nordeste do Brasil, a possibilidade de avaliação da efetividade de intervenções gerenciais e na infraestrutura para melhoria da experiência de uso dessas praias por moradores ou turistas – além do atendimento das demandas da conservação marinha e costeira.

Sendo assim, além da perda de oportunidades de geração de emprego e renda, baseados no uso de um ambiente saudável, também existe a criação de conflitos no campo da conservação de ambientes costeiros. A contaminação fecal recente da água (e do sedimento) das praias, que pode ser indicada por baixos índices de balneabilidade, o que também sugere a chegada de outros poluentes importantes associados ao esgoto doméstico, que afetam a saúde humana e a qualidade de vida, inclusive, de outras espécies marinhas e costeiras.

[7] TAGP é sigla para Termo de Adesão à Gestão de Praias.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

ALEXIS, Y.; MAMANI, E. Neoplasias en animales silvestres. **Revista Estudiantil AGRO – VET**, v. 4, n. 2, p. 594–603, 2020.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Environmental quality indicators for recreational beaches classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439–1449, 2008.

BALLADARES, C. *et al*. Prevalence of fibropapillomatosis on stranded sea turtles in the Venezuelan coast / Prevalencia de fibropapilomatosis en tortugas marinas varadas en las costas de Venezuela. **Revista Bio Ciencias**, v. 4, n. 4, 2002.

BARBOSA DE ARAÚJO, M. C.; DA COSTA, M. F. Environmental Quality Indicators for Recreational Beaches Classification. **Journal of Coastal Research**, v. 246, p. 1439–1449, nov. 2008.

BOTERO, C. M.; MERCADÉ, S.; CABRERA, J.A.; BOMBANA, B. (ed.). **O Turismo de sol e praia no contexto da Covid-19 - Cenários e recomendações**. PROPLAYAS (Red Iberoamericana Proplayas), 2020. 120 p.

BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. Monitoramento Biológico de Ecossistemas aquáticos continentais. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 339–345, 2008.

CAVALCANTI, J. S. S. *et al*. User's Perceptions about Rip Currents and Their Specific Management Approaches at a Densely Occupied Urban Beach. **Journal of Coastal Research**, v. 95, n. sp1, p. 953, 26 maio 2020.

CEMBRA (Centro Excelência para o mar brasileiro). **O Brasil e o mar no século XXI:** Relatório aos tomadores de decisão do País. 2. ed. Rio de Janeiro: CEMBRA, 2012. 540 p.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, 25 jan. 2001, p. 70-71.

COSTA, C. R. **Avaliação da Balneabilidade em praias da Costa Leste do Nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2021.

COSTA, C. R.; COSTA, M. F. Revisão de metodologias do monitoramento microbiológico da qualidade da água em praias recreativas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 092–113, 2020.

CRISTIANO, S. C. *et al*. Caracterização da costa marinha do Balneário Camacho (Santa Catarina, Brasil) como subsídio à gestão. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 1, p. 37–63, 2017.

DIÓGENES, B. N.; SOARES, M. O.; MONT'ALVERNE, T. C. F. Microplastics as Indicator for Sea Water and Sand Quality. **California Western International Law Journal**, v. 51, n. 1, p. 5, 2021.

EATON, A.D. *et al*. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Baker & Taylor, 2005.

ESPÍNOLA, R. S.; FERREIRA, L. V. F.; MARQUES JUNIOR, S. A certificação Bandeira Azul e seus impactos nas praias do Brasil. **Revista Turismo em Análise**, v. 31, n. 3, p. 561–576, 12 dez. 2020.

HALLETT, C. S.; VALESINI, F.; ELLIOTT, M. A review of Australian approaches for monitoring, assessing and reporting estuarine condition: I. International context and evaluation criteria. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 260–269, dez. 2016a.

HALLETT, C. S.; VALESINI, F.; ELLIOTT, M. A review of Australian approaches for monitoring, assessing and reporting estuarine condition: III. Evaluation against international best practice and recommendations for the future. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 282–291, dez. 2016b.

HUNTINGTON, K. A. B. et al. Causes of Mortality of Northern Sea Otters (Enhydra lutris kenyoni) in Alaska From 2002 to 2012. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 26 fev. 2021.

IAR (Instituto Ambientes em Rede). **Programa Bandeira Azul Praias - Brasil**. Critérios e notas explicativas. [*S.l.*]: IAR 2019. 62 p.

IVIDES.org

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

KARYDIS, M.; KITSIOU, D. Marine water quality monitoring: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 77, n. 1–2, p. 23–36, dez. 2013.

KITSIOU, D.; KARYDIS, M. Coastal marine eutrophication assessment: A review on data analysis. **Environment International**, v. 37, n. 4, p. 778–801, maio 2011.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. Brasília, DF: MMA, 2012.

PAGE-KARJIAN, A.; PERRAULT, J. R. Sea Turtle Health Assessments: Maximizing Turtle Encounters to Better Understand Health. **Sea Turtle Research and Conservation**, p. 31–44, 2021.

PIFFER, M. *et al.* **Paraísos brasileiros:** entre o mar e o interior. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Brasileira, 2017. 200 p.

SCHERER, M. E. G. *et al.* Under New Management. **Journal of Coastal Research**, v. 95, n. sp1, p. 945, 26 mai. 2020.

SHAPIRO, K. *et al.* Type X strains of Toxoplasma gondii are virulent for southern sea otters (Enhydra lutris nereis) and present in felids from nearby watersheds. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 286, n. 1909, 20191334, 28 ago. 2019.

WIDMER, W. M. A Importância da Abordagem Experimental para o Progresso da Gestão Costeira Integrada. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 7–16, maio 2009.

ZUZA-ALVES, D. L. et al. Candida tropicalis geographic population structure maintenance and dispersion in the coastal environment may be influenced by the climatic season and anthropogenic action. **Microbial Pathogenesis**, v. 128, p. 63–68, mar. 2019.

ZUZA-ALVES, D. L. et al. Evaluation of Virulence Factors In vitro, Resistance to Osmotic Stress and Antifungal Susceptibility of Candida tropicalis Isolated from the Coastal Environment of Northeast Brazil. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, 15 nov. 2016.

IVIDES.org

APÊNDICE A – SUGESTÃO DE PLANILHA PADRÃO PARA COLETA DE DADOS EM CAMPO

BREVE DESCRIÇÃO DO ENSAIO

Ensaio	(Microrganismo pesquisado)
Unidade	(NMP mL^{-1}, UFC mL^{-1})
Data de coleta/número da semana	
Variáveis acessórias coletadas	(temperatura, pH, maré)
Chuva nas 24h anteriores?	( ) Sim ( ) Não

COLETA

Código	**Município**	**Coordenadas**	**Ponto de referência**	**Hora**	**Maré**	**°C da água**	**pH**
					(enchente ou vazante)		

IVIDES.org

APÊNDICE B - SUGESTÃO DE PLANILHA DE ORGANIZAÇÃO DE DADOS ANUAIS

Descrição do ponto de coleta			**Semana do ano**			
Ponto	Município	Localização	1	2	(...)	52
Código alfanumérico	Capital	Pontos de referência no terreno ou coordenadas, quando disponíveis	Valor numérico (NMP ou UFC 100 mL^{-1}) ou classificação P/I	Valor numérico (NMP ou UFC 100 mL^{-1}) ou classificação P/I	Valor numérico (NMP ou UFC 100 mL^{-1}) ou classificação P/I	Valor numérico (NMP ou UFC 100 mL^{-1}) ou classificação P/I
:	:	:	:	:	:	:
.	.	.	.	.	.	.

IVIDES.org

18

DOI 10.5281/zenodo.6676341

A GESTÃO COSTEIRA NO BRASIL E UMA ANÁLISE DO PROJETO ORLA EM UM MUNICÍPIO DO NORTE FLUMINENSE

Maria Carla Barreto Santos Martins
Eduardo Emanuel Rosa Bulhões
Tayná Batista Gomes

1 - A GESTÃO COSTEIRA NO BRASIL

Os ecossistemas costeiros envolvem processos característicos de uma área de interação entre o continente e o oceano, atribuindo a esses ambientes, processos tanto oceânicos quanto continentais. Nessas áreas, incluem-se ainda, elementos bióticos e abióticos, tais como: mangues, dunas de areia, falésias, estuários, restingas, praias, ilhas, costões rochosos, baías, brejos, recifes de coral; e outros ambientes emersos ou submersos, importantes do ponto de vista ecológico, que agem em concomitância e tendem a buscar equilíbrio entre si. Tais ambientes, quando sujeitos à pressão antrópica e às alterações de maior proporção, ainda que provocada por elementos naturais, podem colapsar e romper drasticamente com o equilíbrio entre todos os elementos que os compõem. Sendo assim, é necessário considerar que toda e qualquer mudança, seja ela antrópica e/ou natural, deve ser analisada cuidadosamente e de forma integrada, visto que não há como desassociar os processos dinâmicos existentes.

A Constituição Federal de 1988 declara a zona costeira como patrimônio nacional, assim como consagra o meio ambiente como um bem de uso comum e um direito fundamental, em seu Artigo 225 (BRASIL, 1988). O conceito de patrimônio nacional tem o significado de domínio eminente, isto é, de um conjunto de poderes outorgados à sociedade que, independentemente de qualquer outro título, condiciona ou submete todos os outros direitos sobre as coisas, inclusive, a propriedade privada ou pública (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012).

Na década de 1990, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio-92, a proteção do litoral foi abordada como um dos temas relevantes e o conceito de Gerenciamento Costeiro Integrado (GCI) tornou-se parte integrante do Capítulo 17 da Agenda 21. Neste capítulo, foi identificado que o ambiente marinho, incluindo as zonas costeiras, necessitaria de novas práticas de gestão, seja em escalas territoriais mais ou menos amplas, visando a precaução e a antecipação de problemas ambientais. Para tal, uma série de programas foram previstos, dentre eles, os que tratassem de: Gerenciamento integrado e desenvolvimento sustentável; Proteção do meio ambiente marinho; Uso sustentável e conservação dos recursos marinhos vivos de alto mar; Análise das incertezas críticas para o manejo do meio ambiente marinho e a mudança do clima; e Fortalecimento da cooperação e da coordenação no plano internacional, inclusive regional (MMA, 2015).

Segundo o Decreto Federal nº 5.300/2004, a zona costeira corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos, renováveis (ou não), abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre, com os seguintes limites (BRASIL, 2004):

IVIDES.org

I – Faixa marítima: espaço que se estende por doze milhas náuticas (ou 22,2 km), medido a partir das linhas de base, compreendendo, dessa forma, a totalidade do mar territorial;

II – Faixa terrestre: espaço compreendido pelos limites dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira, delimitado pelos limites políticos dos municípios litorâneos e contíguos, conforme os Planos Estaduais de Gerenciamento Costeiro.

Moraes (2007) sugere que a delimitação do que seria a zona costeira não é uma tarefa simples e suscita polêmica, pois a zona costeira de um país nem sempre é uma unidade natural evidente, que circunscreve em todas as áreas litorâneas um espaço padrão naturalmente singularizado.

O Decreto Federal nº 5.300/2004 apresenta também o conceito de orla marítima como a faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar.

Os critérios para delimitação da orla marítima são (Figura 1):

I – limite marítimo: isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;

II – limite terrestre: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos.

A Constituição Federal identifica as praias marítimas, os terrenos de marinha (e seus acrescidos), o Mar Territorial, as ilhas oceânicas e costeiras como bens da União, já que se tratam de espaços importantes para a defesa da soberania nacional, a conservação do meio ambiente, a proteção aos povos indígenas (habitantes e "proprietários" originais do território brasileiro), o controle sobre a exploração dos recursos naturais e a garantia da propriedade sobre os imóveis adquiridos pela União (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012).

Em 2005, foi publicado o Decreto Federal nº 5.377, que instituiu a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), uma atualização das diretrizes gerais para a PNRM de 1980. Após sua promulgação, os cenários nacional e internacional relativos aos mares, oceanos e zonas costeiras sofreram alterações notáveis, em função, principalmente, da entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), em novembro de 1994. Assim sendo, tornou-se necessária uma atualização da PNRM.

A PNRM tem por finalidade orientar o desenvolvimento das atividades que visem à efetiva utilização, exploração e aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental[1], de acordo com os interesses nacionais, de forma racional e sustentável para o desenvolvimento socioeconômico do país, gerando emprego e renda e contribuindo para a inserção social.

Dentre os princípios básicos da PNRM, destacam-se:

- a execução descentralizada e participativa, incentivando as parcerias da União, dos estados, dos municípios, do setor privado e da sociedade;
- a adoção do princípio da precaução, na exploração e no aproveitamento sustentável dos recursos do mar;
- a proteção da biodiversidade e do patrimônio genético, existente nas áreas marinhas sob jurisdição nacional e na zona costeira adjacente; e
- a observância dos compromissos internacionais assumidos pelo Governo brasileiro.

[1] Segundo a Lei nº 8.617/1993, a Zona Econômica Exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base, que servem para medir a largura do Mar Territorial; A Plataforma Continental do Brasil compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas, que se estendem além do seu Mar Territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de duzentas milhas marítimas das linhas de base (BRASIL, 1993).

IVIDES.org

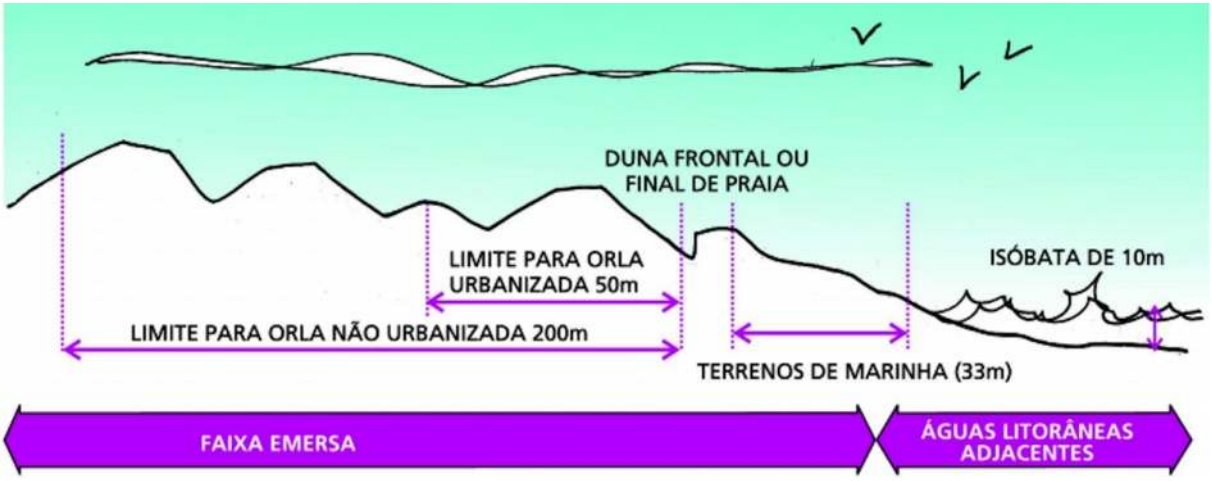


Figura 1 – Limites teóricos da orla marítima no Brasil. Fonte: MMA (2002, p. 26).

Os recursos do mar são todos os recursos vivos e não-vivos, inclusive os energéticos, existentes nas águas sobrejacentes ao leito do mar, no leito do mar e no seu subsolo, bem como, nas áreas costeiras adjacentes, cujo aproveitamento sustentável é relevante, sob os pontos de vista econômico, social e ecológico (BRASIL, 2020).

De acordo com Sorensen (1990), citado por Polette (2020), a gestão costeira refere-se a qualquer plano ou programa governamental que objetive utilizar, mesmo que para conservação, um recurso costeiro ou um ambiente específico na zona costeira. É um termo normalmente utilizado de uma forma genérica e é compreendido incluindo todos os tipos de instituições governamentais, bem como, a sociedade no seu desenvolvimento. Ainda como destaca Polette (2020), assume-se também que o termo gestão costeira pressupõe um recorte territorial que não é nem tipicamente marinho, nem tipicamente continental e que existe um ente administrativo responsável pela gestão deste espaço. Já o conceito de "Gestão Costeira Integrada", conforme adotado após a Rio-92, pode ser compreendido, de acordo com Olsen e Ochoa (2004), também citados por Polette (2020), como uma das formas de planejamento ambiental e de tomada de decisões que concatenam as atividades humanas e as questões ambientais, considerando tanto as demandas conservacionistas quanto as desenvolvimentistas.

Segundo Amado (2016), são instrumentos para a gestão da zona costeira:

I – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC): tem como um dos objetivos principais, o ordenamento dos usos na zona costeira, visando a conservação dos recursos costeiros. O processo de gestão da zona costeira é desenvolvido de forma integrada, descentralizada e participativa.

II – Plano de Ação Federal da Zona Costeira (PAF): planejamento de ações estratégicas, para a integração de políticas públicas incidentes na zona costeira, buscando responsabilidades compartilhadas de atuação;

III – Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC): implementa a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, incluindo a definição das responsabilidades e procedimentos institucionais para a sua execução;

IV – Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC): implementa a Política Municipal de Gerenciamento Costeiro, incluindo as responsabilidades e os procedimentos institucionais para a sua execução, tendo como base o PNGC e o PEGC;

V – Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO): sistema que integra informações do PNGC, devendo propiciar suporte aos subsistemas gerenciados pelos Estados e Municípios.

VI – Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA): estrutura de coleta de dados e informações, de forma contínua, de modo a acompanhar os indicadores de qualidade socioambiental da Zona Costeira e propiciar o suporte dos Planos de Gestão;

VII – Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC): procedimento de consolidação periódica dos resultados produzidos pelo monitoramento ambiental e, sobretudo, de avaliação da eficiência e eficácia das medidas e ações da gestão desenvolvidas;

IVIDES.org

VIII – Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC): instrumento necessário para a obtenção das condições de sustentabilidade ambiental do desenvolvimento da Zona Costeira, em consonância com as diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico do território nacional;

IX – Macrodiagnóstico da zona costeira: reúne informações, em escala nacional, sobre as características físico-naturais e socioeconômicas da zona costeira, com a finalidade de orientar ações de preservação, conservação, regulamentação e fiscalização dos patrimônios naturais e culturais.

A aprovação de financiamentos com recursos da União, de fontes externas por ela avalizadas, bem como, a concessão de benefícios fiscais e de outras formas de incentivos públicos para projetos novos na zona costeira fica condicionada à sua compatibilidade com as normas e diretrizes de planejamento territorial e ambiental do Estado e do Município (AMADO, 2016).

O PNGC foi instituído pela Lei Federal nº 7.661/88. Em 1997, foi divulgado o PNGC II, publicado por meio da Resolução nº 005 da Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM), em 1997. O PNGC II, que já era uma atualização prevista, avançou em relação ao anterior, na medida em que se alinhou às demandas pactuadas na Rio-92 e na Agenda 21, concentrou-se nas estratégias de criação de diretrizes mais específicas e previu a articulação entre as esferas federal, estadual e municipal, de forma mais sistemática.

Além disso, com o PNGC II, tornam-se mais específicas, as atribuições e competências de cada esfera administrativa, conceituando-se os limites territoriais da zona costeira e definindo a lista de municípios que a compunham.

O patrimônio natural contido na zona costeira do Brasil pode ser qualificado como de grande valor ambiental, apresentando recursos altamente valiosos, tanto do ponto de vista ecológico quanto socioeconômico. Contudo, este patrimônio encontra-se sob crescente risco de degradação, proporcionalmente à pressão da ocupação antrópica desordenada (MMA, 2002). Segundo Moraes (2007), na zona costeira, encontram-se desde a presença de tribos coletoras quase isoladas até plantas industriais modernas, desde comunidades tradicionais até metrópoles. Trata-se de um universo diverso, o que redunda em alta conflituosidade potencial no uso do solo.

Podem ser apontados como principais vetores de desenvolvimento, que vêm alterando a configuração de uso e ocupação desse espaço, a urbanização, a industrialização e a exploração turística e imobiliária (MORAES, 2007). Cabe ressaltar que, embora alguns vetores não estejam diretamente localizados no espaço da orla marítima, acabam por exercer forte pressão sobre ela, requerendo cuidados especiais, principalmente, pelos aspectos conflitantes com a beleza cênica (MMA, 2004).

A Lei Federal nº 9.605/98, trata sobre os crimes ambientais e prevê penalidades, nos casos em que se promovam alterações em local especialmente protegido por lei, a exemplo da zona costeira, das praias e dos manguezais (BRASIL, 1998).

A beleza das praias e a presença da insolação constante em algumas regiões do país colaboram para que o Brasil se firme como destino turístico para a comunidade local, turistas nacionais e internacionais. No Brasil, as praias são Bens de Uso Comum do Povo – espaços públicos onde o direito de ir e vir deve estar sempre garantido, sendo áreas que podem ser utilizadas por todos, em igualdade de condições (MMA; MPOG, 2006).

Segundo a Lei Federal nº 7.661/88, entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural; ou, em sua ausência, onde comece outro ecossistema. Não é permitida a urbanização ou qualquer forma de utilização do solo na zona costeira, que impeça ou dificulte o acesso à praia (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012). Os responsáveis por definir as diretrizes necessárias para a garantia do acesso à praia são a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), o órgão ambiental estadual e o Poder Público Municipal.

Sendo a praia, um lugar de usos múltiplos, é também um lugar de conflitos de interesses e usos. A gestão deste espaço deve levar em consideração as opiniões e necessidades dos diversos atores e segmentos representados na praia. Decisões unilaterais e de cunho tecnicista podem não apresentar resultado prático, pois a implantação das mesmas depende diretamente da percepção e do comportamento dos usuários. Uma vez incluídos todos os usuários em processos de gestão participativa, as decisões tendem a ser tomadas com maior conhecimento da causa e as ações necessárias podem ser implementadas com mais propriedade (SCHERER, 2013).

IVIDES.org

2 - O PROJETO ORLA

O Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla) é um instrumento do Gerenciamento Costeiro (GERCO), emanado do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) e do Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (PAF-ZC). Legalmente estabelecido pelo Decreto Federal nº 5.300/04, o Projeto Orla consiste em uma ação integrada entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), com o intuito de otimizar o ordenamento dos espaços litorâneos sob domínio da União, aproximando as políticas ambiental, urbana e patrimonial. Trata-se de uma proposta articulada com a organização institucional entre as três instâncias governamentais, buscando o constante diálogo entre diversos atores sociais, por meio de fóruns intermediados pelo poder público municipal.

Os objetivos específicos e estratégicos do projeto são:

> Fortalecer a capacidade de atuação e a articulação de diferentes atores do setor público e privado na gestão integrada da orla, aperfeiçoando o arcabouço normativo para o ordenamento de uso e ocupação desse espaço; desenvolver mecanismos institucionais de mobilização social para sua gestão integrada; estimular atividades socioeconômicas compatíveis com o desenvolvimento sustentável da orla. (MMA, 2006)

A abrangência do projeto se estende além do ambiente praial, adentrando no mar até a profundidade de 10 metros (podendo variar a distância dependendo do local) e na terra passando dos limites das áreas da União, praia e terrenos de Marinha. Por ser um espaço de múltiplos usos e sujeito a sérios conflitos socioambientais como resultado do seu processo de uso e ocupação intenso, trata-se de uma área que exige planejamento (MORAES, 2007). Para que haja um diagnóstico eficiente da orla, são recomendadas as etapas preliminares apresentadas no Quadro 1.

Após as etapas descritas acima, é possível analisar o tipo de orla para posterior gestão integrada, quais sejam: abrigada, semiabrigada ou exposta. Segundo Muehe (2001), observa-se, em relação à forma e à posição da orla, três situações: (a) orlas abrigadas, caracterizadas pela formação de golfos, baías e outros ambientes resguardados da ação direta das ondas, típica em litorais recortados. Geralmente, apresentam formato côncavo; (b) orlas expostas, submetidas à ação direta da energia das ondas. São, no geral, constituídas por costões rochosos ou praias oceânicas. Apresentam baixa concavidade, com formas que tendem a ser mais retilíneas e expostas à ação imediata das ondas; e (c) orlas semiabrigadas, que apresentam características intermediárias entre os outros dois tipos supracitados, com baixa concavidade.

Quadro 1 – Etapas preliminares recomendadas

Etapas	Ações
Primeira	Reconhecimento das principais tendências dos processos dinâmicos naturais sejam eles: erosivos, hidrológicos, geológicos, geomorfológicos ou socioeconômicos. Essa ação tem como objetivo avaliar o padrão de ocupação existente.
Segunda	Delimitação da área a ser contemplada pelo plano; Identificação das praias existentes no local, que, enquanto espaços públicos, de uso comum do povo, segundo a legislação, não devem possuir limitações de acesso.
Terceira	Realização da divisão, caracterização dos trechos da orla e levantamento de informações mais detalhadas. Em cada trecho da orla as informações principais serão as de cobertura predominante, padrão de urbanização e impactos visíveis na paisagem.

Fonte: Adaptado de MMA (2006, p. 7).

IVIDES.org

Os dados obtidos nessa etapa devem ser uma síntese dos processos observados durante os trabalhos realizados em campo. A caracterização dos trechos apresentará claramente os problemas identificados na área de planejamento (MMA, 2004).

Para o funcionamento do Projeto Orla, os municípios devem elaborar o Plano de Gestão Integrada (PGI), respeitando as normas e políticas (estadual e federal) vigentes. Este plano pode envolver a orla municipal como um todo ou atender às especificidades de setores pré-selecionados. Uma vez elaborado, o PGI é legitimado, por meio de audiência pública, de forma a expressar o consenso local do que se almeja para a orla do município (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012). A elaboração do PGI é apoiada pelo conjunto de manuais e dos instrutores do Projeto Orla, que, sendo formados e credenciados pelo MMA, são os responsáveis pela efetivação do processo (SILVA, 2013). Essa esfera e os parceiros locais devem organizar documentos técnicos, cartográficos e outros materiais, que auxiliem na caracterização ambiental e socioeconômica da orla (BRASIL, 2005).

O Projeto divide a orla municipal em unidades, determinadas geralmente em função da urbanização, em que cada unidade é separada por vários trechos. A delimitação adotada pelo Projeto Orla para a elaboração dos planos de intervenção na orla marítima é realizada a partir de critérios de fragilidade ou de vulnerabilidade natural, envolvendo ainda, as situações e os ritmos de ocupação, que ocorrem no litoral brasileiro. Sendo assim, é estabelecida uma faixa específica para a gestão da orla, visando à manutenção das características paisagísticas (MMA, 2004).

Deve ser constituído um Comitê Gestor da Orla para supervisionar junto à Comissão Técnica Estadual e GI-GERCO, a implantação, monitoramento e avaliação do PGI. O Comitê Gestor da Orla deve garantir a qualidade ambiental e de planejamento da orla, pois a estrutura construída demanda manutenção e fiscalização periódicas, devendo ser cobrado do poder executivo local, pelo Comitê Gestor (SILVA, 2013).

Os municípios também são responsáveis pela busca de financiamentos, bem como, garantir a participação da sociedade na tomada de decisão, através de atividades sustentáveis locais, valorizando, na elaboração de seus planos, o saber popular e o conhecimento local, na busca de diálogos constantes, em fóruns de atores municipais, tendo como interlocutor básico, o poder local. A questão do desenvolvimento sustentável envolve a escala da gestão municipal, tendo em vista que o Projeto Orla trabalha com o intuito de valorização da paisagem, dos atrativos turísticos e da proteção dos costumes existentes em determinadas localidades. Visa também à geração de pequenos negócios, dados de forma menos impactante ao meio ambiente, em que seja possível compatibilizar a conservação do ambiente natural e, ao mesmo tempo, a utilização sustentável da biodiversidade local (MMA, 2006).

Assim, o Projeto Orla pressupõe o município como o principal agente no processo de gestão da orla, tendo este nível de governo, o papel de definidor e executor das ações locais (SILVA, 2013). A esfera municipal se mantém, sendo a gestão que mais se aproxima da realidade local da área de estudo, pois, no município, os problemas são mais latentes (CASEMIRO *et al*., 2018).

Os momentos mais intensos e importantes da participação cidadã no Projeto Orla são as etapas de instrumentalização. Momentos posteriores de participação, como as audiências públicas, devem culminar em atividades com a legitimação do Plano de Gestão Integrada e a formalização do Comitê Gestor Municipal (MMA, 2006).

Chama-se a atenção à necessidade de o Projeto Orla ser desenvolvido em conjunto com o Plano Diretor Municipal (PDM), uma vez que este é o instrumento competente para determinar os usos e as atividades no município. O pacto entre a União, o município e os usuários sobre os usos pretendidos na orla não deve sobrepor à legislação ambiental existente (ex.: áreas de preservação permanente), ou regras de usos da praia (ex.: proibição de usos privados na faixa de areia) (SCHERER, 2013).

A Coordenação Estadual é responsável por integrar as políticas ambientais costeiras no âmbito estadual, implementando e acompanhando o Projeto Orla. Têm por função receber as propostas de adesão, selecionando os municípios inscritos para elaborarem seus PGI's, sendo formadas pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMA) e as Gerências Regionais do Patrimônio da União (GRPU) (MMA, 2005). A Coordenação Estadual tem como fórum de articulação e apoio a Comissão Técnica Estadual (CTE), que articula e contribui na harmonização de políticas estaduais atuantes na orla. A participação da CTE no projeto implica em coordenar a seleção das localidades a serem contempladas; a disponibilização de dados e informações sobre as áreas de interesse do projeto; a análise final dos Planos de Gestão, emitindo parecer técnico em conjunto com a Coordenação Estadual e a implementação dos Planos de Gestão, viabilizando os meios disponíveis e potenciais em sua esfera de ação, para apoiar a execução das ações propostas (MMA, 2005).

IVIDES.org

Os responsáveis pela coordenação nacional do projeto são representantes do MMA, da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos (SQA), conjuntamente com o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPO) e Secretaria de Patrimônio da União (SPU), que possuem a responsabilidade de integrar políticas públicas articuladas com demais órgãos federais atuantes na zona costeira, especialmente, em áreas de abrangência do Projeto Orla (MMA, 2005).

A distribuição das coordenações municipal, estadual e federal estão sintetizadas na Figura 2.

Figura 2 – Arranjo institucional do Projeto Orla. Fonte: MMA (2005, p. 11).

Os detalhamentos necessários para o entendimento pormenorizado do Projeto Orla podem ser extraídos dos seus manuais, disponíveis gratuitamente. No entanto, cabe destacar que, na esfera municipal, a competência é de coordenar a execução local do projeto, mobilizar e organizar o grupo de gestores da administração pública local e os representantes da sociedade civil. Também é de competência municipal, a organização de documentos técnicos, cartográficos, base legal e outros materiais, que auxiliem na caracterização socioeconômica e ambiental da orla. A logística adequada à capacitação dos gestores, o espaço para realização das oficinas, os equipamentos, o material de trabalho e os veículos para as atividades de campo são também atribuição municipal.

Para que o Plano de Gestão Integrada da orla e a composição do Comitê Gestor ganhem legitimidade junto à sociedade, cabe ao executor local a realização de audiências públicas. Após a legitimação do Plano de Gestão Integrada (PGI) e a formalização do Comitê Gestor, o poder público municipal estará apto a propor a celebração de convênios, inclusive, o de cooperação técnica com a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), por meio da GRPU, como parte dos procedimentos para a descentralização da gestão da orla (MMA, 2005).

O Projeto Orla destaca a necessidade de uma integração entre os diferentes atores envolvidos no ambiente costeiro, ainda que haja diferentes interesses. Os objetivos específicos sinalizam a necessidade de compatibilização com as atividades econômicas existentes nesses espaços, uma vez que é fundamental para as bases do desenvolvimento sustentável (CASEMIRO, 2018).

Em 2004, foi realizado o I Seminário Nacional do Projeto Orla: Fortalecimento no âmbito regional e local, que reuniu representantes estaduais do gerenciamento costeiro e das SPUs. O objetivo foi fazer um balizamento conceitual e contribuir para a definição de procedimentos para condução do Projeto Orla nos estados envolvidos. Foram tratados temas como a aproximação do Projeto Orla com a questão de regularização fundiária, a mobilização da sociedade civil e as orientações quanto ao papel dos atores do arranjo institucional (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012).

Em 2008, foi realizado o II Seminário Nacional do Projeto Orla, no qual foi elaborada uma agenda com os seguintes objetivos: (a) divulgação, mobilização e sensibilização públicas, (b) fortalecimento institucional e (c) fomento e apoio à execução das ações dos PGIs. Apesar da baixa implementação dos PGIs, a implantação do Orla nos estados e municípios costeiros possibilitou momentos de discussão e de levantamento de conflitos, gerando

IVIDES.org

a aproximação dos atores envolvidos na gestão da orla marítima, consolidando uma visão integrada da mesma. Nesta perspectiva, podem ser citados os seguintes avanços: a incorporação das ações definidas nos PGIs em Planos Diretores Participativos; a constituição de novas áreas de proteção ambiental e a inclusão de Zonas de Especial Interesse nos Planos Diretores Participativos do Município (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012).

Em 2010, foi realizado o III Seminário Nacional do Projeto Orla, com o objetivo de definir uma agenda de diretrizes para fortalecer a cooperação interinstitucional e suas respectivas capacidades de fomentar os Planos de Gestão Integrada. Os participantes debateram e apontaram ações sobre: fomento e apoio à execução das ações previstas nos PGIs; monitoramento, informação e comunicação; fortalecimento do arranjo institucional do Projeto Orla (GI-GERCO, Comissão Técnica Estadual e Comitê Gestor); e Projeto de Extensão do Projeto Orla e rede de multiplicadores.

O contexto atual do Projeto Orla surge a partir da publicação da Lei Federal nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015, onde especificamente o Art. 14 possibilita que a União passe a ser autorizada a transferir a gestão das orlas e praias marítimas aos municípios litorâneos do país, incluindo as áreas de bens de uso comum, com a sua exploração econômica, tais como: calçadões, praças e parques públicos (BRASIL, 2015). Esta transferência é formalizada pela assinatura do Termo de Adesão à Gestão de Orlas e Praias (TAGP). A partir dessa nova perspectiva, o município obtém direitos, como a totalidade das receitas auferidas com as utilizações autorizadas da orla, incluindo indenizações e deveres, como promover o correto uso e ocupação das praias, garantir que elas cumpram sua função socioambiental, dentre outros. No entanto, ainda de acordo com a lei, ficam excetuadas algumas áreas, tais como: os corpos d'água (mar, rios e estuários); áreas essenciais para a estratégia de defesa nacional; áreas reservadas à utilização de órgãos federais; áreas destinadas à exploração de serviço público de competência da União; e áreas situadas em unidades de conservação federais.

Tal termo passa a ser regulamentado pela Portaria SPU nº 113, de 12 de julho de 2017, que aprova o modelo do TAGP, incluindo seus objetos, finalidades, direitos, deveres e obrigações específicas do município e da SPU (BRASIL, 2017); e também pela Portaria SPU nº 44, de 31 de maio de 2019, que amplia a aplicabilidade da portaria anterior para as praias marítimas não urbanas e altera parte do texto das obrigações do município fixando em até um ano o prazo, após a assinatura do TAGP, para a entrega do primeiro relatório de gestão de praias marítimas. Cabe destacar que, para o TAGP, o termo "praia" é definido como a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural; ou em sua ausência, onde comece um outro ecossistema (BRASIL, 2019). Tal feição está inclusa dentro dos limites da já definida orla marítima.

Nessa concepção mais recente do Projeto Orla, a partir de 2016, há maior efetividade da SPU na transferência de áreas de orla aos 295 municípios com orla marítima no país e surge também, com protagonismo, o Ministério do Turismo, a partir da sua inserção na Coordenação Nacional, uma vez que o aspecto econômico de exploração turística de praias marítimas passa a ser potencializado. É prevista uma priorização para o fomento das ações do Projeto Orla, pelos órgãos federais aos municípios que aderirem ao TAGP. Essas novas diretrizes apontadas pela SPU, via TAGP, são aplicáveis mesmo aos municípios que já tenham cumprido etapas de adesão ao Projeto Orla nos anos anteriores. Cria-se também a figura do facilitador do Projeto Orla (em substituição ao instrutor), que é o técnico em planejamento, especialista no tema, treinado e formado pela coordenação nacional, visando assessorar os envolvidos no processo de construção participativa dos Planos de Gestão Integrada.

3 - OS DEZ ANOS DO PROJETO ORLA NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES, LITORAL NORTE DO RIO DE JANEIRO

O acompanhamento das ações de implementação e consolidação do Projeto Orla em um município que passou por todas as etapas é uma fonte relevante de conhecimento para aqueles interessados em estudos de caso sobre políticas públicas de gestão do território e de gestão ambiental na zona costeira. Recentemente, o Ministério do Meio Ambiente, por meio da Portaria nº 34, de 02 de fevereiro de 2021, atualizou o conjunto dos municípios que compõem a faixa terrestre da zona costeira brasileira (BRASIL, 2021). No Estado do Rio de Janeiro, tal conjunto é composto por trinta e três municípios, conforme destacados na Figura 3, correspondendo a 7,4% dos atuais 442 municípios da zona costeira do país[2], ocupando 4,1% da área territorial coberta por esses municípios da

[2] Dos 442 municípios atualmente compondo a faixa terrestre da zona costeira brasileira, 295 abrigam uma orla marítima.

IVIDES.org

zona costeira brasileira. De acordo com informações do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)[3], a linha de costa do estado tem extensão aproximada de 1.160 km, enquanto a faixa terrestre da zona costeira ocupa 40,1% do território estadual, no qual residem cerca de 83% da população. Trata-se de uma faixa territorial de expressiva relevância econômica, responsável por 96% da produção nacional de petróleo e 77% da produção de gás natural, extraídos de poços costa afora.

Até o ano de 2021, apenas um município no estado do Rio de Janeiro havia concluído a etapa de homologação do Plano de Gestão Integrada e consolidado oficialmente o Comitê Gestor do Projeto Orla: o município de Campos dos Goytacazes, o maior do Estado do Rio de Janeiro em área, mas pouco expressivo em extensão da linha de costa. Bulhões *et al.* (2016) detalharam as etapas iniciais de implementação do Projeto Orla na faixa de orla delimitada ao longo dos aproximados 28 km de linha de costa deste município e cabe, de alguma forma, revisitar as informações relevantes para o atual contexto, no qual, iniciado em 2009, já completa mais de uma década de existência.

O litoral de Campos dos Goytacazes se estende entre os limites sul, fronteiriço com o município de Quissamã (RJ); e norte, fronteiriço com o município de São João da Barra (RJ). O segmento urbanizado representa a localidade Farol de São Thomé. Em termos administrativos, a localidade de Farol de São Thomé está subdividida entre os distritos de Santo Amaro e Mussurepe, respectivamente 3º e 5º distritos municipais, que são essencialmente rurais (BULHÕES *et al*., 2016). O IBGE classificou no último recenseamento a localidade de Farol de São Thomé, majoritariamente, como área urbana isolada; e, em menor extensão, como aglomerado rural de extensão urbana e ainda, área rural. Algumas informações sobre o censo de 2010, embora hoje desatualizadas, apontam que habitavam 10.161 pessoas, distribuídas em 3.360 domicílios particulares permanentes, na localidade.

A ocupação por grupos de pescadores realizou-se de forma inicial, até o início da década de 1960, com canoas e barcos pequenos. A pesca artesanal era feita por essas embarcações, que lançavam as redes no mar e retornavam para a praia, com uma corda amarrada em cada extremidade da rede, sendo puxada até a beira mar, capturando camarões e peixes. Da década de 1990 até os dias atuais, os pescadores continuaram a aumentar o tamanho de suas embarcações, que variam de 10 a 12 metros; e aumentaram a potência dos motores. Com isso, as

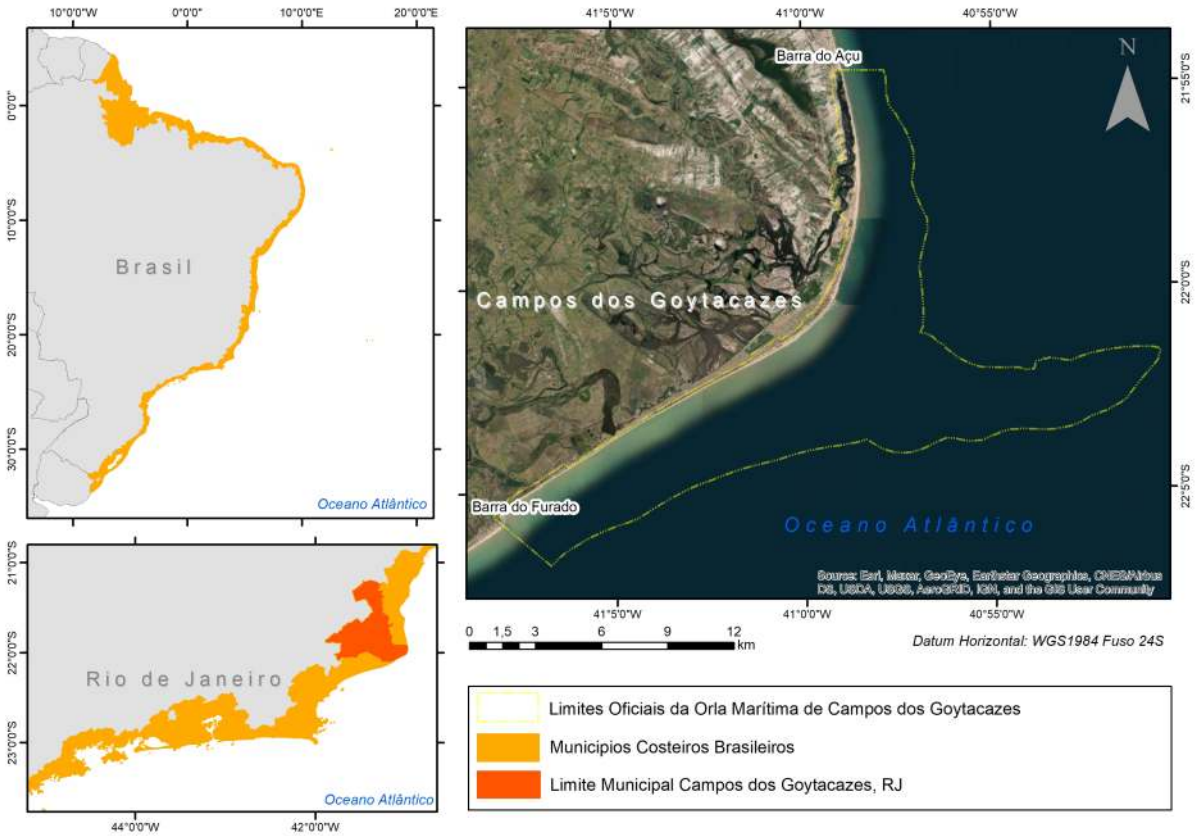


Figura 3 – Limites da Orla Marítima de Campos dos Goytacazes, no contexto dos municípios que compõem a faixa terrestre da zona costeira brasileira. Elaboração dos autores, a partir de dados do IBGE e do PGI (2015).

[3] http://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/gerenciamento-costeiro/

IVIDES.org

embarcações passaram a arrastar mais pescado, aumentando a produção. No entanto, o planejamento para infraestrutura de suporte às atividades não acompanhou essa evolução. As estruturas costeiras necessárias para atracar as embarcações, em condições de mar aberto, não existem e os barcos são puxados por tratores para concluir a atracação de forma bem peculiar (PGI-Campos, 2015). Essa iniciativa, apesar de tradicional, é reconhecida como degradante ao ecossistema costeiro local.

Foi a partir da atividade pesqueira, que a comunidade local foi se desenvolvendo e aumentando seu contingente populacional. Esta é uma atividade cuja herança passa de geração em geração e é importante para a economia local. A repercussão regional e nacional é a da pesca predatória do camarão, espécie que é comercializada para o Rio de Janeiro e outros estados. A pesca artesanal utiliza embarcações do tipo traineira (OLIVEIRA *et al*., 2016), com o porte ajustado para superar as ondas de maior energia que a costa recebe, sobretudo, entre os meses de abril e setembro (SOUZA; BULHÕES; AMORIM, 2015).

A comunidade local de pescadores artesanais é organizada junto à Colônia Z-19 que inclui em seus registros cerca de 300 associados. No entanto, o número real é menor, pois alguns pescadores deixaram a atividade. Em sua maioria, os pescadores são homens de meia idade, com baixa escolaridade; e tais características se repetem, quando se consideram as mulheres (OLIVEIRA *et al*., 2016), uma vez que essas também se envolvem na cadeia de processamento do pescado. A pesca foi, então, o principal vetor para a ocupação e o desenvolvimento da localidade (PGI-Campos, 2015).

O Plano Diretor Municipal, revisto em 2020, aponta uma perspectiva de revisão dos limites dos núcleos urbanos do município e isso deve contemplar a área do Farol de São Thomé. No entanto, existe uma demanda da comunidade local na distritalização da localidade, em função de razões diversas e, para tal, a sociedade civil local organizou consultas e audiências públicas, que foram realizadas nos últimos anos, sem resultados práticos alcançados até o momento.

Apesar de ser uma praia arenosa exposta e ininterrupta, coexistem características ambientais distintas, como áreas bem preservadas de restinga e de mangue, lagoas e lagunas, assim como, características de ocupação distintas, como áreas urbanizadas, áreas em processo de urbanização e áreas desabitadas (Figura 4).

O processo de gestão da orla marítima no município foi iniciado em dezembro de 2009, a partir de um direcionamento do Ministério Público Federal, com o intuito de promover uma gestão compartilhada e sustentável da orla marítima, envolvendo as três esferas da administração pública e a comunidade local, além de desenvolver e programar gradativamente ações para assegurar a preservação ambiental e, sobretudo, o ordenamento de utilização da faixa litorânea, considerando sua extensão ininterrupta de praia (aproximadamente, 28 km), denominada localmente como Farol de São Thomé.

As etapas iniciais e anteriores às atividades concentradas no contexto municipal foram a geração de insumos e mobilização pela SPU e pelo MMA. Em seguida, houve a articulação destes órgãos com o órgão ambiental do governo estadual (INEA) e com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental (SMDA), visando instrumentalizar e garantir o apoio dos respectivos órgãos ambientais a aderir e implementar o Projeto Orla no município. A SMDA é a responsável pela adesão e, aliada a uma ação efetiva da sociedade civil organizada, por atuar de forma direta na implementação do projeto. A adesão ao Projeto Orla é um ato voluntário e deve ser formalizada de modo a manifestar o interesse direto do executivo municipal, assim como, o compromisso com o desenvolvimento das fases de implantação (MMA, 2006).

A partir da formalização da adesão e da definição da coordenação municipal, foi realizada como atividade inicial a 1ª Oficina do Projeto Orla, no mês de julho de 2010. Nesta ocasião, reuniram-se as coordenações federal, estadual e municipal, tendo sido formalizada a adesão da sociedade civil organizada, incluindo: duas associações de moradores, duas universidades federais (com *campus* no município), a representação local do Projeto TAMAR, a colônia de pescadores local e a associação comercial local. Houve também a adesão de outros representantes da administração municipal, além de representantes da Marinha do Brasil. As oficinas constituíram etapas que serviram para capacitar e orientar a elaboração de um plano de regulamentação dos usos e das atividades permitidos na orla municipal, visando fomentar o desenvolvimento socioeconômico, aliado à preservação ambiental (PGI, 2015).

Em seguida, entre os meses de agosto e novembro de 2010, foram realizadas as oficinas locais, em espaços públicos da comunidade, com a participação de três grupos de trabalho, com o objetivo de discutir e pactuar soluções para a orla.

IVIDES.org

Figura 4 - Composição de imagens da Orla Marítima do Farol de São Thomé. Fotos (a) e (b) representam a Unidade 3 (ou segmento sul da orla marítima); Fotos (c) e (d) representam a Unidade 2 (segmento que compreende o núcleo urbano da orla marítima e o porto pesqueiro sobre a faixa de areia) e; Fotos (d) e (e) representam a Unidade 1 (segmento mais ao norte da orla marítima municipal, majoritariamente incluso dentro de uma Unidade de Conservação). Fonte: Acervo pessoal de Eduardo Bulhões (a, b, c, d, f) e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) (e).

- O **Grupo I** reuniu representantes da Associação de Moradores do Xexé, Projeto TAMAR, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ/Campos), Guarda Civil Municipal e Secretaria Municipal de Agricultura e Pesca;
- O **Grupo II** reuniu representantes da Associação de Moradores do Farol, quiosqueiros, barqueiros e trabalhadores da pesca, Colônia de Pescadores Z-19 e Guarda Civil Municipal e Superintendência de Postura Municipal;
- O **Grupo III** reuniu representantes da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Petróleo (SEDEP), Defesa Civil Municipal, Companhia de Desenvolvimento do Município de Campos (CODEMCA), Associação de Moradores do Farol de São Thomé, Guarda Civil Municipal, UFRRJ/Campos, INEA e a Associação de Hotéis, Pousadas, Comércio e Similares.

As oficinas locais buscaram objetivamente cooperar na elaboração do Plano de Gestão Integrada (PGI) do Projeto Orla, mais especificamente, na elaboração de um diagnóstico detalhado e na construção dos quadros de ações e cenários desejados para a orla do município. Nestas atividades, os atributos físicos e a forma de ocupação da orla foram registrados e classificados em Unidades de Paisagem e Trechos de Orla, de acordo com sua tipologia[4], definidas a partir das seguintes classes:

[3] Ver mais em MMA (2002).

IVIDES.org

- **Classe A** – Orla com baixíssima ocupação, urbanização de pequeno porte, isolada em pequenos fragmentos distribuídos ao longo da costa, constituído de vilas, vilarejos, aldeamentos, balneários pequenos e incompletos. Paisagens com alto grau de originalidade, rústicas, incluindo áreas de relevo acidentado, recobertas por vegetação nativa (morros, falésias, costões, etc), áreas planas recobertas de matas nativas ou campos arenosos, lagos, lagoas e demais corpos d'água, com entorno totalmente coberto de vegetação nativa e urbanização rarefeita, praias e dunas com entorno não urbanizado;
- **Classe B** – Orla com baixo a médio adensamento de construções, urbanização de pequeno ou médio porte, configurando manchas e corredores, de caráter habitacional ou turístico, a vegetação nativa ou reflorestada ocupa sempre mais de 50% da área. Paisagem semi-rústica, contendo áreas cultivadas ou reflorestadas e situações urbanísticas de algum porte, como áreas de relevo acidentado com ocupação mista, tipo: (vegetação nativa + plantio) ou (vegetação nativa + urbanização), áreas florestadas contínuas inseridas (ou vizinhas) a aglomerações de pequeno e médio porte; praias, costões e dunas parcialmente envolvidas por urnanização de até 50% da área, ou áreas agrícolas, culturas ou reflorestamento, situadas sobre qualquer tipo de suporte físico litorâneo;
- **Classe C** – Orla com médio a alto adensamento de construções, urbanização de porte, composta de mancha urbana contínua, convencional, cujas atividades não estão centradas apenas no turismo, compreendendo todas as capitais e grandes e médias cidades contíguas, ao longo da orla do país. Paisagem tipicamente urbana, consolidada ou em final de transformação, áreas de relevo acidentado, totalmente urbanizadas ou com mais de 50% de sua área urbanizada e sem vegetação nativa expressiva ou em recuperação, lagos, lagoas e demais corpos d'água inseridos em áreas totalmente urbanizadas ou com mais de 50% de urbanização no entorno, o mesmo para praias, costões e áreas de dunas. As paisagens são nitidamente antropizadas, com multiplicidade de usos e alto potencial de poluição.

A partir de então, preparou-se e organizou-se a 2ª Oficina do Projeto Orla, ocorrida no mês de janeiro de 2011. Nesta ocasião, consolidou-se os quadros de ações e medidas estratégicas para a orla do município e formou-se o Pré-Comitê Gestor do Projeto Orla, configurado de forma paritária entre representações da administração pública municipal e da sociedade civil. Tal grupo reuniu as secretarias municipais de: Meio Ambiente; Obras e Urbanismo; Agricultura e Pesca; Desenvolvimento Econômico e Petróleo; além da Postura Municipal; da Guarda Civil Municipal; e do Centro de Informações e Dados de Campos (CIDAC). Já a sociedade civil, foi representada pela Colônia de Pescadores Z-19; Associação de Moradores do Xexé; Associação de Moradores do Farol de São Thomé (AMAFROL); Associação de Hotéis, Pousadas, Comércio e Similares (ASHCOM); Projeto TAMAR; Universidade Federal Fluminense (UFF/Campos) e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ/Campos).

O Pré-Comitê Gestor reuniu-se 12 vezes, entre janeiro de 2011 e agosto de 2012, para discutir e tomar providências em relação às questões de ordenamento, adequações, intervenções durante o verão, preparação de material, produção de quadros de configuração da orla, além das demais discussões e demandas relacionadas à elaboração do Plano de Gestão Integrada (PGI). Em paralelo, reuniu-se uma equipe técnica da prefeitura municipal e da sociedade civil, para realizar pesquisas documentais, levantamentos de dados primários e secundários, visitas à campo e mapeamento para compor tal documento que, em seguida, começou a ser redigido.

Em 2012, o projeto de gestão integrada da orla municipal se fortaleceu, com a criação do Parque Estadual da Lagoa do Açu (PELAG), oficializado pelo Decreto Estadual nº 43.522/2012, uma unidade de conservação de proteção integral delimitada ao longo de 8.251 hectares do ecossistema costeiro e lagunar da região, e que incorpora 15 km (~54%) da orla marítima do município (RIO DE JANEIRO, 2012). Além disso, em 2013, foi publicado o Decreto Municipal nº 455/2013, que regulamenta e cria o conselho consultivo da APA Lagamar (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2013a). Trata-se de uma unidade de conservação de uso sustentável, criada duas décadas antes, pela Lei Municipal nº 5.418/1993, delimitada por 183 hectares, também ao longo do ecossistema costeiro e lagunar da zona costeira do município; que, por sua vez, incorpora um pequeno segmento de aproximadamente 600 m (~2%) da orla marítima do município (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 1993) (Figura 5).

IVIDES.org

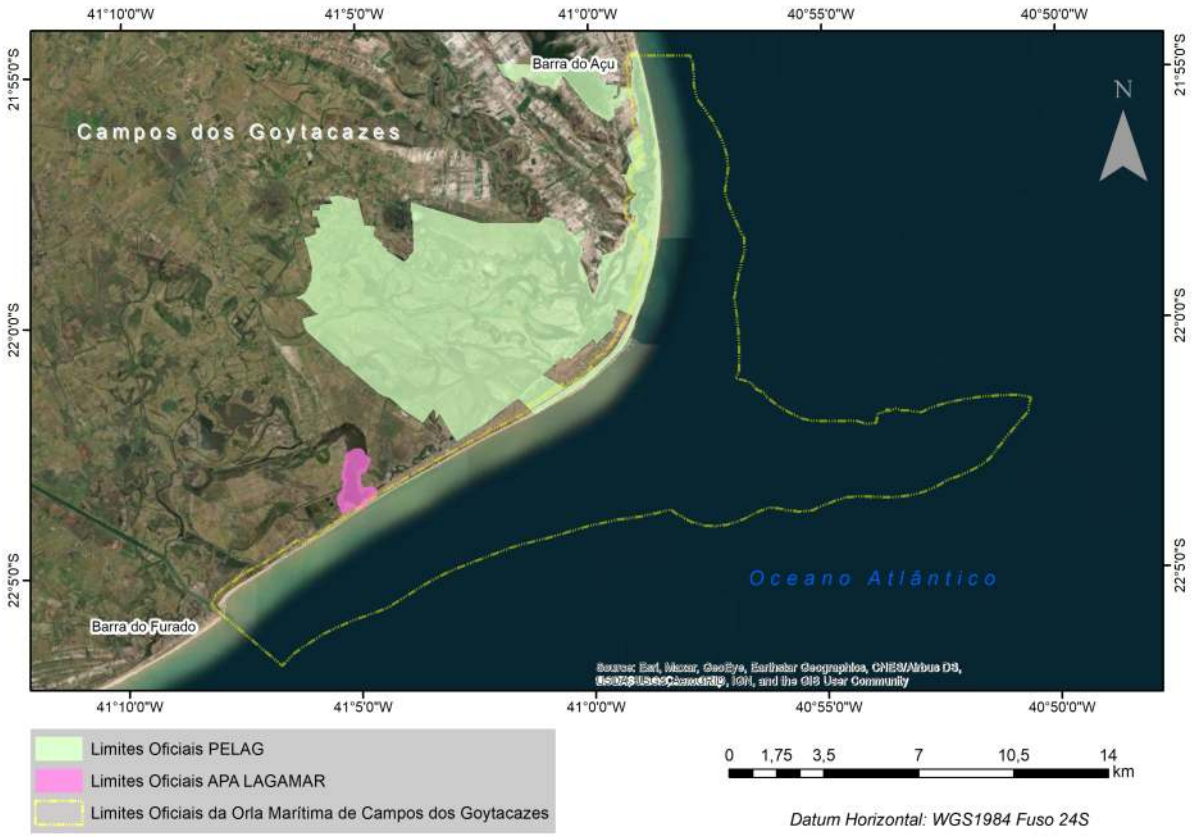


Figura 5 - Limites das Unidades de Conservação junto à Orla Marítima de Campos dos Goytacazes. Elaboração própria de Eduardo Bulhões, a partir de dados do INEA, Firmino (2021) e PGI (2015).

Ainda em 2013, no contexto das discussões e das demandas criadas pelo pré-comitê gestor, foi aprovada a Lei Municipal nº 8.335/2013, que instituiu o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro do Município de Campos dos Goytacazes (PMGC), onde os limites continentais e marinhos da orla costeira municipal foram determinados, as atividades potencialmente degradantes da orla foram identificadas, as diretrizes para os usos da orla foram definidas e, dentre outros elementos, foram previstas a criação do Comitê Gestor do Projeto Orla (CGPO) e a consolidação e oficialização do PGI (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2013b). Este foi outro fato que, definitivamente, fortaleceu as ações para a consolidação da gestão municipal da orla.

Na forma como foi consolidado, utilizando as informações apresentadas no diagnóstico inicial, nos cenários desejados para orla e nas pesquisas documentais adicionais, reunidas pela equipe técnica, o PGI foi finalizado e submetido à avaliação da instrutora do Projeto Orla, que emitiu parecer, em março de 2014, atestando a adequação do mesmo à metodologia específica determinada pelos manuais de instrução do Projeto Orla (PGI, 2015). Em seguida, o PGI foi encaminhado para a análise das coordenações técnica nacional (SPU/RJ; Departamento de Zoneamento Territorial/MMA); e estadual; que, após um período de avaliação e posicionamento institucionais (SEPLAG; Secretaria Estadual de Desenvolvimento Regional, Abastecimento e Pesca - SEDRAP/FIPERJ; Instituto Estadual do Patrimônio Cultural - INEPAC; Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional - IPHAN), emitiu parecer com suas considerações e recomendações técnicas, sobre a forma e o conteúdo, além das sugestões de adequação, no mês de dezembro de 2014 (BULHÕES *et al*., 2016). Por fim, foram feitas as adequações sugeridas e o PGI, assim como o Comitê Gestor, foram aprovados e homologados em Audiência Pública, realizada em maio de 2015, também em espaço público na comunidade.

A publicação do Decreto Municipal nº 179, de 10 de julho de 2015, regulamentou o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC) (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2015a). Tal decreto, fixou o Plano de Gestão Integrada, estabelecendo diretrizes para a sua revisão (após cinco anos) e regulamentou o Comitê Gestor do Projeto Orla (CGPO), nomeado semanas antes, pela Portaria Municipal nº 29, de 15 de junho de 2015. O CGPO foi formado como um grupo paritário entre poder público e sociedade civil organizada, compostos, cada qual, por até sete representantes e seus suplentes. Tal Comitê Gestor acumula ainda, a composição do Conselho Consultivo da APA Lagamar. As competências do comitê gestor e suas reuniões também foram definidas pelo decreto, bem como foram estabelecidas algumas particularidades sobre os usos da orla marítima municipal (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2015b).

IVIDES.org

No PGI, as metas são chamadas de Plano de Ações e as mesmas funcionam como um direcionamento do que deve ser realizado ao longo da execução do Projeto Orla. Tal plano, é subdividido dentro das três unidades e quatorze trechos que compreendem a subdivisão da orla municipal (Figura 6), devido às diferentes configurações de uso e cobertura da terra; e às demandas de gestão para cada uma delas. Tais demandas, por trecho de orla, foram estabelecidas, a partir do diagnóstico inicial e da discussão da comunidade sobre as principais potencialidades, problemas de uso e ocupação, incluindo seus efeitos e impactos na orla, assim como, as atividades econômicas locais, potencialmente geradoras desses impactos: comércio, pesca, turismo e construção civil.

A partir deste diagnóstico, foram pactuados cenários desejados para a orla municipal, considerando o estado atual, elaborado com auxílio de parâmetros e indicadores da qualidade ambiental e um prognóstico de tendências. Todas essas informações constam de forma detalhada no PGI (2015) da Orla Municipal e devem ser atualizadas de forma periódica, o que permite gerar informações que sustentem a continuidade das discussões sobre a qualidade ambiental e os usos para cada unidade e trecho da orla marítima do município.

O PGI não é um instrumento imutável e o mesmo encontra-se em constante análise e discussão pelo Comitê Gestor (BULHÕES *et al*., 2016). O cronograma geral estabelece as atividades que devem ser realizadas e qual o prazo estimado para a sua conclusão, onde o PGI tem a função de guiar e auxiliar a execução de cada medida definida para a orla do município.

A partir da homologação do PGI e da formalização do Comitê Gestor, as ações do Projeto Orla municipal consistiram, sobretudo, na realização de reuniões, sempre nas instalações da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Ambiental (localizada na orla), para o grupo debater questões de interesse da comunidade; e as pautas iniciais, como o regimento interno, a formação de comissões técnicas, a revisão e a nomeação de conselheiros; e ainda, as repactuações de prazos, para as ações previstas no PGI. Além disso, são previstos estudos, que permitam subsidiar o acompanhamento da qualidade ambiental da orla. Outras discussões recorrentes foram sobre as irregularidades e inconformidades na orla, necessidade de ações de fiscalização, adequação da iluminação pública, segurança pública, trânsito de veículos na faixa de areia, ações da prefeitura durante o verão, ações de divulgação do Projeto Orla junto à comunidade, reparos e readequações de estruturas posicionadas na orla (como os quiosques e as estruturas não permanentes de verão), conflitos relacionados à infraestrutura instalada para apoio

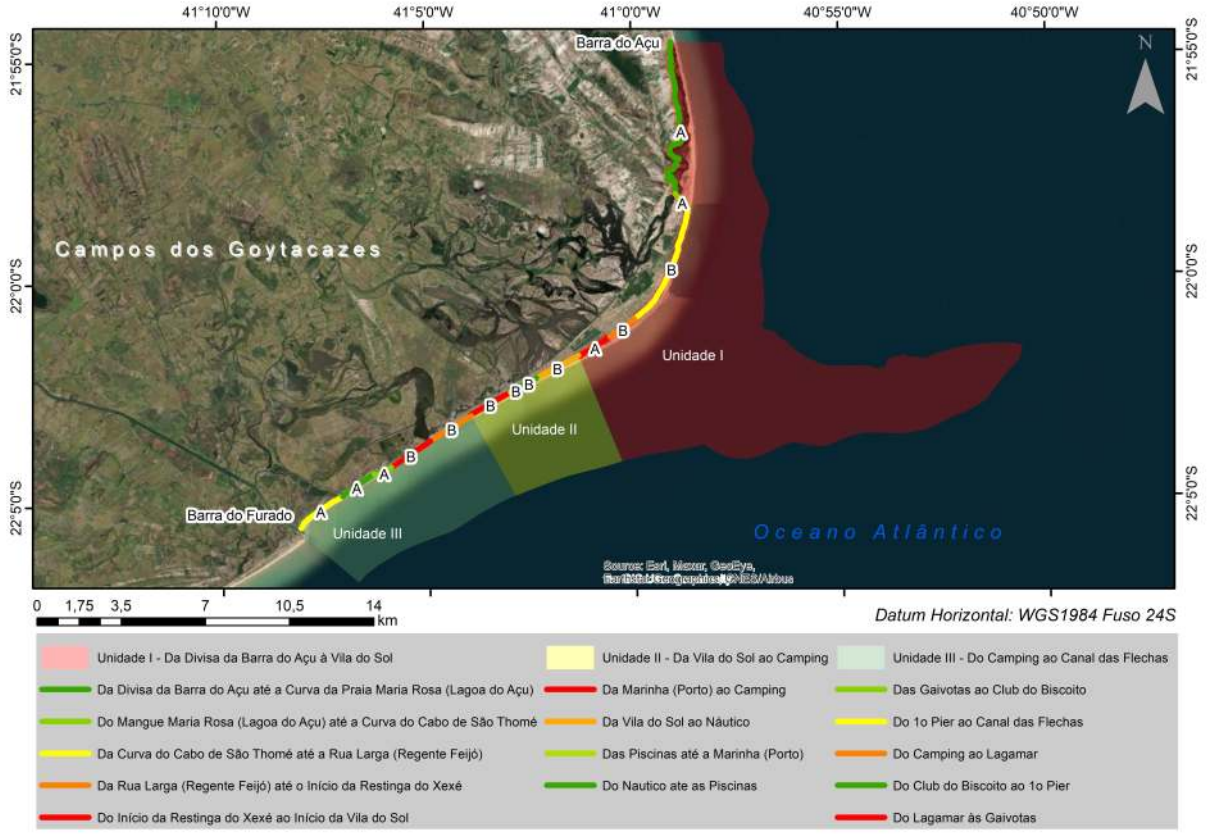


Figura 6 - Unidades e Trechos definidos para a gestão da Orla Marítima de Campos dos Goytacazes (RJ). Fonte: PGI (2015).

IVIDES.org

às atividades de pesca, degradação da vegetação de restinga, ocorrência e manejo de espécies vegetais invasoras, descarte irregular de resíduos sólidos, possibilidades e oportunidades para obtenção de recursos, problemas relacionados à erosão costeira, relação com os gestores das unidades de conservação, dentre outros. Até o ano de 2020, foram realizadas 25 reuniões ordinárias e o conjunto de temas recorrentes aparecem brevemente ilustrados na Figura 7.

O acompanhamento das ações da gestão da orla, descritas pelos autores neste capítulo, que são também representantes da sociedade civil no CGPO, a participação em reuniões e debates, e o registro em atas e publicações acadêmicas evidenciam que a percepção da comunidade sobre os problemas da orla municipal, as tendências apontadas e os cenários desejados, conforme delineados no PGI, indicam a preocupação com a qualidade ambiental e o entendimento sobre as atividades que a compromete. As demandas por desenvolvimento e ampliação da infraestrutura urbana e dos serviços públicos misturam-se às demandas por preservação do ecossistema litorâneo e tais se transformam em ativos à qualidade de vida (BULHÕES, 2018). Mesmo que 53% da orla tenha sido diagnosticada com alto grau de originalidade, parece claro aos munícipes que parte significativa dessas áreas sofre pressões para degradação e são pouco valorizadas, enquanto elementos paisagísticos de equilíbrio ecológico. Este parece ser um dos principais desafios.

Por fim, cabe destacar que as ações pactuadas no PGI não foram integralmente cumpridas, uma vez que se impõem dificuldades para a obtenção de financiamentos e para a adequação dos projetos que sejam de interesse comum (e prioritários) para a orla. Neste sentido, entende-se que cabe ao CGPO continuar as articulações locais entre o poder público (sobretudo, o municipal e o estadual), e a comunidade, a fim de que a gestão da orla se consolide em uma arena de debates e ações políticas, visando o desenvolvimento socioambiental da orla marítima do município.

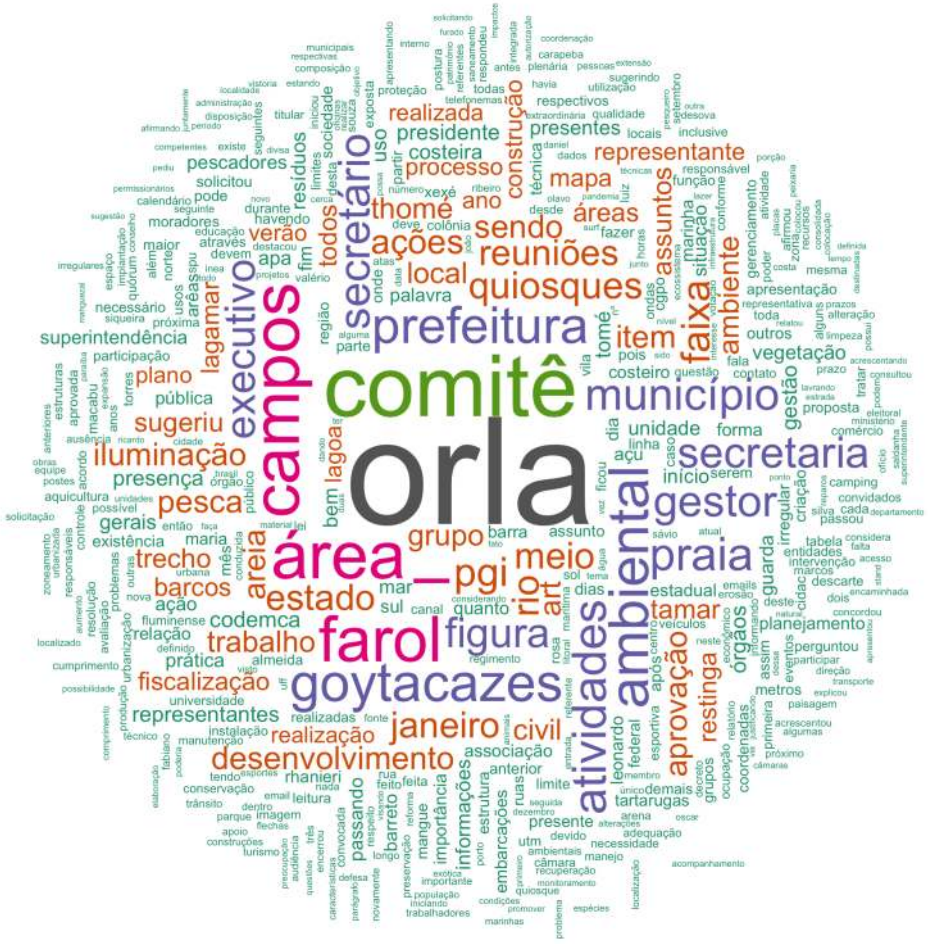


Figura 7 - Nuvem de palavras extraídas das Atas das 25 reuniões ordinárias do Comitê Gestor do Projeto Orla, em Campos dos Goytacazes, entre 2015 e 2020. Elaborado pelos autores.

REFERÊNCIAS

AMADO, F. A. T. **Direito ambiental esquematizado**. 7.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2016. ISBN 978-85-309-6816-8.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm"http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020**. Aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 nov. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10544.htm#art2. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.617, de 04 de janeiro de 1993**. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 jan. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8617.htm"http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8617.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015**. Dispõe sobre a administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 dez. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/l13240.htm. Acesso em: 05 ago 2021.

BRASIL. **Portaria ME/SPU nº 113, de 12 de julho de 2017**. Aprova o Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas Urbanas. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/legislacao/portarias/portarias-da-spu/arquivos/2018/portaria-113-de-12-de-julho-de-2017.pdf/view. Acesso em: 05 ago 2021.

BRASIL. **Portaria ME/SPU, nº 44, de 31 de maio de 2019**. Amplia a aplicabilidade da Portaria 113/2017 para as praias marítimas urbanas e não urbanas. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-44-de-31-de-maio-de-2019-161204673. Acesso em: 05 ago 2021.

BULHÕES, E. Projeto de gestão integrada da orla marítima em Campos dos Goytacazes, RJ. *In*: II Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas e XI Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro, 2018, Florianópolis, [**Anais...**] II SBPA e XI ENCOGERCO. p. 276-277. Disponível em: http://www.praiaegestao.com.br/theme/images/ANAISSBPAEENCOGERCO_2018.pdf. Acesso em: 05 ago. 2021.

BULHÕES, E.; KLOTZ, S.K.V.; MOTA, I.S.A.; TAVARES, T. C.; SANGUEDO, J. B.; CIDADE, C.A.S. Projeto de gestão integrada da orla marítima. A experiência do município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Sociedade e Natureza**, v. 28, n. 2, p. 285-300, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1982-451320160208. Acesso em: 05 ago. 2021.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ). **Decreto Municipal nº 179, de 10 de julho de 2015**. Regulamenta o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC) do Município de Campos dos Goytacazes/RJ. Diário Oficial, Campos dos Goytacazes, RJ, 10 jul. 2015a.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ). **Decreto Municipal nº 455, de 27 de dezembro de 2013**. Dispõe sobre a criação do Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental do LAGAMAR, pela Lei Municipal Lei nº 5.418/1993 e dá outras providências. Diário Oficial, Campos dos Goytacazes, RJ, 27 dez. 2013a.

IVIDES.org

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ) **Lei Municipal nº 5.418, de 29 de abril de 1993**. Cria a Área de Proteção Ambiental do Lagamar. Diário Oficial, Campos dos Goytacazes, RJ, 1993.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ) **Lei Municipal nº 8.335, de 26 de abril de 2013**. Institui o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC) do Município de Campos dos Goytacazes/RJ. Diário Oficial. Campos dos Goytacazes, RJ, 26 abr. 2013b.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ). **Portaria nº 29, de 15 de junho de 2015.** Dispõe sobre a nomeação dos membros do Comitê Gestor do Projeto Orla. Diário Oficial. Campos dos Goytacazes, RJ, 29 jun. 2015b.

CASEMIRO, M.; BARRA, O.; OLIVEIRA MATOS, F.; VASCONCELOS, F. Planejamento ambiental costeiro no Brasil: um olhar crítico sobre o Projeto Orla. InterEspaço, v. 4, n. 14, p. 67-89, 2018.

FIRMINO, L.A.C. **Diagnóstico geoambiental e proposta de planejamento:** subsídios à gestão da área de proteção ambiental do Lagamar. 2021. 153f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2021.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Projeto Orla**: fundamentos para gestão integrada/ Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 78 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Projeto Orla**: guia de implementação / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 36 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Projeto Orla**: subsídios para um projeto de gestão/ Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 104 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); MPOG (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Projeto Orla:** manual de gestão. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006. 88 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) (ed.). PEREIRA, F. C.; OLIVEIRA, M. R. L. de (org.). **Plano nacional de gerenciamento costeiro:** 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília: MMA, 2015. 181 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Portaria nº 34, de 02 de fevereiro de 2021**. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira. 2021.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil:** elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007. ISBN: 9788574196770.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gestão. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S.l.], n. 1, p. 35-44, 2001. DOI: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v2i1.6.

OLIVEIRA, M.R.L; NICOLODI, J.L. A gestão costeira no Brasil e dos dez anos do Projeto Orla: Uma análise sob a ótica do poder público. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 12, n.1, p. 89-98, 2012. DOI: 10.5894/rgci308.

OLIVEIRA, P. C.; DI BENEDITTO, A. P. M.; BULHOES, E.; ZAPPES, C. A. Artisanal fishery versus port activity in Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 129, p. 49-57, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.05.005.

POLETTE, M. Gestão e governança costeira e marinha. In: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (org.) **Geografia Marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 292-340. ISBN: 978-65-992571-0-0.

PGI-Campos (Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima de Campos dos Goytacazes). **Plano de Intervenção na Orla do Município de Campos dos Goytacazes**. 2015. 89 p. (Disponibilidade Restrita).

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto Estadual nº 43.522, de 20 de março de 2012.** Cria o Parque Estadual da Lagoa do Açu e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 20 mar. 2012. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde5/~edisp/inea0019348.pdf. Acesso em: 05 ago. 2020.

IVIDES.org

SCHERER, M. Gestão de Praias no Brasil: Subsídios para uma Reflexão. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 13, n. 1, p. 3-13, 2013. DOI:10.5894/rgci358.

SILVA, M. E. M. S. **Gestão sustentável da orla marítima em destinos turísticos costeiros**: a percepção dos atores sociais. 2013. 337f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

SOUZA, T.A.; BULHÕES, E.; AMORIM, I.B.S. Ondas de tempestade na costa Norte Fluminense. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 6, n. 2, p. 10-17, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v6i2.41139.

IVIDES.org

19

DOI 10.5281/zenodo.6676369

DERRAMAMENTO DE HIDROCARBONETOS NA ZONA COSTEIRA: POTENCIALIDADES E DESAFIOS DA APLICAÇÃO DA GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS EM ÁREAS PORTUÁRIAS

Marina Carrato Galuzzi da Silva
Herlander Mata-Lima

1 - INTRODUÇÃO

O ser humano está diretamente ligado ao consumo dos recursos costeiros, ao longo de toda a escala cronológica de sua existência (MORAES, 2007; MATOS; VASCONCELOS, 2010). O nível de desenvolvimento das nações conta com a utilização desigual dos recursos ambientais, econômicos e energéticos, majoritariamente, por parte das nações industrializadas e de elevado Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (MALLET; GUERRA; FANTINELLI, 2001; HÉMERY JEAN-CLAUDE; DELÉAGE, 2007). A crescente preocupação com as questões ambientais e a necessidade da alteração das formas de exploração dos recursos naturais (SACHS, 2004), pressionados continuamente pelas atividades econômicas, fazem do desenvolvimento sustentável uma premissa essencial para as estratégias de desenvolvimento (POPE; MORRISON-SAUNDERS; ANNANDALE, 2005; HEARN; FOTH; STEVENSON, 2010; GALVANESE; FAVARETO, 2014).

O derramamento de petróleo pode ser entendido como o lançamento de hidrocarboneto líquido no ambiente, especialmente, em áreas marítimas, decorrente de atividades humanas ou desastres naturais (LI *et al*., 2016). A avaliação de riscos deste tipo de derramamento (*oil spill*, em inglês) no alto mar e nas zonas costeiras, onde estão localizados os grandes portos, tem atraído a atenção de instituições e pesquisadores nos últimos anos (BALMAT *et al*., 2011; PUIG *et al*., 2015). O enfoque concentra-se na identificação dos fatores de risco de poluição ambiental, provenientes das plataformas petrolíferas de exploração e do transporte de hidrocarbonetos e derivados (HD) em navios (SAGE, 2005; VINNEM, 2010; BEKEFI; EPSTEIN, 2011; GALUZZI SILVA; MATA-LIMA, 2019; GALUZZI-SILVA; MATA-LIMA, 2021).

A poluição provinda do derramamento de HD exerce efeitos nocivos sobre o ecossistema marinho (DOERFFER, 1992; HEIDERSCHEIDT *et al*., 2016) e na zona costeira (e.g. floresta litoral, mangue, estuários) (SINGH, 2014). Quando o evento do derramamento ocorre, são adicionados, na tentativa de mitigar o impacto, mais agentes impactantes (e.g. dispersantes, radiação ultravioleta, ou queima *in situ*, que desencadeia emissão de poluentes para atmosfera) (BEYER *et al*., 2016). Não obstante, a situação se torna mais grave quando o derramamento de hidrocarboneto ocorre em zona de turismo balnear, visto que é hipersensível a esse tipo de acidente (CIRER-COSTA, 2014).

1.1 - IMPORTÂNCIA DA GESTÃO INTEGRADA

O modelo de crescimento pós-industrial não tem considerado a capacidade de resiliência da biosfera, o limite de estoques de recursos naturais e disponibilidade de energia, além de diminuir continuamente áreas de produção agrícola, excitar o setor industrial e de causar prejuízos ambientais (MALLET; GUERRA; FANTINELLI,

IVIDES.org

2001). A avaliação das inovações tecnológicas e os impactos decorrentes dos níveis de produção atuais devem ser abordados mediante planejamento, que equacione a ética social, o crescimento econômico e a manutenção ambiental (BARRETO FILHO; SOUZA, 2009). O gerenciamento das questões ambientais, inerentes ao desenvolvimento portuário, é fundamental para estratégias de sustentabilidade de diversas instituições, suas atividades e tramitações, transpondo níveis de eficiência produtiva, de prevenção de risco e conformidade com as diretrizes legislatórias (LI *et al.*, 2016).

Os riscos associados à exploração e ao transporte de HD incluem a toxicidade do Sulfeto de Hidrogênio (H_2S), submetido em meio aquoso, produção de gases poluentes decorrentes de incêndios, danos à biodiversidade, comunidades locais e produção de resíduos em geral (CONSIDINE; HALL, 2008; PUIG *et al*., 2015). O cenário se agrava, tendo em consideração que o princípio da prevenção ainda não é uma realidade factual e visto que as organizações (empresas de exploração petrolífera; de transporte de combustíveis/cargas/passageiros em navios; de administração de portos etc.) encarregam-se do cumprimento das legislações, essencialmente, para evitar penalidades, não assumindo uma conduta proativa, no sentido de prevenir acidentes (BARRIEU; SINCLAIR-DESGAGNÉ, 2006; FRAZÃO SANTOS *et al*., 2013; WIJERATNE; PERERA; SILVA, 2014).

O dinamismo legislatório e as sucessivas alterações ao longo do tempo desencadeiam situações de difícil interpretação das regras vigentes, demandando esforços, em termos de recursos humano e financeiro, por parte das organizações (privadas e até mesmo públicas), para se manterem atualizadas. Os acidentes causadores de grandes impactos ambientais e socioeconômicos, geralmente, provocam manifestações conjuntas das mídias e da população em geral, impulsionando a criação e a alteração de leis, de maneira impulsiva, ao invés de resultarem de uma ação planejada (VIERENDEELS; RENIERS; ALE, 2011; GALUZZI SILVA; MATA-LIMA, 2019; GALUZZI-SILVA; MATA-LIMA, 2021).

1.2 - ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO PORTUÁRIA

A nova “Lei dos Portos”, Lei Federal n° 12.815/2013 dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos, das instalações portuárias e suas operações, tais como a movimentação e armazenagem de mercadorias destinadas ou provenientes de transporte aquaviário (BRASIL, 2013). Essa exploração é regida pelo Modelo *Landlord Port*, adotado pelo governo nacional, no qual a infraestrutura é provida pelo Estado, ficando o setor privado, responsável pelo provimento da estrutura e pela realização da operação portuária (arrendamentos e concessões).

As atividades portuárias acompanham a tendência de otimização de desempenho, adotando avaliações operacionais, ambientais e de segurança, a fim de assegurar o desenvolvimento, a administração e a fiscalização dos portos (PUIG *et al*., 2015). O fornecimento, não só de serviços e infraestrutura eficientes aos armadores, arrendatários e operadores portuários; mas também, o apoio do poder público, do comércio e o desenvolvimento econômico com responsabilidade socioambiental são competências que devem ser garantidas pelas organizações portuárias (BEKEFI; EPSTEIN, 2011; APS, 2020a, 2020b;).

Na condição de sistema complexo, de elevada importância geopolítica e vital para o desenvolvimento econômico, a atividade portuária acaba por provocar impactos em diversas vertentes, como consequência de emissões de gases poluentes, transporte de água de lastro (DAMACENA; SILVA, 2015), colisões e vazamentos acidentais de HD, dragagem, concentração e descarte incorreto de resíduos, ruídos prejudiciais à ecolocalização de cetáceos, dentre outros (CONSIDINE; HALL, 2008; DINWOODIE *et al*., 2012). Os impactos provenientes da atividade portuária começaram a ser tratados no continente europeu pela *European Sea Ports Organisation* (ESPO), em 1994, com o Código de Conduta Ambiental, atualizado em 2012 (ESPO, 2012) em conjunto com diversas ações e projetos de investigação colaborativos, como o *Ecoports*, por meio do método de auto diagnóstico; e o Projeto PPRISM (*Port Performance Indicators: Selection and Measurement*), grande incentivador do monitoramento e do registro de dados portuários para quantificação de indicadores (DARBRA *et al*., 2004; PUIG *et al*., 2015).

Nesse sentido, desde o início do progresso das atividades portuárias na América Latina, os desafios foram se apresentando conforme suas características desenvolvimentistas e condições de modernização. Muitas vezes, características como os elevados custos de manutenção, produtividade diminuta, tecnologias insuficientes, competitividade branda e burocracia governamental revelavam o Modelo Portuário Latino-Americano Tradicional, descrito por Breitling (BREITLING, 1999). Tais fatos incentivaram a reorganização dos portos, para que os mesmos tivessem condições mínimas de acompanhar o impulso comercial entre as comissões econômicas e a di-

IVIDES.org

ligência, por eficiência produtiva entre as nações (KITZMANN; ASMUS, 2006), concomitantemente, à busca pela mitigação dos impactos ambientais. Alguns levantamentos evidenciam que o setor portuário tem aderido, cada vez mais, a programas de monitoramento ambiental, revelando certo comprometimento com o desenvolvimento sustentável e a qualidade ambiental. Quase 80% dos portos no contexto atual oferecem acompanhamento dos principais aspectos, como descarte de resíduos e o consumo de energia (PUIG *et al*., 2015). O porto é fundamental para o comércio e o transporte porque sustenta a economia mundial, na medida em que o transporte marítimo contribui para mais de 90% do comércio (IMO, 2012). O derramamento de HD devido ao tráfego de navios é responsável por 51% da poluição no ambiente marinho (GESAMP, 2007).

1.3 - DESAFIOS

A complexidade da implementação de práticas que reflitam os princípios da precaução e prevenção nas atividades de gestão portuária, que lidam diariamente com elevada exposição ao risco de acidentes envolvendo o derramamento de HD, será abordada ao longo do capítulo. As situações que envolvem o problema englobam uma série de fatores, que vão desde a ausência de sistemas de gestão e fiscalização ambiental, de higiene e segurança do trabalho, a falta de embasamento e treinamento dos funcionários por toda a hierarquia de trabalho e a deficitária incorporação da gestão de riscos. Grande parte destes problemas está associada à cultura organizacional e pode ser atribuída à falta de comprometimento, de proatividade e das ações preventivas. Nesse sentido, o capítulo analisa as causas dos principais acidentes com derramamento de HD nos portos, as principais dificuldades, bem como, propõe um procedimento para gestão de riscos. Tem como objetivo principal contribuir para diagnosticar a situação atual da gestão de riscos de derramamento de HD na zona (costeira) econômica do litoral brasileiro e analisar possíveis ações para reduzir o risco sistêmico, integrando as dimensões ambiental, socioeconômica e institucional no ambiente portuário.

2 - ABORDAGEM INTEGRADA DO RISCO

O risco surge em decorrência de fenômenos naturais (ou induzidos) pela atividade antrópica, atravessando ambientes diversos e desencadeando graves consequências ambientais e socioeconômicas (ZÊZERE, 2007). A definição do risco envolve elementos, como a probabilidade e a incerteza da ocorrência de eventos, a vulnerabilidade dos elementos expostos (e.g. pessoas e bens) e a severidade das consequências (IMO, 2012; ISO, 2018a, 2018b). Assim, neste documento, assume-se que o risco é a probabilidade de um evento perigoso ocorrer e desencadear uma alteração negativa de competência ambiental, econômica e social, de acordo com seus níveis de exposição e de vulnerabilidade.

A mitigação de qualquer risco está diretamente relacionada às avaliações aprofundadas de suas principais causas e origens, transcorrendo o treinamento dos operadores industriais, com enfoque à segurança, durante todas as etapas operacionais. Deve-se levar em conta eventuais emergências, o correto cumprimento legislatório ambiental e de responsabilidade social, a realização periódica de auditoria dos processos e a manutenção de equipamentos, bem como o incentivo na produção de planos emergenciais eficientes (TAYLOR; BOOTY, 2009; HOU, 2012; VINNEM; RØED, 2015).

A velocidade da degradação ou o período de permanência dos HD em meio aquoso variam de acordo com o volume de óleo derramado, com as condições hidrodinâmicas e meteorológicas locais e também com as características físico-químicas primárias dessas substâncias (DECOLA; FLETCHER, 2006; WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007; ITOPF, 2014; LI *et al.*, 2016;). A modelagem como ferramenta avaliativa do risco marítimo engloba diversas variáveis, nas esferas da segurança marítima em relação ao tráfego, estrutura física e idade das embarcações, condições meteorológicas e proteção ambiental (BALMAT *et al*., 2011; FRAZÃO SANTOS *et al.*, 2013), simulando cenários para que a tomada de decisão preventiva seja adequada e adaptável. De forma geral, os modelos trabalham com parâmetros essenciais para realizar as simulações, tais como, o tipo e a quantidade de óleo envolvidos no derramamento e a taxa de liberação ou lançamento, que variam de acordo com a velocidade e direção dos ventos; temperatura atmosférica e da água; correntes oceânicas e marés (ITOPF, 2014; GOERLANDT; MONTEWKA, 2015; LEE; JUNG, 2015; VALDEZ *et al*., 2016).

IVIDES.org

A multiplicidade das questões políticas, econômicas e ambientais acaba por dispersar a real necessidade de atenção para com as vítimas dos locais atingidos, no qual a aplicação preventiva do gerenciamento de riscos é vital (ISMAIL; KARIM, 2013; MENDES *et al.*, 2014; LI *et al.*, 2016). Recorrendo a métodos estatísticos, é possível determinar a correlação entre os fatores naturais (e.g. meteorológicos, fisiográficos), tecnológicos (e.g., características dos navios, das plataformas petrolíferas e portos) e humanos (e.g., tipo de operação, plano de segurança, recursos disponíveis), que contribuem para o aumento do risco potencial de acidentes com derramamento de combustível fóssil, assim como, definir o nível de significância dos aspectos e impactos ambientais, resultantes de tais acidentes.

2.1 - BREVE HISTÓRICO

O primeiro decreto sobre atividades que representavam riscos elevados fora publicado na França, em 1810, incentivado por uma grande explosão de pó na cidade de Grenelle, que provocou aproximadamente 1.000 mortes. No mesmo contexto, a primeira diretriz legislativa de graves acidentes para a Europa foi publicada em 1982, por meio da Seveso I, incitada por 2 grandes acidentes, com explosão e incêndio de uma planta de caprolactama (monômero precursor de polímeros – nylon 6) e de uma planta de processos, respectivamente, no Reino Unido (Flixborought, em 1974) e na Itália (Seveso, em 1974) (WETTIG; PORTER; KIRCHSTEIGER, 1999; VIERENDEELS; RENIERS; ALE, 2011). Constata-se que o surgimento de instrumentos legais e normas marítimas, bem como, suas alterações ao longo do tempo têm sido impulsionados na sequência de ocorrência de graves acidentes (VANEM; ENDRESEN; SKJONG, 2008).

Alguns autores destacam a forma como, desde os acidentes de Bhopal (em 1984), Cidade do México (em 1985) e Piper Alpha (em 1988), em congruência com os grandes eventos de derramamento de HD, como o do Exxon Valdez (no Alasca em 1989) e do Prestige (na Espanha em 2002), atraíram a atenção para a relevância do enquadramento legislatório e sua função preventiva (KIM, 2003; VIERENDEELS; RENIERS; ALE, 2011). Já as consequências ambientais negativas desses eventos, acabam por incitar esforços institucionais e governamentais, para a compensação das áreas poluídas e degradadas, no que concerne aos serviços do ecossistema (KIM, 2003; WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007).

Os acidentes, em sua grande maioria, revelam respostas imediatas de contenção e remediação dos derramamentos de HD, de acordo com as respectivas dimensões e disponibilidade tecnológica. As causas de origem mais recorrentes desses eventos são os encalhes, colisões, explosões, falhas técnicas de equipamentos e naufrágios das grandes embarcações-tanque (DECOLA; FLETCHER, 2006; WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007; VINNEM, 2010; ISMAIL; KARIM, 2013; VINNEM; RØED, 2015). Há evidências de que a falta de aplicação de medidas preventivas no funcionamento dos portos e plataformas representa o motivo-chave dos eventos em sua totalidade. Cronologicamente, a história do mundo testemunhou um grande número de derrames de petróleo, muitos deles, associados a impactos assoladores (LI *et al*., 2016), não só pelos volumes alarmantes de HD derramados, mas também, devido ao uso excessivo de dispersantes e solventes, o que chamou a atenção das convenções internacionais para a mitigação dos danos causados pela toxicidade dos detergentes e dispersantes utilizados (WOLFE *et al*., 1998; LOPES, 2012).

No Brasil, o primeiro registro de acidente foi apresentado por uma edição da revista *International Oil Spill Statistics*, do ano de 1977. Tendo envolvido o navio *Sinclair Petrolore*, na década de 60, o vazamento de aproximadamente 67 mil litros de petróleo na Ilha de Trindade, no Espírito Santo, ocorreu na sequência de uma forte explosão e subsequente naufrágio (CETESB, 2012). Os vazamentos nacionais de petróleo e derivados são recorrentes. Dentre os piores e mais significativos, destaca-se o ocorrido na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro, em 2011, de 588 mil litros de petróleo derramados no mar, um ano após o desastre da plataforma *Deepwater Horizon*, no Golfo do México, em 2010 (considerado por muitos especialistas como a pior catástrofe ambiental dos Estados Unidos). No contexto mais recente, podemos citar o incêndio dos tanques de combustível da empresa Ultracargo, no município de Santos no ano de 2015, com mais de 26 mil toneladas de combustível vazados, em aproximadamente 7 dias de incêndio e explosões (GALUZZI SILVA; MATA-LIMA, 2019; GALUZZI-SILVA; MATA-LIMA, 2021); ou o caso do vazamento de óleo nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste brasileiras, abrangendo 11 estados, com mais de 5,3 mil toneladas de resíduos recolhidos na costa do país. Neste último, o material vertido seria suficiente para encher 37 mil barris de petróleo lado a lado, percorrendo com sobra a área concernente à Muralha da China (WWF, 2021). Os números revelam apenas parte do incalculável impacto absorvido paulatinamente pelo ambiente.

IVIDES.org

2.2 - ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Os conceitos de aspectos e impactos ambientais são definidos, de acordo com a norma a ISO 14001 (ISO, 2015), como:

- **Aspecto ambiental** - "elemento de atividades, produtos e serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente";
- **Impacto ambiental** - "qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização".

Fica claro que o aspecto ambiental está relacionado com uma causa, ao passo que o impacto ambiental está relacionado com o efeito resultante. Os aspectos ambientais da rápida expansão industrial, no domínio da exploração das zonas costeira e marítima, merecem particular atenção, visto que os impactos ambientais têm sido significativos, ao ponto de comprometer os serviços dos ecossistemas. Neste sentido, são necessárias medidas adequadas que mitiguem os danos ambientais e promovam a recuperação das áreas degradadas (MARTIN-ORTEGA; BROUWER; AIKING, 2011; PENG *et al*., 2013). As Figuras 1 e 2 destacam alguns exemplos de impactos comuns, decorrentes das atividades desempenhadas por portos de todo o país e no mundo.

Os acidentes causadores de derramamento de HD podem ocasionar diversos desastres ecológicos, desencadeando uma diminuição considerável na riqueza de espécies, contaminação dos sedimentos e de áreas de mangue (HUZ *et al*., 2005; SÁNCHEZ *et al*., 2006; PUIG *et al.*, 2015) (Figura 2). As atividades portuárias, invariavelmente, apresentam alteração (em termos de carga, aporte financeiro, instalações, competências legislativas e desenvolvimento, de forma geral). Neste sentido, de tempos em tempos, alguns aspectos podem perder representatividade, revelando a importância da reavaliação periódica dos mesmos (PUIG *et al.*, 2015)

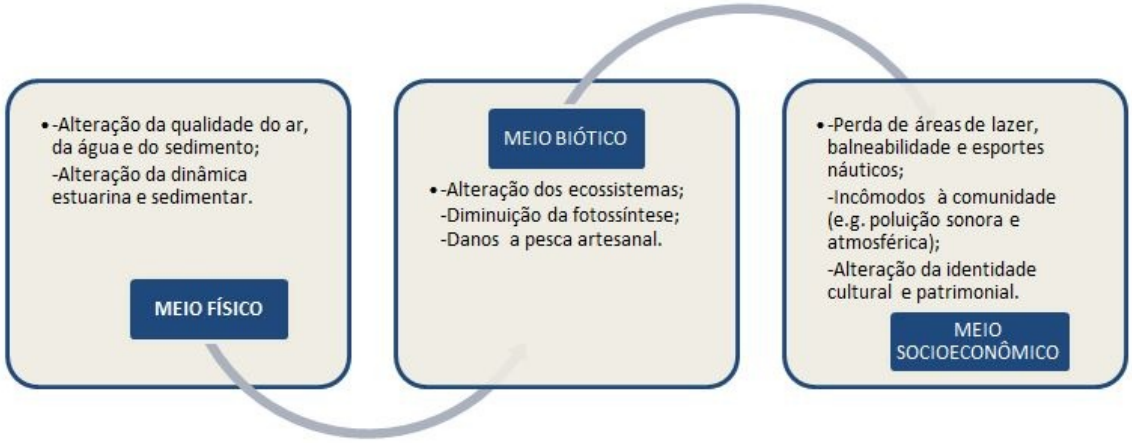


Figura 1 - Principais impactos da operação portuária. Elaborada pelos autores.

3 - O ESSENCIAL PARA A GESTÃO DE RISCOS DE ACIDENTES AMBIENTAIS

3.1 - BASES PARA A GESTÃO DE RISCOS

A gestão de riscos objetiva identificar e explorar oportunidades para melhorar o desempenho de um sistema, bem como, orientar a melhor ação para evitar (ou reduzir) as chances de imprevistos e inapropriações, nos setores de saúde e segurança humana, conformidade legal e regulamentar, aceitação pública, proteção ambiental, qualidade do produto, gerenciamento de projetos, governança e reputação (POJASEK, 2008; LUKO, 2014; ISO, 2018b). É um indispensável instrumento de prevenção de acidentes, no qual, cada uma de suas etapas é extremamente importante, conforme ilustra a Figura 3.

IVIDES.org

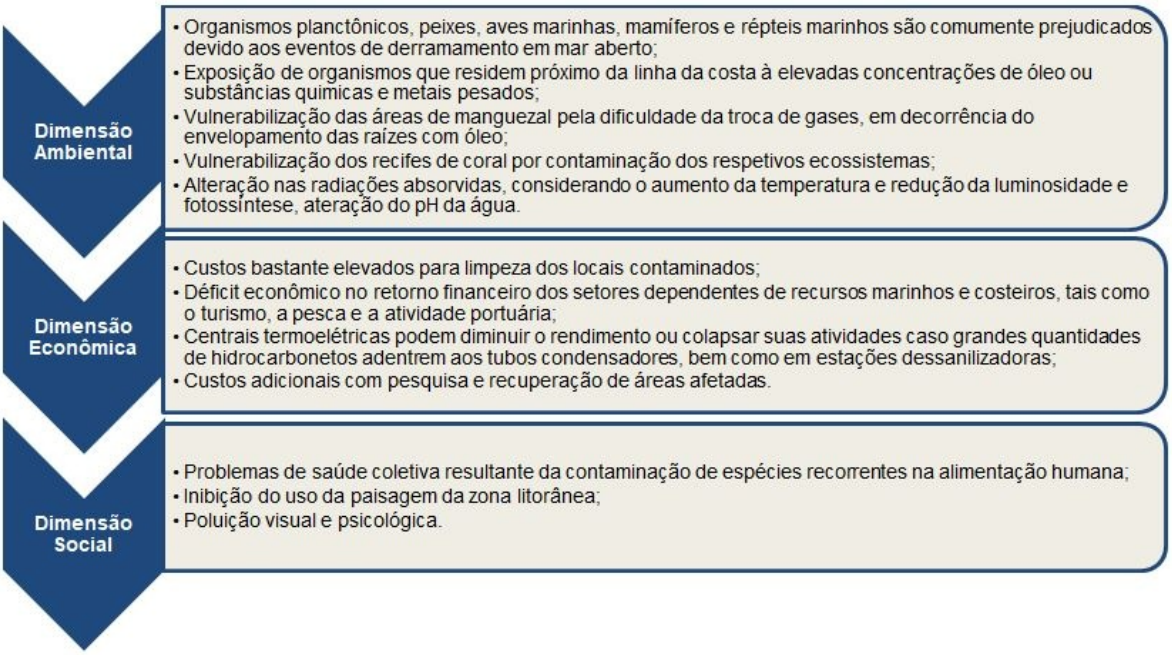


Figura 2 - Principais impactos ambientais de acidentes com derramamento de HD. Elaborada pelos autores.

A gestão de riscos abrange a identificação dos perigos, a análise e a avaliação dos riscos associados aos perigos e, por fim, a determinação das formas adequadas para o controle do risco. Além disso, representa um processo sistemático e contínuo, que envolve a todos, na organização. Ou seja, é projetada para ser totalmente integrada nas atividades de todos os funcionários diariamente, mostrando-se peça fundamental para a tomada de decisão e a melhoria da eficiência dos processos de uma organização (HOLLNAGEL, 2014; LEE; JUNG, 2015; ALJAROUDI *et al.*, 2015). O processo realiza uma averiguação profunda das atividades e dos locais em questão, a fim de identificar as situações passíveis de causar danos e vítimas humanas. Por meio de suas etapas, são extraídas informações, como a probabilidade e a severidade do risco em questão. A correta distinção e interpretação das etapas é essencial para o planejamento adequado da gestão de riscos (GIERCZAK, 2014; WIJERATNE; PERERA; SILVA, 2014). Cada etapa e processo deve passar por detalhamento e revisão, diversas vezes, promovendo a melhoria contínua (Quadro 1, Figura 4), com base nos sistemas de gestão (e.g. ISO 9001, ISO 14001, ISO 31000 e ISO 45001) (MATA-LIMA, 2006; POJASEK, 2008).

Figura 3 - Procedimento para gestão de riscos. Elaborado pelos autores, adaptado de ISO (2018b).

IVIDES.org

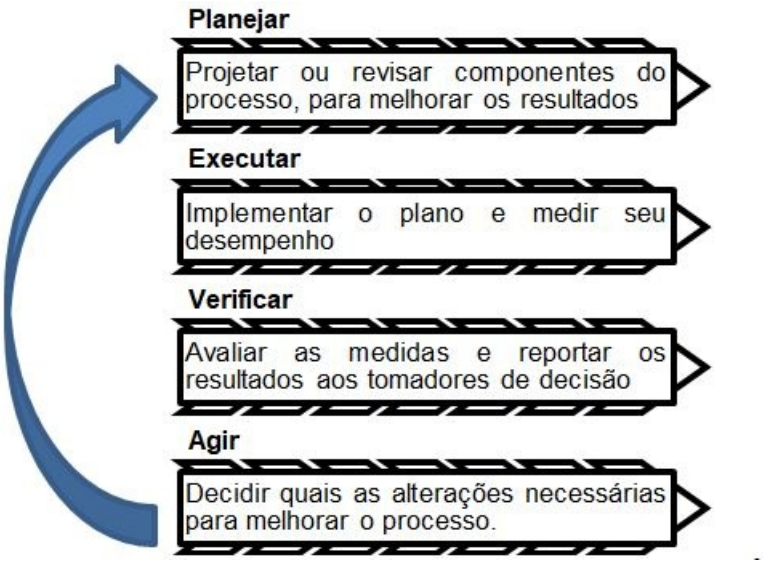


Figura 4 - Ciclo de Deming ou de melhoria contínua. Elaborada pelos autores.

Um plano de estratégia de gestão abrange um conjunto de instruções, que descreve as etapas que devem ser tomadas antes, durante e depois de uma situação de risco, na qual, no caso do derramamento de óleo, auxilia potencialmente a minimizar os perigos para a saúde humana e o ambiente, facilitando uma resposta rápida e coordenada (CASTANEDO *et al*., 2009; AVEN; ZIO, 2014; GOERLANDT; MONTEWKA, 2015; LI *et al*., 2016). O acompanhamento do perigo relacionado à gestão da poluição marítima, advinda dos HD, é um dos pilares da manutenção da saúde do ecossistema marinho, devendo, portanto, avaliar as fontes de incerteza de forma contínua, considerando a variação espacial e temporal dos sistemas hidrodinâmicos (CASTANEDO *et al*., 2009; LIUBARTSEVA *et al*., 2014; PAPADONIKOLAKI *et al*., 2014). A análise e a valoração do risco embasa o seu controle. Por meio da análise e da avaliação de riscos, é possível estimar a extensão e abrangência dos danos, causados por um vazamento em suas vertentes ambiental e socioeconômica, englobando também, a análise da exposição (que trata da probabilidade da ocorrência de vazamentos e a respectiva extensão dos danos locais); e de vulnerabilidade (que trata da correlação entre os níveis de exposição e os reais impactos decorrentes do vazamento) (FRAZÃO SANTOS *et al*., 2013). Portanto, a identificação da periculosidade é condição de partida para a análise do risco global (R), que pode ser expresso pela Eq. 1:

$$R = \sum_{i=1}^{n} Pi\,Ci, \text{ com } Ci = (EV)\,i \text{ e } Vi = Si\,Di \qquad (1)$$

onde:

- ***Pi* – Probabilidade** – corresponde à probabilidade de uma área (ou elemento) ser afetada por evento, sendo função de parâmetros, como a magnitude e a severidade (gravidade da consequência). Alguns autores (BOUMA; FRANÇOIS; TROCH, 2005; GRIFOLL *et al*., 2010; GOMEZ *et al*., 2015) tratam *Pi*, simplesmente, como a possibilidade de ocorrência de um evento, comparado com o total de eventos, sendo avaliado quantitativamente, de acordo com os dados disponíveis sobre o número de eventos que ocorrem anualmente (frequência);
- ***Ci* – Consequência** – refere-se aos impactos ambientais, econômicos e sociais, que podem resultar do derramamento de HD;
- ***Ei* – *Exposição*** – quantificação de elementos em risco (conjunto de pessoas e bens a preservar e que podem resultar em perdas e danos);
- ***Vi* – Vulnerabilidade** – nível de perda/dano de um determinado elemento (por exemplo, humano, econômico, estrutural ou ambiental), de risco quando exposto a um evento perigoso. Portanto, vulnerabilidade é a característica de um elemento ou sistema, que traduz o seu potencial de ser prejudicial.
- ***Si* – Suscetibilidade** – nível de facilidade com que um determinado elemento ou sistema receptor sofre prejuízo;
- ***Di* – Dano** – diz respeito aos prejuízos econômicos e ambientais decorrentes do acidente.

IVIDES.org

Quadro 1 - Descrição das etapas do procedimento para gestão de riscos.

Etapa	Descrição	Fonte
1. Contextualização	• Definição e estudo dos parâmetros externos e internos a serem levados em consideração ao gerenciar riscos; • Ambiente operacional interno da organização: cultura, política, regulamentação legal, setor financeiro, aspectos competitivos; • Ambiente operacional externo da organização: garante que os objetivos das partes interessadas sejam considerados no desenvolvimento de critérios de gestão de riscos, e que as ameaças/oportunidades concebidas externamente sejam consideradas; • Estabelecimento do escopo e dos critérios de risco: preocupações operacionais, técnicas, financeiras, legais, sociais, ambientais, humanitárias e de partes interessadas para a política de gestão de riscos a ser implementada;	(POJASEK, 2008; ISO, 2018b)
2. Identificação dos Perigos	• Processo de busca, reconhecimento e descrição de riscos; • Criação de uma lista abrangente de fontes de risco e eventos potenciais que podem ter um impacto sobre a realização de cada um dos objetivos identificados na contextualização; • Inclui quaisquer eventos que possam impedir, degradar, atrasar ou (para o lado positivo) favorecer o alcance dos objetivos organizacionais; • Após a designação das possibilidades de ocorrência, é necessário considerar as possíveis causas e cenários de forma abrangente, sem omissão alguma; • Alguns métodos utilizados: *Checklists*, *Brainstorming*, Entrevistas semiestruturadas, Análise da causa-raíz, Análise da árvore de falhas etc.	(POJASEK, 2008; SINGH, 2014; WIJERATNE; PERERA; DE SILVA, 2014; CCOHS, 2017; ISO, 2018a; 2018b)
3. Análise do Risco	• Processo de compreensão da natureza e da magnitude do risco; • Fornece um panorama de entrada para decisões: se os riscos precisam ser tratados e, caso positivo, quais as melhores estratégias de tratamento; • Considera as fontes, as consequências positivas e negativas do risco, e sua probabilidade de ocorrência; • Permite identificar os riscos de baixo impacto, que podem ser excluídos do estudo mais aprofundado;	(POJASEK, 2008; CCOHS, 2017; ISO, 2018b, 2018a;)
4. Valoração e Avaliação do Risco	• Consiste na comparação dos níveis de risco levantados durante o processo de análise; • Nesta fase, os tomadores de decisão determinam se o tratamento do risco é necessário; • Determinam-se as prioridades de tratamento dos riscos; • A priorização é normalmente designada através da exposição, do potencial do acidente e do setor dos *stakeholders;* • Os seguintes fatores desempenham um papel importante neta etapa: percentual dos empregados expostos, frequência de exposição, probabilidade de ocorrência, etc; • Etapa complexa e importante: requer o conhecimento das atividades no local de trabalho, a urgência das situações, e objetividade.	(POJASEK, 2008; CCOHS, 2017; ISO, 2018a; 2018b)
5. Tratamento do Risco	• Processo de modificação do risco: através da identificação e avaliação do leque de opções para o tratamento de riscos, e posterior preparação e implementação dos planos de tratamento; • As opções de tratamento incluem evitar o risco por meio da descontinuidade da atividade ou fonte de origem, da alteração de sua probabilidade e consequências ou ainda, da partilha do risco com outras instituições.	(POJASEK, 2008; ISO, 2018b;)

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Quadro 1 - Continuação

Considerações importantes sobre as etapas do processo		
Comunicação + Consultas	• É importante envolver as partes interessadas por meio de diálogos e consultas ao invés de fornecer apenas uma diretriz de informação construída por um único tomador de decisão; • *Stakeholders*: os pontos de vista das diferentes partes interessadas podem ter um impacto significativo sobre as decisões tomadas pela organização; • As percepções das partes interessadas de risco devem ser identificadas e integradas no processo de tomada de decisão.	(POJASEK, 2008; ISO, 2018a,2018b;)
Monitoramento + Revisões	• Práticas contínuas de verificação, supervisão, observação crítica ou identificação do plano de gestão, para identificar se o desempenho do mesmo continua pertinente; • Essencial para certificar que as mudanças no local ou procedimentos de trabalho não introduziram novos perigos ou não alteraram os perigos anteriormente classificados como de baixa prioridade a uma prioridade mais elevada; • Os resultados devem ser comunicados a todos os interessados no risco, incluindo as equipes externas que foram consultadas durante o processo de gestão de riscos; • O acompanhamento de "lições aprendidas" deve ser parte fundamental do processo de como rever eventos, planos de tratamento dos riscos e os resultados do tratamento.	(POJASEK, 2008; CCOHS, 2017; ISO, 2018a; 2018b)

Elaborado pelos autores.

Matrizes de classificação de risco também podem ser funcionais, ao passo que, com o uso de ponderações, a magnitude relativa das probabilidades e consequências podem ser refletidas e aplicadas com maior confiabilidade (WIJERATNE; PERERA; SILVA, 2014). Avanços tecnológicos mais recentes têm auxiliado a pesquisa oceânica, principalmente, por meio de modelagens operacionais de previsão das condições dos oceanos. A junção desses modelos com algoritmos, que podem simular os processos adversos relacionados ao petróleo, fornecem uma ferramenta eficaz para prever a evolução, a trajetória e as propriedades do óleo, em acidentes de derramamento. A combinação do modelo resulta em sistemas de informação geográfica (SIG), integrando diferentes fontes de informação geoespacial e algoritmos de análise estatística, facilitando ainda mais a capacidade de avaliação dos riscos inerentes a esses acidentes (ELHAKEEM; ELSHORBAGY; CHEBBI, 2007; FRAZÃO SANTOS *et al.*, 2013). A realização da gestão de riscos costuma levar meses para identificar e avaliar os riscos corretamente, revelando-se um processo contínuo. Neste sentido, uma quantidade considerável de tempo e recursos financeiros é necessária para o seu desenvolvimento (WIJERATNE; PERERA; SILVA, 2014).

3.2 - LEGISLAÇÃO E NORMAS NACIONAIS

Frente ao potencial exploratório da indústria de petróleo e gás em território nacional, as preocupações públicas e políticas relacionadas à segurança e sustentabilidade portuária são inerentes e de responsabilidade da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), que, em 2007, estabeleceu o quadro regimentar de segurança nacional (Brazilian Regulatory Safety Framework, BRSF), para a operação das instalações de produção e de perfuração de petróleo e gás *offshore*, em resposta ao afundamento da plataforma de perfuração da Petrobras P-36, em 2001 (MENDES *et al.*, 2014). O BRSF baseia-se na "gestão de segurança de processos", englobando princípios de gestão e liderança, tecnologias de instalação e práticas operacionais, na forma de sistemas aplicados, para identificar e compreender o processo de controle de riscos, para reduzir os mesmos, manter e proteger a segurança e saúde das pessoas, áreas adjacentes e meio ambiente (SANTOS-REYES; BEARD, 2009).

A Convenção Internacional de Prevenção, Preparação e Responsabilização ao Vazamento de Óleo (*Oil Spill Prevention, Preparedness, and Response*, OSPPR) teve o Brasil como um dos países participantes e foi fundada oficialmente em 1995, exigindo dos países membros, a elaboração de planos nacionais de contingência e de

IVIDES.org

emergência individuais, geralmente, direcionados para terminais, portos e plataformas (WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007). À medida que o trabalho preventivo de acidentes ambientais envolvendo derramamento de petróleo é deficitário e as previsões e probabilidades de ocorrência dos mesmos sejam de difícil inferência, pode-se contar (no âmbito nacional) com os Planos de Emergência Individuais (PEIs), como ferramentas atuantes no combate (e não na prevenção) à contaminação e à poluição por petróleo ou outras substâncias perigosas e nocivas (BRASIL, 2000). Iniciativas como os mapas de vulnerabilidade ambiental ao óleo são obrigações estabelecidas pela legislação nacional (BRASIL, 2008), baseados principalmente nas Cartas de Sensibilidade ao Óleo, ou Cartas SAO (MMA, 2017) e modelos matemáticos dimensionadores da capacidade de deriva da contaminação, que acompanham os Planos de Emergência nas instalações portuárias, desde os terminais e as plataformas até os clubes náuticos (WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007). A metodologia brasileira mais recente para classificação de sensibilidade dos *habitats* costeiros, frente aos vazamentos de petróleo, propõe uma classificação bastante ampla, a fim de padronizar as Cartas SAO (WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007; MMA, 2017), que concentram as informações principais (recursos biológicos e socioeconômicos), para a avaliação de risco de acidentes com derramamento de óleo; e planejamento de contingência, balizando a localização dos recursos costeiros e das áreas mais frágeis (BRASIL, 2017). Vale destacar também a existência do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento ambiental (PDZa), que objetiva a preparação do porto para os licenciamentos de suas instalações (ANTAQ, 2020). No período de implantação de uma instalação portuária, na área do porto organizado, o órgão licenciador faz uma avaliação ambiental do empreendimento e, caso necessário, solicita um estudo de impacto ambiental.

A produção de resíduos sólidos, originados nas atividades de mineração energética, representa elevada periculosidade, principalmente, por abranger substâncias e insumos que englobam a matriz energética brasileira. A regulamentação destas atividades é realizada pela concessão de licenças específicas; pela organização de programas ambientais e pela concessão de licenças de operação (*e.g.*, Projeto de Controle da Poluição); pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), às empresas detentoras de campos e blocos exploratórios, sendo a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e as Resoluções Conama n° 237/1997 e n° 23/1994, as formadoras da estrutura básica, que definem as competências do IBAMA, na área de licenciamento de petróleo *offshore* (IPEA, 2012). A Lei do Óleo, Lei Federal n° 9.966/2000 (BRASIL, 2000), em conjunto com a *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* (MARPOL), proíbe o lançamento de resíduos no mar e repassa ao órgão ambiental, a autorização de aprovação de tecnologias direcionadas à proteção do meio marinho contra a poluição (BRASIL, 2000; WIECZOREK; DIAS-BRITO; CARLOS, 2007; IPEA, 2012; JAHN; COOK; GRAHAM, 2012). Por conseguinte, a Lei de Exploração do Pré-Sal, Lei Federal n° 13.365/2016 (BRASIL, 2016), conta com uma flexibilização da regra e o fim da obrigatoriedade da Petrobras, na exploração do pré-sal. Representa um marco nacional estabelecido pelo governo, que passa a permitir a exploração e a produção de petróleo em território brasileiro, por parte das empresas multinacionais, autorizando um aumento das unidades marítimas, instaladas em alto mar; no número de operadores setoriais; e, consequentemente, a expansão dos impactos ambientais provenientes da produção de resíduos e descarte de efluentes de diversas fontes.

Alguns municípios costeiros são classificados de acordo com o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), que categoriza os ambientes litorâneos em uma escala de 01 a 10. De acordo com seus processos físicos, substrato, tipo de costa, destino e efeito do óleo, e padrões de transporte de sedimentos, é definido o respectivo grau de sensibilidade, direcionando os tomadores de decisão, quanto à sensibilidade da costa frente aos impactos causados por derramamentos de HD. Quanto mais sensível o ambiente, maior seu índice e, para cada previsão de comportamento do óleo, uma ação de resposta é direcionada.

Se tratando da elevada sensibilidade das cidades costeiras, que recebem portos, principalmente, com as embarcações ativas de grande porte, em áreas expostas de manguezal[1] e com comunidades circundantes, as autoridades portuárias, geralmente, delimitam alguns cenários acidentais que, em consonância com os treinamentos e simulados periódicos das equipes profissionais envolvidas, permitem o planejamento das ações corretivas, como por exemplo: (i) despejo através do sistema de drenagem do porto; (ii) ruptura de tanques de combustíveis de automóveis, caminhões e maquinas ferroviárias; (iii) surgimento de óleo de origem desconhecida (manchas órfãs); (iv) esgotamento de mistura de água e óleo, de embarcações de grande porte; (v) acidentes de navegação, com embarcações de grande porte; (vi) acidentes envolvendo embarcações para abastecimento de bunker (ou retirada

[1] Áreas protegidas, ou de preservação permanente, ou reservas ecológicas, conforme o Código Florestal; o Art. 2o, da Lei no 4.771/1965; o Art. 18, da Lei no 6.938/1981; o Decreto no 89.336/1984 e a Resolução CONAMA no 004/1985.

IVIDES.org

de resíduo oleoso); (vii) acidentes envolvendo quedas de máquinas e equipamentos portuários. Vale lembrar que essas iniciativas são majoritariamente de cunho remediativo e desenvolvidas por cada terminal portuário atuante em seus territórios.

Algumas unidades portuárias têm se dedicado à implantação de Sistemas de Gestão Ambiental próprios, buscando atender à Resolução Conama nº 306/2002 (trata da Auditoria Ambiental em Portos Organizados) e alcançar a certificação ISO 14.001, por meio da proposição de alguns objetivos, sendo estes: (i) atender integralmente à legislação ambiental vigente e às normas definidas pela autoridade portuária; (ii) buscar a eficiência na prestação de serviços portuários, tendo como princípios, a conservação e o controle ambientais; (iii) prevenir a poluição em todas as suas formas; (iv) cuidar do patrimônio histórico e cultural da região; (v) estimular a inovação tecnológica, na busca de oportunidades, para o crescimento dos negócios e a melhoria contínua do Sistema de Gestão Ambiental; (vi) promover o treinamento e a capacitação constantes de seus colaboradores. Os devidos financiamento, fiscalização e aplicação dessas ações, muitas vezes, não são realizados efetivamente, motivos desencadeadores das principais deficiências encontradas na estratégia de proteção e prevenção de acidentes, com ênfase em locais de atividades de elevada periculosidade.

As indústrias *offshore* e portuária do Brasil se encontram suscetíveis aos graves acidentes e contam com um modelo regulamentar, obsoleto e inadequado, de ambos os setores, para balizar o desenvolvimento e prevenção de riscos (SILVESTRE, 2014).

3.3 - PORTOS BRASILEIROS

O setor portuário do sudeste brasileiro se destaca no *ranking* de movimentação de cargas nas instalações portuárias (públicas e privadas), na última década (ANTAQ, 2021) (Figura 5). Entretanto, transcorrem algumas situações (tais como, deficiências nos equipamentos de movimentação, complexidade regulatória e as deficiências nos acessos terrestres), que dificultam a competitividade dos portos nacionais, tornando o cenário logístico portuário bastante preocupante no país (HILSDORF; NOGUEIRA NETO, 2016). Uma vez que as diretrizes econômicas e o desenvolvimento do país possuem relação com a evolução do sistema portuário nacional, os portos da região sudeste merecem destaque, pela produção de riqueza, principalmente, no que respeita à atuação do Porto de Santos (GALUZZI SILVA; MATA-LIMA, 2019; GALUZZI-SILVA; MATA-LIMA, 2021). Aproximadamente 24% do perfil de cargas transportadas por meio dos portos corresponde aos granéis líquidos e gasosos (ANTAQ, 2021). Dentre as instalações portuárias com maior movimentação de cargas do país nos últimos anos, destacam-se:

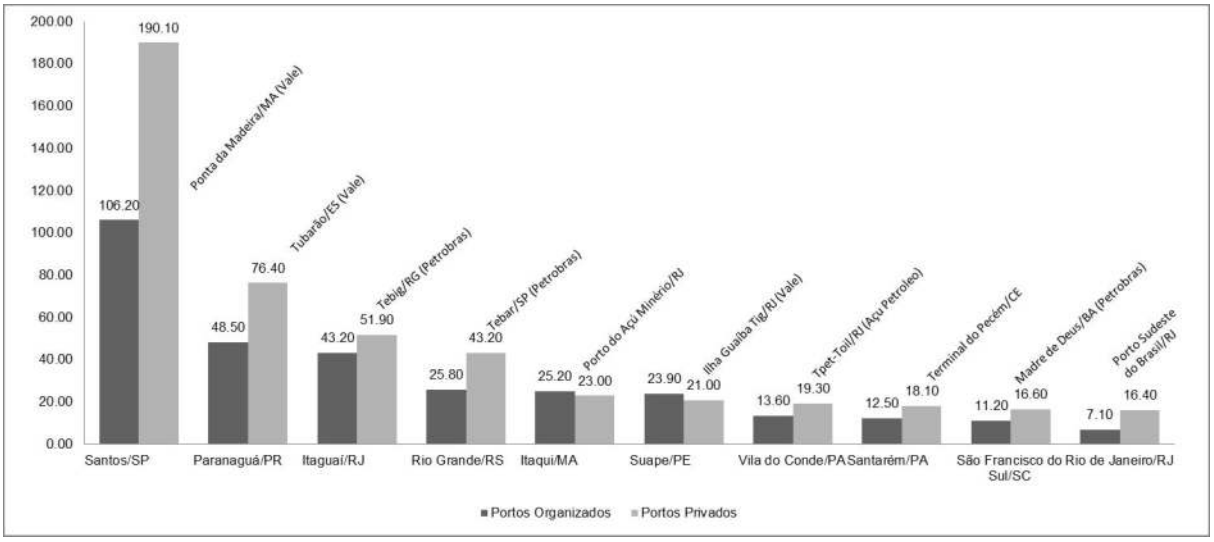


Figura 5 - Instalações portuárias com maior movimentação de cargas no país, em 2019. Elaborada pelos autores, adaptado de ANTAQ (2021).

IVIDES.org

3.4 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO PARA EFEITOS DA GESTÃO DE RISCOS

A caracterização da área de estudo, para efeitos da gestão de riscos, requer o conhecimento de indicadores, concernentes às dimensões ambiental, social, econômica (incluindo tecnológica e operacional) e institucional, visto que, tais indicadores exercem influência na ocorrência de acidentes, bem como, nas estratégias de gestão do risco (ações corretivas e preventivas) (Quadro 2).

Quadro 2 - Exemplo de indicadores relevantes à caracterização da área de estudo, quanto ao risco de derramamento de HD

Dimensão	Tema	Indicador
Ambiental	Clima e Circulação Atmosférica	Precipitação, temperatura, velocidade e orientação dos ventos
	Hidrodinâmica	Agitação marítima, altura de ondas, frequência de ressacas.
	Resíduos	Produção de resíduos
	Morfodinâmica Sedimentar	Dragagem
	Movimentação Portuária	Tráfego marítimo, ocorrência de incêndios, ocorrência de colisões
Socioeconômica /Tecnológica	Embasamento Cientifico	Investimento em pesquisa e desenvolvimento
	Pesca	Produção pesqueira local
	Turismo	Movimentação turística
	Bem-estar Social	Satisfação dos colaboradores e funcionários
	Segurança Operacional	Acidentes de trabalho
Institucional	Políticas e Programas	Qualidade da Política Ambiental
	Gestão Estratégica	Comissão de Gestão Ambiental
	Informação e Divulgação	Livre acesso às informações
	Auditoria	Auditorias periódicas
	Treinamento	Treinamento contínuo dos funcionários

Elaborado pelos autores.

O desenvolvimento das estratégias mais adequadas está atrelado à correta significação entre a ocorrência de incidentes, acidentes e seus respectivos riscos. Um incidente pode ser definido como uma ocorrência repentina não planejada, capaz de reduzir as margens de segurança previstas, podendo ocasionar acidentes ou não (LOURENÇO, 2004); ao passo que os acidentes, são definidos como ocorrências imprevistas, produzidas pela ação natural ou antrópica, que ocasionam danos significativos de abrangência social, econômica e ambiental.

Junto aos levantamentos supracitados, as demandas regionais (*e.g.*, poluição dos ambientes, transporte de água de lastro, exigências e certificações ambientais, impactos da dragagem etc.) devem compor a Agenda Ambiental Portuária, elencada no âmbito do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro.

Os terminais operadores são responsáveis, não só pela operação dos equipamentos e das instalações de suas respectivas propriedades; como também, daquelas sob sua responsabilidade, na forma de arrendamento (ou qualquer outra forma de concessão), localizados em áreas arrendadas à autoridade portuária. Alguns deles, adotam a Política do Sistema de Gestão Integrada (GSI), de Qualidade, Segurança, Meio Ambiente e Saúde (QSMS) corporativa, fundamentada em conformidade com as diretrizes de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS), da respectiva instituição, passando continuamente por processo de adequação, junto às diretrizes internacionais renomadas (*e.g.*, *Marine Terminal Baseline Criteria and Assessment Questionnaire*, da *Oil Companies International Marine Fórum*, OCIMF).

Os procedimentos gerais de prevenção de acidentes envolvendo derramamento de HD ocorrem com a priorização dos locais e das práticas mais sensíveis relacionadas ao porto, tais como: (i) proteção de áreas com comunidades tradicionais ou de pescadores; (ii) áreas com alta sensibilidade ambiental, como, por exemplo, os manguezais; (iii) áreas que afetem a mobilidade urbana do entorno, ou seja, travessias de balsas, catraias e *ferry*

IVIDES.org

boats; (iv) áreas com forte apelo turístico, como as praias e os clubes. Essa ordem é adaptada, de acordo com cada evento ou ocorrência. No âmbito da ocorrência de derramamento de hidrocarbonetos no mar, a atuação da autoridade portuária, geralmente, conta com dois instrumentos e veículos principais de ação, o Plano de Emergência Individual (PEI) e o Plano de Área (PA), para embasar as estratégias de prevenção e combate, frente aos incidentes de poluição por óleo, em águas sob sua jurisdição, segundo as diretrizes da Resolução Conama n° 398/2008. Para que a eficiência desses mecanismos seja sempre a mais elevada possível, devem ser realizados treinamentos e simulados, com toda a equipe de trabalho atuante no porto, bem como, a designação de cenários acidentais de responsabilização.

A autoridade portuária deve contar com embarcações, veículos de apoio e transporte, peças de vestuário e objetos diversos, visando à prevenção e à remediação de vazamentos de HD no mar. São exemplos de dispositivos e equipamentos de segurança, as barreiras de contenção, as barreiras absorventes para hidrocarbonetos, a turfa (*Peat Sorb*), as mantas e os rolos absorventes para hidrocarbonetos, recuperador oleofílico e vertedouro mecânicos (*Skimmers*), recolhedores oleofílico e vertedouro, barreira inflável oceânica, barreiras com flutuadores etc.

4 - ETAPAS DA GESTÃO DE RISCOS

4.1 - LEVANTAMENTO DE DADOS

A estratégia da coleta de dados aplicáveis à gestão de áreas portuárias subdivide-se em etapas, a começar pela pesquisa bibliográfica detalhada sobre as principais causas dos acidentes com derramamento de HD e a avaliação de risco associado no local, normas/regulamentos e outras diretrizes legislativas, com enfoque na tramitação portuária, por meio de documentos oficiais de órgãos internacionais (e nacionais) e administrações de portos. O levantamento das variáveis ambientais e socioeconômicas da área de estudo deve abranger órgãos oficiais, como o IBGE, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional do Estado. Na sequência, considera-se a coleta de informações, mediante a aplicação de questionários semiestruturados aos *stakeholders*, tais como: as entidades responsáveis pela gestão e pela proteção marítima e portuária, instituições governamentais, organizações não-governamentais (ONGs) etc., como forma de incremento às percepções de risco, dos resultados e das tomadas de decisão. Este questionário pode apresentar diferentes modelos, englobando: (i) sessões dissertativas, relacionadas ao significado e à importância da gestão de riscos, no ambiente portuário; fatores críticos e desafios para a redução dos riscos; e responsabilização no alcance dos objetivos designados às ações preventivas (e sugestões para este fim); (ii) sessões categorizadas e classificatórias (*e.g.*, de 0 a 5, escala de "muito fraco" a "muito forte"), envolvendo a efetividade e a aplicabilidade das práticas e das ferramentas de cunho preventivo, nas respectivas instituições.

4.2 - DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS

Os métodos qualitativos direcionam as pesquisas exploratórias (por meio de questionários e entrevistas semiestruturadas, observação direta, entre outros) para o conhecimento do contexto sociocultural/institucional e a formulação de aspectos significativos do problema em questão (SERAPIONI, 2000; TAYLOR; BOGDAN; DEVAULT, 2015). Por outro lado, a pesquisa pode ser traduzida também numericamente (*e.g.*, estimativas, frequências/taxas e avaliações estruturadas), recorrendo aos métodos quantitativos (SALE; LOHFELD; BRAZIL, 2002; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010). Por conseguinte, a triangulação de métodos parte da conjugação de múltiplos métodos, a fim de obter uma análise completa do problema, de forma a produzir evidências objetivas para orientar a tomada de decisão (COX; HASSARD, 2005). Logo, para diagnosticar a situação de referência e propor ações preventivas, no que tange à gestão de riscos de acidentes de derramamento de HD na zona costeira, consideram-se métodos qualitativos, quantitativos e a triangulação de métodos.

IVIDES.org

4.2.1 - IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO: CAUSAS DO DERRAMAMENTO DE HD

Para identificação do perigo, considera-se que os acidentes envolvendo derramamento de HD se concentram em áreas com elevado tráfego de navios e extração de hidrocarbonetos (DUKE, 2016). Seguidamente, baseia-se no fato de os acidentes dos últimos anos estarem tipicamente relacionados com as seguintes causas:

- Vazamentos e rupturas de condutos (*pipelines*) (ALJAROUDI *et al*., 2015) – as fugas e rupturas ocorrem respectivamente quando a corrosão penetra completamente a espessura do conduto e quando a pressão de serviço (ou de operação) excede a máxima pressão suportável em uma região afetada do conduto;
- Derramamento devido à colisão e naufrágio de navios (SINGH, 2014) – esse tipo de acidente está geralmente associado às condições climáticas, insuficiente planejamento da viagem e fadiga da tripulação;
- Explosão de tanques nas imediações do porto – está frequentemente relacionada com as condições inseguras do trabalho, proporcionado pelas empresas petroquímicas e atos inseguros dos trabalhadores (*i.e.*, violação das normas de segurança).

O questionário semiestruturado visa obter dados secundários (percepção dos *stakeholders* e visão institucional) sobre as dimensões ambiental e socioeconômica dos problemas relativos à segurança na gestão e exploração de portos. O procedimento adotado para aplicação dos questionários deve seguir o método *Delphi*, amplamente descrito em trabalhos anteriores (HASSON; KEENEY; MCKENNA, 2000; LINSTONE; TUROFF, 2002; OKOLI; PAWLOWSKI, 2004). Esse método é adequado, porque envolve questionário interativo, que passa várias vezes pelo mesmo grupo de *stakeholders* (participantes incluídos no *focus group* (grupo focal), habitualmente, entre 5 e 10 elementos), protegendo o anonimato. Os dados coletados mediante o questionário devem ser tabulados e analisados, antes de se voltar a aplicar o questionário ao mesmo grupo de *stakeholders.* Nessa nova rodada, o fato de os envolvidos terem acesso aos resultados e justificativas apresentadas anteriormente permite que possam analisar novamente as suas respostas prévias para reduzir as eventuais divergências, admitindo esse conjunto de respostas como a previsão do grupo (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000). As principais vantagens do método consistem no seguinte: (i) explorar conceitos e informações de diferentes origens e interpretações; (ii) buscar referências, que possam criar um consenso entre as diferentes colocações do grupo considerado; (iii) correlacionar conceitos de áreas/temáticas distintas; (iv) comunicar e transmitir ao grupo os diferentes aspectos levantados e inter- relacionados (HASSON; KEENEY; MCKENNA, 2000). São exemplos de aspectos relacionados às dimensões ambiental e socioeconômica da gestão e exploração de porto: dragagem, transporte, presença de embarcações atracadas, emissões atmosféricas, produção de resíduos (sólidos e oleosos), demanda por mão-de-obra, demanda de aquisição de bens e serviços, intensidades da atividade pesqueira, turística e do tráfego marítimo. Finalmente, a análise de riscos (STONEHOUSE; MUNFORD, 1994; GOERLANDT; MONTEWKA, 2015; SHAMI *et al.*, 2017) subsidia a caracterização das falhas relacionadas às operações, susceptíveis de provocar o derramamento de HD no mar, bem como, propor medidas mitigatórias, visando à gestão de riscos.

4.2.2 - IDENTIFICAÇÃO DE ASPECTOS AMBIENTAIS

A identificação de aspectos ambientais requer a discriminação das atividades do porto que possam interagir com o ambiente. A matriz proposta (Quadro 3) resulta da modificação do procedimento de avaliação ambiental proposto por autores estadunidenses (LEOPOLD *et al.*, 1971), a qual são relacionadas as atividades do porto, com os aspectos ambientais procedendo-se da seguinte maneira: (i) verificar para cada uma das atividades do porto, quais são os aspectos ambientais aplicáveis (*e.g.*, descarga na água, emissão para solo etc.); (ii) avaliar se o aspecto ambiental é significativo e quais os pesos atribuídos. Vale ressaltar que a importância de cada aspecto depende, entre outros fatores, da localização do porto, do tipo de ocupação urbana, do tamanho e do tipo de zona costeira.

IVIDES.org

Quadro 3 - Modelo de matriz de atividades portuárias *vs.* aspectos ambientais

Aspectos ambientais	**Atividades**	Armazenamento de combustível em tanques	Abastecimento de combustível	Transporte de combustível em condutos	Transporte de granéis líquidos, sólidos, carga solta, contêineres e passageiros	Manutenção de máquinas, equipamentos e embarcações	Operações de carga e descarga	Manutenção do sistema viário e ferroviário interno do porto	Manutenção do canal de acesso marítimo (dragagem de manutenção e aprofundamento de berços)	Captação, produção e distribuição de energia elétrica	**TOTAL**
Descarga / Vazamento na água											
Emissões para a atmosfera (e.g. COV)											
Emissões para os sedimentos											
Emissões para o solo											
Produção de residuos											
Ruído											
Odor											
Consumo de recursos											
Alteração dos *habitats* costeiros											

Elaborado pelos autores, a partir de Leopold *et al*. (1971).

Este procedimento permite efetuar o levantamento exaustivo das potenciais causas de acidentes/impactos ambientais e como o derramamento de HD pode contribuir para acentuar tais impactos.

4.2.3 - AVALIAÇÃO DE RISCO DE DERRAMAMENTO DE HD

O risco de poluição por HD pode ser avaliado em função de indicadores, como a probabilidade de impacto *(p)* e o tempo para primeiro impacto *(t)* (LEE; JUNG, 2015). A probabilidade do impacto é fundamental para definição da área a proteger do derramamento de HD, razão pela qual, a alocação de recursos e o plano de emergência dependem de *(p)*. Por outro lado, existe a necessidade de priorizar as áreas, no âmbito do plano de

IVIDES.org

emergência, em função da localização do acidente. Assim, o tempo para o primeiro impacto do HD derramado é essencial para a coordenação da capacidade de resposta em situação de emergência. Quando existem registros detalhados de vazamentos, a probabilidade de impacto *(p)* e o tempo para o primeiro impacto *(t)* podem ser quantificados pelas Eqs. 2 e 3:

$$p = \sum_{i=0}^{n} \frac{Ai}{Atotal} \quad (2)$$

onde:

- **n** – número de acidentes com derramamento de HD
- **Ai** – quantidade de HD derramado no acidente i em cada área específica e *A total* – quantidade total de HD derramado no acidente i

$$t = T - T_0 \quad (3)$$

onde:

- **T** – tempo que o HD demora a alcançar a área (ou hora de chegada)
- $\mathbf{T_0}$ – hora de ocorrência do acidente.

O uso do (*t)* requer que cenários de possíveis acidentes sejam simulados em modelos hidrodinâmicos de dispersão de poluentes (HD), para que se possa prever o *(t)* referente a várias condições atmosféricas e em função da localização do acidente. Contudo, a existência de informação detalhada sobre (1) a quantidade de HD derramado no acidente *i*, em cada área específica (*Ai*); (2) o tempo que o HD demora a alcançar uma determinada área (*T*) é fundamental para calcular a probabilidade do impacto e o tempo para o primeiro impacto. No que concernce ao *T*, estudos de modelagem, referentes à hidráulica marítima e à engenharia costeira, permitem definir os cenários mais prováveis. À semelhança de estudos recentes (GRIFOLL *et al*., 2010; GOMEZ *et al.*, 2015), é possível optar por estimar a probabilidade *(p)*, como índice de frequência da ocorrência dos incidentes e acidentes, considerando a não existência de dados que permitam obter *Ai* referentes a acidentes anteriores.

A combinação da probabilidade do evento danoso (*p*) com a vulnerabilidade dos elementos expostos ao risco (*e.g.*, pessoas, bens materiais, ecossistema natural e os serviços dele resultantes) permite quantificar o risco, com base na equação 1, em baixo, médio ou alto. Para a classificação do risco, considera-se uma escala de 0 a 1; e a atribuição da pontuação resulta do (i) tratamento estatístico dos dados, referentes a acidentes anteriores, para a estimativa da probabilidade (*p*) e (ii) análise da magnitude da consequência (C), considerando as características do porto, as atividades portuárias, a ocupação e o uso da área envolvente. Finalmente, o risco é classificado adotando-se o seguinte critério:

$0{,}75 < R \leq 1{,}00 \rightarrow$ Alto
$0{,}50 < R \leq 0{,}75 \rightarrow$ Médio
$R \leq 0{,}50 \rightarrow$ Baixo

Essa abordagem permite suprir a carência de informação sobre o risco potencial de derramamento de HD devido a acidentes, estimular a gestão preventiva de riscos (baseada na análise espacial e temporal das variáveis que contribuem para o acidente), diminuir o agravamento de suas consequências e a produção de informação de fácil interpretação, para os tomadores de decisão (Quadro 4).

IVIDES.org

Quadro 4 - Exemplo de classificação do risco de derramamento de HD no mar

Fatores do Risco	Variável	Indicador	Critério de Classificaçao		Observação
Probabilidade	Frequência	Frequência de ocorrência (F) de derramamentos de HD	Alta 1,00 F>11 Média 0,75 7-11 Baixa 0,50 0-5		Conforme o tratamento estatistico de dados e recomendações de Grifoll *et al.*, 2010. O 'F' refere-se ao número de ocorrência de derramamento de HD no ano, e para efeito de classificação deve-se considerar a maior frequência anual do período designado pelo responsável.
Consequência	Exposição	Proximidade (P, km)	Alta 1,00 P<5km Média 0,75 5-10 Baixa 0,50 ≥10		Proximidade (medida em km) dos elementos expostos relativamente ao(s) local(is) de perigo (*vide* (GRIFOLL et al., 2010; GOMEZ et al., 2015; LEE; JUNG, 2015). A proximidade leva a que os elementos expostos ao risco sofram danos: (i)pessoas – inibição do usufruto da zona costeira (beleza da paisagem, atividade fisicam lazer, etc.); (ii)bens – desvalorização econômica; (iii)comércio e serviços – redução da capacidade de atrair clientes; (iv)ecossistemas – desequilíbrio funcional.
	Vulnerabilidade	Susceptibilidade	Alta 1,00 Média 0,75 Baixa 0,50	Varia em função do elemento considerado	Consideram-se elementos, tais como estratégias ara otimização de procedimentos e redução de imprevistos, a existência de dispositivos de proteção e minimização dos impactos, programas de monitoramento, plano de segurança entre outros. Caso exista estudos hidrodinâmicos com estimativas de tempo para o primeiro impacto (t), este deve constar imprescindivelmente na analise. Neste contexto, a análise realizada recorre a métodos classificados como subjetivos (IBÁÑEZ-FORÉS; BOVEA; PÉREZ-BELIS, 2014) e que se baseiam no conhecimento da área e no histórico de acidentes anteriores.
		Dano	Alta 1,00 Média 0,75 Baixa 0,50	Varia em função do elemento considerado	Prejuizos ambiental (PA) e socioeconomico (PE). PA refere-se a quantidade de ecossistemas afetados (manguezal, estuário, praias e dunas costeiras) e a magnitude do impacto. PE corresponde a inibiçãodos serviços do ecossistemas, impacto na saúde e perturbação de atividades socioeconômicas.
Onde: $R=\sum_{i=1}^{n} PiCi$, com $Ci=\lvert EV\rvert i$ e $Vi=Si\,Di$					

Elaboração própria.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 - LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A ausência de dados e informações de estimativas do tempo *(T)* que o HD demora a alcançar as áreas do entorno após derramamento (ou hora de chegada) pode impossibilitar o uso do tempo para o primeiro impacto *(t)* na avaliação da vulnerabilidade. É importante frisar que a elevada incerteza e carência de informações (*e.g.*, volume, frequência e custo dos derramamentos) representam uma preocupação para pesquisadores, a nível global (KONTOVAS; PSARAFTIS; VENTIKOS, 2010; GUO, 2017) .

A falta de oportunidade e aproximação, para analisar a capacidade dos *stakeholders* (diferentes partes interessadas, como serviços de proteção civil, unidades de saúde, governo local, serviço de proteção ambiental, ONGs etc.) envolvidos no plano de gestão do risco, fazendo-os agirem de forma coordenada, é um ponto fraco, visto ser um elemento importante para classificar a vulnerabilidade e a severidade dos acidentes (RONZA *et al.*, 2006).

IVIDES.org

Finalmente, a subjetividade é um dos aspectos comuns aos estudos de avaliação do risco, uma vez que a classificação da exposição e vulnerabilidade pode variar, em função da formação, experiência e percepção dos envolvidos na realização do estudo, bem como, envolver condições pouco específicas, no que tange aos eventos envolvendo derramamentos de HD (WHITE; MOLLOY, 2003; AZEVEDO *et al*., 2014; GUO, 2017).

6.2 - CONCLUSÃO

Para uma melhor aplicação do princípio da precaução e efetiva prevenção de acidentes nos portos, é fundamental garantir a identificação das principais causas de acidentes, a conscientização dos *stakeholders* (partes interessadas), visando ao aumento da percepção de risco e à criação de normas e regulamentos, como instrumento da gestão de riscos (Figura 6).

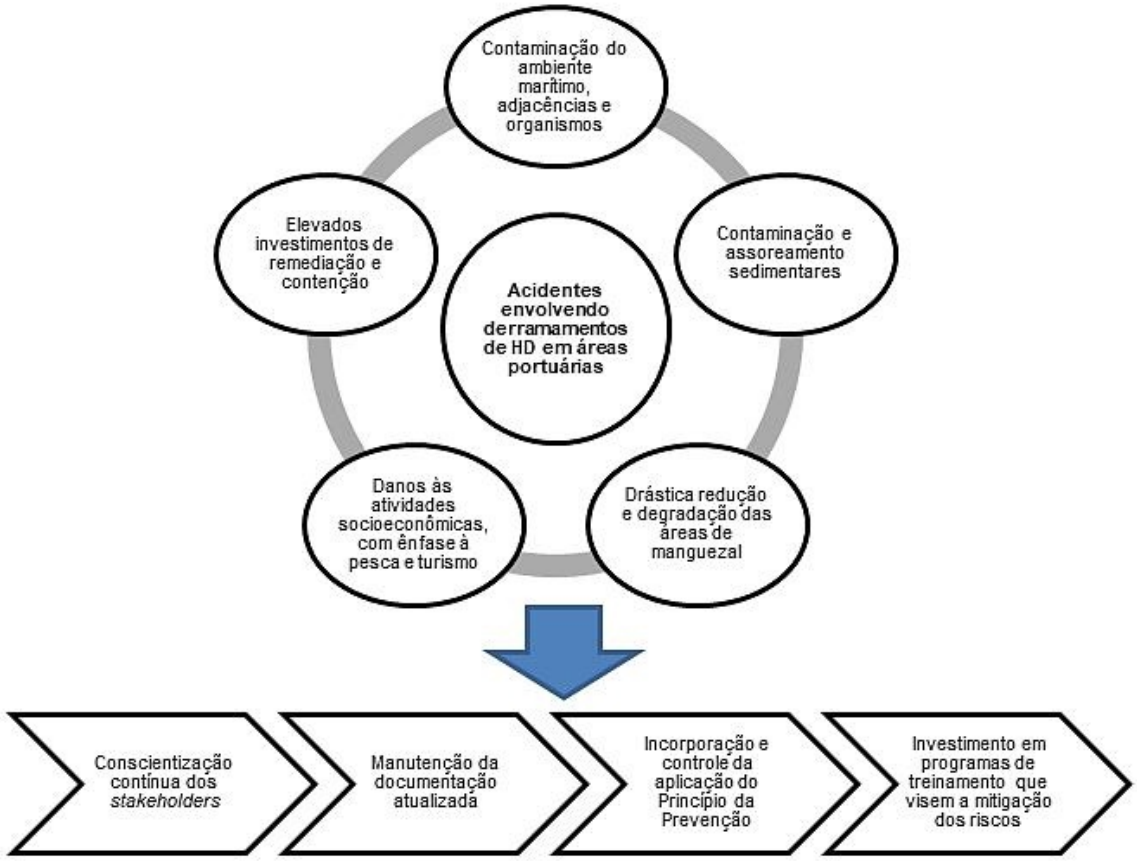


Figura 6 - Síntese para a aplicação da gestão integrada de riscos em áreas portuárias. Elaborado pelos autores.

Cumpre destacar, que os acidentes envolvendo o derramamento de HD, majoritariamente, resultam de condições inseguras (criadas pela organização responsável pela gestão de portos e espaço marítimo) e atos inseguros (comportamento imprudente do colaborador ou do grupo de colaboradores). O fato de, na prática, a gestão integrada do risco não constituir uma realidade, realça a necessidade de estudos que visem a contribuir para a elaboração e a concretização de boas práticas, no âmbito da gestão de riscos.

A diversidade de ocupação e uso do espaço envolvendo os portos, a multiplicidade de aspectos ambientais identificados (e os seus impactos sistêmicos) aumentam a complexidade da análise e da gestão de risco. Tal complexidade requer a definição de prioridades, no que concerne à gestão do risco. Assim, devem ser preconizadas: (i) a identificação das principais fontes de perigo (*hazard*), mediante a inventariação de aspectos ambientais (incluindo as dimensões econômica, social e ambiental), associados às diferentes atividades realizadas no porto; (ii) a estimativa da probabilidade de falha (ocorrência de derramamento de HD); e (iii) a análise da exposição e vulnerabilidade dos diferentes elementos, como condição necessária para responder às questões, como:

IVIDES.org

- Onde (atividade) investir na redução do risco?
- O esforço deve se concentrar na redução da probabilidade de ocorrência da falha ou na redução da exposição dos elementos (*e.g.*, pessoas, bens e serviços)?
- Como reduzir a vulnerabilidade, sem grandes mudanças estruturais (*e.g.*, desocupação de áreas de elevado risco, instalação de dispositivos de proteção)?

A contribuição apresentada neste capítulo fornece diretrizes para responder a todas as questões acima descritas e, consequentemente, definir ações corretivas e preventivas.

REFERÊNCIAS

ALJAROUDI, A.; KHAN, F.; AKINTURK, A.; HADDARA, M.; THODI, P. Risk Assessment of Offshore Crude Oil Pipeline Failure. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 37, p. 101–109, 2015. DOI: 10.1016/j.jlp.2015.07.004.

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). Planejamento Ambiental Portuário. **Portal ANTAQ**, *[S.l.]*, v. Meio Ambie, 2020. Disponível em: http://portal.antaq.gov.br/index.php/meio-ambiente/planejamento-ambiental-portuario/. Acesso em 1 mar 2021.

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). **Sistema de Informações Gerenciais (SIG)**. 2021. Disponível em: http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/. Acesso em 1 mar 2021.

APS, Autoridade Portuária de Santos. **Facts and Figures**. [s.l: s.n.], 2020a. Disponível em: http://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/Facts-Figures-light-3.pdf.

APS (Autoridade Portuária de Santos). Resolução DIPRE n° 177.2020. 2020b. p. 83.

AVEN, T.; ZIO, E. Foundational Issues in Risk Assessment and Risk Management. **Risk Analysis**, *[S.l.]*, v. 34, n. 7, p. 1164–1172, 2014. DOI: 10.1111/risa.12132.

AZEVEDO, A.; OLIVEIRA, A.; FORTUNATO, A. B.; ZHANG, J.; BAPTISTA, A. M. A cross-scale numerical modeling system for management support of oil spill accidents. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 80, n. 1–2, p. 1–16, 2014. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.01.028.

BALMAT, J. F.; LAFONT, F.; MAIFRET, R.; PESSEL, N. A decision-making system to maritime risk assessment. **Ocean Engineering**, *[S.l.]*, v. 38, p. 171–176, 2011. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2010.10.012.

BARRETO FILHO, A. d. A.; SOUZA, T. M. De. Planejamento para o Suprimento Energético Sustentável : Implantação de Novas Tecnologias , Eficiência e Compatibilidade Ambiental Estratégias , Eficiência e Impactos Ambientais. *In*: **XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Energia** - COBENGE 2009, [Anais ...], [S.l.], [s.n.], p.1-8.

BARRIEU, P.; SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. Management Science. **Management Science**, *[S.l.]*, v. 52, n. 2, p. 1145–1154, 2006. DOI: 10.1287/mnsc.1060.0527.

BEKEFI, T.; EPSTEIN, M. J. Integrating Social and Political Risk Into ROI Calculations a practical method for integrating these risks into. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 20, n. 3, p. 11–23, 2011. DOI: 10.1002/tqem.

BEYER, J.; TRANNUM, H. C.; BAKKE, T.; HODSON, P. V.; COLLIER, T. K. Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill : A review. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 110, n. 1, p. 28–51, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.027.

BOUMA, J. J.; FRANÇOIS, D.; TROCH, P. Risk assessment and water management. **Environmental Modelling & Software**, *[S.l.]*, v. 20, n. 2, p. 141–151, 2005. DOI: 10.1016/j.envsoft.2003.09.002.

BRASIL. **Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, edição extra, 24 abr. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Conama n° 398, de 11 de junho de 2008**. Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jan. 2008.

BRASIL. **Lei n° 13.365, de 29 de novembro de 2016**, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2016.

BREITLING, U. Latin America : the new role of training in the port restructuring process. *In*: **International Port Training Conference**—IPTC 1999, [Anais ...], [S.l.], [s.n.], p. 27.

CASTANEDO, S.; JUANES, J. A.; MEDINA, R.; PUENTE, A.; FERNANDEZ, F.; OLABARRIETA, M.; POMBO, C. Oil spill vulnerability assessment integrating physical , biological and socio-economical aspects : Application to the Cantabrian coast (Bay of Biscay, Spain). **Journal of Environmental Management**, *[S.l.]*, v. 91, n. 1, p. 149–159, 2009. DOI: 10.1016/j.jenvman.2009.07.013.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Breve história do petróleo no Brasil e em São Paulo e principais acidentes**. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/Principais-Acidentes-Brasil-.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

CIRER-COSTA, J. C. Tourism and its hypersensitivity to oil spills. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 91, n. 1, p. 65-72, 2014. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.027.

CONSIDINE, M.; HALL, S. M. The major accident risk (MAR) process - developing the profile of major accident risk for a large multi national oil company. **Process Safety and Environmental Protection**, *[S.l.]*, v. 87, n. 1, p. 59–63, 2008. DOI: 10.1016/j.psep.2008.04.008.

COX, J. W.; HASSARD, John. Triangulation in Organizational Research : A Re-Presentation. **Organization**, *[S.l.]*, v. 12, n. 1, p. 109–133, 2005. DOI: 10.1177/1350508405048579.

DAMACENA, F. D. L.; SILVA, R. C. Da. Bioinvasão por água de lastro: um problema de direito e uma ameaça à sustentabilidade. **Revista Eletrônica Direito e Política**, *[S.l.]*, v. 10, n. 1, p. 175–196, 2015.

DARBRA, R. M.; RONZA, A.; CASAL, J.; STOJANOVIC, T. A.; WOOLDRIDGE, C. The Self Diagnosis Method - A new methodology to assess environmental management in sea ports. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 48, n. 5–6, p. 420–428, 2004. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2003.10.023.

DECOLA, E.; FLETCHER, S. **An Assessment of the Role of Human Factors in Oil Spills from Vessels**. Eldovia, Alaska: Elise DeCola and Sierra FletcherNuka Research & Planning Group, 2006. Disponível em: https://www.pwsrcac.org/wp-content/uploads/filebase/programs/oil_spill_response_operations/role_of_human_factors_in_vessel_oil_spills.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

DINWOODIE, J.; TUCK, S.; KNOWLES, H.; BENHIN, J.; SANSOM, M. Sustainable Development of Maritime Operations in Ports. **Business Strategy and the Environment**, *[S.l.]*, v. 21, n. 2, p. 111–126, 2012. DOI: 10.1002/bse.718.

DOERFFER, J. W. **Oil spill response in the marine environment**. [*S.l.*]: Elsevier, 1992.

DUKE, N. C. Oil spill impacts on mangroves: Recommendations for operational planning and action based on a global review. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 109, n. 2, p. 700-715, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.082.

ELHAKEEM, A. A.; ELSHORBAGY, W.; CHEBBI, R. Oil spill simulation and validation in the Arabian (Persian) Gulf with special reference to the UAE coast. **Water, Air, and Soil Pollution**, *[S.l.]*, v. 184, n. 1–4, p. 243-254, 2007. DOI: 10.1007/s11270-007-9413-1.

ESPO (European Sea Ports Organization). (org.). **Port Performance I - Port Performance Indicators (Selection and Measurement indicators)**. Project Executive report (PPRISM WP4 D4.2). [*S.l.*], [s.n.], 2012. Disponível em: https://www.espo.be/media/pages/12-01-25_-_PPRISM_WP4_Deliverable_4.2_Website.pdf. Acesso em 05 fev. 2021.

FRAZÃO SANTOS, C.; MICHEL, J.; NEVES, M.; JANEIRO, J.; ANDRADE, F.; ORBACH, M. Marine spatial planning and oil spill risk analysis: Finding common grounds. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 74, n. 1, p. 73-81, 2013. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.07.029.

IVIDES.org

GALUZZI SILVA, M. C. da; MATA-LIMA, H. Oil spill risk mana gement in the coastal zone: The case of Port of Santos. **Finisterra**, *[S.l.]*, v. 54, n. 111, p. 61-80, 2019. DOI: 10.18055/finis17216.

GALUZZI-SILVA, M. C.; MATA-LIMA, H. Risk assessment of accidental oil release in a coastal region: the são paulo case study. **Maritime Policy & Management**, *[S.l.]*, p. 1-15, 03 set. 2021. DOI: 10.1080/03088839.2021.1968057.

GALVANESE, C.; FAVARETO, A. Dilemas do planejamento regional e as instituições do desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Ciencias Sociais**, *[S.l.]*, v. 29, n. 84, p. 73–86, 2014. DOI: 10.1590/S0102-69092014000100005.

GESAMP (Joint Group Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities**. London: International Maritime Organization - IMO, 2007.

GIERCZAK, M. The quantitative risk assessment of MINI , MIDI and MAXI Horizontal Directional Drilling Projects applying Fuzzy Fault Tree Analysis. **Tunnelling and Underground Space Technology**, *[S.l.]*, v. 43, p. 67-77, 2014. DOI: 10.1016/j.tust.2014.04.003.

GOERLANDT, F.; MONTEWKA, J. A framework for risk analysis of maritime transportation systems : A case study for oil spill from tankers in a ship – ship collision. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 76, p. 42-66, 2015. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.009.

GOMEZ, A. G.; ONDIVIELA, B.; PUENTE, A.; JOSÉ A. Environmental risk assessment of water quality in harbor areas : A new methodology applied to European ports. **Journal of Environmental Management**, *[S.l.]*, v. 155, p. 77-88, 2015. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.01.042.

GRIFOLL, M.; JORDÀ, G.; BORJA, Á.; ESPINO, M. A new risk assessment method for water quality degradation in harbour domains , using hydrodynamic models. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 60, n. 1, p. 69-8, 2010. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.08.030.

GUO, W. Development of a statistical oil spill model for risk assessment. **Environmental Pollution**, *[S.l.]*, v. 230, p. 945–953, 2017. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.07.051.

HASSON, F.; KEENEY, S.; MCKENNA, H. P. Research guidelines for the Delphi Survey Technique. **Journal of Advanced Nursing**, *[S.l.]*, v. 32, n. 4, p. 1008–1015, 2000. DOI: 10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x.

HEARN, G. N.; FOTH, M.; STEVENSON, T. Community Engagement for Sustainable Urban Futures. **Futures**, *[S.l.]*, v. 43, n. 4, 2010.

HEIDERSCHEIDT, D.; PEREIRA, J.; BURGHARDT, J. E.; SILVA, L. A. da; OLIVEIRA, S. C. de. Conceitos aplicados à poluição do solo decorrente do derrame de petróleo e seus derivados. **Maiêutica - Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, *[S.l.]*, v. 4, n. 1, p. 7–14, 2016.

HÉMERY, D.; JEAN-CLAUDE, D.; DELÉAGE, J. P. **Uma história da energia**. [*S.l.*], [s.n.]. Disponível em: https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/memoria_maio_10.pdf. Acesso em: 8 abr. 2021.

HILSDORF, W. de C.; NOGUEIRA NETO, M. de S. Porto de Santos: Prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso. **Corrosion Engineering Science and Technology**, *[S.l.]*, v. 23, n. 1, p. 219–231, 2016. DOI: 10.1590/0104-530X1370-14.

HOLLNAGEL, P. E. **Safety-I and Safety–II: the past and future of safety management**. [*S.l.*] : Ashgate Publishing, 2014.

HOU, Y. Environmental accident and its treatment in a developing country : a case study on China. **Environmental Monitoring and Assessment**, *[S.l.]*, v. 184, n. 8, p. 4855-4859, 2012. DOI: 10.1007/s10661-011-2307-0.

HUZ, R. de la; LASTRA, M.; JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIÉITEZ, J. M. Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches : Preliminary study of the ‘“ Prestige ”’ oil spill. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, *[S.l.]*, v. 65, n. 1–2, p. 19-29, 2005. DOI: 10.1016/j.ecss.2005.03.024.

IMO (International Maritime Organization). **International shipping facts and figures – information resources on trade, safety, security, environment**. 2012. Disponível em: https://imo.libguides.com/c.php?g=659460&p=4761068. Acesso em: 10 mar. 2021.

IVIDES.org

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Relatório de Pesquisa. **Diagnóstico da Situação Atual dos Resíduos Sólidos das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural nas Bacias Sedimentares Marítimas do Brasil**. Brasília: IPEA, 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7701/1/RP_Diagnóstico_2012.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

ISMAIL, Z.; KARIM, R. Some technical aspects of spills in the transportation of petroleum materials by tankers. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 51, n. 1, p. 202-208, 2013. DOI: 10.1016/j.ssci.2012.06.024.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 9001**. Quality Management Systems - Requirements (ISO 9001:2015), 2015. Disponível em: https://www.iso.org/standard/62085.html. Acesso em: 10 mar. 2021.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 14001**. Environmental management systems - specification with guidance for use (ISO 14001:2015), 2015. Disponível em: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 45001**. Occupational Health and Safety (ISO 45001:2018), 2018a. Disponível em: https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html. Acesso em: 2 mar. 2021.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 31000**. Risk management - principles and guidelines (ISO 31000:2018), 2018b. Disponível em: https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html. Acesso em: 2 mar. 2021.

ITOPF (The International Taker Owners Pollution Federation Limited). **Fate of Oil Spills ITOPF Guides**. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/. Acesso em: 2 mar. 2021.

JAHN, F.; COOK, M.; GRAHAM, M. **Introdução à exploração e produção de hidrocarbonetos**. 2. ed. [*S.l.*]: Elsevier, 2012.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A. **Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices**. [*S.l.*]: World Bank Publications, 2010.

KIM, I. A comparison between the international and US regimes regulating oil pollution liability and compensation. **Marine Policy**, *[S.l.]*, v. 27, n. 3, p. 265-279, 2003. DOI: 10.1016/S0308-597X(03)00005-8.

KITZMANN, D.; ASMUS, M. Gestão ambiental portuária: desafios e possibilidades. **Revista de Administração Pública**, *[S.l.]*, v. 40, n. 6, p. 1041–1060, 2006. DOI: 10.1590/S0034- 76122006000600006.

KONTOVAS, C. A.; PSARAFTIS, H. N.; VENTIKOS, N. P. An empirical analysis of IOPCF oil spill cost data. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 60, n. 9, p. 1455-1466, 2010. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.05.010.

LEE, M.; JUNG, J. Y. Pollution risk assessment of oil spill accidents in Garorim Bay of Korea. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 100, n. 1, p. 297-303, 2015. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.08.037.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. **A procedure for evaluating environmental impact**. [S.l.], [s.n.], 1971.

LI, P.; CAI, Q.; LIN, W.; CHEN, B.; ZHANG, B. Offshore oil spill response practices and emerging challenges. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 110, n. 1, p. 6-27, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.020.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi Method - Techniques and Applications**. [*S.l.*] : Addison-Wesley Educational Publishers Inc, 2002.

LIUBARTSEVA, S.; DOMINICIS, M. De; ODDO, P.; COPPINI, G.; PINARDI, N.; GREGGIO, N. Oil spill hazard from dispersal of oil along shipping lanes in the Southern Adriatic and Northern Ionian Seas. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 90, n. 1–2, p. 259-272, 2014. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.10.039.

LOPES, C. F. **Dispersantes químicos - queima in situ.** [*S.l.*], [s.n.] São Paulo: CETESB, 28 e 29 mar. 2012. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/cetesb-dispersantes-queima-insitu.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021. (apresentação de palestra).

LOURENÇO, L. 1.Ocorrências, Incidentes, Acidentes e Desastres. *In*: L. Lourenço. **Riscos Naturais e Protecção do Ambiente**. Coimbra: Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais (NICIF); Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (FLUC), 2004. 44p. p. 17–21. (Coletâneas Cindínicas; I) (Coleção Estudos; 44).

IVIDES.org

LUKO, S. N. Risk Assessment Techniques. **Quality Engineering**, *[S.l.]*, v. 26, n. 3, p. 379–382, 2014. DOI: 10.1080/08982112.2014.875769.

MALLET, S.; GUERRA, G.; FANTINELLI, J. T. A aproximação entre tecnologia e economia: os emergentes papéis da energia. **Revista de Estudos Sociais**, *[S.l.]*, v. 3, n. 5, p. 33-58, 2001.

MARTIN-ORTEGA, J.; BROUWER, R.; AIKING, H. Application of a value-based equivalency method to assess environmental damage compensation under the European Environmental Liability Directive. **Journal of Environmental Management**, *[S.l.]*, v. 92, n. 6, p. 1461-1470, 2011. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.12.001.

MATA-LIMA, H. Hydrologic Design That Incorporates Environmental, Quality, and Social Aspects. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 15, n. 3, p. 51–60, 2006. DOI: 10.1002/tqem.

MATA-LIMA, H.; Morgado-Dias, F. ; SILVA, M. C. G. ; ALCANTARA, K. D. ; ALMEIDA, J. A. . A Systematic Framework for the Design and Implementation of a Quality Management Practice: The Case of a Consulting Engineering Company. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 25, p. 49-61, 2016. DOI:10.1002/tqem.21465.

MATOS, F. d. O.; VASCONCELOS, F. P. Içar velas: algumas considerações sobre as venturas na relação entre o homem e o mar. **Acta Geográfica**, *[S.l.]*, v. 4, n. 7, p. 67-78, 2010. DOI: 10.5654/actageo2010.0407.0005.

MENDES, P. A. S.; HALL, J.; MATOS, S.; SILVESTRE, B. Reforming Brazil ' s offshore oil and gas safety regulatory framework : Lessons from Norway , the United Kingdom and the United States. **Energy Policy**, *[S.l.]*, v. 74, p. 443-453, 2014. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.08.014.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. Brasília, DF: MMA, 2017.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil - elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Anna Blume, 2007.

OKOLI, C.; PAWLOWSKI, S. D. The Delphi method as a research tool : an example , design considerations and applications. **Information & Management**, *[S.l.]*, v. 42, n. 1, p. 15-29, 2004. DOI: 10.1016/j.im.2003.11.002.

PAPADONIKOLAKI, G. ..; ALTAN, Y. ..; STAMOU, A. ..; OTAY, E. N.; CHRISTODOULOU, G. C.; COPTY, N. K.; TSOUKALA, V. K.; TELLI-KARAKOC, F.; PAPADOPOULOS, A. Risk assessment of oil spill accidents. **Global NEST Journal**, *[S.l.]*, v. 16, n. 4, p. 743–752, 2014. DOI: 10.30955/gnj.001274.

PENG, J.; SONG, Y.; YUAN, P.; XIAO, S.; HAN, L. An novel identification method of the environmental risk sources for surface water pollution accidents in chemical industrial parks. **Journal of Environmental Sciences**, *[S.l.]*, v. 25, n. 7, p. 1441–1449, 2013. DOI: 10.1016/S1001-0742(12)60187-9.

POJASEK, R. B. Risk Management 101. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 17, n. 3, p. 95-101, 2008. DOI: 10.1002/tqem.

POPE, J.; MORRISON-SAUNDERS, A.; ANNANDALE, D. Sustainability assessment Applying sustainability assessment models. **Impact Assessment and Project Appraisal**, *[S.l.]*, v. 23, n. 4, p. 293-302, 2005.

PUIG, M.; WOOLDRIDGE, C.; MICHAIL, A.; DARBRA, R. M. Current status and trends of the environmental performance in European ports. **Environmental Science & Policy**, *[S.l.]*, v. 48, n. 1, p. 57-66, 2015. DOI: 10.1016/j.envsci.2014.12.004.

RONZA, A.; CAROL, S.; ESPEJO, V.; ARNALDOS, J. A quantitative risk analysis approach to port hydrocarbon logistics. **Journal of hazardous materials**, *[S.l.]*, v. 128, n. 1, p. 10-24, 2006. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.032.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. *In*: GARAMOND (org.). **Veiga, J.E.da V. Desenvolvimento sustentável – desafio do século XXI.** Ambiente & sociedade, [*S.l.*], v. VII, n. 2, p. 214-215, 2004.

SAGE, B. Identification of ' High Risk Vessels ' in coastal waters. **Marine Policy**, *[S.l.]*, v. 29, p. 349-355, 2005. DOI: 10.1016/j.marpol.2004.05.008.

SALE, J. E. M.; LOHFELD, L. H.; BRAZIL, K. Revisiting the Quantitative-Qualitative Debate : Implications for Mixed-Methods Research. **Quality & Quantity**, *[S.l.]*, v. 36, p. 43-53, 2002. DOI: 10.1023/A:1014301607592.

SÁNCHEZ, F.; VELASCO, F.; CARTES, J. E.; OLASO, I.; PRECIADO, I.; FANELLI, E.; SERRANO, A.; GUTIERREZ-ZABALA, J. L. Monitoring the Prestige oil spill impacts on some key species of the Northern Iberian shelf. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 53, p. 332-349, 2006. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2005.10.018.

SANTOS-REYES, J.; BEARD, A. N. A SSMS model with application to the oil and gas industry. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 22, n. 6, p. 958-970, 2009. DOI: 10.1016/j.jlp.2008.07.009.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. **Ciência & Saúde Coletiva**, *[S.l.]*, v. 5, n. 1, p. 187-192, 2000.

SHAMI, A. Al; HARIK, G.; ALAMEDDINE, I.; BRUSCHI, D.; GARCIA, D. A.; EL-FADEL, M. Risk assessment of oil spills along the Mediterranean coast: A sensitivity analysis of the choice of hazard quanti fi cation. **Science of the Total Environment**, *[S.l.]*, v. 574, p. 234-245, 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.064.

SILVESTRE, B. S. A hard nut to crack! Implementing supply chain sustainability in an emerging economy. **Journal of Cleaner Production**, *[S.l.]*, v. 96, p. 171–181, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.009.

SINGH, R. Chapter Four - Risk Assessment Tools. *In*: **Singh, R. Pipeline Integrity Handbook - Risk Management and Evaluation**. [*S.l.*], [s.n.], 2014. p. 29–44. DOI: 10.1016/B978-0-12-387825-0.00004-1.

STONEHOUSE, J. M.; MUNFORD, J. D. **Science, risk analysis and environmental policy decisions**. Environment and Trade 5. United Nations Environment Programme – UNEP, 1994. 79pp.

TAYLOR, C.; BOOTY, F. Risk management. *In*: BOOTY, F. (ed.). **Facilities management handbook.** cap. 13. 4. ed. [*S.l.*]: Butterworth-Heinemann, 2009. 464 p. ISBN: 978-0750689779.

TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R.; DEVAULT, M. L. **Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resource**. [*S.l.*] : John Wiley & Sons, 2015.

VALDEZ, O. A.; GOERLANDT, F.; KUZMIN, V.; KUJALA, P.; MONTEWKA, J. Risk management model of winter navigation operations. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 108, n. 1–2, p. 242-262, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.03.071.

VANEM, E.; ENDRESEN, Ø.; SKJONG, R. Cost-effectiveness criteria for marine oil spill preventive measures. **Reliability Engineering and System Safety**, *[S.l.]*, v. 93, n. 3, p. 1354-1368, 2008. DOI: 10.1016/j.ress.2007.07.008.

VIERENDEELS, G.; RENIERS, G. L. L.; ALE, B. J. M. Modeling the major accident prevention legislation change process within Europe. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 49, n. 3, p. 513-521, 2011. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.11.011.

VINNEM, J. E. Risk indicators for major hazards on offshore installations. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 48, n. 6, p. 770-787, 2010. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.02.015.

VINNEM, J. E.; RØED, W. Root causes of hydrocarbon leaks on offshore petroleum installations. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 36, p. 54-62, 2015. DOI: 10.1016/j.jlp.2015.05.014.

WETTIG, J.; PORTER, S.; KIRCHSTEIGER, C. Major industrial accidents regulation in the European Union. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 12, p. 19-28, 1999. DOI: 10.1016/S0950-4230(98)00034-5.

WHITE, I. C.; MOLLOY, F. C. Factors that determine the cost of oil spills. *In*: INTERNATIONAL OIL SPILL CONFERENCE 2003 (Track 5: Financial Issues), Vancouver, Britsh Columbia, Canada, apr. 6-11, 2013 [**Anais ...**], Washington: Library of the Congress, 2003. p. 1-15.

WIECZOREK, A.; DIAS-BRITO, D.; CARLOS, J. C. M. Mapping oil spill environmental sensitivity in Cardoso Island State Park and surroundings areas , São Paulo, Brazil. **Ocean & Coastal Management**, *[S.l.]*, v. 50, p. 872-886, 2007. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2007.04.007.

WIJERATNE, W. M. P. U.; PERERA, B. A. K. S.; SILVA, L. de. Identification and assessment risks in maintenance operations. **Built Environment Project and Asset Management**, *[S.l.]*, v. 4, n. 4, p. 384–405, 2014. DOI: 10.1108/BEPAM-09-2013-0041.

IVIDES.org

WOLFE, M. F.; SCHLOSSER, J. A.; SINGARAM, S.; MIELBRECHT, E. E.; TJEERDEMA, R. S.; SOWBY, M. L. Influence of dispersants on the bioavailability and trophic transfer of petroleum hydrocarbons to primary levels of a marine food chain. **Aquatic Toxicology**, *[S.l.]*, v. 42, n. 3, p. 211-227, 1998.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, *[S.l.]*, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

WWF (*World Wide Fund for Nature*). **Vidas sob o mar de petróleo**. Direção: WWF Brasil. [*S.l.*], [s.n.] Disponível em: https://youtu.be/UUjQZxbyzU8. Acesso em: 10 mai. 2021. (vídeo).

ZÊZERE, J. L. Riscos e ordenamento do territorio. **Inforgeo**, *[S.l.]*, p. 59-63, jul. 2007.

IVIDES.org

20

DOI 10.5281/zenodo.6676424

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS COSTEIRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: METODOLOGIA, APLICAÇÕES E DESAFIOS

Claudia Condé Lamparelli
Aparecida Cristina Camolez
Felipe Bazzo Tomé
Marta Ferreira de Lima de Cano
Karla Cristiane Pinto

1 - APRESENTAÇÃO

Os oceanos ocupam vastas áreas da superfície do planeta e correspondem ao ambiente aquático com o maior volume de água, representam 70% da superfície terrestre e 97,5% da água superficial. Devido à sua imensidão, sua exploração torna-se difícil e, por esse motivo, permanecem ainda pouco conhecidos, tanto em termos de características físico-químicas quanto em relação à sua biodiversidade. Além disso, mais recentemente, se compreendeu sua importância global, sendo responsáveis pela produção de 50% do oxigênio da atmosfera; e seu importante papel nos padrões climáticos do planeta, embora a questão dos recursos pesqueiros já fosse relativamente conhecida. Embora a humanidade dependa em parte dos mares para o fornecimento de alimento, a relação do homem com a água doce sempre foi mais próxima, seja em termos espaciais, mas também em razão de seus múltiplos usos, principalmente, para seu próprio consumo. Com isso, pesquisas em corpos de água doce aconteceram mais cedo na História da Ciência e foram pioneiras em estudos sobre os ecossistemas aquáticos.

Mas o mar, exatamente por ser pouco conhecido, tem algo de misterioso e tem recebido cada vez mais atenção dos cientistas e, até mesmo, despertado muito interesse na população em geral, considerando que englobam praias, ondas, baleias, corais, golfinhos, sendo tudo isso, seguramente fascinante e com forte apelo. Um dos primeiros paradigmas a serem questionados era o de que os oceanos seriam capazes de receber, absorver e diluir tudo o que nele fosse despejado, exatamente pelas suas dimensões.

A existência de monitoramentos regulares disponíveis desse ambiente é escassa no Brasil, contando-se com programas como o Revizee - “Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva”, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006); e com outros estudos, desenvolvidos por órgãos ambientais e universidades; observando-se que ainda não existem acompanhamentos sistemáticos de longo prazo desses ambientes costeiros e marinhos.

Mais recentemente, o tema tem conquistado maior visibilidade e mais investimento em pesquisas, considerando seu caráter global. A nova agenda de desenvolvimento sustentável, proposta pela ONU para os próximos anos, a Agenda 2030, inclui como um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente, o ODS 14: “Conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”. Além disso, em 2021, ocorreu o lançamento da Década do Oceano (2021-2030), pela ONU, exatamente no sentido de promover e estimular estudos voltados para esse ambiente.

As águas costeiras, muito utilizadas para recreação de contato primário e secundário, também abrigam fauna e flora importantes no ecossistema marinho. As águas próximas ao litoral são as mais produtivas do oceano, pois recebem a contribuição de nutrientes essenciais à composição da matéria orgânica, carreados do continente pelos rios; sendo também as que sofrem maior pressão antrópica. A manutenção da qualidade dessas águas é imprescindível, não só para garantir os diversos tipos de lazer da população, mas também, para a preservação da vida aquática e a manutenção da produtividade pesqueira.

IVIDES.org

Nesse contexto, avaliações contínuas dessa qualidade são importantes e, por esse motivo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), implantou a Rede de monitoramento da qualidade das águas costeiras (Figura 1). Neste capítulo, são apresentados os resultados do monitoramento (relativos a 2019), o histórico (com avaliação do período de 2012 a 2019) e suas aplicações na gestão das águas litorâneas.

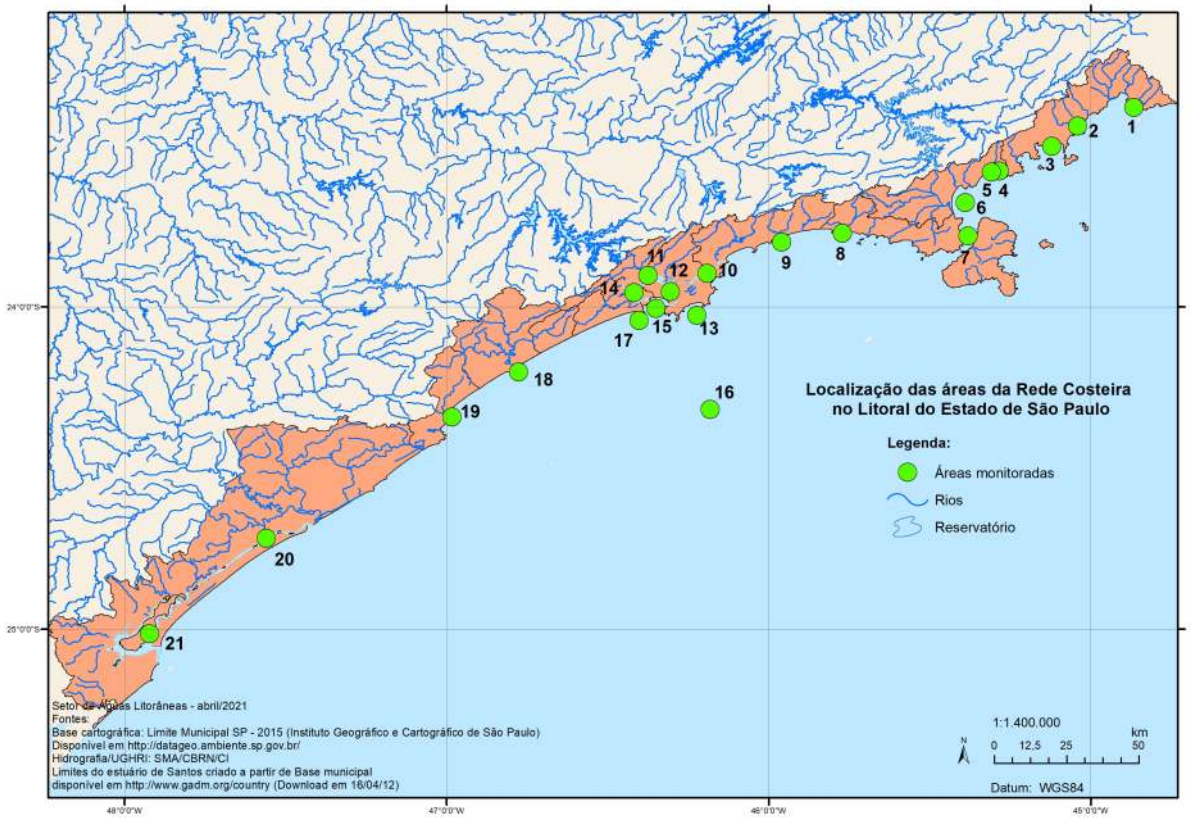


Figura 1 – Mapa da localização das áreas costeiras monitoradas pela CETESB em São Paulo. Fonte: CETESB.

2 - JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS DE MONITORAMENTO

No desenvolvimento de um monitoramento ambiental, são realizadas medidas repetidas de alguns parâmetros numa determinada área, por um longo período. Assim, para sua efetividade é necessário que seja garantida sua continuidade. Ele fornece informações importantes sobre as características avaliadas no ambiente estudado, suas dimensões e ou magnitudes de ocorrência, além de mostrar as tendências temporais. A partir do monitoramento da qualidade ambiental, é possível elaborar um diagnóstico sobre a área estudada, a distribuição e a influência dos fatores que estão sendo avaliados.

Desse modo, o monitoramento da qualidade ambiental é uma ferramenta importante de gestão. É útil nas avaliações de impactos ambientais, possibilita verificar a eficácia de medidas de controle ou a mitigação das causas desses impactos, bem como fornece dados para o estabelecimento de políticas públicas empregadas para auxiliar no enfrentamento dessas questões. Por conseguinte, são também muito utilizados nas diversas etapas do licenciamento ambiental.

Para tanto, é necessário adotar uma metodologia de procedimentos bem definida, para atender aos objetivos traçados, de modo que as amostragens sejam representativas daquilo que se quer monitorar, a fim de garantir que esses objetivos sejam atingidos. Essa definição envolve os parâmetros a serem monitorados, onde serão monitorados, considerando-se área e matriz ou compartimento, e a frequência das amostragens.

As águas costeiras, muito utilizadas para recreação de contato primário e secundário, também abrigam fauna e flora importantes no ecossistema marinho. As águas próximas ao litoral são as mais produtivas do oceano, pois recebem a contribuição de nutrientes e micronutrientes transportados pelos rios; sendo também as

IVIDES.org

que sofrem maior influência antrópica. A manutenção da qualidade dessas águas é imprescindível, não só para garantir os diversos tipos de lazer da população, mas também, para a preservação da vida aquática, a cadeia trófica e, assim, a manutenção da produtividade pesqueira.

Para cada uso pretendido para as águas costeiras, dentre os quais, podem ser citados: a recreação, a maricultura (Figura 2) e a proteção das comunidades aquáticas, requer-se um nível de qualidade e faz-se necessário um monitoramento específico, adequado às necessidades criadas pela atividade desenvolvida. Dessa forma, o monitoramento adotado deve fornecer subsídios, tanto para garantir a qualidade requerida ao uso do recurso hídrico, como também, para manter sua qualidade ambiental, visando ao bem-estar e à saúde da população que utiliza esse recurso.

Figura 2 – Cultivos de mexilhões na área da Cocanha, em Caraguatatuba (SP). Fonte: acervo fotográfico do Setor de Águas Litorâneas da CETESB.

Assim sendo, o monitoramento da qualidade das águas costeiras (no formato de *Rede Costeira*, apresentado neste capítulo) possui 69 pontos de amostragem fixos, distribuídos em 21 áreas, ao longo do litoral do estado de São Paulo, com caráter permanente e tendo sido iniciado em 2010. Esse monitoramento tem como objetivo principal conhecer a qualidade da água da costa paulista, a partir da análise dos compartimentos água e sedimento, em pontos de monitoramento e frequência preestabelecidos e em concordância com as atividades econômicas desenvolvidas em cada área avaliada.

A obtenção de uma série histórica de dados nesses pontos do Litoral Paulista permite acompanhar a evolução da qualidade ambiental ao longo do tempo, possibilitando a identificação de alterações, tanto no compartimento água como no sedimento. Essa análise serve de subsídio para tomadas de decisão das agências ambientais.

IVIDES.org

3 - IMPLEMENTAÇAO E DESENVOLVIMENTO

A Rede Costeira, enquanto monitoramento regular, teve seu início em 2010, depois de alguns projetos pilotos desenvolvidos para a definição da metodologia a ser adotada nesse programa e procurou englobar os diversos ambientes da costa paulista.

O Litoral do Estado de São Paulo apresenta grande variabilidade de características geomorfológicas, acompanhadas por diferentes tipos de ecossistemas costeiros, além de padrões de ocupação do solo e condições socioeconômicas diversas. Ele abrange as três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs): Litoral Norte (UGRHI 3), Baixada Santista (UGRHI 7) e Litoral Sul (UGRHI 11), que possuem características bem específicas, o litoral norte tem uma faixa estreita de planície costeira, limitada pela presença da Serra do Mar, resultando em muitos costões e Ilhas, praias pequenas (em baías) e poucas áreas de manguezais. Sua vocação é o turismo, apesar da presença do porto de São Sebastião, que é o maior terminal aquaviário de petróleo do país. Sua população representa cerca de 15% daquela dos municípios costeiros. Já a Baixada Santista (na região central da costa paulista) é a área mais densamente povoada, com aproximadamente 80% da população dos municípios costeiros, abrigando também um importante parque industrial e o porto de Santos (o maior porto da América Latina). O Litoral Sul apresenta baixa ocupação populacional e urbana e possui vasta área de manguezais e de Mata Atlântica preservada, além de longas praias arenosas. Ressalta-se nesse trecho do litoral a presença do Complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananeia.

Em termos de ambientes costeiros, o litoral paulista apresenta 428 km de costa arenosa, com um total de 292 praias. No que se refere aos costões rochosos, tem-se um total 221 costões, que ocupam uma extensão de 437 km. Os manguezais também estão representados nessa costa, com pouca expressividade no Litoral Norte, de apenas 3,4 km2. Maiores áreas são encontradas na Baixada Santista e no Litoral Sul, com 120 km2 e 108 km2, respectivamente. Além disso, o litoral paulista conta com a presença de 94 ilhas, 20 ilhotas e 20 lajes (LAMPARELLI e MOURA, 1999).

Assim sendo, na definição da Rede Costeira da CETESB, procurou-se primeiramente abranger todas as regiões da costa paulista, de maneira a ser representativa dessa diversidade. Além disso, a seleção dos pontos de amostragem da rede de monitoramento das águas costeiras priorizou locais onde ocorrem usos específicos, a fim de verificar se as águas apresentam qualidade necessária para a utilização pretendida ou se esses usos têm causado alteração na qualidade dessa água. Além de estruturas portuárias e terminais aquáticos, estão presentes nove emissários submarinos de esgotos domésticos, em alguns municípios costeiros.

3.1 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO MONITORAMENTO

É importante salientar que a *Rede Costeira* é distribuída por áreas de amostragem, sendo cada uma delas representada por um grupo de pontos georreferenciados, usualmente, três pontos, dependendo de suas características e sua extensão (Quadro 1). São avaliados dois tipos básicos de áreas, os diferentes tipos de canais, como, por exemplo, os canais de Santos e de São Sebastião. E áreas mais homogêneas, de massas de água englobando zonas de influência de rios ou emissários submarinos e baías. As áreas estudadas também podem ser subdivididas em salinas (15 áreas) e salobras ou estuarinas (6 áreas). Paralelamente à avaliação da qualidade da água, realiza-se também a avaliação da qualidade dos sedimentos, por ser um compartimento mais estável e importante na caracterização do ambiente aquático (CETESB, 2019).

Devido à natureza dinâmica do mar, amostras de água das regiões marinhas podem não refletir o nível de poluição real do ambiente. Os poluentes podem sofrer diluição devido à quantidade de água ou mesmo serem deslocados pelas correntes marinhas, o que dificulta sua determinação. Dessa forma, o sedimento passa a ter papel importante na análise da qualidade destes ambientes, pois retém parte dos possíveis poluentes da região podendo inclusive fornecer um histórico da área de estudo revelado em suas camadas mais profundas. Para a avaliação da qualidade dos sedimentos são coletadas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem de água (CETESB, 2019). Desse modo, para essa avaliação mais completa foram selecionados alguns parâmetros para análise, tanto para o a coluna d'água como para o compartimento dos sedimentos (Quadros 2 e 3).

IVIDES.org

Quadro 1 – Descrição e localização das áreas avaliadas

UGRHI	Município	Nº na Figura 1	Área	Justificativa	Pontos
3	Ubatuba	1	Picinguaba	Área de preservação ambiental	3
		2	Baía de Itaguá	Área de influência de ocupação urbana contínua, com predomínio de população fixa e atividades de comércio e serviços	3
		3	Saco da Ribeira	Existência de marinas	3
	Caraguatatuba	4	Tabatinga	Uso intenso da água por banhistas e para ancoragem de embarcações	3
		5	Cocanha	Área de maricultura	3
		6	Baia de Caraguatatuba	Área de influência de rios/ Ocupação Urbana	3
	São Sebastião	7	Barra do Una	Área de influência do Rio Una	3
	São Sebastião e Ilhabela	8	Canal de São Sebastião	Área portuária e efluentes de emissários submarinos	5
7	Bertioga	9	Foz do Rio Itaguaré	Área de influência do Rio Itaguaré; preservação ambiental	3
		10	Canal de Bertioga (*)	Área de manguezal e de influência da região portuária de Santos	4
	Guarujá	13	Emissário submarino do Guarujá	Área de influência do emissário	4
	Santos e Guarujá	12	Canal de Santos (*)	Área de influência da região portuária de Santos	3
	Santos	15	Baía de Santos – Emissário submarino	Área de mistura da água do mar com as águas salobras dos Canais de Santos e São Vicente; efluente de emissário submarino	4
		16	Laje de Santos	Unidade de Conservação marinha	3
	Cubatão	11	Canal de Piaçaguera (*)	Área de influência de terminais portuários	3
	São Vicente	14	Canal de São Vicente (*)	Área de manguezal e de influência de ocupação urbana desordenada	3
	Praia Grande	17	Emissário submarino Praia Grande I	Área de influência do emissário	3
	Itanhaém	18	Foz do Rio Itanhaém	Área de influência do Rio Itanhaém	3
	Peruíbe	19	Foz do Rio Preto	Área de influência do Rio Preto	3
11	Iguape e Ilha Comprida	20	Mar Pequeno (*)	Área de influência do Valo Grande	3
	Cananeia	21	Mar de Cananeia (*)	Área de preservação ambiental	3

Elaborado pelos autores. Nota: (*) Áreas estuarinas.

IVIDES.org

Na preparação dos trabalhos de campo que necessita de uma equipe de no mínimo 3 pessoas, são consultadas tábuas de maré e é separada toda a frascaria necessária para a coleta das amostras, reagentes e outros equipamentos necessários para as medições de campo (BRANDÃO *et al*., 2011).

A frequência amostral é semestral, sendo considerada mínima, em estudos desse tipo; pois, existem características distintas nas massas de água entre as estações de verão e inverno, condicionadas por variáveis climáticas, como temperatura e pluviosidade; assim como, correntes marinhas, além da influência sazonal das atividades humanas na zona costeira.

Cabe ressaltar que o ambiente marinho apresenta uma série dificuldades nos trabalhos de campo envolvidos no monitoramento que abrangem desde questões logísticas como embarcação apropriada e equipamentos adequados, além de questões ambientais climáticas como variação de marés, e entradas de frente frias que muitas vezes inviabilizam as saídas.

3.2 - QUALIDADE DAS ÁGUAS

Nas amostragens de avaliação da qualidade das águas, em cada ponto realiza-se o perfil da coluna de água com medições contínuas, utilizando-se uma sonda multiparâmetros. Essa sonda possui sensores capazes de medir e de fornecer resultados imediatos, ao estabilizar-se em contato com a água por alguns minutos, registrando dados para as seguintes variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, condutividade, turbidez, profundidade, cloreto, salinidade, clorofila-*a*, sólidos totais dissolvidos e potencial redox, considerando a presença de sensores para essas medidas.

Além disso, realiza-se a coleta de amostras de água do mar em três níveis de profundidade (superfície, meio e fundo), pois pode haver diferenças na qualidade das várias camadas da coluna de água. Essas amostras são preservadas, segundo a recomendação de cada metodologia e encaminhadas aos laboratórios, que realizam determinações microbiológicas, físicas, químicas e ecotoxicológicas. É importante ressaltar que os laboratórios da CETESB, bem como sua equipe de amostragem, possuem acreditação pelo CGCRE/INMETRO conforme a Norma ISO/IEC 17.025, que garante a qualidade e a comparabilidade dos resultados ao longo do tempo.

As variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras abrangem os principais critérios estabelecidos na legislação pertinente (Quadro 2). Em casos específicos, podem ser analisados parâmetros adicionais, dependendo de atividades comerciais e industriais próximas aos pontos de monitoramento.

Quadro 2 – Variáveis selecionadas para a avaliação da qualidade das águas salinas e salobras

Variáveis	Descrição	
Físicas	Oxigênio Dissolvido, Temperatura da Água, Transparência, Turbidez, Condutividade, Série de Sólidos.	
Químicas	Nutrientes	Fósforo Total, Orto-fosfato Solúvel, Nitrogênio Kjeldahl Total Nitrogênio Amoniacal Total, Nitrato, Nitrito
	Metais e semimetais	Alumínio, Boro Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Cromo Total, Cromo Hexavalente, Cobre dissolvido, Estanho Total, Ferro dissolvido, Níquel Total, Zinco Total
	Orgânicos	Fenóis totais Carbono Orgânico Total (COT) Compostos Orgânicos Voláteis (COV)
	Outros	pH Salinidade Óleos e Graxas
Microbiológicas	Enterococos e Coliformes Termotolerantes	
Hidrobiológicas	Clorofila *a* e feofitina e Fitoplâncton	
Ecotoxicológicas	Toxicidade aguda com *Vibrio fischeri* (Microtox)	

Fonte: CETESB (2020).

IVIDES.org

A avaliação dos resultados das variáveis de qualidade de água é realizada de acordo com os padrões de qualidade para a Classe 1 de águas salinas e salobras, definidos na Resolução Conama nº 357/2005, uma vez que o enquadramento dessas águas ainda não foi realizado (BRASIL, 2005). Para os cálculos de médias e do Índice de Qualidade, nos casos em que não foi possível a quantificação de determinado parâmetro, é utilizado o limite de quantificação (LQ) laboratorial da análise química realizada.

Além do acompanhamento das variáveis físicas, químicas, microbiológicas e hidrobiológicas; também são realizadas análises ecotoxicológicas. O ensaio de toxicidade aguda (Sistema Microtox®) é realizado com a bactéria luminescente de origem marinha *Vibrio fischeri*. Essa bactéria emite luz naturalmente em ambientes aquáticos favoráveis. O ensaio baseia-se em expor a bactéria a uma amostra, durante 15 min. Na presença de substâncias tóxicas à bactéria, a luminescência diminui, sendo essa diminuição de intensidade de luz proporcional à toxicidade da amostra. Várias substâncias são tóxicas para o *V. fischeri*, dentre elas, metais, fenóis, benzeno e seus derivados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, praguicidas, antibióticos, compostos clorados etc.

3.3 - QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

O sedimento constitui um compartimento mais estável em relação ao corpo d'água e, por esse motivo, tem um papel importante na análise da qualidade de ambientes costeiros; pois, muitos poluentes presentes na região podem se depositar no sedimento de fundo e impactar a biota local.

Para a avaliação da qualidade dos sedimentos, são coletadas amostras em pontos coincidentes com os de amostragem da coluna d'água. Nessas amostras de sedimento superficial, são realizadas determinações de variáveis físicas, químicas, microbiológicas e ecotoxicológica (Quadro 3).

Como não existem padrões de qualidade para sedimentos na legislação brasileira, os resultados de metais e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos foram comparados com os critérios de qualidade estabelecidos pela Legislação Canadense (CCME, 2002) para a proteção das comunidades aquáticas. Esse guia estabelece dois tipos de valores limites para substâncias tóxicas, um para o efeito limiar (ISQG ou TEL – *Threshold Effect Level*); e outro, para o qual, há grande probabilidade da ocorrência de efeitos severos (PEL – *Probable Effect Level*). Com relação aos nutrientes, como os critérios da Resolução do Conama nº 454/2012 são valores de alerta para o material a ser dragado, não sendo adequados para a avaliação de qualidade ambiental, a CETESB vem adotando valores de referência para os sedimentos, que se baseiam em resultados obtidos em monitoramentos e em trabalhos da literatura (BERBEL, 2008; QUINÁGLIA, 2006), conforme apresentado na Tabela 1.

Quadro 3 – Variáveis físicas, químicas, microbiológicas e ecotoxicológica, determinadas no sedimento superficial

Variáveis	Descrição	
Físicas	Granulometria, Umidade, Sólidos.	
Químicas	Nutrientes	Fósforo Total Nitrogênio Kjeldahl Total
	Metais	Alumínio Total, Arsênio Total, Cádmio Total, Chumbo Total, Cobre Total, Cromo Total, Estanho Total, Ferro Total, Níquel Total, Zinco Total
	Orgânicos	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HPAs) Compostos Orgânicos Voláteis Aromáticos (COVar) Óleos e Graxas Fenóis Totais Carbono Orgânico Total (COT)
	Outros	pH, Potencial Redox (EH)
Microbiológicas	Coliformes Termotolerantes e *Clostridium perfringens*	
Ecotoxicológica	Teste de Toxicidade Aguda com *Grandidierella bonnieroides*	

IVIDES.org

Tabela 1 – Valores de referência para concentrações de nutrientes nos sedimentos

Nutriente	Águas Salinas	Águas Salobras
	Valor de Referência	Valor de Referência
COT: Carbono Orgânico Total (%)	1,3	1,8
NKT: Nitrogênio Kjeldahl Total (mg/kg)	1.000	1.500
PT: Fósforo Total (mg/kg)	500	700

Fonte: CETESB (2020).

4 - ÍNDICES DE QUALIDADE PARA O AMBIENTE COSTEIRO

A Rede de Monitoramento das Águas Costeiras da CETESB, embora relativamente nova, oferece valiosas informações sobre a qualidade das águas que são utilizadas na sua gestão. Contudo, dados apresentados de forma discreta dos resultados obtidos fornecem informações limitadas, no que se refere ao diagnóstico geral das áreas monitoradas. Além disso, não é uma linguagem apropriada para atingir o púbico em geral. Assim, no sentido de aperfeiçoar a apresentação e integrar as informações geradas, optou-se pelo cálculo de um Índice de Qualidade para as Águas Costeiras (IQAC), que possa agregar os dados mais relevantes, gerando uma classificação que reflete um diagnóstico das áreas avaliadas no litoral paulista. Além disso, com os mesmos objetivos, foi desenvolvido o Índice de Estado Trófico (IETC), que fornece informação sobre o grau de eutrofização do ambiente aquático, tendo como base, os valores de nutrientes dissolvidos.

4.1 - ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUAS COSTEIRAS (IQAC)

Com esse objetivo, a CETESB adotou o Índice de Qualidade elaborado pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* – CCME (CCME, 2001), pois se trata de uma ferramenta devidamente testada e validada estatisticamente; e aplicável para água doce e para as águas salina e salobra.

O índice canadense consiste em uma análise estatística, que relaciona os resultados obtidos com um valor de referência, o qual pode ser o padrão legal para cada parâmetro incluído no cálculo. Por ser um método estatístico, o modelo precisa ter pelo menos quatro valores, obtidos em um ano. Para tanto, o índice foi calculado para cada ponto de amostragem, utilizando-se os resultados obtidos nas três profundidades, em duas campanhas, totalizando seis valores. Os parâmetros selecionados para compor o índice devem ser escolhidos de acordo com o objetivo da avaliação (Tabela 2)

Tabela 2 – Parâmetros que compõem o IQAC

Qualidade das Águas (Res. Conama 357/05)		Padrões Legais para Classe 1 (Valores máximos)	
PARÂMETROS	UNIDADE	ÁGUA SALINA	ÁGUA SALOBRA
pH		6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
OD	mg/L	6,0*	5,0*
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,124
COT	mg/L	3,0	3,0
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,4	0,4
Fenóis Totais	mg/L	0,1	0,003
Colorofila ^{a}	mg/L	2,5	10
Enterococos	UFC/100mL	100	100
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	1.000	1.000

Fonte: CETESB (2020). Nota: (*) Valores mínimos.

IVIDES.org

Quadro 4 – Classificação para cada faixa do IQAC

Faixa de valores do índice	Classificação da faixa
≥95	**Ótima**
<95 e ≥80	**Boa**
<80 e ≥65	**Regular**
<65 e ≥45	**Ruim**
<45	**Péssima**

Fonte: CETESB (2020).

A metodologia canadense contempla três fatores, que se referem às desconformidades em relação a um padrão legal ou valor de referência: 1 - Número de parâmetros desconformes, 2 - Frequência das ocorrências dessa desconformidade e 3 - Amplitude do não atendimento em relação ao critério. O resultado final fica dentro de uma escala de 1 a 100, dividida em cinco faixas, que correspondem às categorias de qualidade. O CCME determinou faixas de classificação para o índice, que se mostraram bastante satisfatórias, em testes realizados pela CETESB (Quadro 4).

4.2 - ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO COSTEIRO (IETC)

O estado trófico das águas costeiras é uma informação importante para compor o diagnóstico dessas águas. Para tanto, a CETESB desenvolveu uma classificação das águas litorâneas do estado de São Paulo, com base em levantamentos realizados na região.

Para a classificação dessas águas, utilizaram-se os resultados de clorofila-*a*, sendo estabelecidas faixas de concentrações diferenciadas para os ambientes marinho e estuarino, já que esses sistemas possuem características tróficas naturalmente diferentes. Em geral, ambientes estuarinos (salobros) possuem concentrações de clorofila-*a* mais elevadas.

Com o objetivo de se estabelecer as faixas de concentrações de clorofila-*a* para cada classe de estado trófico, foram utilizados os dados de clorofila-*a* disponíveis dos monitoramentos marinhos e estuarinos, realizados em anos anteriores, no período de 2004 a 2011. Com esses dados, foram calculados os quartis 25%, 50% e 75%, para as diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) e ambientes (marinho e estuarino). Também foram observadas outras classificações propostas na literatura internacional: Hakanson (1994 *apud* SMITH; TILMAN; NEKOLA, 1999), para águas marinhas; e Bricker, Ferreira e Simas (2003), para águas estuarinas. Os valores máximos do estado mesotrófico (2,50 µg.L-1), para ambiente marinho; e 10,0 µg.L-1, para ambiente estuarino; foram utilizados para compor o IQAC. A proposta do IETC para ambientes marinhos é presentada no Quadro 5 e a proposta para ambientes estuarinos, no Quadro 6.

Quadro 5 – Classificação do ambiente marinho com base nas concentrações de clorofila-*a*

Ambiente marinho	
Estado Trófico	**Clorofila *a* µg.L^{-1}**
Oligotrófico	CL<1,00
Mesotrófico	1,00<CL<2,50
Eutrófico	2,50<CL<5,00
Supereutrófico	CL>5

Fonte: CETESB (2020).

IVIDES.org

Quadro 6 – Classificação do ambiente estuarino baseada nas concentrações de clorofila-*a*

Ambiente estuarino	
Estado Trófico	**Clorofila *a* µg/L**
Oligotrófico	CL<3
Mesotrófico	3<CL<10
Eutrófico	10<CL<30
Supereutrófico	CL>30

Fonte: CETESB (2020).

4.3 - ÍNDICES DE QUALIDADE DE SEDIMENTO

4.3.1 - ÍNDICE DE QUALIDADE ECOTOXICOLÓGICA DO SEDIMENTO

No monitoramento da *Rede Costeira*, as amostras de sedimento são analisadas por meio do ensaio agudo, com o anfípodo marinho *Grandidierella bonnieroides*. Esse ensaio consiste na exposição de jovens à amostra de sedimento por um período de 10 dias (ABNT, 2016). Os resultados das amostras, considerando-se a mortalidade dos organismos, foram comparados com os dos controles, de forma a identificar diferenças estatisticamente significativas, com a aplicação do teste de bioequivalência, contido no programa estatístico TOXSTAT® v. 3.5 (WEST INC.; GULLEY, 1996).

O Quadro 7 apresenta as faixas de classificação para os resultados ecotoxicológicos, nos quais as amostras que não apresentam diferença significativa em relação ao controle (ou seja, ausência de toxicidade), são classificadas como *ótimas*. Por outro lado, nas amostras com diferenças significativas, consideradas tóxicas, a intensidade dos efeitos observados (isto é, a porcentagem de mortalidade nos ensaios com *Grandidierella bonnieroides*) foi utilizada para definir a classificação da amostra em *ruim* ou *péssima*.

Quadro 7 – Classificação das amostras de acordo com os resultados ecotoxicológicos

Classificação	*Grandidierella bonnieroides*
Ótimo	Não tóxico (a)
Ruim	Mortalidade <50% (b)
Péssimo	Mortalidade ≥50%

Fonte: CETESB (2020). Nota: (a) Não apresenta diferença significativa em relação ao controle; (b) Mortalidade inferior a 50%, porém apresentando diferença significativa em relação ao controle.

A avaliação ecotoxicológica crônica, com *Lytechinus variegatus*, não tem sido realizada, uma vez que este ouriço-do-mar foi incluído na lista de espécies vulneráveis, publicada na Portaria nº 445/2014, do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Outras espécies de ouriço-do-mar estão sendo estudadas, a fim de substituir a *Lytechinus variegatus* no monitoramento futuro.

4.3.2 - ÍNDICE DE QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE SEDIMENTO COSTEIRO

Para a avaliação da qualidade microbiológica de sedimentos, usualmente, é realizada a pesquisa e a quantificação de *Clostridium perfringens* e de coliformes termotolerantes. Os coliformes termotolerantes são microrganismos amplamente utilizados para avaliação da poluição de origem fecal recente, sendo constituídos predominantemente pela bactéria *Escherichia coli*, considerada o indicador mais adequado. Os clostrídios, também constituintes da flora fecal humana e de animais de sangue quente, são considerados importantes

IVIDES.org

indicadores biológicos e a sua presença pode ser natural ou causada por descargas de origem antrópica. Por serem microrganismos produtores de esporos, são capazes de resistir por muito mais tempo no ambiente e, por esse motivo, *Clostridium perfringens* é usado como indicador de poluição fecal remota. Sabe-se que sua concentração diminui com a profundidade e com a distância das fontes de esgoto.

Esses indicadores foram analisados pela Técnica de Tubos Múltiplos, e as concentrações são expressas em "Número Mais Provável" (NMP) por 100 gramas de sedimento. A interpretação dos resultados é complexa, já que não existem padrões ou valores orientadores para microrganismos nesse compartimento; e *C. perfringens* tem sido sempre detectado em concentrações bastante elevadas, em todas as amostras de sedimento. Assim, foi elaborada uma proposta de classificação em cinco categorias, utilizando-se os resultados obtidos desde 2006 em várias regiões do litoral de São Paulo. Para a definição das classes, foram levadas em consideração algumas características das regiões do litoral, como o nível de impacto (baixo impacto: Cocanha e Mar de Cananeia; médio impacto: Saco da Ribeira e Canal de São Sebastião; alto impacto: Canal de Santos, Canal de São Vicente e Canal de Bertioga), a qualidade dos compartimentos água e sedimento nessas regiões e a presença de descargas de esgoto doméstico. Essa análise, associada ao conjunto de resultados de vários anos de monitoramento, permitiu a construção da proposta de classificação.

Quadro 8 – Classificação para os indicadores microbiológicos em sedimentos

Categoria	Coliformes Termotolerantes	*Clostridium perfringens*
	(NMP/100g)	
Ótima	≤ 200	≤ 10.000
Boa	≤ 500	≤ 50.000
Regular	≤ 1.000	≤ 100.000
Ruim	≤ 10.000	≤ 500.000
Péssima	> 10.000	> 500.000

Fonte: CETESB (2020).

5 - DIAGNÓSTICO E TENDÊNCIAS

5.1 - ATENDIMENTO AOS PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Primeiramente, com a comparação dos resultados com os padrões legais estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005, é possível verificar se as massas d'água avaliadas estão atendendo aos critérios de qualidade, estabelecidos para os diversos usos desse recurso hídrico.

Em 2019, como nos anos anteriores, nota-se que os nutrientes (N e P) apresentaram não conformidades em algum momento, em diversas áreas. Além disso, as áreas da Baixada Santista também apresentaram não conformidades nas concentrações de oxigênio dissolvido (OD), Clorofila-*a*, *Enterococos*, fósforo e compostos nitrogenados dissolvidos de uma forma geral.

IVIDES.org

Distribuição do atendimento nas áreas monitoradas

Na Figura 3, a qual mostra a distribuição das não conformidades nas áreas estudadas, nota-se que a clorofila-*a* e o oxigênio dissolvido (O.D.) são os parâmetros que apresentam não conformidade na maioria das áreas. Em seguida, estão os *Enterococos*, o carbono orgânico total (COT) e o nitrogênio amoniacal. O fósforo não foi computado, por apresentar problemas com o limite de quantificação.

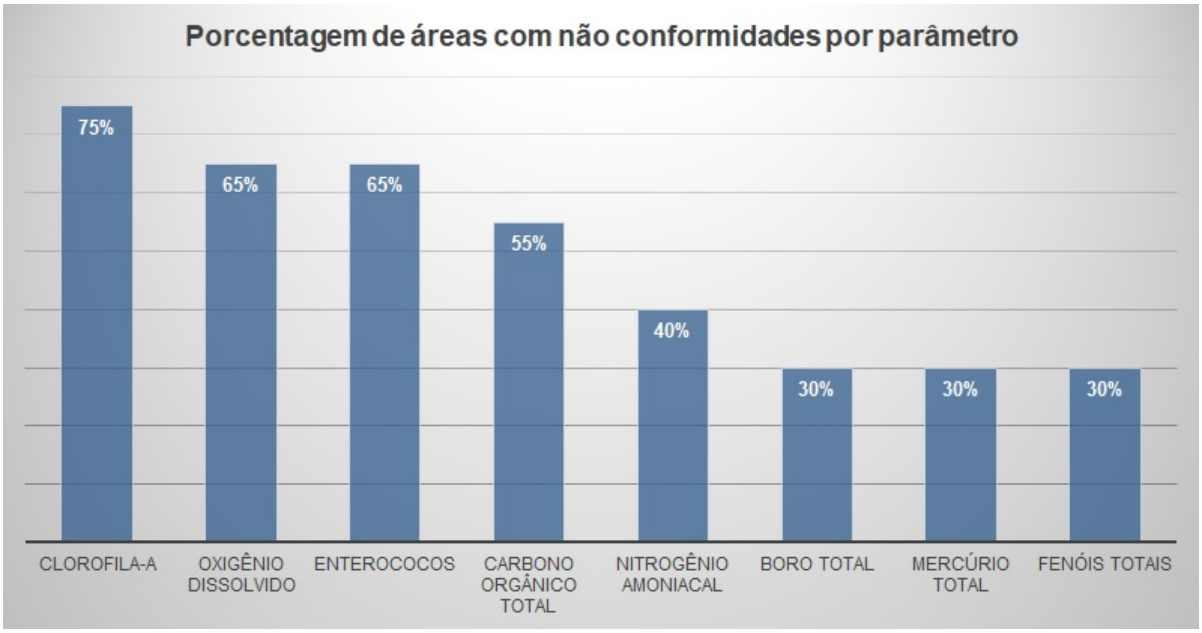


Figura 3 – Porcentagem de áreas que apresentaram não conformidade por variável em 2019 (n=20). Fonte: CETESB (2020).

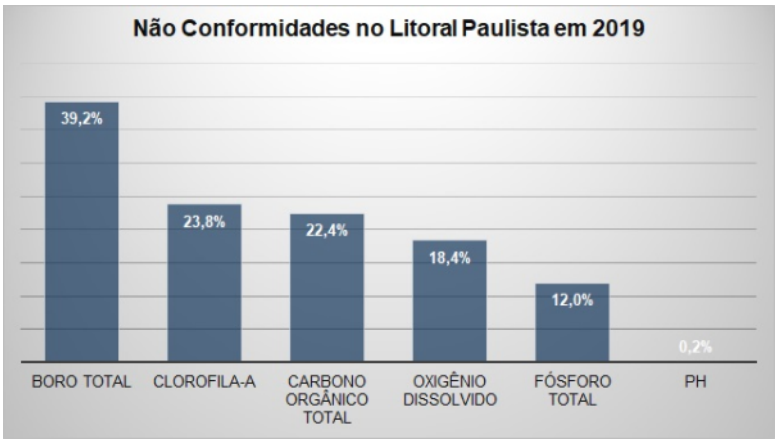
Proporção de atendimento por variável

Analisando a porcentagem de amostras em não conformidade para cada variável em toda a rede (Figura 4a) e para cada classe de água (estuarina e marinha) (Figuras 4b e 4c), verifica-se que as variáveis que se apresentam em não conformidade na maioria das amostras são: COT, Clorofila-*a*, O.D., *Enterococos* e o boro total. O fósforo total também apresenta vários dados em não conformidade, principalmente, nas amostras provenientes de áreas estuarinas. Verifica-se também, que as porcentagens de amostras em não conformidade, obtida nas águas salobras, são bem superiores àquelas das águas salinas; e ainda, que a distribuição das não conformidades nas variáveis é bem diferente para cada classe de água. No caso do boro, o padrão de qualidade para águas salobras é bem inferior ao das águas salinas, mas recebem influência destas últimas, que, em geral, possuem concentrações mais elevadas desse elemento. As porcentagens de não conformidade foram calculadas a partir no número de amostras (N), obtido para cada parâmetro e em cada região, conforme apresentado na Tabela 3.

5.2 - ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUAS COSTEIRAS (IQAC)

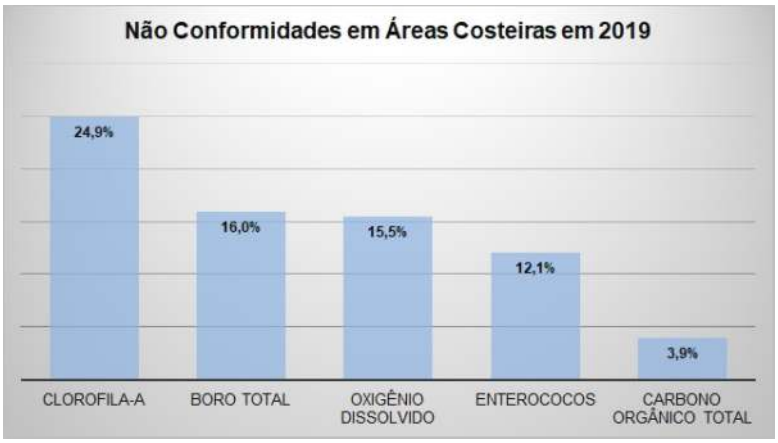
A distribuição das médias do IQAC para as áreas estudadas, obtida em 2019, mostra uma situação semelhante em relação ao ano anterior e, pelo segundo ano consecutivo, manteve a ausência de classificações *péssimas*. As variações ficaram entre 5 e 10%. Houve aumento de 10% das águas classificadas como *ótimas* e ainda, uma diminuição das classificadas como *boas*. Já as *regulares* diminuíram em 5%, refletindo em igual aumento das *ruins*. As Figuras 5 e 6, apresentadas a seguir, mostram a distribuição percentual do IQAC médio (e seus valores por área) no litoral paulista. Nota-se que a região central da Baixada Santista concentra as áreas com classificação *ruim*. Todas as áreas classificadas como *ótimas*, à exceção do rio Itaguaré (em Bertioga), estão localizadas no Litoral Norte do estado.

IVIDES.org



a)

b)



c)

Figura 4 – Porcentagem de amostras em não conformidade por variável obtida em 2019, na Rede Costeira (a), Águas Salobras (b) e Águas Salinas (c). Fonte: CETESB (2020).

Tabela 3 – Número de amostras (N) por parâmetro e região

Parâmetros	N áreas estuarinas	N áreas costeiras	N Litoral
Clorofila-a	72	189	261
Boro Total	36	94	130
Oxigênio Dissolvido	108	284	392
Enterococos	108	282	390
Carbono Orgânico Total	107	281	388
Fósforo Total	108	284	392
pH	108	284	392
Nitrogênio Amoniacal	108	275	383

Fonte: CETESB (2020).

IVIDES.org

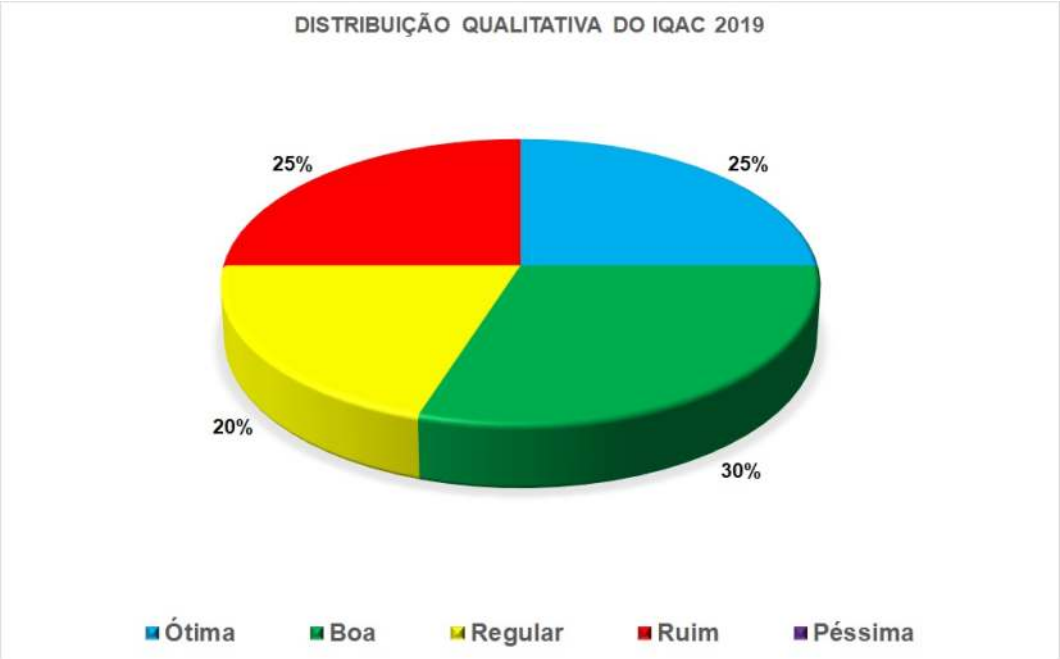


Figura 5 - Distribuição percentual da classificação das áreas pelo IQAC. Fonte: CETESB (2020).

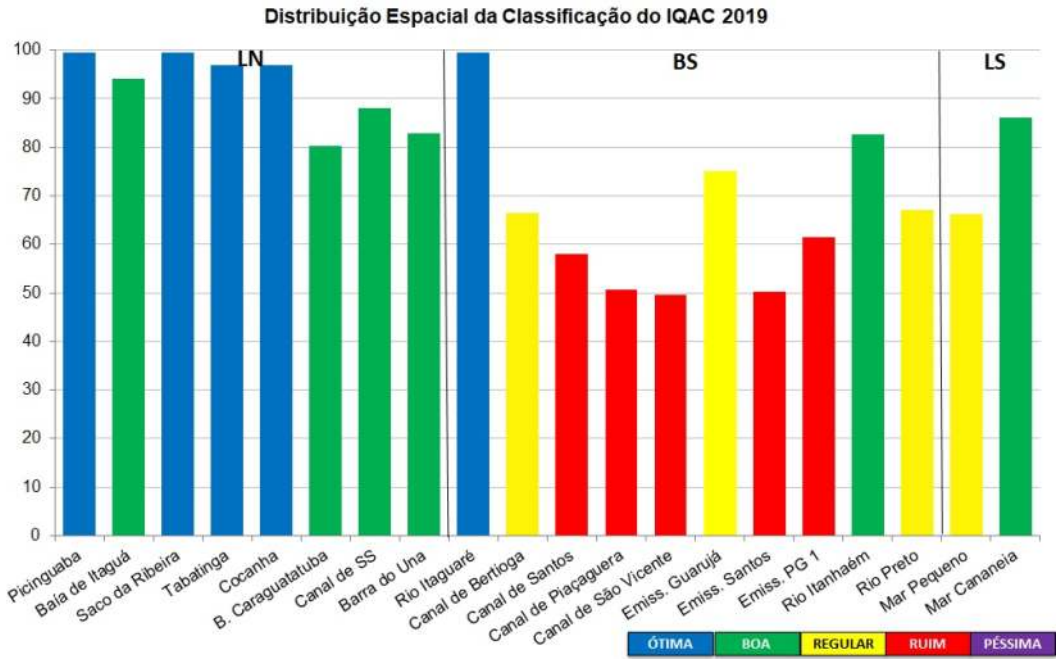


Figura 6 - Classificação das áreas pelo IQAC médio (2019). Fonte: CETESB (2020).

A Tabela 4, que apresenta o histórico das médias dos índices por área, desde 2012, mostra que a maioria das áreas com águas classificadas como *ótimas* e *boas* localizam-se no Litoral Norte, onde não há áreas estuarinas. Também nota-se que as áreas *ruins* se mantêm ao longo nos anos, na mesma região dos canais estuarinos e nas zonas de influência dos emissários submarinos de Santos e de Praia Grande.

A Figura 7 apresenta a evolução da proporção dos pontos nas classificações do IQAC, sendo possível observar que há oscilações nas porcentagens das categorias. As classificações mais estáveis são as *ótimas*, na maioria dos anos, em torno de 20%; e as *boas*, em torno de 35%. No entanto, nota-se que o ano de 2014 se diferenciou bastante dos outros, com aumento significativo da categoria *boa* e redução da *regular*.

Tabela 4 – Evolução do IQAC médio das áreas (2012 a 2019)

Local de amostragem	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pinciguaba	77	99	85	97	99	79	97	99
Baía de Itaguá	73	85	90	95	93	79	97	94
Saco da Ribeira	89	87	92	83	96	97	97	99
Tabatinga	92	99	99	90	96	97	97	97
Cocanha	95	99	99	88	97	99	90	97
Baía de Caraguatatuba	90	97	99	97	99	86	85	80
Canal de São Sebastião *	98	98	95	95	92	90	89	88
Barra do Una	93	90	90	88	92	86	88	83
Rio Itaguaré	93	90	90	88	92	86	88	99
Canal de Bertioga	69	58	69	57	75	70	55	66
Canal de Santos	59	46	47	73	59	55	62	58
Canal de Piaçaguera				58	58	40	60	51
Canal de São Vicente	53	43	39	37	54	46	54	50
Emissário Guarujá **	83	80	81	81	78	83	77	75
Emissário Santos **	39	70	47	54	49	47	65	50
Emissário Praia Grande 1 **	60	76	85	71	74	75	78	61
Rio Itanhaém	87		82	79	87	79	76	83
Rio Preto	71	92	88	80	83	76	74	67
Mar Pequeno	68	67	68	78	62	76	80	66
Mar de Cananeia	69	85	84	84	91	85	81	86

* 5 pontos de monitoramento

** 4 pontos de monitoramento

Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

Fonte: CETESB (2020).

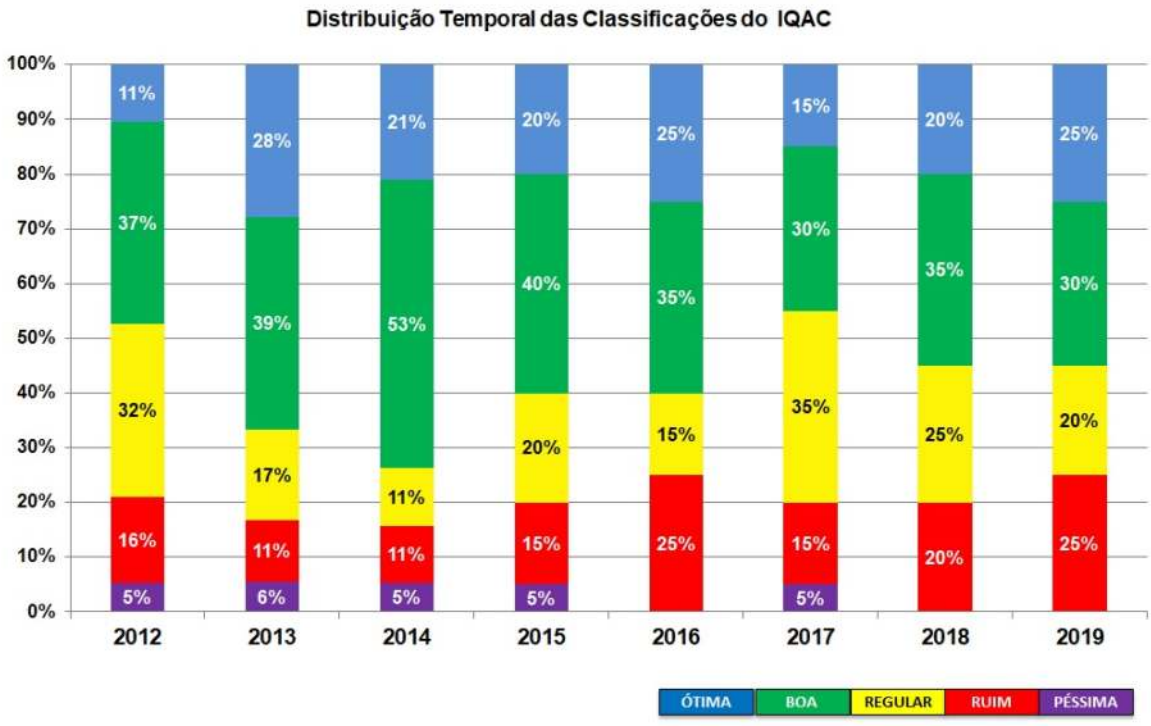


Figura 7 - Evolução da proporção do IQAC de todos os pontos (2012 a 2019). Fonte: CETESB (2020).

IVIDES.org

5.3 - ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO COSTEIRO (IETC)

O grau de eutrofização da região costeira, em 2019, foi avaliado em 66 pontos, nas duas campanhas de amostragem, considerando duas profundidades: superfície e meio da coluna de água, com exceção do ponto 4 do Rio Preto, no qual foi amostrada apenas a superfície. De um total de 262 amostras, a maioria indicou condições *oligotróficas* e *mesotrófica* (35 e 42%, respectivamente) e apenas 23% foram consideradas *eutrofizadas* (17%, *eutrófica;* e 6%, *supereutrófica*).

As amostras classificadas como *supereutróficas* foram verificadas com frequência na área de influência do emissário de Santos, seguida do Mar pequeno e, pontualmente, nos emissários do Guarujá e Praia Grande, além do Rio Preto (Peruíbe) e na Barra do Una (São Sebastião).

Evolução da distribuição do IETC - 2015 a 2019

Considerando-se a média anual do IETC das 20 áreas monitoradas no período de cinco anos, 2015 a 2019, (Figura 8) observa-se que a porcentagem de ambientes classificados como já eutrofizados (*eutrófico* e *supereutrófico*) e em processo de eutrofização (*mesotrófico*) variam bastante ao longo dos anos. Em 2019, foi registrada a menor porcentagem de ambientes classificados como já eutrofizados (25%) e a maior de ambientes classificados como *mesotróficos* (70%); porém, também exibiu a menor porcentagem de ambientes classificados como *oligotróficos* ou de *baixa trofia* (5%) desse período.

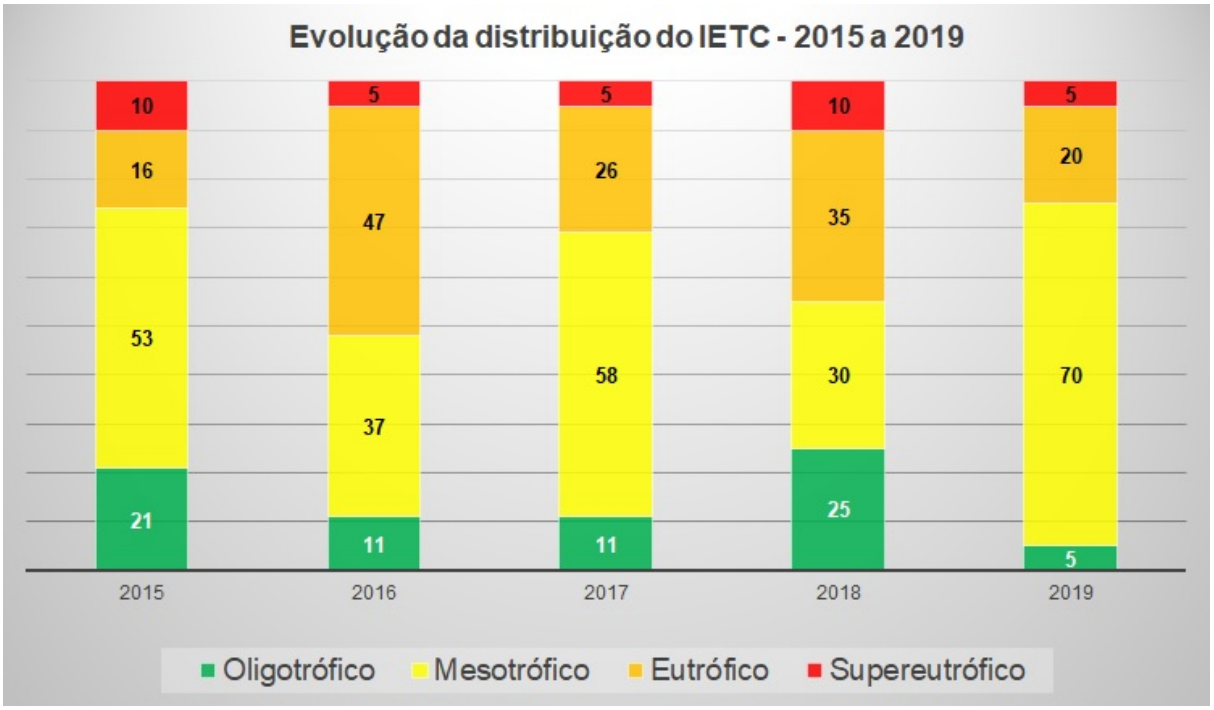


Figura 8 – Evolução da Distribuição do IETC (2015 a 2019). Fonte: CETESB (2020).

IVIDES.org

5.4 - QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

5.4.1 - QUALIDADE QUÍMICA

A concentração dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) excedeu os valores orientadores em 3,92% das amostras de sedimentos, sendo que, em apenas uma delas (0,07%), a concentração excedeu o limite de efeito provável (*Probable Effect Level*, PEL). Todas as áreas que ultrapassaram o nível de efeito limite (ISQG ou TEL – *Threshold Effect Level*) se situam no estuário de Santos e São Vicente, concentradas no Canal de Piaçaguera; estando relacionados às atividades industriais e portuárias da área, incluindo dragagens temporárias e outras obras similares (Figura 9).

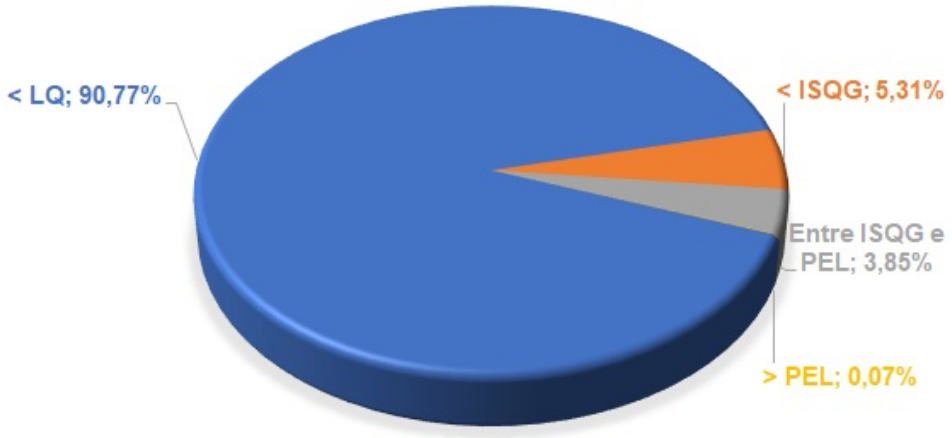


Figura 9 – Porcentagem de quantificaçao de HPAs em amostras de sedimentos do litoral paulista (2019). Fonte: CETESB (2020).

No que se refere aos metais presentes no sedimento, 9,25% das amostras analisadas ultrapassaram o limite de ISQG. Por outro lado, não houve ocorrência de valores acima do PEL, mantendo-se o resultado dos anos anteriores (Figura 10).

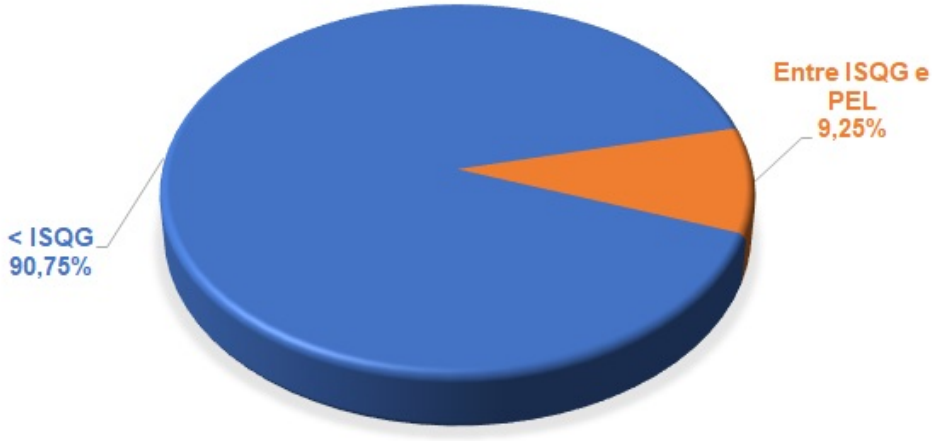


Figura 10 – Ocorrência de metais nos sedimentos do litoral paulista (2019). Fonte: CETESB (2020).

Com relação ao COT, em consonância com os anos anteriores, as maiores concentrações, em 2019, foram observadas nos sedIMentos do Canal de Bertioga, Canal de Santos e Canal de Piaçaguera (Figura 11). Também foram registrados valores elevados na Baía de Itaguá e no Saco da Ribeira.

IVIDES.org

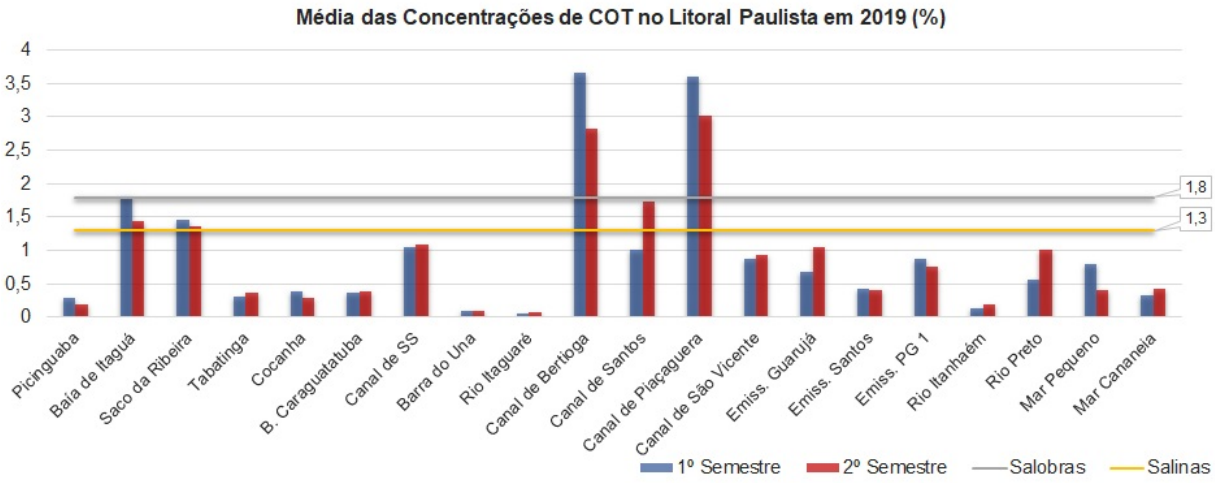


Figura 11 – Concentração média de COT (%) nos sedimentos das áreas avaliadas nas duas campanhas (em 2019), comparadas aos valores de referência. Fonte: CETESB (2020).

Para o nitrogênio (NKT), foram obtidas concentrações acima do valor de referência (1.000 mg/kg), em 27% das amostras de áreas costeiras; e acima de 1.500 mg/kg, em 8,7% das áreas estuarinas; em um total de 35,7% de amostras, com concentrações superiores aos valores de referência (Figura 12).

Os maiores valores de NKT nos sedimentos foram encontrados no sistema estuarino de Santos e São Vicente e também, no Canal de Bertioga. A Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira apresentaram concentrações elevadas, similares aos anos anteriores. Esse comportamento, pelo quarto ano conscecutivo, permite inferir que existe uma tendência de acúmulo de nitrogênio no sedimento dessas áreas. No caso dos Canais de Santos, Bertioga e Piaçaguera, que apresentaram as maiores concentrações na Baixada Santista, destaca-se o impacto das diversas atividades antrópicas na região. No caso da Baía de Itaguá e do Saco da Ribeira, eles sofrem impactos de atividades locais, com contribuição de esgoto doméstico; que, acrescidas à hidrodinâmica do local, podem estar contribuindo para o acúmulo de nutrientes nos sedimentos dessas áreas.

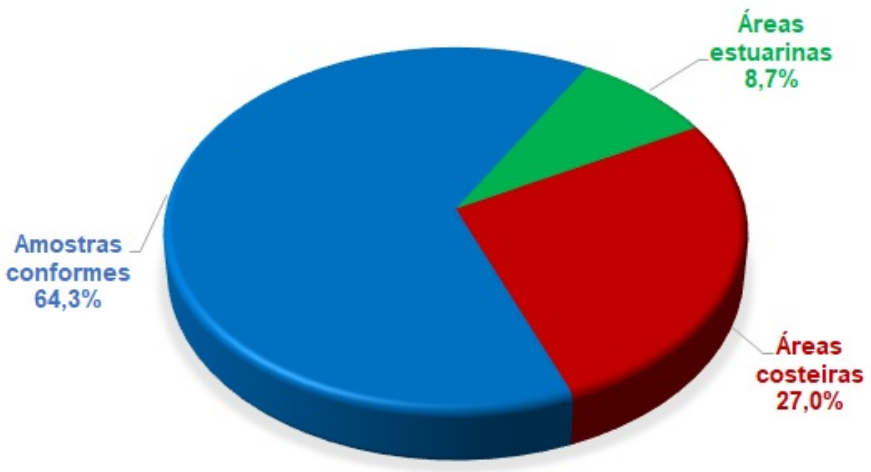


Figura 12 – Ocorrências de Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) no litoral paulista (2019). Fonte: CETESB (2020).

Com relação ao fósforo total (PT) (Figura 13), as maiores concentrações foram observadas no Canal de Piaçaguera. Nesse canal, os resultados mais elevados foram quase o dobro dos valores de referência. Normalmente, grandes contribuições de fósforo estão associadas à atividade humana, especialmente, na forma de descarga de esgoto doméstico e atividade industrial. Atividades específicas, como a indústria de fertilizantes, podem contribuir para o aumento dos níveis desse nutriente na região de Cubatão. Novamente, a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira também apresentaram concentrações de nutrientes elevadas, assim como ocorreu em anos anteriores, o que confirma as características de classificação dessas áreas, como já citadas anteriormente. Nas demais áreas, os valores têm sido gradativamente mais baixos ao longo dos anos.

IVIDES.org

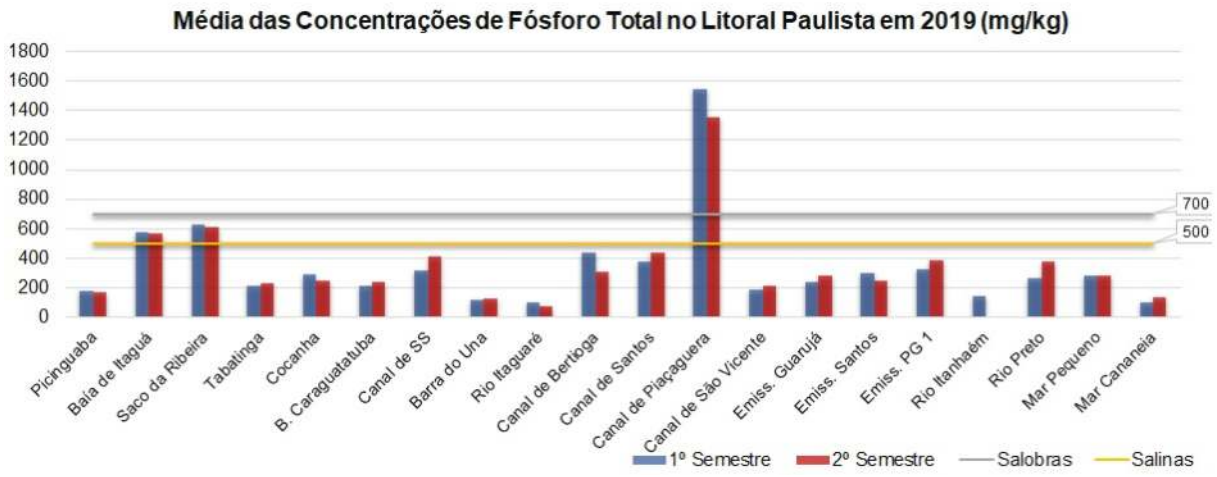


Figura 13 – Concentração média de Fósforo Total (mg/kg) dos sedimentos nas áreas da rede de monitoramento costeiro (2019). Fonte: CETESB (2020).

5.4.2 - AVALIAÇÃO ECOOXICOLÓGICA

Considerando-se todos os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos, houve em 2019 uma melhora na qualidade ecotoxicológica dos sedimentos, com percentual de 5% de amostras tóxicas, ratificando o cenário de baixa toxicidade das amostras de 2017 e 2018, diferentemente dos anos de 2015 e 2016, nos quais os percentuais de efeito tóxico foram de 13% e 8%, respectivamente (Figura 14). Considerando-se todas as amostras analisadas nos últimos cinco anos, Barra do Una e Mar Pequeno apresentaram os maiores percentuais de toxicidade (33,3% e 46,6%, respectivamente), necessitando, portanto, de maior investigação.

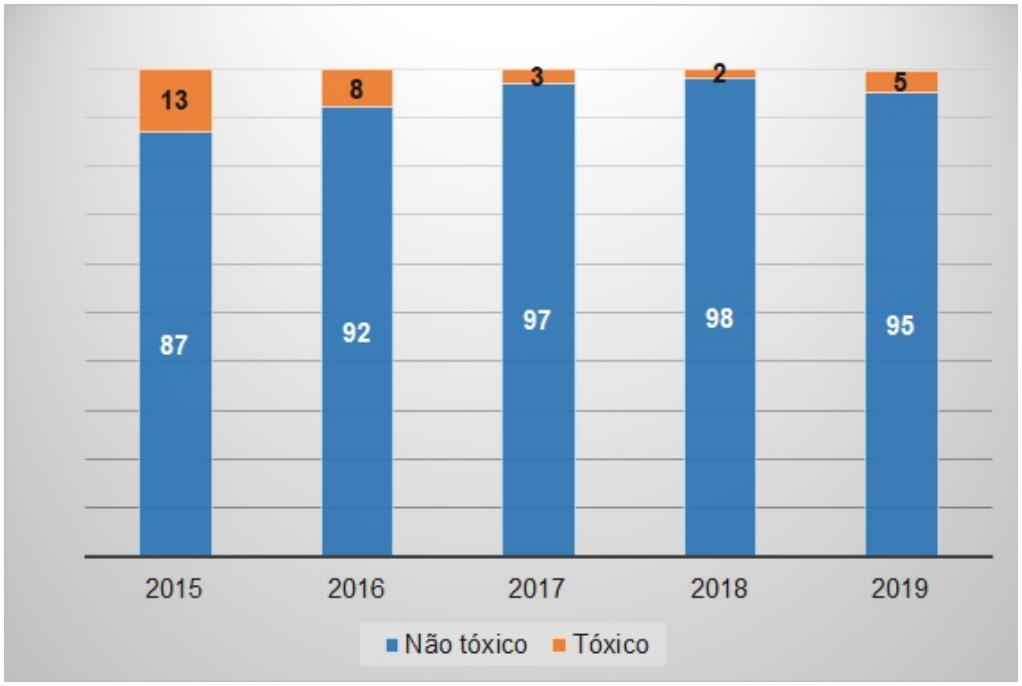


Figura 14 – Porcentagem de amostras com presença ou ausência de efeito tóxico, nos ensaios ecotoxicológicos agudos com *Grandidierella bonnieroides*, nos últimos cinco anos (n: 2015 = 60; 2016 = 62; 2017 = 65; 2018 = 65; 2019 = 65). Fonte: CETESB (2020).

A Figura 15 apresenta o percentual de amostras com ausência de toxicidade, nos anos de 2015 a 2019. Observando-se os dados nas três regiões, é possível afirmar que:

IVIDES.org

- No Litoral Norte, a porcentagem de pontos amostrais com ausência de toxicidade aumentou de 96% para 100%, em relação ao ano anterior, sendo superior à média dos últimos quatro anos (87,8%). A média atual continua em 90,2% (como entre 2014 e 2018);
- Na Baixada Santista, a ausência de toxicidade em 100% das amostras foi mantida como no ano anterior. Nessa região, foi observada a menor variação entre os anos de monitoramento (93% e 100%); e uma média de 98,6%;
- No Litoral Sul, houve uma redução de 50% no número de amostras não tóxicas, em relação ao ano anterior. Essa região apresenta a maior variação nos resultados ao longo do monitoramento (de 50% a 100%) e a menor média entre as três regiões (70%), nos últimos cinco anos.

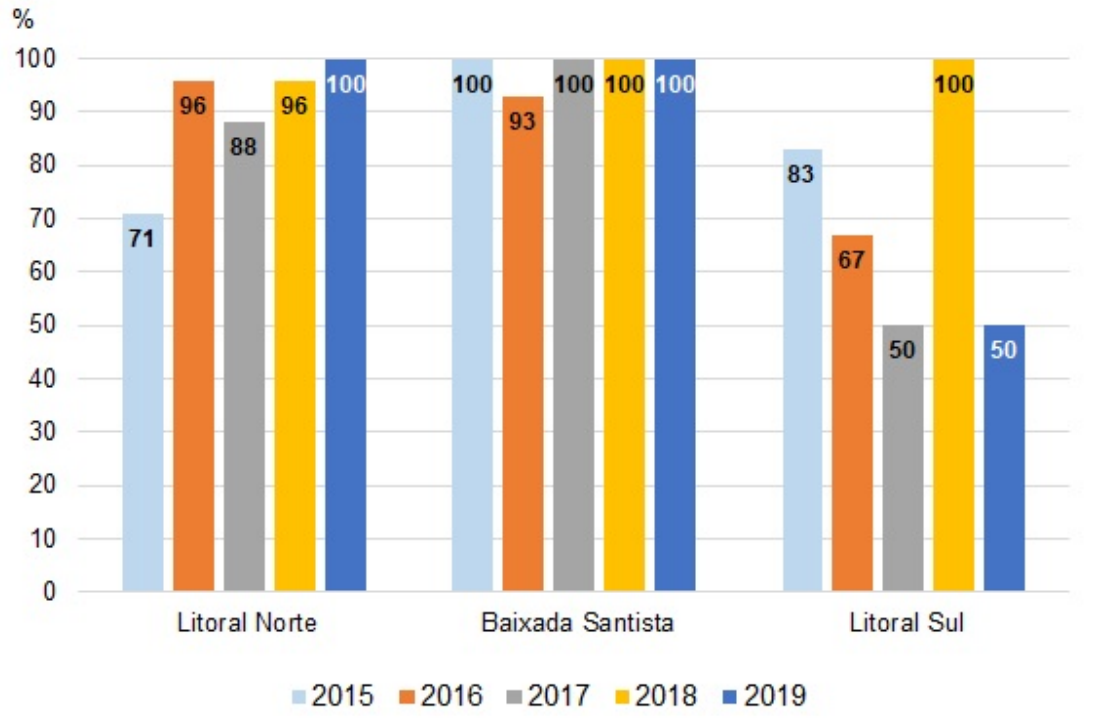


Figura 15 – Percentual de amostras nas três grandes regiões costeiras, que não apresentaram toxicidade para *Grandidierella bonnieroides*, nos ensaios com sedimento (2015 a 2019). Fonte: CETESB (2020).

5.4.3 - AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

A Figura 16 apresenta a porcentagem de amostras nas categorias de qualidade microbiológica, de acordo com o critério elaborado para os indicadores de poluição fecal: coliformes termotolerantes e *Clostridium perfringens* (Quadro 8). Destaca-se que a maioria das áreas foram classificadas como ótimas para ambos indicadores.

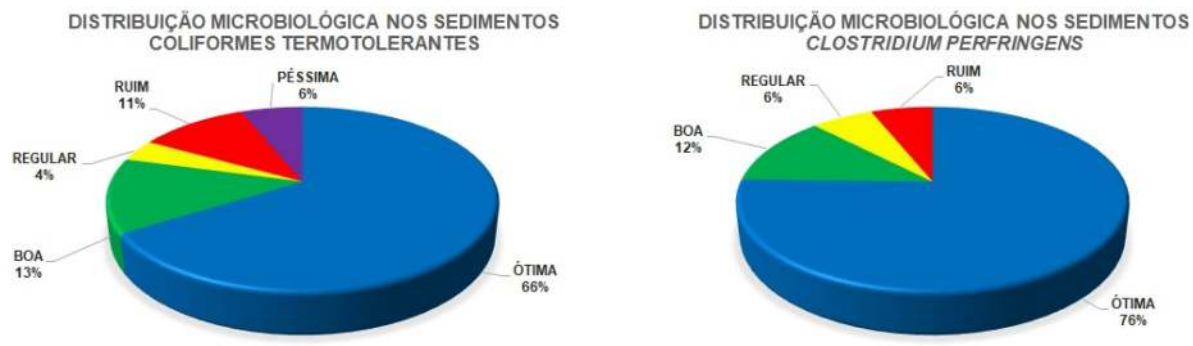


Figura 16 – Porcentagem de amostras em cada classe de qualidade microbiológica, de acordo com concentração dos indicadores nos sedimentos (2019) (n=130). Fonte: CETESB (2020).

IVIDES.org

5.5 - PRINCIPAIS RESULTADOS PARA O ANO DE 2019

Os resultados do monitoramento das águas costeiras no estado de São Paulo, obtidos na avaliação ao longo do ano de 2019, mostram que houve manutenção da qualidade dessas águas em relação a 2018. Isso pode ser verificado pelo Índice de Qualidade de Águas Costeiras (IQAC) médio das 20 áreas monitoradas, o qual apresentou pouca diferença na distribuição das diferentes categorias, mantendo a ausência da classificação *péssima*.

As diferenças regionais do litoral, já constatadas em anos anteriores, continuaram a ser verificadas em 2019. As áreas monitoradas com melhor qualidade estão localizadas no Litoral Norte e correspondem aos ambientes marinhos pouco influenciados pela água doce continental, além de possuírem baixa ocupação urbana e pouca atividade industrial. Nesse ano, a maioria das áreas com classificação média *ótima* e *boa* localizam-se nessa região.

As cinco áreas classificadas como *ruins*, estão todas localizadas no estuário da Baixada Santista. Nessa região, foram observadas as maiores alterações na qualidade das águas. Nesses ambientes salobros, os principais parâmetros responsáveis pela piora da qualidade foram as altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, associados a uma maior densidade demográfica.

Além disso, foram registradas cerca de 26% de não conformidades para o O.D. e 42% para os *Enterococos* (bactérias fecais). Esses resultados indicam principalmente a poluição por esgotos domésticos. Deve-se considerar também que, na região do estuário de Santos e São Vicente, existe grande influência do polo industrial e das atividades portuárias. Nas águas salinas, as não conformidades foram bem menores.

No que se refere ao Índice de Estado Trófico Costeiro (IETC), que avalia o nível de eutrofização, foi registrada em 2019 a menor porcentagem, correspondente aos ambientes classificados como já *eutrofizados* (20%) e a maior, aos ambientes classificados como *mesotróficos* (70%), nos últimos cinco anos. Porém, exibiu também a menor porcentagem de ambientes classificados como *oligotróficos* ou de *baixa trofia* (5%), nesse mesmo período. As maiores contribuições para esse cenário se devem às características do Litoral Norte e da Baixada Santista. Das 20 áreas avaliadas, considerando esse período, quatro áreas (20%) apresentaram tendência de melhora: o Saco da Ribeira e Tabatinga (localizados no Litoral Norte), o rio Itaguaré (na Baixada Santista) e o Mar de Cananeia (no Litoral Sul). Apenas a Baía de Caraguatatuba (no Litoral Norte) apresentou tendência de piora. As demais áreas (75%) não apresentaram tendência definida de modo significativo.

Em relação à qualidade dos sedimentos, como nos anos anteriores, as variáveis que indicam a presença de matéria orgânica e nutrientes nos canais do estuário santista foram as que apresentaram teores mais elevados. No Litoral Norte, notam-se alguns locais com essa tendência de acúmulo de nutrientes, como a Baía de Itaguá e o Saco da Ribeira. Quanto aos ensaios ecotoxicológicos agudos, com amostras de sedimentos, foram registrados 95% das amostras sem toxicidade, em 2019. Apenas 5% das amostras apresentaram efeito tóxico, todas elas provenientes do Mar Pequeno no Litoral Sul. Considerando-se os resultados dos ensaios nos últimos cinco anos houve uma melhora na qualidade ecotoxicológica dos sedimentos, ratificando o cenário de baixa toxicidade das amostras de 2017 e 2018, diferentemente dos anos de 2015 e 2016, nos quais, os percentuais de efeito foram de 13% e 8%, respectivamente.

O registro contínuo de dados sobre a qualidade das águas e sedimentos costeiros possibilita o diagnóstico ambiental da região, indicando tendências espaciais e temporais, além de ter contribuído na avaliação de impactos ambientais de importante acidente, como o incêndio ocorrido em 2015, no Porto de Santos, o maior porto da América Latina.

5.6 - DIAGNÓSTICO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Com a avaliação da distribuição do IQAC, é possível identificar as áreas com alterações de qualidade da água mais importantes e as tendências de distribuição espacial dessa qualidade. Esse diagnóstico é importante para as definições de medidas corretivas. Embora essa distribuição varie de ano para ano, a distribuição do IQAC de 2014 (apresentada na Figura 17, a título de exemplo), mostra claramente uma tendência, na qual as áreas localizadas na região estuarina apresentam piores condições de qualidade das águas; e que aquelas áreas localizadas no alto estuário são as mais comprometidas, por estarem mais influenciadas pelas fontes continentais. Por outro lado, as áreas mais afastadas dessa região (ou da costa) apresentam qualidade melhor.

IVIDES.org

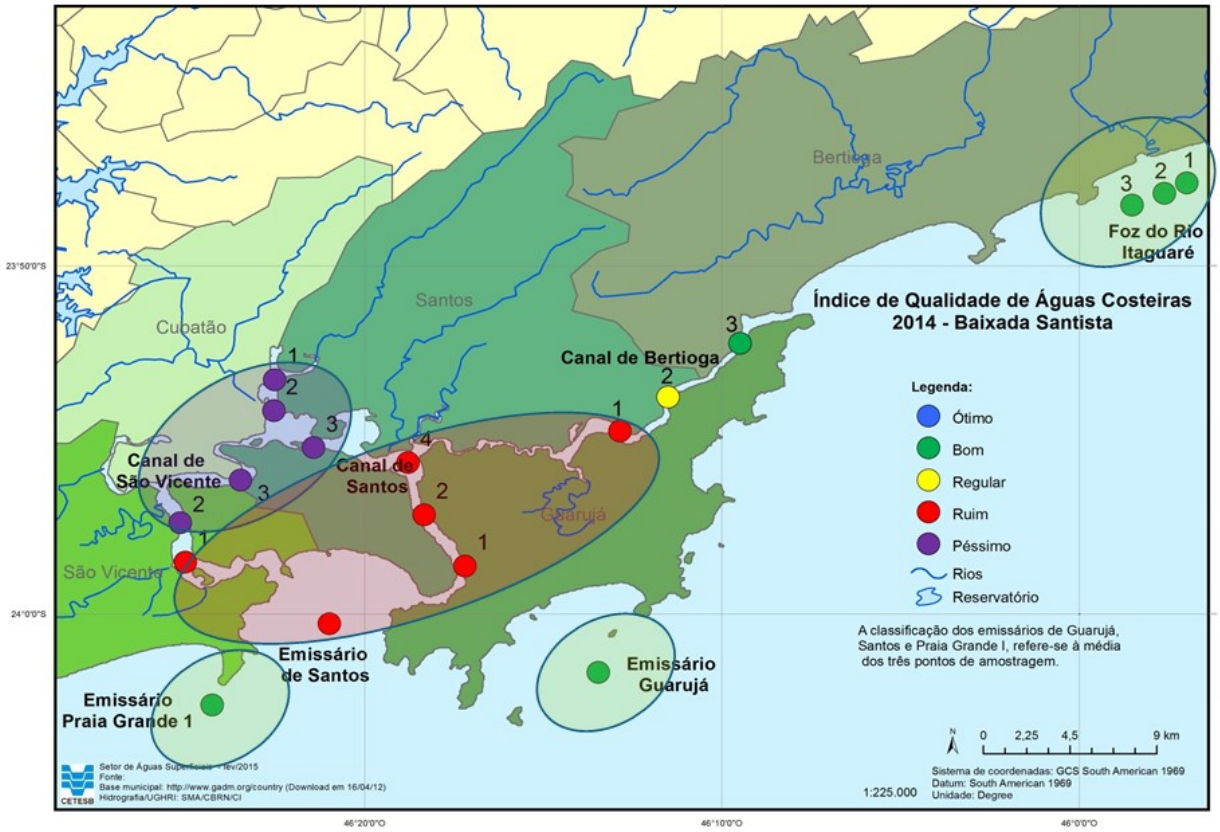


Figura 17 – Distribuição do índice de qualidade de águas costeiras (em 2014), nos pontos da Baixada Santista. Fonte: CETESB (2015).

5.7 - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Na avaliação de impactos ambientais, seja de empreendimentos existentes ou a serem licenciados, o conhecimento prévio das condições da qualidade ambiental é de fundamental importância. A identificação e a magnitude dos potencias impactos só é possível, se houver informações anteriores na referida área de influência.

A Figura 18 exemplifica essa situação. Em abril de 2015, houve um incêndio em seis tanques de combustível localizados no Porto de Santos (Figura 19), que durou cerca de uma semana, gerando escoamento desses combustíveis, de água e de produtos utilizados para o combate ao incêndio (Figura 20), tendo sido registrada mortandade de peixes (CETESB, 2016). Nos dias que se seguiram, foram colhidas amostras de água e sedimentos, para que fosse avaliado o impacto desse acidente. Como um mês antes havia sido realizada uma campanha em local próximo (marcador amarelo), foi possivel comparar os resultados, obtidos logo após o incêndio, com valores anteriores, o que proporcionou uma avaliação mais precisa dos impactos resultantes de tal ocorrência.

IVIDES.org

Figura 18 – Localização do terminal de combustíveis e do ponto de monitoramento da rede costeira. Fonte: CETESB (2016).

Figura 19 – Detalhe do incêndio em alguns tanques do Terminal . Fonte: CETESB (2016).

Figura 20 – Lagoa adjacente ao Terminal com as espumas de combate a incêndio. Fonte: CETESB (2016).

IVIDES.org

6 - PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

A rede de monitoramento está sempre sendo revista e atualizada. Desse modo, nesses 11 anos, foram incluídas áreas no monitoramento, como o Canal de Piaçaguera, onde existe grande influência de atividades de grandes terminais portuários; e, em 2020, o Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, por representar uma unidade de conservação, distante de atividades antrópicas (pois está localizado a 40 km da costa).

Figura 21 - Laje de Santos. Fotografia: Clécio Mayrink.

Da mesma forma, em 2017 em razão da ocorrência de florações de microalgas potencialmente tóxicas atingindo grandes extensões no litoral desde 2016, foi incorporada ao monitoramento a avaliação quali e quantitativa do fitoplâncton em alguns pontos de interesse onde havia ocorrência de maricultura ou extração de organismos marinhos (CETESB, 2019).

Figura 22 - Floração de algas no Litoral Norte do estado de São Paulo, em setembro de 2017. Fonte: Imagem de satélite da NASA 05-09-2017.

IVIDES.org

Dessa maneira, o monitoramento vai se renovando anualmente, acompanhando novas demandas e tendências. Como a qualidade das águas costeiras e do ambiente marinho envolve questões globais, como, por exemplo, a poluição de um modo geral e por lixo (com grande quantidade de plásticos atingindo o mar), a acidificação dos oceanos e o aumento da temperatura; estes últimos, decorrentes do aquecimento global, a avaliação dessas alterações é central para o entendimento dessas questões. A CETESB tem a preocupação em poder contribuir com essas iniciativas, no sentido de avaliar a magnitude desses problemas ambientais e de auxiliar, em busca de soluções.

Vale a pena ressaltar que o ano de 2017 foi marcado por muitas iniciativas internacionais e nacionais, no que se refere à conservação dos oceanos, principalmente, com relação ao lixo marinho. Com relação a esse tema, considerando que cerca de oito milhões de toneladas de plástico entram no oceano por ano, a Conferência sobre os Oceanos, ocorrida em junho de 2017, na sede das Nações Unidas em Nova Iorque (EUA), contou com a presença de vários países e cujo objetivo principal foi o de apoiar a implementação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14: "conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável".

Também foi iniciada a primeira fase do processo de elaboração do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar; lançado em março de 2019 e a ser desenvolvido pelo governo federal, mas ainda necessitando de implementação (MMA, 2019). Outras iniciativas em São Paulo, como a elaboração do Plano Estratégico de Monitoramento Ambiental do Lixo no Mar (PEMALM), lançado em 2021, também caminham nessa direção, tendo sido proposta uma série de etapas e levantados os diversos atores envolvidos no enfrentamento da questão (PEMALM, 2021).

Assim, levando-se em consideração a importância e a abrangência dos impactos causados pelo lixo no mar, que ganhou muita visibilidade nos últimos anos; e que mais de 80% do lixo marinho é composto por plásticos, existe a necessidade de se compreender esse tipo de poluição, para que se possa combatê-la da forma mais eficiente. As estimativas são de que já existem 150 milhões de toneladas de lixo plástico no mar e que cerca de 48 a 127 milhões de toneladas entram por ano nesse ambiente (europarl.europa.eu, 2018).

Nesse sentido, a CETESB está se capacitando com vistas a monitorar esse tipo de poluição, incorporando-o à *Rede Costeira*. O objetivo principal seria caracterizar e quantificar os resíduos plásticos no ambiente marinho. Como na *Rede Costeira*, já são colhidas amostras de água e sedimentos, a proposta é agregar mais um parâmetro de qualidade, que diz respeito aos microplásticos (que são partículas de tamanho inferior a 5 mm e constituem o resíduo final de praticamente todos os resíduos plásticos lançados inadequadamente no ambiente e que terminam indo para o mar) (GESAMP, 2015). Em 2019, a UNEP publicou um guia elaborado pelo GESAMP (*The Joint Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Protection*), que apresenta propostas de metodologias para o monitoramento de microplásticos (GESAMP, 2019). Como ainda não existe uma metodologia padronizada mundialmente, a CETESB pretende se capacitar nesse sentido, visando implementar essa avaliação, nos programas de monitoramento ambiental já existentes, com o intuito de contribuir ao entendimento desse tipo de poluição, embasando assim, as tomadas de decisão ou a adoção de políticas públicas, que sejam eficazes no seu combate.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15638**. Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com anfípodos marinhos e estuarinos em sedimentos. 3. ed. ABNT, 2016. 19p.

BERBEL, G. B. B. **Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baía do Almirantado (região antártica) considerando suas relações biogeoquímicas**. 2008. 102 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-152427/pt-br.php. Acesso em: 01 abr. 2014.

BRANDÃO, C. J.; COELHO-BOTELHO, M. J.; SATO, M. I. Z.; LAMPARELLI, M. C. (org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 325 p. ISBN:978-85-89629-83-6.

IVIDES.org

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana**: Plano de Combate ao Lixo no Mar. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 01 jun. 2008.

BRICKER, S. B.; FERREIRA, J. G.; SIMAS, T. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**, v. 169, p. 39-60, 2003.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquactic life**: summary tables. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. Disponível em: http://www.ccme.ca/assets/pdf/sedqg_summary_table.pdf. Acesso em: 01 fev. 2009.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life**: CCME Water Quality Index 1.0. Technical Report. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2014**. São Paulo: CETESB, 2015.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2015**. São Paulo: CETESB, 2016.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2018**. São Paulo: CETESB, 2019.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020.

EUROPARL.EUROPA.EU. **Plástico nos oceanos**: os factos, os efeitos e as novas regras da EU. 17 out. 2018. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181005STO15110/plastico-nos-oceanos-os-factos-os-efeitos-e-as-novas-regras-da-ue. Acesso em: 15 dez. 2020.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*). **Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean**. Kershaw, P.J.; Turra, A.; Galgani, F. (ed.). Rep. Stud. GESAMP nº 99, 2019. 130 p.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*). **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment**: a global assessment. (Kershaw, P. J. (ed.). Rep. Stud. GESAMP nº 90, 2015. 96 p.

LAMPARELLI, C.C.; MOURA, D.O. (coord). **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do estado de São Paulo**. São Paulo: São Paulo, SP: SMA, 1999..

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva**. Programa Revizee. Relatório Executivo. Brasília, DF: MMA, 2006.

PEMALM. **Plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar do estado de São Paulo**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo *et al.* (org.). São Paulo, SP: PEMALM, 2021. 72 p.

QUINÁGLIA, G. A. **Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da Baixada Santista**. 2006. 239f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 100, p. 179-196, 1999.

WEST, Inc.; GULLEY, D. **Toxstat 3.5.** Wyoming, USA: University of Wyoming, 1996. 38 p.

IVIDES.org

21

DOI 10.5281/zenodo.6676453

A ACÚSTICA SUBMARINA COMO FERRAMENTA DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Murilo Minello
Viviane Rodrigues Barroso
Aléxia Antonia Lessa da Costa
Lilian Sander Hoffmann
Sâmia Alencar Araújo
Yagho Ferreira Ramos
Eduardo Barros Fagundes Netto
Fabio Contrera Xavier
Alexandre Douglas Paro
Ubirajara Gonçalves de Melo Júnior

1 - O SOM COMO VARIÁVEL AMBIENTAL

Para um gestor ambiental, é fundamental compreender os fenômenos da natureza, entender seu funcionamento, identificar seus padrões e, até mesmo, antever possíveis ameaças às comunidades biológicas. Os ambientes possuem uma diversidade imensa de espécies, assim como muitas variáveis e processos interagindo, gerando um cenário de grande complexidade, o que dificulta a interpretação das informações e, consequentemente, a tomada de decisões (PICONE *et al*., 2020).

Estudos ambientais costumam ter uma logística específica, com coletas e análises de dados bastante rigorosas, requerendo invariavelmente equipes multidisciplinares para sua execução (BORJA *et al*., 2008). É neste cenário, que a acústica submarina pode contribuir e se tornar uma importante ferramenta de monitoramento ambiental. Além de ser uma ferramenta não invasiva, o monitoramento acústico possui uma vantagem sobre outros métodos, pois possibilita uma amostragem contínua, com maiores escalas espaciais e temporais; e permite análises, tanto individuais, populacionais como de comunidades (FARINA, 2011).

Para apresentar esta ferramenta, o capítulo está organizado da seguinte forma: um histórico sobre as aplicações da acústica submarina; uma apresentação dos conceitos básicos sobre a acústica e a propagação da onda sonora no mar; uma apresentação do conceito de paisagem acústica; e, por fim, uma revisão dos equipamentos e técnicas utilizadas e perspectivas do uso da bioacústica submarina na gestão costeira.

IVIDES.org

1.1 - HISTÓRICO DA ACÚSTICA SUBMARINA

A acústica submarina é uma área da ciência que tem crescido rapidamente, tendo experimentado um grande avanço no século XX, devido às diversas pesquisas realizadas no período entre guerras (NAMORATO, 2000; MUIR; BRADLEY, 2016). Após o grande salto promovido por essas pesquisas, essa área do conhecimento continua a avançar, impulsionada principalmente pelo desenvolvimento computacional (AINSLIE, 2010).

Os relatos relacionados a essa ciência, porém, datam de uma época anterior. A palavra "acústica" tem origem na palavra grega "*akoustikos*" e significa "relacionado à audição", havendo registros do uso desse termo nos tempos de civilizações antigas gregas, persas e chinesas (NAMORATO, 2000). Existem relatos, que indicam que o filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) observou que o som podia ser ouvido na água (BJØRNØ, 2003). No século XV, Leonardo da Vinci sugeriu que seria possível ouvir navios a grandes distâncias, por meio de um experimento que consistia em inserir a extremidade de um tubo na água e a outra extremidade no ouvido (URICK, 1983). No século XVII, Isaac Newton elaborou a teoria matemática da propagação do som (NAMORATO, 2000).

Nos séculos seguintes, muitos trabalhos na área de acústica foram realizados. Em 1827, ocorreram as primeiras medições da velocidade do som na água, realizadas pelo físico suíço Daniel Colladon e o matemático francês Charles François Sturm, obtendo o valor de 1.435 m/s para um ambiente de água doce a uma temperatura de 8°C, que é um valor que difere muito pouco dos valores encontrados atualmente. Em 1877, Lord Rayleigh publica o livro "*Theory of Sound*", considerado um grande avanço para a área e que se tornou a base da acústica moderna (MARTINS, 2013).

O naufrágio do Titanic, em 1912, e o início da Primeira Guerra Mundial também foram marcos importantes, devido à crescente necessidade do desenvolvimento de tecnologias e sistemas de escuta submarina. Esse período foi marcado por estudos para aplicações militares, tais como, o uso do efeito piezoelétrico e o desenvolvimento de dispositivos para detecção de alvos, como também para aplicações civis, como os estudos da propagação do som no sedimento e o desenvolvimento da teoria da refração de ondas sonoras na água. Em 1919, Lichte demonstrou que o som pode sofrer refração, a partir de pequenas alterações no meio aquático, o que significa que a velocidade do som na água do mar varia com a temperatura, a salinidade e a pressão (AINSLIE, 2010).

O próximo grande passo ocorre durante a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento do primeiro hidrofone, novos avanços nos estudos da propagação acústica e o aprimoramento dos sistemas SONAR (um acrônimo de *SOund NAvigation and Ranging*) (MARTINS, 2013).

O constante desenvolvimento eletrônico e computacional faz com que a acústica submarina seja uma ferramenta cada vez mais utilizada em estudos oceanográficos e ambientais. Os avanços tecnológicos, fomentados pelas técnicas de processamento de sinais, possibilitaram o desenvolvimento de modelos de propagação, que permitem uma maior compreensão do comportamento do som no mar.

O som apresenta inúmeras vantagens e aplicações para estudos oceanográficos. Como exemplos, temos as comunicações submarinas, a navegação, a localização de embarcações e de cardumes, os levantamentos batimétricos e a sísmica, além das aplicações militares. Embora grande parte dos oceanos permaneça inexplorada, a acústica submarina tem feito importantes contribuições para a descoberta de inúmeras características e componentes dos oceanos e espera-se que os crescentes avanços possam contribuir ainda mais para essas descobertas (AINSLIE, 2010).

2 - NOÇÕES BÁSICAS SOBRE ACÚSTICA SUBMARINA

2.1 - A ONDA SONORA

O som é uma onda mecânica, que se propaga através de compressões e descompressões das moléculas do meio, sendo necessário, para tanto, um meio elástico (gás, líquido ou sólido). Ao se propagar, a onda gera um movimento oscilatório, que pode ser representado graficamente por uma linha ondulada, que significa o aumento e a diminuição da pressão (Figura 1). A onda sonora, diferentemente da onda eletromagnética, é uma onda longitudinal, ou seja, a direção da propagação é a mesma da direção da vibração (AU; HASTINGS, 2008).

IVIDES.org

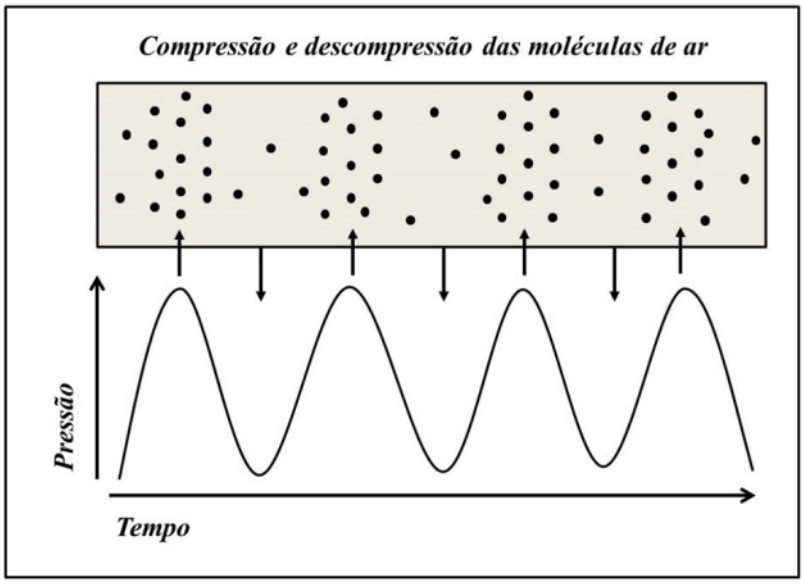


Figura 1 - Representação da onda sonora se propagando no ar, onde são percebidas as zonas de compressão e descompressão do meio, que podem ser representadas por uma linha ondulada. Elaborado pelos autores.

Assim, a onda sonora pode ser descrita por seus componentes básicos: a frequência, o comprimento de onda e a amplitude. O comprimento de onda (representado por λ) mede a distância entre duas cristas ou entre dois cavados consecutivos da mesma onda. Já a amplitude, é a distância máxima que uma partícula vibra fora de seu equilíbrio ou "o quanto o meio é perturbado" (Figura 2).

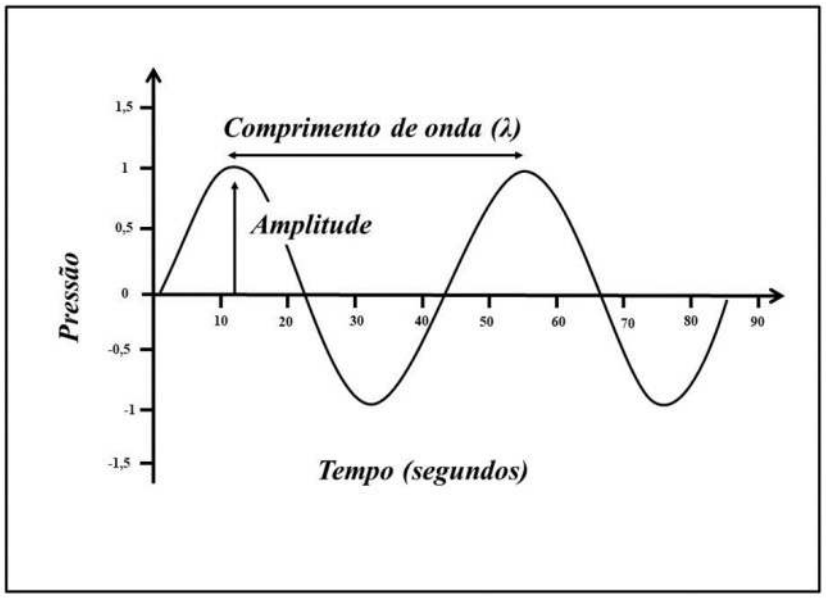


Figura 2 - Representação da onda sonora ao longo do tempo, mostrando como são medidos os valores de comprimento e amplitude da onda. Elaborado pelos autores.

A frequência da onda sonora depende do número de ondas de pressão que passam por um ponto de referência por unidade de tempo (Figura 3). É expressa em Hertz (Hz), unidade que representa um ciclo por segundo. A unidade foi dada em homenagem ao físico alemão Heinrich Rudolf Hertz, que desenvolveu trabalhos com radiação eletromagnética. Usa-se também o múltiplo kHz (1 Hz x 1.000).

IVIDES.org

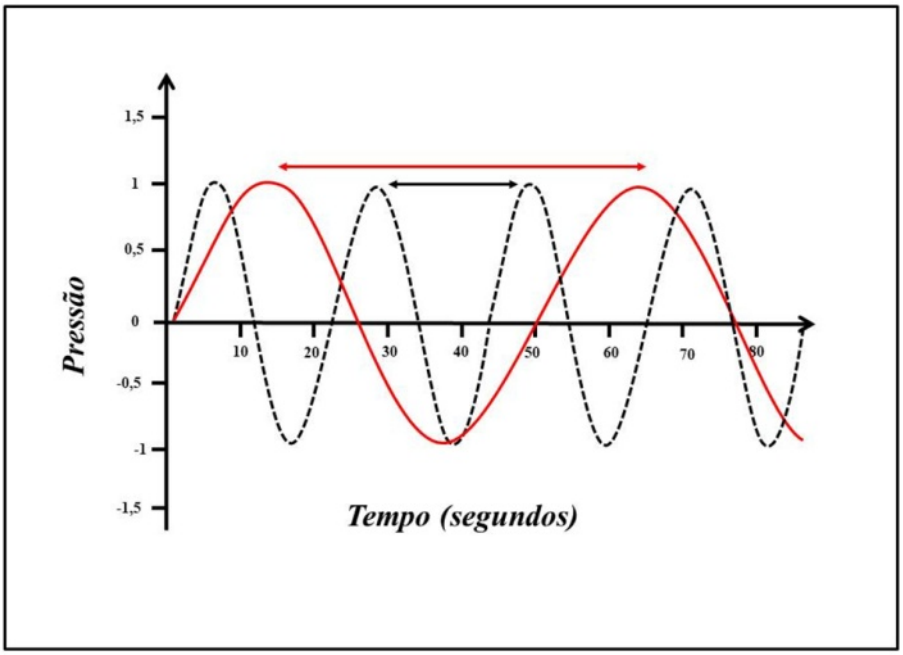


Figura 3 - Representação de duas ondas sonoras com diferentes frequências e comprimentos de onda, mas mesma amplitude. Elaborado pelos autores.

Existe uma relação entre velocidade (v), frequência (f) e comprimento de onda (λ), que pode ser vista na seguinte relação: $v = \lambda f$. Deste modo, conhecendo-se, por exemplo, a frequência e a velocidade do meio, pode-se facilmente calcular o valor do comprimento da onda sonora.

A propagação ocorre através de vibrações do meio. Essas vibrações, ao atingirem o sistema auditivo, no caso do ser humano, produzem sensações interpretadas pelo cérebro como som. Somos capazes de perceber sons com frequências que variam de 20 Hz a 20.000 Hz (ou 20 kHz). Quanto maior a frequência de um som, mais este será percebido por nós como agudo. Didaticamente, os sons abaixo de 20 Hz são chamados de infrassons, e os acima de 20.000 Hz, ultrassons. Outros organismos também possuem sensibilidade de perceber as vibrações da onda sonora, sendo que a faixa de frequência perceptível varia de espécie para espécie (Quadro 1).

Quadro 1 - Exemplos da capacidade auditiva em diferentes grupos animais, terrestres e aquáticos

	Capacidade audível
Humanos	20 – 20.000 Hz
Cães	15 – 50.000 Hz
Gatos	60 – 65.000 Hz
Morcegos	1.000 – 180.000 Hz
Cetáceos	15 – 150.000 Hz

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

A velocidade é diferente para cada um dos meios, através do qual a onda sonora se propaga (Quadro 2), sendo medida em metros por segundo (m/s)[1]. Nos meios líquidos e nos sólidos, onde as moléculas estão mais próximas, a velocidade do som é maior do que em meio gasoso.

Quadro 2 - Velocidade de propagação da onda sonora em diferentes meios

Material	Velocidade de propagação (m/s)
Gases: Ar (20°C)	343
Líquidos: Água do mar (25°C)	1.533
Sólidos: Ferro (20°C)	5.200

Elaborado pelos autores.

2.2 - POTÊNCIA, INTENSIDADE E NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

Existem diferentes maneiras de medir a quantidade de energia da onda sonora. A potência é a grandeza que determina a quantidade de energia concedida por uma fonte, a cada unidade de tempo, sendo medida em Joules por segundo. A cada 1 J/s, tem-se 1 *Watt* de potência. Já a intensidade é essa taxa de energia (potência) por unidade de área, dada por W/m^2. O ouvido humano percebe uma faixa ampla de intensidade, no âmbito de 1012 W/m^2. O Nível de Pressão Sonora (*Sound Pressure Level*, SPL) é uma relação logarítmica entre a pressão sonora no ambiente e uma pressão sonora de referência, expressa em decibéis (dB), que é a unidade que indica a proporção de uma quantidade física (energia ou intensidade), em relação a um nível de referência (CAREY; EVANS, 2011).

2.3 - A PROPAGAÇÃO DO SOM NO MAR

A complexidade do processo de propagação do som no mar se deve ao fato de os oceanos serem ambientes dinâmicos. Devido ao comportamento da propagação da onda sonora, sua velocidade está relacionada à elasticidade do meio. Para fluidos em geral, a velocidade do som (v) é dada pela equação de Newton-Laplace e depende de duas propriedades mecânicas do meio, a densidade (d) e o módulo de elasticidade (K), na seguinte relação (Equação 1) (KINSLER *et al*., 1999):

$$\nu = \sqrt{\frac{K}{d}} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Quanto maior o módulo de elasticidade, maior a tensão necessária para deformá-lo e, portanto, mais rígido é o material. A velocidade de propagação do som no ar é menor do que na água, porque a densidade da água é cerca de 1.000 vezes maior do que a do ar (KINSLER *et al*, 1999; RIENSTRA; HIRSCHBERG, 2004).

A propagação do som nos oceanos é um processo extremamente complexo, sendo determinado por diversos fatores. A velocidade é uma das propriedades mais importantes, variando com a profundidade, as estações do ano e a localização geográfica. Pequenas alterações na velocidade do som impactam significativamente a sua propagação no mar (BREKHOVSKIKH; LYSANOV, 2004; URICK, 1983).

A propagação da onda sonora depende da densidade e da compressibilidade da água, que, por sua vez, é influenciada principalmente por três propriedades: a temperatura, a salinidade e a pressão hidrostática. A temperatura é o fator que exerce maior influência, uma vez que ela influencia significativamente o campo de densidades e a consequente estratificação do meio (JENSEN *et al*., 2011). O Quadro 3 mostra a contribuição aproximada de cada uma dessas variáveis para as variações na velocidade do som.

[1] No Sistema Internacional de Unidades.

IVIDES.org

Quadro 3 - Coeficientes aproximados de velocidade do som

Variáveis	Coeficiente
Temperatura (ºC)	+4,6 m/s por ºC
Salinidade	+1,3 m/s por ppm
Profundidade (m)	+ 0,016 m/s por m

Elaborado pelos autores, adaptado de Urick (1983).

Uma vez que a velocidade do som varia diretamente com essas três propriedades, ela pode ser calculada utilizando-as como entrada. Diversos algoritmos têm sido propostos ao longo das últimas décadas para computar a velocidade, dentre eles, os propostos por Del Grosso (1974), Mackenzie (1981), Coppens (1981) e Chen e Millero (1977), sendo este último, amplamente utilizado e recomendado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (LEROY; ROBINSON; GOLDSMITH, 2008; MOHITE-PATIL *et al*., 2010). Entretanto, existe uma equação mais simplificada para o cálculo da velocidade do som no mar, proposta por Medwin (1975) (Equação 2):

$$c = 1449,2 + 4,6T - 0,055T + 0,00029T^3 + (1,34 - 0,010T)(S - 35) + 0,016z \quad \text{(Eq. 2)}$$

Nesta equação, *T* é a temperatura, *S* é a salinidade e *z* é a profundidade. Ela é válida para as seguintes condições: *T* entre 0°C e 35°C; *S* entre 0 e 45 e *z* entre 0 e 1.000 m. Quando as variáveis temperatura e salinidade são constantes, a velocidade do som aumenta com o aumento da profundidade.

Como o gradiente vertical de velocidade do som no mar é muito maior que o gradiente horizontal (exceto para regiões de convergência de correntes frias e quentes), os perfis de velocidade do som são utilizados para representar esse gradiente vertical. Estes perfis mostram como a velocidade do som pode variar em regiões distintas do oceano (BRADLEY; STERN, 2008).

Próximo à superfície, existe uma região chamada camada de mistura, onde a água é constantemente misturada pela ação das ondas. Nessa camada, essa mistura mantém as temperaturas relativamente uniformes, ocorrendo pouca variação da velocidade do som. Em regiões polares, a água nessas camadas superficiais tende a apresentar uma temperatura menor e, consequentemente, a velocidade do som é menor na superfície. Abaixo da camada de mistura, existe uma região chamada termoclina sazonal, onde a temperatura pode cair rapidamente, até encontrar a termoclina permanente, que é uma região com uma diminuição mais estável da temperatura. Essa região, com gradiente de temperatura negativo, é caracterizada pela diminuição da velocidade do som. Por fim, abaixo da termoclina permanente, encontra-se a camada isotérmica profunda, com temperatura aproximadamente constante, onde a velocidade do som aumenta, devido ao aumento da pressão hidrostática (BRADLEY; STERN, 2008; URICK, 1983) (Figura 4).

Os perfis de velocidade do som exercem, portanto, grande influência na propagação acústica no mar, pois, devido à sua estratificação, ocorrem os fenômenos de reflexão, refração e difração das ondas. Essas alterações de direção e sentido levam a um efeito chamado multipercursos (JENSEN *et al*., 2011). Vale ressaltar que, em ambientes onde existem mudanças bruscas nos perfis de velocidade do som, ocorrerão muitas mudanças na direção da propagação. Em ambientes muito estratificados, as mudanças na densidade da água produzem limites internos, que levam a essas peculiaridades na propagação, como é o caso dos estuários do tipo cunha salina (BRADLEY; STERN, 2008; BARROSO, 2015).

2.3.1 - PROPAGAÇÃO EM ÁGUAS RASAS

O termo “águas rasas” pode ser definido segundo dois critérios. O primeiro critério é o hipsométrico, tendo como referência as profundidades médias das bordas das plataformas continentais, ou seja, aproximadamente 200 m. O segundo critério é o acústico, que considera “águas rasas” um ambiente oceânico específico, limitado pela superfície e pelo fundo, onde ocorrem sucessivas interações com essas duas interfaces, ocorrendo aprisionamento da energia sonora no guia de ondas, que é o canal de propagação (ETTER, 2003).

IVIDES.org

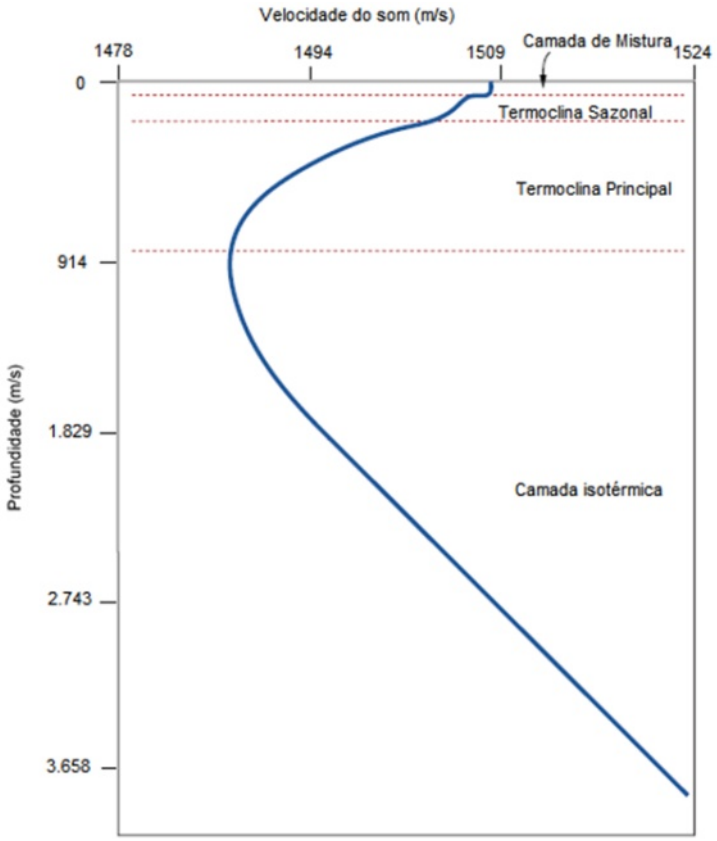


Figura 4 - Perfil genérico de velocidade do som. Elaborado pelos autores, adaptado de Urick (1983).

Em ambientes de águas rasas, as interações com o fundo (reflexão, espalhamento e absorção), aliadas às perturbações hidrodinâmicas, tornam a propagação acústica ainda mais complexa (LYNCH et al., 2010), havendo uma relação entre o comprimento de onda e as dimensões do guia de ondas. Há, por um lado, a superfície do mar limitando a parte superior do canal de propagação, atuando como uma superfície refletora. Nessa região, pode ainda ocorrer um aumento da rugosidade na superfície, pelo vento, provocando tanto o espalhamento quanto a absorção dos sinais acústicos, devido às bolhas de ar geradas, que atenuam o som (ETTER, 2003).

As interações com o fundo, no entanto, são mais complexas, por este apresentar camadas com diferentes propriedades, que produzem diferentes efeitos sobre a onda incidente. Vale ressaltar que esses efeitos estão diretamente relacionados à frequência do sinal. A interação com o fundo afeta a propagação, devido ao espalhamento e às mudanças de fase do sinal, associados às propriedades do sedimento, tais como a densidade, a velocidade compressional, a velocidade cisalhante, os coeficientes de atenuação, entre outros. Como as interações com o fundo são maiores nesses ambientes, a propagação do som a longas distâncias depende das características dessa interface e estão associadas a grandes perdas de energia acústica (BREKHOVSKIKH; LYSANOV, 2003) (Figura 5).

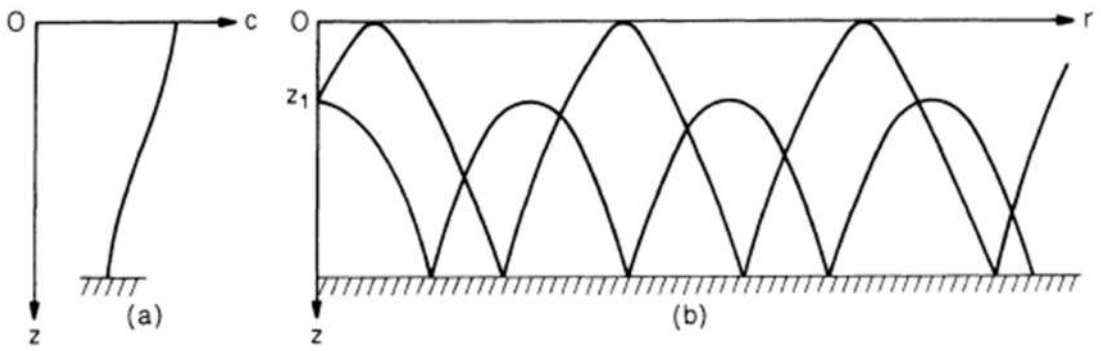


Figura 5 - Propagação acústica em águas rasas: (a) perfil de velocidade do som; (b) diagrama de raios. Elaborado pelos autores, adaptado de Brekhovskikh e Lysanov (2003).

IVIDES.org

3 - PAISAGEM ACÚSTICA SUBMARINA

Mesmo desprovido de vida, o oceano não seria um local silencioso, pois existem várias fontes geradoras de sons. Existem os sons de origem abiótica (**geofonia**), tal como o som das tempestades, ventos e ondas; e os sons de origem biótica (**biofonia**), resultantes das atividades ou vocalizações dos animais, que vivem em determinado ambiente. Algumas espécies podem se sobressair nessa biofonia, como no caso de crustáceos, peixes e mamíferos marinhos. Somado a isto, temos um fator que vem cada vez mais se tornando preponderante no ambiente aquático: os sons de origem antropogênica (**antropofonia**). Todos esses sons, juntos, formam a **paisagem acústica submarina** e contribuem para gerar uma **assinatura acústica** de determinado ambiente (Figura 6) (PIJANOWSKI *et al*., 2011).

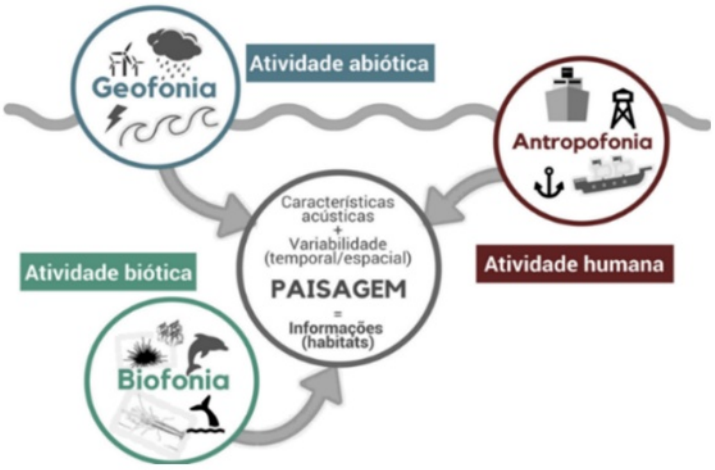


Figura 6 - Fontes que compõem a paisagem acústica submarina: geofonia, biofonia e antropofonia. Elaborado pelos autores, adaptado de Campbell (2019).

3.1 - GEOFONIA

Os sons podem ter uma origem abiótica natural, como eventos geológicos, oceanográficos e atmosféricos, sendo seu conjunto, chamado de Geofonia. As fontes do ruído subaquático podem ser as mais diversas, como vento, ondas, atividade sísmica, chuva, neve e granizo, icebergs, agitação molecular, trovões e relâmpagos. Vento e ondas são fontes significativas e inter-relacionadas. O vento contribui com ruído em uma ampla faixa de frequência, de poucos Hz até mais de 30 kHz. A contribuição da geofonia para o ambiente subaquático pode ser intensa, mas altamente variável, principalmente, quando se comparam regiões costeiras rasas e águas oceânicas profundas. Em regiões costeiras, o ruído é causado em grande parte por ondas e chuvas, gerando sons de média (100 Hz a 2 kHz) e alta (15 Hz a 20 kHz) frequências, respectivamente. Em eventos extremos de chuva, podem ocorrer sinais tão fortes como 50 dB acima do nível do ruído de fundo. Nas regiões oceânicas mais profundas, atividades geofísicas, como os terremotos e as erupções vulcânicas, são as principais responsáveis pela contribuição de ruído no espectro de baixa frequência (entre 5 e 100 Hz). Os terremotos e vulcões subaquáticos, embora tenham sua energia concentrada na faixa de baixa frequência, geram sons muito intensos (até 272 dB e 255 dB, respectivamente) e podem ser escutados a quilômetros de distância. Os raios estão entre as fontes sonoras mais potentes do oceano, podendo atingir 260 dB, sendo bastante frequentes nas regiões costeiras, com uma média de 2 raios/km^2/ano. Apesar de serem sons de baixa frequência (de 10 Hz até 1 kHz), sua alta intensidade contribui para o ruído de fundo, mesmo a grandes distâncias (BREKHOVSKIKH; LYSANOV, 2003; DUBROVSKIY; KOSTERIN, 1993).

IVIDES.org

3.2 - ANTROPOFONIA

A poluição sonora oriunda das atividades humanas vem ganhando grande destaque nos últimos anos e pode representar importante fator de estresse nas comunidades biológicas. Cientistas alertam que o crescimento do nível de ruído das atividades humanas nos oceanos, causado por navios, sonares, exploração de petróleo e construções, pode estar perturbando e/ou ameaçando a vida de baleias, golfinhos, peixes, larvas e outras formas de vida marinha (CLARK *et al*., 2009; NEDELEC *et al*., 2017; ERBE *et al*., 2019).

A navegação pode ser dividida basicamente em dois tipos, de grandes e pequenas embarcações. Os grandes navios são usados para fins comerciais, militares, pela indústria da pesca e de turismo. Tournadre (2014) aponta que 90% do comércio mundial é feito pelo mar, tendo quadruplicado, entre os anos de 1992 e 2012. Apesar de gerarem ruído de suas hélices, motores e engrenagens, devido ao seu grande tamanho, as hélices são mais lentas e geram sons de baixas frequências (< 10 Hz), embora ainda contribuam para o ruído ambiental. Já as pequenas embarcações, possuem pequenas hélices, que podem produzir cavitação, com frequência mais alta que embarcações maiores. A alta taxa de rotação das hélices gera ruídos de até 6,3 kHz. Nos últimos 50 anos, o ruído ambiental aumentou 15 dB (lembrando que a escala em dB é logarítmica) (HILDEBRAND, 2009).

Outra fonte de ruído sonoro no ambiente aquático é a indústria de gás e petróleo. Visando a determinação dos locais mais prováveis dos depósitos de óleo e gás, essas atividades usam sísmica de alta resolução, por meio de disparos de canhões de ar (*airguns*). Em geral, se utiliza um arranjo rebocado de *airguns*, que realiza explosões de grande intensidade na coluna d'água, na direção do leito marinho. Os disparos são de baixa frequência (entre 10 e 100 Hz), porém com intensidades altíssimas, variando entre 216 e 259 dB re 1µPa. Diversos organismos marinhos sofrem com os impactos desses ruídos antrópicos, cujos efeitos podem ser indiretos, induzindo estresse, interrompendo comportamentos vitais, ou causando injúria direta (DUARTE, 2021).

Por fim, outra fonte geradora de ruído no ambiente aquático são os sonares. Existem os sonares passivos, que são equipamentos de escuta, que determinam a presença e características de direção das fontes marinhas de ruído e não têm potencial de prejudicar a vida marinha. Já os sonares ativos, emitem sons e captam seu retorno, e são usados para identificar a posição relativa de objetos submersos (submarinos, peixes, minas, naufrágios) e características do fundo oceânico. O sonar foi o primeiro som antropogênico deliberadamente introduzido nos oceanos em larga escala. Existem vários tipos, usados tanto para fins civis quanto militares. São categorizados em sonar de baixa (<1 kHz), média (1 a 10 kHz) e alta (>10 kHz) frequência (*Ocean Noise and Marine Mammals*, 2003).

3.3 - BIOFONIA

Muitas espécies utilizam os sons do ambiente para diversas funções, como orientação espacial e assentamento larval. Além disso, também possuem a capacidade de produzir sons. Neste capítulo, utilizaremos três grandes grupos, com os casos de algumas espécies de invertebrados, peixes e mamíferos marinhos. É possível acessar diversos exemplos de áudios de espécies marinhas na galeria de áudios do *site* do *Discovery of Sound in the Sea*[2].

3.3.1 - INVERTEBRADOS MARINHOS

No ambiente marinho, invertebrados de diferentes grupos taxonômicos são amplamente estudados em relação à sua biologia e ecologia (SAMADI *et al*., 2006; ELLIS *et al*., 2011) e alguns, também por sua importância econômica. Contudo, somente a partir dos anos 90, surgiram os primeiros estudos bioacústicos desses organismos (WILLIAMS *et al*., 2015).

Diversos estudos já demonstraram que invertebrados marinhos, como camarões, lagostas, ouriços e bivalves, além de contribuírem para a formação da paisagem acústica submarina, também são afetados por ela (KAIFU; SEGAWA; TSUCHIYA, 2007; HUGHES; MANN; KIMBRO, 2014).

[2] http://www.dosits.org. Iniciativa da University of Rhode Island Graduate School of Oceanography, em parceria com diversas instituições.

IVIDES.org

As estruturas morfológicas e sensoriais responsáveis pela emissão e recepção dos estímulos acústicos podem ser bastante diversificadas. Os camarões-estalo, *Synalpheus parneomeris* e *Alpheus formosus*, por exemplo, produzem cliques ou estalos, fechando rapidamente suas quelas frontais. Esse rápido movimento produz uma bolha de ar, que, ao estourar, gera uma onda sonora de alta intensidade (cavitação). Os cliques desses camarões podem chegar até 189 dB re 1 µPa, com pico de frequência variando entre 2 e 5 kHz (AU; BANKS, 1998). Os ouriços-do-mar, como *Lytechinus variegatus* e *Evechinus chloroticus*, podem produzir ruídos durante a alimentação, a locomoção e o atrito entre os seus espinhos. O esqueleto calcário ovóide dos ouriços pode agir como um ressonador de *Helmholtz*, produzindo sons amplificados de, aproximadamente, 90 dB re 1 µPa, com picos nas frequências entre 0,8 a 4 kHz (RADFORD; JEFFS; MONTGOMERY, 2008; MENDES, 2019). Bivalves, como o mexilhão *Perna perna* e a vieira *Pecten maximus*, podem produzir sons entre 43 e 134 dB re 1 µPa e picos variando entre 4 a 57 kHz, a partir do movimento de abertura e fechamento de suas duas valvas ou conchas (DI IORIO *et al*., 2012; COQUEREAU, *et al*. 2016; MELO JÚNIOR, *et al*., 2020). As cracas da espécie *Megabalanus coccopoma*, por meio do movimento de seus cirros para alimentação, produzem sons de até 65 dB re 1 µPa, com picos na frequência de 650 Hz (CRISP; SOUTHWARD, 1961).

Apesar desses estudos, pesquisas envolvendo os invertebrados ainda são consideradas escassas (COQUEREAU *et al*., 2016; CHARIFI et al., 2017). A Figura 7 apresenta as representações gráficas de algumas características dos sons de três invertebrados marinhos. Os dados foram obtidos, a partir de gravações feitas no Laboratório de Cultivo de Invertebrados Marinhos, localizado no Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Arraial do Cabo (RJ).

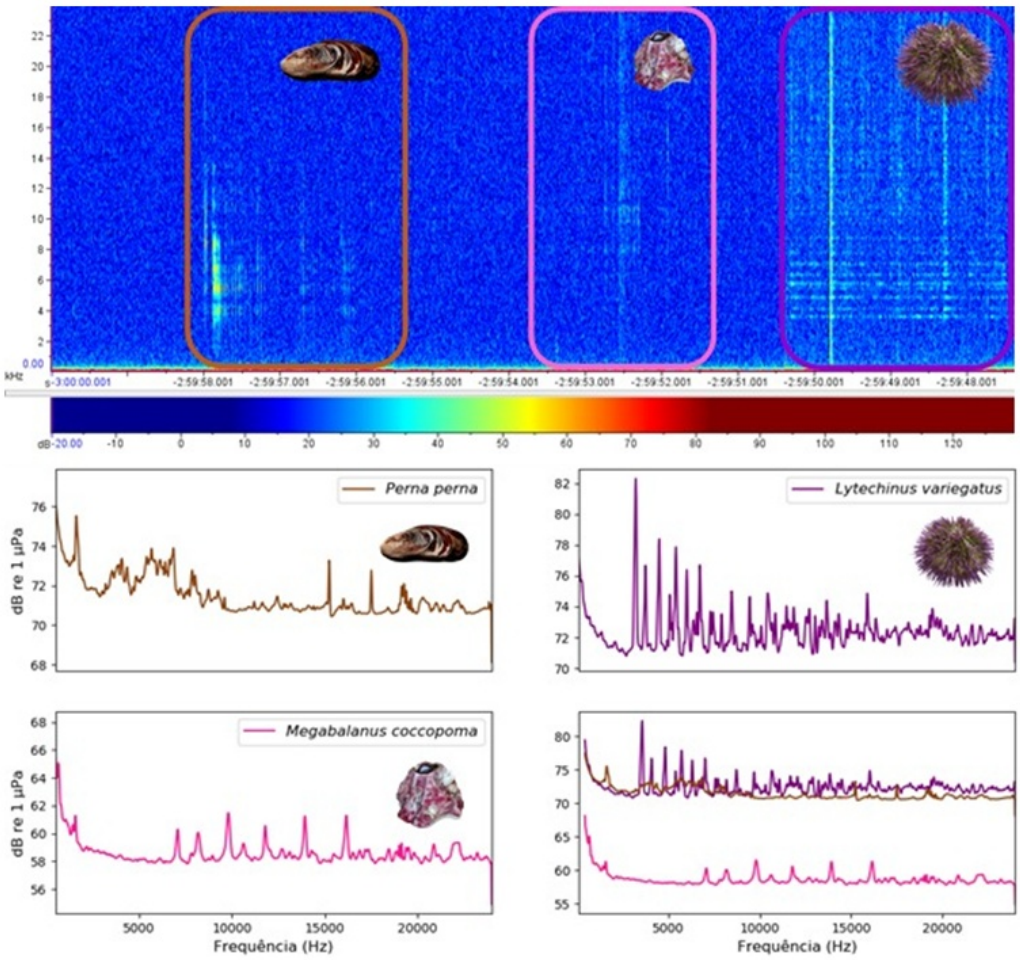


Figura 7 - Representações gráficas (A) no domínio do tempo – frequência (kHz) X tempo (s) e (B) no domínio da frequência - dB (dB re 1 µPa) X frequência (kHz), de invertebrados gravados em laboratório. Elaborado pelos autores.

Embora existam estudos sobre a sensibilidade acústica de invertebrados marinhos, há pouca informação sobre a capacidade desses organismos de detectar vibrações (ROBERTS *et al.* 2015). Muitos crustáceos marinhos possuem estatocistos, localizados geralmente em suas antenas. Estudos indicam que o estatocisto do

IVIDES.org

camarão, *Palaemon serratus*, é sensível a ondas sonoras com frequência de 100-3000 Hz (LOVELL *et al.*, 2005). Os crustáceos decápodes também são capazes de detectar as vibrações do substrato, em sensibilidades suficientes para indicar a proximidade de companheiros, competidores ou predadores (POPPER *et al*., 2001). Estudos realizados com espécies de caranguejos violinistas, *Uca pugilator* e *U. minax*, que vivem em áreas de manguezais, mencionam os órgãos miocordotonais de Barth como receptores de estímulos acústicos (SALMON; HORCH; HYATT *et al*., 1977). Esses órgãos estão geralmente associados a articulações e apêndices corporais flexíveis, como antenas e patas (BUDELMANN, 1992).

Os invertebrados marinhos são considerados alguns dos principais contribuintes, em relação às paisagens acústicas costeiras (COQUEREAU *et al*., 2016), podendo ser diretamente influenciados pelos ruídos antropogênicos (HAWKINS; POPPER, 2017). Apesar de sua importância ecológica e econômica, ainda não há dados suficientes para a maioria dos invertebrados, a respeito da produção e detecção do som, nem sobre os impactos da antropofonia nesses organismos (CHARIFI *et al*., 2017). Portanto, para melhor preservação e gestão desses recursos naturais, faz-se necessária, a ampliação de estudos com a abordagem bioacústica para esse grupo taxonômico.

3.3.2 - VERTEBRADOS MARINHOS

Peixes

Os peixes são representados por mais de 34.500 espécies, distribuídas em rios, lagos, mares e oceanos de todo o planeta. Estes, dividem-se em três grupos principais: os Agnatha, que não apresentam uma mandíbula, mas sim, uma boca circular, representados pelas lampreias e os peixes–bruxas; os peixes cartilaginosos (Condrictes), representados pelos tubarões, raias e quimeras; e os peixes ósseos (Osteíctes), que representam a grande maioria das espécies conhecidas, por exemplo, a sardinha, a corvina e os atuns (POUGH; JANIS; HEISER, 2012).

Da mesma forma que os mamíferos, os peixes também apresentam cinco órgãos de sentidos: a visão, o olfato, a audição, o tato e o paladar. Entretanto, alguns desses sentidos (como o tato) ocorrem de forma distinta, quando comparados com os mamíferos. Nos peixes, a linha lateral é a principal estrutura responsável pela recepção e transmissão, ao cérebro dos peixes, das vibrações e dos distúrbios, que ocorrem ao seu redor na água (POPPER; CARLSON, 1998).

Os sinais acústicos possuem um papel crucial para diversos organismos marinhos, em diversas atividades do seu ciclo de vida (LILLIS *et al.*, 2018, POPPER; HAWKINGS, 2019). Muitas espécies de peixes desenvolveram mecanismos capazes de detectar, produzir e interpretar diferentes tipos de sons, com finalidades distintas. Por exemplo, os sons resultantes de comunidades recifais funcionam como pistas acústicas, que podem influenciar nos padrões de recrutamento e auxiliar na orientação de larvas de peixes (LILLIS; BOHNENSTIEHL; EGGLESTON, 2015). O som é utilizado para se comunicar com outros indivíduos da mesma espécie (comunicação intraespecífica) e, também, com indivíduos de outras espécies (comunicação interespecífica). Essa comunicação ocorre geralmente durante atividades, como: alimentação, reprodução, agregação/migração e defesa de território (POPPER; HAWKINGS, 2019). Dentre as espécies de peixes mais conhecidas por emitirem sons, temos os roncadores, as corvinas, os bagres, os cavalos-marinhos e os peixes-donzela.

Este grupo apresenta duas principais categorias de produção de som. O primeiro mecanismo é de origem estridulatória, onde o som é produzido por meio do atrito de estruturas, como dentes, espinhos, raios das nadadeiras, dentre outros aparatos ósseos. Os sons produzidos por este mecanismo possuem frequência relativamente alta, da ordem de milhares de Hertz (Hz) (PARMENTIER; FINE, 2016). Outros sons são produzidos durante a alimentação, por dentes e pelo conjunto de placas ósseas (denominadas dentes faringeanos) e placas vomerianas (que ajudam na mastigação, sendo empregadas, principalmente, para quebrar ou triturar conchas de moluscos e carapaças de crustáceos) (LADICH, 2019).

O segundo mecanismo é causado pelo movimento de músculos sônicos próximos à bexiga natatória, resultando em uma vibração e gerando sons de frequências relativamente baixas, abaixo de 1 KHz (PARMENTIER; FINE, 2016; LADICH, 2019). A bexiga natatória, ao inflar ou esvaziar, permite que o peixe aumente ou diminua a densidade do seu corpo, em relação à densidade do meio, e, assim, se posicione verticalmente na coluna d'água (órgão hidrostático dos peixes) (FÄNGE, 1983). Estes músculos podem ser intrínsecos, quando as fibras musculares estão ligadas diretamente às paredes da bexiga natatória; ou extrínsecos, quando as fibras se originam em es-

IVIDES.org

truturas, como o crânio, e inserem-se direta ou indiretamente na bexiga. As bexigas podem ainda, ser simples ou duplas, conter mais de uma câmara e ter suas paredes constituídas por tecidos musculares finos ou espessos, o que contribui para uma variedade ainda maior do repertório sonoro (PARMENTIER; FINE, 2016). Alguns destes sons estão representados na Figura 8. Dessa forma, diferentes estruturas podem contribuir de maneira bem específica para a biofonia neste grupo.

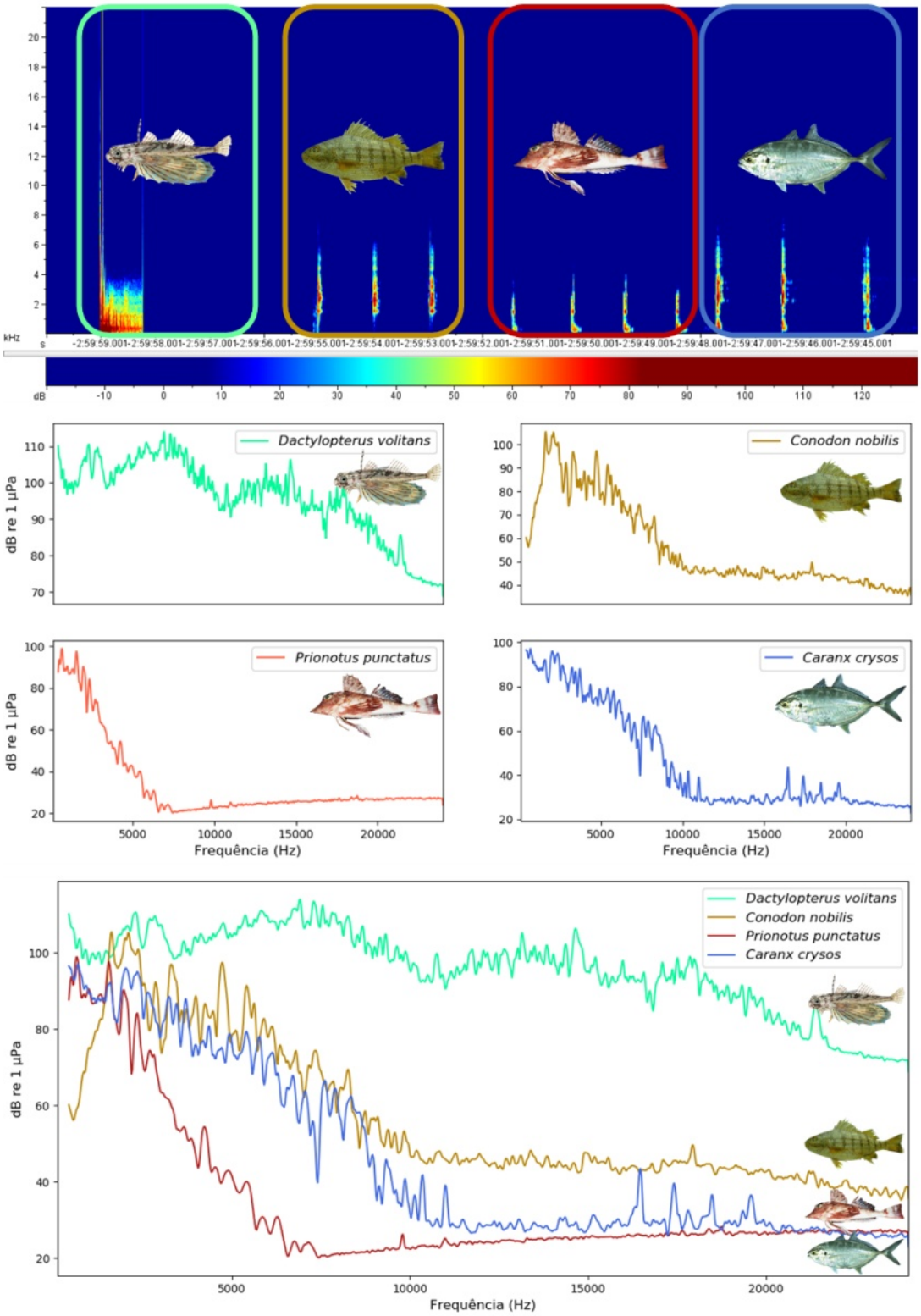


Figura 8 - Representações gráficas: (A) no domínio do tempo – frequência (kHz) X tempo (s), (B e C) no domínio da frequência - dB (dB re 1 µPa) X frequência (kHz), de peixes, gravados em laboratório. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Além de produzirem sons, os peixes também são capazes de detectá-los, localizá-los e interpretá-los. De maneira geral, os peixes apresentam uma capacidade auditiva variada, indo desde 50 Hz (ou menos) até 1,5 kHz (FAY, 2009; LADICH, 2019). Porém, algumas espécies conseguem ouvir até ultrassons (>100 kHz), como algumas espécies da família das sardinhas (MANN *et al*., 2001). O sistema auditivo dos peixes é formado por dois sistemas independentes, mas que se relacionam: o ouvido interno e a linha lateral. O principal sistema auditivo é o ouvido interno, formado por três canais semicirculares, unidos a três camadas epiteliais, que contém os otólitos. Os otólitos são estruturas biomineralizadas, que funcionam como transdutores mecanoelétricos do som (POPPER e LU, 2000). Já a linha lateral, consiste em um sistema mecanossensorial, que detecta movimentos oscilatórios de partículas, gradientes de pressão e sinais de frequências muito baixas, entre 20 e 200 Hz (MOGDANS, 2019). Este sistema é formado pelos neuromastos, células ciliadas sensoriais similares às encontradas no ouvido interno. Embora muitas espécies não sejam conhecidas pela capacidade de produzir sons, possivelmente todas, em algum nível, são capazes de detectar estímulos acústicos (POPPER; FAY, 2011). Portanto, a forma como o ruído antropogênico pode afetar esses e os demais animais marinhos é uma questão que tem recebido atenção da comunidade científica.

O aumento do ruído antropogênico de baixa frequência (<1 kHz) vem sendo documentado mundialmente, tanto em zonas costeiras quanto oceânicas (CODARIN *et al*., 2009). Em sistemas costeiros, o tráfego náutico é o principal contribuinte para esse aumento e muitas espécies têm maior capacidade auditiva e produzem sons nessa faixa (POPPER, 2003). Dessa forma, os ruídos causados pelo homem podem impedi-los de ouvir sons biologicamente relevantes. Isso pode afetar criticamente a execução de várias funções essenciais para o seu ciclo de vida, tendo efeitos ecológicos nas dinâmicas populacionais ou, até mesmo, ecossistêmicas (POPPER; HAWKINGS, 2019). Sobre o efeito da longa exposição aos ruídos, uma das consequências em termos de comunicação acústica dos peixes é o Efeito Lombard, que consiste na elevação da amplitude do sinal acústico, como uma forma de compensar os efeitos sobre a comunicação, utilizando também outros mecanismos, como a redução de distância entre o emissor e o receptor e a repetição de sinais (HOLT; JOHNSTON, 2014).

Mamíferos marinhos

Os mamíferos marinhos incluem espécies de diferentes grupos: os pinípedes, os cetáceos, os mustelídeos, os sirênios e os ursídeos. Todos compartilham estruturas que os possibilitam viver, parcial ou totalmente, no ambiente aquático. Os cetáceos (baleias e golfinhos) são os que apresentam as adaptações mais extremas, como corpo hidrodinâmico, ausência de pelos e especializações para regulagem da temperatura, natação e mergulho. São divididos em dois grupos, os misticetos (as grandes baleias, como a jubarte, a azul e a franca) e os odontocetos (as cachalotes, as orcas e os golfinhos) (REYNOLDS; ROMMEL, 1999).

Os cetáceos utilizam o som para praticamente todas as funções e atividades, sendo extremamente dependentes do canal acústico para a comunicação (comportamentos sociais, reconhecimento individual, coesão do grupo, reprodução, e cuidado parental) e para a ecolocalização (orientação espacial e busca por alimento) (TYACK, 1986; BARRETT-LENNARD *et al*., 1996). Por este mesmo motivo, o grupo dos cetáceos é também um dos mais afetados pelo problema da poluição sonora, pois qualquer ruído que mascare esses sinais pode interromper atividades essenciais ou mesmo prejudicar diretamente suas estruturas auditivas (ERBE *et al*., 2019). Atualmente, as maiores ameaças aos cetáceos são a contaminação, as colisões com embarcações, o emalhe em redes de pesca e o aumento da poluição sonora.

Existem quase 90 espécies de cetáceos e cada uma delas possui uma sensibilidade auditiva própria, assim como uma vocalização distinta. Sons de ecolocalização, usados para forrageamento e orientação espacial, são pulsos sonoros semelhantes a “cliques”. Cada clique consiste em um som de banda larga, com frequências de pico entre 40-140 kHz (dependendo da espécie) e durações tão curtas quanto 40 µs. Altas frequências resultam em maior eficiência na ecolocalização, por apresentarem maior direcionalidade, comprimentos de onda mais curtos e maior poder de resolução (MARTEN, 2000; LAMMERS; AU, 2003).

Já os sons relacionados à comunicação são sinais modulados, mais longos e, geralmente, em uma frequência mais baixa que os sinais de ecolocalização. Isso significa que esse tipo de sinal pode agregar mais informação. Várias espécies possuem seus repertórios de vocalizações bem descritos, como é o caso da baleia jubarte, *Megaptera novaeangliae*, conhecida como a baleia cantora, do golfinho nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, das orcas, *Orcinus orca*, e das belugas, *Delphinapterus leucas*, conhecidas como os canários do mar. Na Figura 9, é possível visualizar alguns destes sons, gerados por três diferentes espécies.

IVIDES.org

Os golfinhos, como o golfinho nariz-de-garrafa, emitem vários tipos de sinais de comunicação, sendo um dos mais estudados o chamado “assobio”, um sinal de frequência modulada de banda estreita, que apresenta a frequência fundamental usualmente abaixo de 20 kHz (HOFFMANN *et al*., 2012). Golfinhos parecem produzir um grande número de diferentes de assobios que, juntos, compreendem o repertório de assobios da espécie e/ou população. Assobios são considerados sinais usados para reconhecimento individual e para organização do grupo.

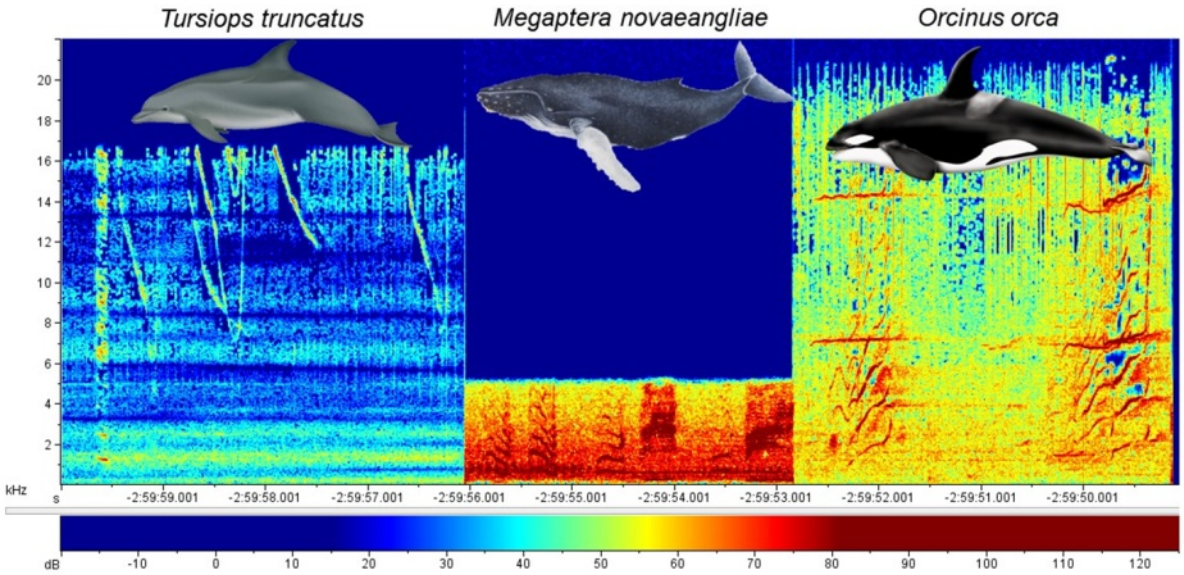


Figura 9 - Exemplos de espectrogramas dos sons gerados por três espécies diferentes de mamíferos aquáticos: *Tursiops truncatus* (golfinho nariz-de-garrafa), *Megaptera novaeangliae* (baleia jubarte) e *Orcinus orca* (orca). Elaborado pelos autores.

A maioria das espécies de misticetos produz sons numa faixa de frequência muito parecida com a dos grandes navios e são considerados mais sensíveis às baixas frequências do que os outros mamíferos marinhos (CRANFORD; KRYSL, 2015). A baleia azul, *Balaenoptera musculus*, é o maior animal que existe. Mede até 30 m e pesa 160 toneladas. É encontrada ao longo (ou mais além) da plataforma continental, em todos os oceanos do mundo. Suas vocalizações são sinais característicos de baixíssima frequência, entre 15 e 40 Hz.

A poluição sonora pode afetar os mamíferos marinhos de diferentes maneiras (ERBE *et al.*, 2019). Em resposta ao ruído, diferentes espécies foram observadas alterando vocalizações, taxa de respiração, velocidade de natação, comportamento de mergulho e forrageamento, abandonando certas áreas, mudando rotas migratórias ou sofrendo danos auditivos e encalhes (ERBE *et al.*, 2019, MARLEY *et al.* 2017). As baleias jubarte, que pareciam ter se habituado à presença de barcos de observação (*whale watching*), ainda tendem a cessar as vocalizações, quando estes se aproximam (WATKINS, 1986). Uma baleia azul, em 1940, conseguia se comunicar por distâncias de cerca de 1.600 km e, nos dias atuais, esta distância foi encurtada para 160 km, graças à poluição sonora (CLARK *et al*., 2009). Ou seja, se antes elas podiam se comunicar a grandes distâncias, hoje sua rede de comunicação encontra-se bastante afetada, pelo aumento do ruído subaquático, causado pelas atividades humanas.

As espécies também apresentam diferentes reações, quando expostas a pulsos sísmicos (KETTEN, 2014). No Canadá, testes sísmicos têm feito as narvais (*Monodon monoceros*) prolongarem sua permanência em águas costeiras, no verão até mais tarde, no outono e inverno, aumentando o risco de ficarem presas no gelo circundante. Mais de 1.000 narvais morreram em três incidentes, ao redor da Baía de Baffin, de 2008 a 2010 (HEIDE-JØRGENSEN *et al.*, 2013).

IVIDES.org

4 - FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DA PAISAGEM ACÚSTICA SUBMARINA

4.1 - TECNOLOGIAS PARA O MONITORAMENTO ACÚSTICO

As ferramentas tecnológicas empregadas para o Monitoramento Acústico Passivo (MAP) dos ambientes marinhos desenvolveram-se muito nas últimas décadas. Os pesquisadores podem, hoje, monitorar uma diversidade de ambientes marinhos, com auxílio de diferentes tecnologias de MAP. Abaixo, são apresentadas as tecnologias necessárias para o uso da ferramenta e aplicação do MAP, com fins bioacústicos, desde os sistemas acústicos mais simples até os grandes avanços do presente.

Hidrofones

Os hidrofones são chamados de transdutores acústicos, que convertem a energia mecânica das vibrações acústicas (pressão) em energia elétrica (voltagem). Esta conversão é feita por um material piezoelétrico. Os hidrofones são, portanto, transdutores piezoelétricos encapsulados, que captam o som no ambiente aquático. No entanto, a voltagem gerada pelo material piezoelétrico é muito baixa. Um circuito eletrônico alimentado por baterias (pré-amplificador) é utilizado para a amplificação do sinal (AU e HASTINGS, 2008).

A escolha do tipo de hidrofone depende muito do tipo de aplicação, pois existem hidrofones com diferentes sensibilidades e para diferentes espectros de frequência. A depender das características acústicas dos sons que se pretende monitorar, os hidrofones devem ser escolhidos, de acordo com a sua sensibilidade a estas frequências. Para medições de níveis absolutos de decibéis, idealmente, os hidrofones devem ser calibrados individualmente. A curva de calibração do hidrofone (como o hidrofone responde a diferentes frequências) deve idealmente ser plana, dentro da faixa de frequência de interesse, para que não haja perdas na aquisição. Outro ponto importante, diz respeito ao ruído elétrico em decibéis, que equivale ao ruído gerado pelo próprio sistema, que deve estar abaixo da intensidade do ruído que se pretende gravar. Pode-se, ainda, fazer um condicionamento dos sons captados, por meio da aplicação de filtros e da amplificação, visando à melhoria da qualidade do sinal.

Conversor analógico-digital

A pressão de uma onda sonora é um sinal analógico, assim como a voltagem gerada pelos transdutores. No passado, o sinal era armazenado em fitas cassetes, mas, atualmente, pode-se digitalizar o mesmo, com uma placa eletrônica, denominada de conversor analógico-digital. A digitalização é feita mediante a amostragem de pontos da onda sonora (repetidas medidas de amplitude). A taxa de amostragem de um conversor analógico-digital está relacionada à sua velocidade de amostragem dos pontos. Para que possa preservar toda informação, em termos de frequência, a taxa de amostragem deve ser maior que o dobro da frequência máxima dos sinais de interesse (denominada de frequência de Nyquist). Se necessário, o sinal deve passar por um filtro passa-baixa (denominado anti-aliasing), antes de ser digitalizado, para remover a energia acústica acima da frequência de Nyquist.

Os gravadores comerciais disponíveis atualmente possuem taxas de amostragem de até 192 kHz, o que permite o monitoramento em uma ampla faixa de frequência (até 96 kHz), suficiente para a maioria das aplicações, embora existam placas de som mais específicas que possibilitam taxas de amostragem muito maiores. O número de bits (geralmente, de 16 ou 24 bits) equivale ao número de valores de amplitude que podem ser representados (resolução do áudio). A faixa dinâmica (relação entre o sinal mais intenso sem distorção e o sinal mais fraco ainda perceptível em um circuito) é um parâmetro importante, quando o objetivo é gravar sons de alta intensidade (se a intensidade do ruído exceder a faixa dinâmica pode ocorrer saturação do sinal). Estes são os componentes básicos de um sistema para a captação e o armazenamento dos dados acústicos, mas muitos desdobramentos e ferramentas tecnológicas podem ser empregados, a partir destes componentes básicos do sistema de MAP.

IVIDES.org

Hidrofone lançado a partir de uma plataforma

O método mais simples e comum de monitorar e gravar os sons no ambiente marinho é por meio do uso de um hidrofone lançado na água, conectado a um gravador digital. O pesquisador pode utilizar fones de ouvido, para o monitoramento dos sons em tempo real, e um gravador, para digitalizar e armazenar os dados em um cartão de memória. Quando existe o interesse de gravar em diferentes profundidades do oceano ou determinar a distância da fonte de interesse, os pesquisadores utilizam um arranjo com múltiplos hidrofones, dispostos verticalmente.

Lançar um hidrofone na água parece um método simples, mas alguns cuidados devem ser observados para realizar gravações de qualidade, como comprimento de cabo adequado, o uso de lastro para reduzir movimentos bruscos, boias para arranjo e sinalização do conjunto de hidrofones etc. Este tipo de lançamento é relativamente simples e pode ser feito para escutar os sons de mamíferos marinhos, peixes ou outros ruídos do ambiente, tanto para fins de pesquisa ou educação ambiental (PIVARI; ROSSO, 2005; BITTENCOURT *et al*., 2014; 2016; LEDUC *et al*., 2021).

Arranjo de hidrofones rebocado por embarcação

Ao contrário de um hidrofone simples, lançado a partir de uma plataforma estacionária, o arranjo de hidrofones rebocado por uma embarcação tem a vantagem de ser uma plataforma móvel. É possível coletar dados continuamente ao longo da rota de navegação da embarcação, porém, os equipamentos e logística possuem maior complexidade.

Na maioria das vezes, os hidrofones e respectivos pré-amplificadores do arranjo ficam dispostos de forma linear dentro de um tubo preenchido com óleo ou encapsulados em resina. O número e tipo de hidrofones do arranjo variam de acordo com a aplicação. O arranjo de hidrofones deve ser conectado a um cabo de reboque e lançado a partir da popa para o reboque. O cabo de reboque deve ser longo o suficiente para que o arranjo de hidrofones atinja uma profundidade adequada (a depender da velocidade da embarcação) e também ajuda a amenizar os ruídos provenientes da própria embarcação.

Os arranjos de hidrofones e os cabos não são encontrados facilmente no mercado. Geralmente, são customizados, construídos para aplicações específicas. O comprimento total e o espaçamento dos hidrofones é importante para as aplicações de localização da fonte sonora de interesse. As técnicas mais simples utilizam o tempo de chegada do sinal entre os diferentes elementos do arranjo, a fim de calcular a direção da fonte, porém, técnicas mais sofisticadas podem ser aplicadas.

Na pesquisa bioacústica, esse sistema vem sendo utilizado principalmente nos estudos e no monitoramento de espécies de cetáceos. A agência americana NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) utiliza estes sistemas desde os anos 2000, com o objetivo de complementar as detecções visuais de mamíferos marinhos na região do Pacífico (RANKIN *et al*., 2008). A coleta simultânea de dados de acústica e avistagem permite registrar as vocalizações dos animais e confirmar visualmente a espécie, sendo importantes para o conhecimento da diversidade de repertório acústico de diferentes espécies (ANDRIOLO *et al*., 2018; AMORIM *et al*., 2019). No Brasil, a técnica vem sendo adotada para detectar mamíferos marinhos e mitigar o impacto das atividades de pesquisa sísmica marítima pela indústria de óleo e gás (PARENTE; ARAÚJO, 2012).

Gravadores autônomos fixos

Os gravadores autônomos são equipamentos compactos, contendo o hidrofone, os componentes eletrônicos para condicionamento e digitalização do áudio, as baterias e o cartão de memória, para armazenamento dos dados. O gravador pode operar de forma autônoma, sendo sua autonomia definida pela duração das baterias internas ou memória. O gravador deve ser instalado na área na qual se pretende fazer o monitoramento e recuperado posteriormente para resgatar os dados arquivados. Existem várias vantagens de um sistema autônomo, como a possibilidade de monitoramento por períodos prolongados, em áreas de difícil acesso, ou em situações que, normalmente, não seria possível a aquisição direta dos dados, como períodos noturnos ou em situações oceanográficas e climáticas desfavoráveis.

IVIDES.org

Avanços tecnológicos possibilitaram um aumento da capacidade de processamento e armazenamento de dados, combinados a um baixo consumo de energia, fazendo com que houvesse um grande desenvolvimento desses sistemas autônomos. O aumento de autonomia possibilitou o monitoramento acústico de grandes séries temporais dos ambientes marinhos. Estes equipamentos podem ainda, ser programados para realizar rotinas de gravação em intervalos específicos, ao invés de gravar continuamente, aumentando ainda mais a autonomia.

A instalação de gravadores autônomos varia conforme o local, sendo mais simples em regiões costeiras do que em águas profundas oceânicas. Em águas rasas, a fixação pode ser feita por meio de uma poita fundeada, fixando o gravador a esta poita ou ao cabo que a une a uma boia. Este tipo de instalação pode ser feito por mergulhadores ou pelo lançamento de uma embarcação. Já instalações em águas oceânicas, exigem uma logística mais complexa. Os gravadores instalados em poitas em grandes profundidades são resgatados, utilizando dispositivos específicos, denominados liberadores acústicos (*acoustic releases*), que consistem em um sistema, que envia um sinal acústico ao gravador, e um dispositivo que, ao receber o sinal, executa um comando para desprender o gravador da poita. O equipamento é então resgatado ao emergir na superfície.

Existe hoje uma grande variedade de gravadores autônomos, desenvolvidos por instituições de pesquisa, universidades e empresas comerciais (SOUSA-LIMA *et al.*, 2013). Os diferentes modelos diferem quanto ao tamanho, tipo e número de hidrofones, a taxa de amostragem do gravador (que determinam as frequências utilizáveis), a capacidade da memória, a eficiência do consumo, o tipo e a quantidade de baterias e a profundidade máxima que suporta. Os gravadores também tornaram possível o monitoramento de ambientes inóspitos ou de difícil acesso, como nos estudos das vocalizações e padrões espaço-temporais de mamíferos marinhos na Antártica (VAN OPZEELAND; HILLEBRAND, 2020).

Sistemas fixos de hidrofones cabeados

Além dos gravadores autônomos, outro sistema que expandiu a capacidade de monitoramento acústico foram os sistemas cabeados. O sistema é instalado no fundo marinho, por meio de cabos, que ligam o sistema a uma estação em terra. São instalações permanentes e os dados são recebidos em tempo real. Estes sistemas são de logística complexa para instalação e manutenção.

Existem exemplos de hidrofones de sistemas cabeados que são parte de uma rede de multi-sensores oceanográficos, denominados de observatórios oceânicos, tal como ocorre no Canadá[3]. Além disso, sistemas cabeados de monitoramento de terremotos (na Ásia) e, até mesmo, telescópios submarinos (na Europa), que utilizam hidrofones, já foram usados para monitoramento passivo acústico de mamíferos marinhos e outras fontes biológicas e antropogênicas de ruídos (ANDRÉ *et al.*, 2011; LIN e TSAO, 2018). No Brasil, o Instituto de Estudos do Mar Paulo Almirante Moreira da Marinha (IEAPM) possui sistemas cabeados de hidrofones na região costeira de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. Campbell *et al.* (2019) investigaram a influência do turismo náutico da região na paisagem acústica do local, utilizando dados deste sistema.

Sistemas móveis

Os sistemas móveis são os equipamentos que não permanecem em uma plataforma fixa. O movimento pode ser feito somente pela própria ação das correntes e ondas (derivadores), controlados remotamente por um operador (veículos autônomos), ou mesmo, transportados por animais marinhos (tags digitais). Os derivadores são equipamentos flutuantes equipados com hidrofones, que se movem de acordo com as correntes marítimas. As primeiras boias equipadas com hidrofone, conhecidas como sonoboias, foram desenvolvidas na década de 40, para fins militares. Elas são descartáveis e incluem um sistema VHF[4], para transmissão em tempo real dos sinais para uma estação de monitoramento.

Outra versão, conhecida como boia DIFAR[5], possui uma bússola magnética e sensores, que permitem estimar o ângulo de direção do sinal captado. As sonoboias da marinha americana são utilizadas por décadas, por pesquisadores para estudos de mamíferos marinhos, principalmente, as grandes baleias (MCDONALD; DIFAR,

[4] VHF é sigla para *Very High Frequency.*

[5] DIFAR é sigla para *Directional Frequency Analysis and Recording.*

[6] DTAG é sigla para *Digital Acoustic Recording Tag.*

IVIDES.org

2004; RANKIN *et al.*, 2019). Um exemplo deste sistema, são as boias de deriva, utilizadas como perfiladores da coluna da água. São basicamente perfiladores oceânicos, que foram equipados com um sistema de monitoramento acústico passivo. Estudos para detectar e rastrear mamíferos marinhos, incluindo as espécies crípticas de mergulho profundo, mostram a potencialidade desses dispositivos, nos estudos de bioacústica (MATSUMOTO *et al*., 2011; GRIFFITHS; BARLOW, 2015).

Da mesma forma que os perfiladores oceânicos foram adaptados para coleta de dados de acústica, o mesmo ocorreu com os veículos autônomos submersíveis ou de superfície. Os *gliders*, *wave gliders* e os barcos autônomos são veículos autônomos, que podem ser adaptados com hidrofones para monitoramento acústico passivo. São equipamentos automatizados, controlados por um operador em terra, via comunicação por satélite. *Wave gliders* são veículos que permanecem na superfície e podem se deslocar com um sistema de propulsão, que capta o movimento das ondas. Os barcos autônomos são operados por controle remoto ou comandos via satélite. O sistema de propulsão dos barcos autônomos pode ser por hélices ou velas. *Wave gliders* e barcos autônomos são sistemas que permanecem na superfície e podem se beneficiar de um painel solar para maior eficiência energética e autonomia. Os *gliders* são veículos autônomos submersíveis, capazes de mergulhar a grandes profundidades. O seu deslocamento horizontal é impulsionado pelo movimento vertical durante os mergulhos. Sempre que o *glider* retorna à superfície, é possível se comunicar com a base em terra, via satélite, para receber dados e enviar novos comandos de operação. Os dados acústicos coletados por estes veículos autônomos ficam armazenados e são acessados quando o veículo é recuperado.

A vantagem dos sistemas autônomos móveis é que são capazes de percorrer grandes distâncias. Além disso, a sua rota pode ser controlada por um operador (exceto no caso das boias de deriva). Exemplos de aplicações de veículos autônomos para o monitoramento acústico passivo da fauna são novamente os estudos de mamíferos marinhos, mas também já foram feitos estudos de distribuição de coros de peixes e estudos da paisagem acústica (WIGGINS *et al.*, 2010; KLINCK *et al*., 2016; WALL *et al*., 2017; ANICETO *et al*., 2020; SILVA *et al*., 2019; PAGNIELLO *et al*, 2019).

Por último, os próprios animais podem ser a plataforma móvel para coletar dados de acústica. Os *tags* digitais (DTAG) são equipamentos multi-sensores, originalmente desenvolvidos para registrar os movimentos e os sons recebidos e produzidos por mamíferos marinhos (JOHNSON e TYACK, 2003). Além do hidrofone, o DTAG inclui um sensor de profundidade, assim como magnetômetros e acelerômetros, que registram os movimentos do animal em 3D. O DTAG é fixado no animal através de copos de sucção e, portanto, não é invasivo. O dispositivo é programado para se soltar do animal e, posteriormente, é recuperado com auxílio de um rastreador VHF. Existem algumas opções de *tags* digitais, desenvolvidos por empresas comerciais[7]. As aplicações deste tipo de equipamento são bem específicas, sendo muito utilizadas para os estudos do comportamento e dos impactos de ruídos nos animais (JOHNSON; SOTO; MADSEN, 2009).

4.2 - *SOFTWARES*

Os estudos em bioacústica mais recentes possuem gravações digitais, a maioria realizando gravações em arquivos em formato WAV[8]. Após obter a gravação, os arquivos de áudio precisam ser analisados em *softwares* específicos. Segue uma lista dos *softwares* frequentemente utilizados pela comunidade científica:

- ***Arbimon***[9] é uma plataforma *on line* para análises de dados acústicos, desenvolvido por *Automated Remote Biodiversity Network;*
- ***Audacity***[10] é um programa de edição de áudio geral e pode estender a sua capacidade de análise com a instalação de alguns *plugins*.

[7] https://www.acousonde.com/ordering.html ou http://www.cats.is/

[8] WAV é sigla para *Waveform Audio File Format* (formato de áudio de extensão .wav), que é um tipo de arquivo capaz de reproduzir sinais com grande acurácia, além de conseguir manter outras características acústicas importantes do som gravado.

[9] https://arbimon.rfcx.org/

[10] https://vamp-plugins.org/

IVIDES.org

- ***Avisoft***[11] possui um gravador com muitas aplicações para estudos em bioacústica além de possuir um programa mais simples e gratuito e uma versão Profissional com mais opções de análise de áudio.
- ***Ishmael***[12] é um programa desenvolvido para pesquisas em bioacústica desenvolvido pela *Oregon State University* e possui diversas opções de análise de audio.
- ***PAMGuard***[13] que é um software aberto que pode processar dados em tempo real ou trabalhar com arquivos gravados. É mais usado para detectar, classificar e localizar mamíferos marinhos.
- ***Raven***[14] é um programa desenvolvido pela *Cornell Lab. of Ornithology.*
- **SeaWave**[15] é um programa desenvolvido por G. Pavan/CIBRA/AEST para pesquisas em bioacústica, onde é possível obter gravações em tempo real além de várias outras opções.
- **Song Scope**[16] é um programa desenvolvido por *Wildlife Acoustics Inc*. onde é possível configurá-lo para identificar certos sons de interesse.

Além desses programas, muitos programadores desenvolveram funções específicas em *MATLAB*, *Python* ou no *R*, que podem ser incorporados em rotinas para usuários destes programas. Por exemplo, alguns pacotes do *R*, tais como: *bioacoustics*, *monitoR* ou *seewave*, podem fazer gráficos, análises estatísticas, cálculos de índices ecoacústicos, entre outras funções. São muitas as opções de *softwares* e métricas, a serem utilizadas por pesquisadores em bioacústica. A seguir, serão apresentados alguns exemplos de como estas análises acústicas podem servir como ferramenta para a gestão de ambientes costeiros.

5 - A ACÚSTICA SUBMARINA NA GESTÃO COSTEIRA

Através de métodos acústicos é possível monitorar, simultaneamente, diversos grupos taxonômicos e processos ambientais, fornecendo uma visão da dinâmica e funcionamento do ecossistema (BLUMSTEIN *et al*., 2011). O Monitoramento Acústico Passivo (MAP) está inserido no ramo emergente da Biotecnologia Ambiental, associada ao desenvolvimento, uso e regulação de sistemas biológicos (produtos e serviços), para diversas aplicações, incluindo o monitoramento ambiental (GIBB *et al*., 2018). Neste caso, são desenvolvidos produtos e serviços, baseados nas características acústicas das espécies, para medição de parâmetros biológicos e ecológicos (FARINA, 2018). O MAP permite a identificação de mudanças em espécies indicadoras, biodiversidade e paisagens acústicas, representando um recurso eficiente para medir a qualidade do ambiente. Logo, a aplicação da acústica demonstra grande potencial para o desenvolvimento de estudos sobre conservação no campo da Gestão Ambiental (BLUMSTEIN *et al*., 2011; SUGAI; LLUSIA, 2019). A seguir, encontram-se listadas algumas experiências promissoras, sobre o uso da acústica submarina associado às práticas de gestão:

5.1 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Em seu trabalho sobre a qualidade de recifes de coral, Piercy *et al*. (2014) abordam os efeitos da degradação do *habitat* e a modificação da paisagem acústica, refletindo negativamente no recrutamento e no estabelecimento de larvas de peixes recifais. Lillis *et al*. (2015), em outro estudo, investigaram o efeito das paisagens acústicas de recifes sobre o assentamento de larvas de coral, em condições de diferentes gradientes de qualidade. A partir da reprodução de gravações acústicas, observou-se o aumento do assentamento larval em paisagens acústicas típicas de recifes saudáveis, sugerindo uma relação entre os sons de recifes com elevada abundância de

[11] http://www.avisoft.com/

[12] http://www.bioacoustics.us/ishmael.html

[13] https://www.birds.cornell.edu/home

[14] http://www-9.unipv.it/cibra/seawave.html

[15] http://www.wildlifeacoustics.org

[16] A linguagem utilizada no programa MATLAB®, também conhecida como M ou M-código.

IVIDES.org

corais e peixes e o recrutamento de coral. Neste contexto, a reprodução de gravações da paisagem acústica de ambientes preservados pode auxiliar na orientação e assentamento de muitas espécies, contribuindo para a recomposição de ecossistemas.

5.2 - MONITORAMENTO E ESTUDOS POPULACIONAIS

Marques *et al*. (2011) apresentam um método para estimar a densidade de baleias-francas-do-pacífico-norte (*Eubalaena japonica*), a partir de um modelo de propagação de som e a taxa de vocalização estimada. Lucas *et al*. (2015) também abordam métodos de estimativa de densidade populacional de animais, a partir de dados de contagem de armadilhas fotográficas e detectores acústicos. O modelo se mostra aplicável em ambientes marinhos, incluindo, para estimativa das espécies criticamente ameaçadas de extinção, cujo monitoramento das populações é de interesse para a conservação. Em outro estudo, Risch *et al.* (2014) aplicam métodos acústicos em um monitoramento passivo para explorar padrões de migrações sazonais de baleias minke (*Balaenoptera acutorostrata*), no Atlântico Norte. Neste trabalho, os autores destacam a viabilidade do uso destas redes de monitoramento para examinar a variação sazonal e geográfica de grupos de mamíferos marinhos pelágicos e identificar possíveis *habitats* de refúgio.

Outras aplicações do monitoramento bioacústico podem ajudar no acompanhamento de populações de peixes, com foco na pesca, por exemplo, e na identificação de períodos reprodutivos. Os sons produzidos por determinadas espécies podem oferecer pistas cada vez mais precisas em relação ao aumento e diminuição de grupos. Essas informações podem indicar a necessidade de reforçar ou ampliar o defeso, para garantir a sobrevivência daquela espécie. Lembke *et al.* (2018) utilizam planadores acústicos para identificar áreas de ocorrência de peixes, cujos métodos promissores de aplicação pesqueira estão sendo investigados.

5.3 - ACOMPANHAMENTO DA POLUIÇÃO SONORA SUBAQUÁTICA

Observações recentes levantam preocupações sobre o potencial impacto das emissões de sons antropogênicos e a ocorrência de encalhes em massa de cetáceos. Em um estudo, associado a um projeto de mitigação de riscos (*Marine Mammal Risk Mitigation* – MMRM), detecções acústicas passivas foram realizadas, a fim de avaliar a presença da baleia-bicuda-de-Cuvier (*Ziphius cavirostris*), em áreas do Mar Mediterrâneo. O objetivo principal centrou-se no desenvolvimento de ferramentas e procedimentos para mitigar o impacto do ruído subaquático, por meio do mapeamento de risco para espécies sensíveis a essas emissões. Sob esta perspectiva, a capacidade de modelar a presença de determinadas espécies pode ser crucial para a identificação e a conservação de áreas previstas como de alto risco (AZZELLINO *et al*., 2011).

As informações sobre as habilidades auditivas de muitas espécies acusticamente ativas ainda são escassas. Nesse contexto, estima-se o desenvolvimento de maiores estudos, para além dos efeitos preditivos sobre o comportamento de indivíduos, conduzindo o gerenciamento e a mitigação da poluição sonora para níveis populacionais. Embora desafiadora, a expansão destes estudos para diferentes grupos taxonômicos pode ajudar a fazer previsões, por meio de estudos comparativos ou modelos mecânicos, que nos permitam generalizar e prever potenciais impactos (WILLIAMS *et al*., 2015). Programas de monitoramento, como os aplicados na Europa (*Marine Strategy Framework Directive*, MSFD) e Estados Unidos (*Ocean Noise Reference Station Network*), utilizam o monitoramento acústico para avaliação da qualidade do ambiente marinho. O monitoramento do ruído é imprescindível, para garantir que o impacto sonoro introduzido pelas atividades antropogênicas permaneça abaixo dos limites prejudiciais (PIERETTI; DANOVARO, 2020).

5.4 - IDENTIFICAÇÃO DE MUDANÇAS AMBIENTAIS

A bioacústica emerge como sugestão para o planejamento de conservação, por meio de avaliação acústica. Nos últimos anos, estudos publicados indicam o uso da variação acústica como indicador precursor para perturbações ambientais, mesmo que não afetem diretamente a aptidão individual. Além disso, esta avaliação de-

IVIDES.org

monstra sensibilidade a muitos tipos de impactos (LAIOLO, 2010). Desse modo, a exploração dos recursos acústicos poderia auxiliar na identificação de mudanças ambientais, tais como: mudanças de temperatura da água, eventos de ressurgência, acidificação da água do mar, vazamentos de óleo e outros poluentes.

5.5 - ACOMPANHAMENTO DA BIODIVERSIDADE E DA QUALIDADE AMBIENTAL

Na maioria das vezes, os dados acústicos são formados por grandes arquivos de áudio, além de possuírem grande variabilidade ao longo do tempo. Portanto, analisar individualmente cada conjunto de dados torna o trabalho desgastante e, muitas das vezes, improdutivo. Por isso, a utilização de métricas e índices acústicos ajudam na descrição ou interpretação do que está acontecendo no meio ambiente, quanto à sua biodiversidade, complexidade e/ou qualidade ambiental (SUEUR *et al.*, 2008).

Em relação aos índices ecoacústicos, há evidências crescentes de que estes tenham demonstrado resultados bem-sucedidos e um potencial promissor para a análise automatizada em pesquisas acústicas. No entanto, muitos foram originalmente desenvolvidos para estudos em ambientes terrestres e, sucessivamente, aplicados em ambientes marinhos. Neste âmbito, faz-se necessário o desenvolvimento e aplicação de novos índices, especificamente direcionados para a detecção de sons biológicos marinhos, que possuam características acústicas e de propagação diferenciadas (PIERETTI; DANOVARO, 2020).

Diversos índices acústicos estão disponíveis para a análise automatizada de conjuntos de dados acústicos de ambientes marinhos. Estes índices incluem métricas de detecção e classificação para separar sinais de uma espécie-alvo de outros sons, medidas da intensidade de sons produzidos pelas comunidades marinhas e algoritmos projetados para quantificação direta da diversidade acústica de uma comunidade (ou para comparação entre diversas comunidades) (PIERETTI; DANOVARO, 2020). Os índices ecoacústicos abordam todos os componentes da paisagem acústica e são aplicados, de modo a transmitir informações sobre o estado ecológico dos ecossistemas. Por meio dos dados de intensidade, diversidade e complexidade dos sons biológicos, por exemplo, estes índices podem revelar mudanças espaço-temporais, a fim de estimar as alterações na funcionalidade do ambiente (SUEUR *et al*., 2014; SUEUR; FARINA, 2015).

As práticas associadas ao monitoramento acústico ainda apresentam algumas limitações, como a detecção automática de sinais, devido às dificuldades em lidar com o ruído ambiental e a variação biológica natural dos sons. Esperamos o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de algoritmos de detecção, que permitam um reconhecimento confiável dos sinais acústicos. Em relação às paisagens acústicas submarinas, há escassez ou falta de dados, o que dificulta a possibilidade de comparações estatísticas com registros anteriores. Muitos ecossistemas marinhos ainda carecem de qualquer informação acústica, abrindo perspectivas para estudos futuros, sobretudo, em áreas de alto mar e *hotspots* de biodiversidade (PIERETTI; DANOVARO, 2020). Entre as possibilidades do MAP, enfatiza-se a necessidade do desenvolvimento de protocolos de pesquisa, análise padronizada, além do desenvolvimento de conjuntos de dados de áudios, arquivados publicamente (GIBB *et al*., 2018).

Em ambientes com elevada biodiversidade, como a costa brasileira, ter ferramentas mais generalistas pode ser crucial para a compreensão do ambiente como um todo. A avaliação acústica poderia nortear as análises ambientais e indicar a necessidade de maiores investigações em campo. Além disso, dispor de uma ferramenta que permita um diagnóstico rápido pode ser fundamental na tomada de decisões, no âmbito da gestão ambiental.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ecossistemas marinhos estão sob ameaça diante do aumento das pressões antrópicas diretas e indiretas, tais como a pesca excessiva, as mudanças climáticas, a acidificação dos oceanos, a introdução de espécies exóticas e a degradação de *habitats* (HALPERN *et al*., 2008). A aplicação das tecnologias acústicas representa uma ferramenta de pesquisa na área ambiental, que permite o registro à distância, de forma remota e não invasiva (WREGE *et al*., 2017). Além do baixo custo, estas proporcionam a coleta de dados em uma ampla escala temporal e espacial. Tais tecnologias permitem ainda, a detecção de espécies pouco visíveis, assim como o monitoramento de ambientes de difícil acesso, por meio de métodos convencionais (BLUMSTEIN *et al*., 2011).

IVIDES.org

A acústica submarina tem enorme potencial para oferecer um novo conjunto de parâmetros e informações, o que nos permitirá melhorar os sistemas de monitoramento ambiental de áreas marinhas. No entanto, essa vasta aplicabilidade está ligada a interações complexas entre propriedades sonoras, condições da água, ciclos biológicos das espécies monitoradas, tipo de fundo, entre outros fatores. Pode-se dizer que não há nenhuma ferramenta da acústica submarina que, por si só, seja totalmente eficaz, para ser utilizada na gestão ambiental. Muitos ajustes e novos desenvolvimentos de sistemas são necessários para suprir tal necessidade. Mas esta afirmação não deve ser vista como algo depreciativo; ao contrário, mostra a necessidade do desenvolvimento de novas dissertações e teses, novas experimentações e publicações, para que se possa ratificar o uso desta ferramenta na gestão de ambientes marinhos. Estes ajustes e melhorias podem ajudar na criação de uma ferramenta mais robusta e econômica, capaz de monitorar grandes áreas submersas, considerando muitas espécies simultaneamente e em tempo real. Há um grande potencial nessa tecnologia, e é imprescindível a criação de grupos de pesquisas que integrem áreas científicas, tais como a acústica, a computação, a inteligência artificial, a biologia, a oceanografia, entre outras, para avançarmos significativamente nesta área.

Para maior aprofundamento no tema, aconselha-se conhecer alguns programas ou projetos que têm se preocupado em divulgar suas experiências, entre eles: *Smithsonian Environmental Research Center*[17]; *International Institute of Ecoacoustics*[18]; *JASCO Applied Sciences*[19]; *Texas A&M University At Galveston*[20]; *Ocean Conservation Research*[21]; *Natural Marine Mammal Foundation*[22]; *National Centers for Coastal Ocean Science*[23]; *Discovery of Sound in the Sea*[24]; *Centre for Marine Science and Technology*[25]; *Marine Bioacoustics Lab.*[26]; *The Acoustic Ecology Institute*[27]; *Caimar Marine Bioacoustic*[28].

Por fim, para alguém que esteja interessado em participar de estudos em paisagem acústica ou bioacústica, relacionada ao ambiente marinho no Brasil, são indicadas algumas instituições que desenvolvem pesquisas nesta área, por exemplo, a Universidade Federal Fluminense, o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)[29]; o Laboratório de Bioacústica, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte[30]; o Laboratório de Ecologia e Bioacústica de Cetáceos, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)[31]; o Laboratório de Mamíferos Aquáticos e Bioindicadores, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)[32]; o Laboratório de Biologia da Conservação de Mamíferos Aquáticos, da Universidade de São Paulo (USP)[33]; o Laboratório de Etologia, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)[34], ou o Laboratório de Ecologia, Comportamento e Conservação, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)[35]; o Laboratório de Mamíferos aquáticos, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)[36].

[17] https://serc.si.edu/research/projects/bioacoustics-and-biodiversity

[18] http://www.iinsteco.org/research-and-technology.php

[19] https://www.jasco.com/

[20] https://www.tamug.edu/bioacoustics/

[21] https://ocr.org/learn/bioacoustics/

[22] https://www.nmmf.org/our-work/biologic-bioacoustic-research/

[23] https://coastalscience.noaa.gov/

[24] https://dosits.org/

[25] http://cmst.curtin.edu.au/research/marine-mammal-bioacoustics/

[26] http://www.marinebioacoustics.com/projects.php

[27] https://aeinews.org/aeiarchive/scienceprograms.html

[28] http://caimar.net/en/marine-bioacoustics/

[29] https://www.marinha.mil.br/ieapm/content/ac%C3%BAstica-submarina

[30] https://www.lab.bio.br/

[31] http://institutos.ufrrj.br/if/laboratorio-de-ecologia-e-bioacustica-de-cetaceos/

[32] http://maqua.com.br/

[33] http://sotalia.com.br

[34] https://www.ufpe.br/labet

[35] https://www.ufpe.br/lecc

[36] https://www.lamaqufsc.com.br/

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

AINSLIE, M. A. **Principles of sonar performance modeling**. Springer, 2010.

AMORIM, T. O. S.; CASTRO, F. R. DE; MORON, J. R.; DUQUE, B. R.; TULLIO, J. C. DI; SECCHI, E. R.; ANDRIOLO, A. Integrative bioacoustics discrimination of eight delphinid species in the western South Atlantic Ocean. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, p. 1–17, 2019.

ANDRÉ, M. *et al.* Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 9, p. 489–493, 2011.

ANDRIOLO, A.; de CASTRO, F. R.; AMORIM, T.; MIRANDA, G.; Di TULLIO, J.; MORON, J.; RIBEIRO, B.; RAMOS, G.; MENDES, R. R. Marine Mammal Bioacustics Using Towed Array Systems in the Western South Atlantic Ocean. **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America**. Springer, 2018. p. 113-147.

ANICETO, A. S.; PEDERSEN, G.; PRIMICERIO, R.; BIUW, M.; LINDSTRØM, U.; CAMUS, L. Arctic Marine Data Collection Using Oceanic Gliders: Providing Ecological Context to Cetacean Vocalizations. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, p. 1–11, nov. 2020.

AU, W. W. L.; BANKS, K. The acoustics of the snapping shrimp Synalpheus parneomeris in Kaneohe Bay. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 103, n. 1, p. 41–47, 1998.

AU, W. W. L; HASTINGS, M. C. **Principles of marine bioacoustics**. New York: Springer, 2008.

AZZELLINO, A.; LANFREDI, C.; D'AMICO, A.; PAVAN, G.; PODESTÀ, M.; HAUN, J. Risk mapping for sensitive species to underwater anthropogenic sound emissions: Model development and validation in two Mediterranean areas. **Marine Pollution Bulletin**, v. 63, n. 1–4, p. 56–70, 2011.

BARRETT-LENNARD, L. G.; FORD, J. K. B; HEISE, K. A. The mixed blessing of echolocation: differences in sonar use by fish-eating and mammal-eating killer whales. **Animal behaviour**, v. 51, n. 3, p. 553-565, 1996.

BARROSO, V. R. **Caracterização Acústica Do Baixo Estuário Do Rio Itajaí-Açu E a Influência Dos Sons Antropogênicos Sobre a Ictiofauna**. 2015. 94 f. Monografia (Bacharel em Oceanografia) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade Vale do Itajaí, Itajaí, 2015.

BITTENCOURT, L.; CARVALHO, R. R.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F. Underwater noise pollution in a coastal tropical environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 83, n. 1, p. 331–336, 2014.

BJØRNØ, L. Features of underwater acoustics from aristotle to our time. **Acoustical Physics**, v. 49, n. 1, p. 24–30, 2003.

BLUMSTEIN, D. T. *et al.* Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: Applications, technological considerations and prospectus. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 3, p. 758–767, 2011.

BORJA, A.; BRICKER, S. B.; DAUER, D. M.; DEMETRIADES, N. T.; FERREIRA, J. G.; FORBES, A. T.; HUTCHINGS, P.; JIA, X.; KENCHINGTON, R.; MARQUES, J. C.; ZHU, C. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 9, p. 1519–1537, 2008.

BRADLEY, D L; STERN, R. Underwater sound and the marine mammal acoustic environment: a guide to fundamental principles. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 152, p. 49–51, jul. 2008.

BREKHOVSKIKH, L.M.; LYSANOV, Y. P. **Fundamentals of Ocean Acoustics**. 3. ed. New York: Springer-Verlag Inc., 2003.

BUDELMANN, B. U. **The Evolutionary Biology of Hearing**. New York, NY: Springer, 1992.

CAMPBELL, D.; XAVIER, F. C.; MELO JÚNIOR, U. G.; SILVEIRA, N. G.; VERSIANI, L. L.; NETTO, E. B. F. **Underwater soundscape pattern during high season of nautical tourism in Cabo Frio Island, Brazil**. 5th International Conference on the Effects of Noise on Aquatic Life. Netherlands: Den Haag, 2019.

CAREY, W.M.; EVANS, R. B. **Ocean Ambient Noise - Measurement and Theory**. Springer, 2011.

IVIDES.org

CHARIFI, M.; SOW, M.; CIRET, P.; BENOMAR, S.; MASSABUAU, J. C. The sense of hearing in the Pacific oyster, Magallana gigas. **PLoS ONE**, v. 12, n. 10, p. 1–19, 2017.

CHEN, C. T.; MILLERO, F. J. Speed of sound in seawater at high pressures. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 62, n. 5, p. 1129-1135, 1977.

CLARK, C. W.; ELLISON, W. T.; SOUTHALL, B. L.; HATCH, L.; PARIJS, S. M. VAN; FRANKEL, A.; PONIRAKIS, D. Acoustic masking in marine ecosystems: Intuitions, analysis, and implication. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 201–222, 2009.

CODARIN, A.; WYSOCKI, L. E.; LADICH, F.; PICCIULIN, M. Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy). **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 12, p. 1880–1887, 2009.

COPPENS, A. B. Simple equations for the speed of sound in Neptunian waters. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 69, n. 3, p. 862-863, 1981.

COQUEREAU, L.; GRALL, J.; CHAUVAUD, L.; GERVAISE, C.; CLAVIER, J.; JOLIVET, A.; IORIO, L. DI. Sound production and associated behaviours of benthic invertebrates from a coastal habitat in the north-east Atlantic. **Marine Biology**, v. 163, n. 5, p. 1–13, 2016.

CRANFORD, T. W.; KRYSL, P. Fin whale sound reception mechanisms: Skull vibration enables low-frequency hearing. **PLoS ONE**, v. 10, n. 1, p. 1–17, 2015.

CRISP, D. J.; SOUTHWARD, A. J. Different types of cirral activity of barnacles. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London.** Series B, Biological Sciences, v. 243, n. 705, p. 271–307, 1961.

DEL GROSSO, V. A. New equation for the speed of sound in natural waters (with comparisons to other equations). **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 56, n. 4, p. 1084-1091, 1974.

DI IORIO, L.; GERVAISE, C.; JAUD, V.; ROBSON, A. A.; CHAUVAUD, L. Hydrophone detects cracking sounds: Non-intrusive monitoring of bivalve movement. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 432–433, p. 9–16, 2012.

DOSITS. **Discovery of Sound in the Sea**. Disponível em: http://www.dosits.org. Acesso em: 20 mar. 2021.

DUARTE, C. M. *et al.* The soundscape of the Anthropocene ocean. **Science**, v. 371, n. 6529, 2021.

DUBROVSKIY, N. A.; KOSTERIN, S. V. Noise in the ocean caused by lightning strokes. *In*: KERMAN, B.R. (ed.). **Natural Physical Sources of Underwater Sound**. Dordrecht: Springer Science; Business Media, B.v., 1993. p. 697-709.

ELLIS, R. P.; PARRY, H.; SPICER, J. I.; HUTCHINSON, T. H.; PIPE, R. K.; WIDDICOMBE, S. Immunological function in marine invertebrates: Responses to environmental perturbation. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 30, n. 6, p. 1209–1222, 2011.

ERBE, C.; MARLEY, S. A.; SCHOEMAN, R. P.; SMITH, J. N.; TRIGG, L. E.; EMBLING, C. B. The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, out. 2019.

ETTER, P. C. **Underwater Acoustic Modeling and Simulation**. 3. ed. Spon Press, 2003. 424 p.

FÄNGE, R. Gas exchange in fish swim bladder. **Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.**, v. 97, Springer-Verlag, p. 112–148, 1983.

FARINA, A. Landscape Ecology and the General Theory of Resources: Comparing Two Paradigms. **Journal of Landscape Ecology**, v. 4, n. 1, 2011.

FARINA, A.; GAGE, S. H.; SALUTARI, P. Testing the ecoacoustics event detection and identification (EEDI) approach on Mediterranean soundscapes. **Ecological Indicators**, v. 85, n. September 2017, p. 698–715, 2018.

FAY, R. R. Sound source segregation by goldfish: Two simultaneous tones. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 125, n. 6, p. 4053–4059, 2009.

IVIDES.org

GIBB, R.; BROWNING, E.; GLOVER-KAPFER, P.; JONES, K. E. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 169–185, 2018.

GRIFFITHS, E. T.; BARLOW, J. **Equipment performance report for the drifting acoustic spar buoy recorder (DASBR)**. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-543. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., 2015.

HALPERN *et al*. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. **Science**, v. 319, p. 948–953, fev. 2008.

HAWKINS, A. D.; POPPER, A. N. A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. **ICES Journal of Marine Science**, v. 74, n. 3, p. 635–651, 2017.

HEIDE-JØRGENSEN, M. P.; HANSEN, R. G.; WESTDAL, K.; REEVES, R. R.; MOSBECH, A. Narwhals and seismic exploration: Is seismic noise increasing the risk of ice entrapments? **Biological Conservation**, v. 158, p. 50–54, 2013.

HILDEBRAND, J. A. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 5–20, 2009.

HOFFMANN, L. S.; FERLIN, E.; FRUET, P. F.; GENOVÊS, R. C.; VALDEZ, F. P.; TULLIO, J. DI; CAON, G.; FREITAS, T. R. Whistles of bottlenose dolphins: group repertoires and geographic variations in Brazilian waters. **Advances in experimental medicine and biology**, v. 730, p. 141–144, 2012.

HOLT, D. E.; JOHNSTON, C. E. Evidence of the Lombard effect in fishes. **Behavioral Ecology**, v. 25, n. 4, p. 819–826, 2014.

HUGHES, A.; MANN, D. A.; KIMBRO, D. L. Predatory fish sounds can alter crab foraging behaviour and influence bivalve abundance. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1788, 2014.

JENSEN, F.B.; KUPERMAN, W.A.; PORTER, M.B; SSHMIDT, H. **Computational Ocean Acoustics**. 2. ed., Springer, 2011. 813 p.

JOHNSON, M. P.; TYACK, P. L. A digital acoustic recording tag for measuring the response of wild marine mammals to sound. **IEEE Journal of Oceanic Engineering**, v. 28, n. 1, p. 3–12, 2003.

JOHNSON, M.; SOTO, N. A. DE; MADSEN, P. T. Studying the behaviour and sensory ecology of marine mammals using acoustic recording tags: A review. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 55–73, 2009.

MACKENZIE, K. V. Nine-term equation for sound speed in the oceans. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 70, n. 3, p. 807-812, 1981.

MELO JÚNIOR, U. G.; XAVIER, F. C.; CAMPBELL, D.; SILVEIRA, N.; VERSIANI, L.; CUMPLIDO, R.; RODRIGUES, M.; NETTO, E. B. F. Characterization of the acoustic activity of Perna perna (bivalve mollusc) under laboratory conditions. **2019 International Congress on Ultrasonics**, v. 38, 010010, 2020.

KAIFU, K.; SEGAWA, S.; TSUCHIYA, K. Behavioral Responses to Underwater Sound in the Small Benthic Octopus Octopus ocellatus. **The Journal of the Marine Acoustics Society of Japan**, v. 34, n. 4, p. 266–273, 2007.

KETTEN, D. Sonars and Strandings: Are Beaked Whales the Aquatic Acoustic Canary. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 10, n. 3, p. 45–55, 2014.

KINSLER, L. E.; FREY, A. R.; COPPENS, A. B.; SANDERS J. V. **Fundamentals of Acoustics**. 4. ed. NJ: Wiley, 1999.

KLINCK, H.; FREGOSI, S.; MATSUMOTO, H.; TURPIN, A.; MELLINGER, D. K.; EROFEEV, A.; BARTH, J. A.; SHEARMAN, R. K.; JAFARMADAR, K.; STELZER, R. Robotic Sailing 2015. **Robotic Sailing 2015**, p. 29–37, 2016.

LADICH, F. Ecology of sound communication in fishes. **Fish and Fisheries**, v. 20, n. 3, p. 552–563, 2019.

LAIOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological Conservation**, v. 143, n. 7, p. 1635–1645, 2010.

LAMMERS, M. O.; AU, W. W. L. Directionality in the whistles of Hawaiian spinner dolphins (Stenella longirostris): A signal feature to cue direction of movement? **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 2, p. 249–264, 2003.

IVIDES.org

LEDUC, A. O. H. C.; NUNES, J. A. C. C.; ARAÚJO, C. B. DE; QUADROS, A. L. S.; BARROS, F.; OLIVEIRA, H. H. Q.; SIMÕES, C. R. M. A.; WINANDY, G. S. M.; SLABBEKOORN, H. Land-based noise pollution impairs reef fish behavior: A case study with a Brazilian carnival. **Biological Conservation**, v. 253, 108910, jan. 2021.

LEMBKE, C.; LOWERRE-BARBIERI, S.; MANN, D.; TAYLOR, J. C. Using three acoustic technologies on underwater gliders to survey fish. **Marine Technology Society Journal**, v. 52, n. 6, p. 39–52, 2018.

LEROY, C. C.; ROBINSON, S. P.; GOLDSMITH, M. J. A new equation for the accurate calculation of sound speed in all oceans. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 124, n. 5, p. 2774–2782, 2008.

LILLIS, A.; BOHNENSTIEHL, D. W. R.; EGGLESTON, D. B. Soundscape manipulation enhances larval recruitment of a reef-building mollusk. **PeerJ**, v. 2015, n. 6, 2015.

LILLIS, A.; CARUSO, F.; MOONEY, T. A.; LLOPIZ, J.; BOHNENSTIEHL, D.; EGGLESTON, D. B. Drifting hydrophones as an ecologically meaningful approach to underwater soundscape measurement in coastal benthic habitats. **Journal of Ecoacoustics**, v. 2, n. 1, p. 1–1, 2018.

LIN, T. H.; TSAO, Y. Listening to the deep: Exploring marine soundscape variability by information retrieval techniques. *In:* **2018 OCEANS - MTS/IEEE Kobe Techno-Oceans, OCEANS - Kobe 2018**, Kobe, Japan, 28-30 mai. 2018, p. 1–6.

LOVELL, J. M.; FINDLAY, M. M.; MOATE, R. M.; YAN, H. Y. The hearing abilities of the prawn Palaemon serratus. **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 140, n. 1, p. 89–100, 2005.

LUCAS, T. C. D.; MOORCROFT, E. A.; FREEMAN, R.; ROWCLIFFE, J. M.; JONES, K. E. A generalised random encounter model for estimating animal density with remote sensor data. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 5, p. 500–509, 2015.

LYNCH, J. F.; LIN, Y. T.; DUDA, T. F.; NEWHALL, A. E. Acoustic ducting, reflection, refraction, and dispersion by curved nonlinear internal waves in shallow water. **IEEE Journal of Oceanic Engineering**, v. 35, n. 1, p. 12–27, 2010.

MAMMALS OCEAN NOISE AND MARINE. Ocean Noise and Marine Mammals. National Research Council of the national academies. Washington, D.C.: The National academies press, 2003. 219 p.

MANN, D. A.; HIGGS, D. M.; TAVOLGA, W. N.; SOUZA, M. J.; POPPER, A. N. Ultrasound detection by clupeiform fishes. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 109, n. 6, p. 3048–3054, 2001.

MARLEY, S. A.; SALGADO KENT, C. P.; ERBE, C.; PARNUM, I. M. Effects of vessel traffic and underwater noise on the movement, behaviour and vocalisations of bottlenose dolphins in an urbanised estuary. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–14, 2017.

MARQUES, T. A.; MUNGER, L.; THOMAS, L.; WIGGINS, S.; HILDEBRAND, J. A. Estimating north pacific right whale *Eubalaena japonica* density using passive acoustic cue counting. **Endangered Species Research**, v. 13, n. 3, p. 163–172, 2011.

MARTEN, K. Ultrasonic analysis of pygmy sperm whale (*Kogia breviceps*) and Hubbs' beaked whale (*Mesoplodon carlhubbsi*) clicks. **Aquatic Mammals**, v. 26, n. 1, p. 45–48, 2000.

MARTINS, C. A. O. **Calibração de transdutores hidroacústicos pelo método da reciprocidade empregando salvas de sinais de excitação monotônicos e de frequência modulada**. 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MATSUMOTO, H.; HAXEL, J. H.; DZIAK, R. P.; BOHNENSTIEHL, D. R.; EMBLEY, R. W. Mapping the sound field of an erupting submarine volcano using an acoustic glider. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 129, n. 3, EL94–EL99, 2011.

MCDONALD, M. A. DIFAR hydrophone usage in whale research. **Canadian Acoustics**, v. 32, n. 2, p. 155–160, 2004.

MEDWIN, H. Speed of sound in water: A simple equation for realistic parameters. **J. Acoust. Soc. Am.**, 58, p. 1318–1319, 1975.

IVIDES.org

MENDES, D. C. **Atividade acústica do ouriço do mar, *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)**: caracterização e sua relação com a temperatura da água. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós graduação Ciências Ambientais em Áreas Costeiras) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. 37 p.

MOGDANS, J. Sensory ecology of the fish lateral-line system: Morphological and physiological adaptations for the perception of hydrodynamic stimuli. **Journal of Fish Biology**, v. 95, n. 1, p. 53-72, 2019.

MOHITE-PATIL, T. B.; SARAN, A. K.; SAWANT, S. R.; CHILE, R. H.; PATIL, T. T. M. Simulation Study of Acoustic Wave Propagation in Ocean. **International Journal of Computer Applications**, v. 12, n. 8, p. 41–44, 2010.

MUIR, T. G.; BRADLEY, D. L. Underwater Acoustics: A Brief Historical Overview Through World War II. **Acoustics Today**, v. 12, n. 3, p. 40–48, 2016.

NAMORATO, M. V. A concise history of acoustics in warfare. **Applied Acoustics**, v. 59, n. 2, p. 101–135, 2000.

NEDELEC, S. L.; MILLS, S. C.; RADFORD, A. N.; BELDADE, R.; SIMPSON, S. D.; NEDELEC, B.; CÔTÉ, I. M. Motorboat noise disrupts co-operative interspecific interactions. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–8, 2017.

PAGNIELLO, C. M. L. S.; CIMINO, M. A.; TERRILL, E. Mapping fish chorus distributions in southern california using an autonomous wave glider. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, p. 1–9, ago. 2019.

PARENTE, C. L.; ARAÚJO, M. E. DE. A aquisição sísmica marítima no Brasil e seus potenciais efeitos na ordem Cetacea. **Natural Resources**, v. 2, n. 1, p. 68–82, 2012.

PARMENTIER, E.; FINE, M. L. Fish sound production: insights. *In*: SUTHERS, R.A.; FITCH, W.T.; FAY, R.R.; POPPER, A.N. **Vertebrate sound production and acoustic communication**. Springer, 2016. p. 19-49.

PICONE, F.; BUONOCORE, E.; CLAUDET, J.; CHEMELLO, R.; RUSSO, G. F.; FRANZESE, P. P. Marine protected areas overall success evaluation (MOSE): A novel integrated framework for assessing management performance and social-ecological benefits of MPAs. **Ocean and Coastal Management**, v. 198, 105370, jul. 2020.

PIERCY, J. J. B.; CODLING, E. A.; HILL, A. J.; SMITH, D. J.; SIMPSON, S. D. Habitat quality affects sound production and likely distance of detection on coral reefs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 516, p. 35–47, dec. 2014.

PIERETTI, N.; DANOVARO, R. Acoustic indexes for marine biodiversity trends and ecosystem health: Acoustic indexes in marine environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 375, n. 1814, 2020.

PIJANOWSKI, B. C.; FARINA, A.; GAGE, S. H.; DUMYAHN, S. L.; KRAUSE, B. L. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape ecology**, v. 26, n. 9, p. 1213-1232, 2011.

PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 118, n. 4, p. 2725–2731, 2005.

POPPER, A. N. Effects of anthropogenic sounds on fishes. **Fisheries**, v. 28, n. 10, p. 24-31, 2003.

POPPER, A. N.; CARLSON, T. J. Application of sound and other stimuli to control fish behavior. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 127, n. 5, p. 673-707, 1998.

POPPER, A. N.; FAY, R. R. Rethinking sound detection by fishes. **Hearing Research**, v. 273, n. 1–2, p. 25–36, 2011.

POPPER, A. N.; HAWKINGS, A. D. An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 94, n. 5, p. 692–713, 2019.

POPPER, A. N.; LU, Z. Structure–function relationships in fish otolith organs. **Fisheries research**, v. 46, n. 1-3, p. 15-25, 2000.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **Vertebrate life**. 9. ed. Benjamin-Cummings Publishing Company, 2012. 729 p.

RADFORD, C. A.; JEFFS, A. G.; MONTGOMERY, J. C. Orientated swimming behaviour of crab postlarvae in response to reef sound. **Bioacoustics**, v. 17, n. 1–3, p. 87–89, 2008.

IVIDES.org

RANKIN, S.; BARLOW, J.; OSWALD, J. N.; BALLANCE, L. **Acoustic Studies of Marine Mammals During Seven Years of Combined Visual and Acoustic Line-Transect Surveys for Cetaceans in the Eastern and Central Pacific Ocean**. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SWFSC-429). USA: NOAA, 2008. 69 p.

RANKIN, S.; MILLER, B.; CRANCE, J.; SAKAI, T.; KEATING, J. L. **Sonobuoy Acoustic Data Collection during Cetacean Surveys**. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SWFSC614). USA: NOAA, 2019. 36 p.

REYNOLDS, J. E.; ROMMELL, R. **The biology of marine mammals**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1999.

RIENSTRA, S. W.; HIRSCHBERG, A. **An introduction to acoustics**. Eindhoven University of Technology. Edição dos autores, 2004. 340 p.

RISCH, D. *et al.* Seasonal migrations of North Atlantic minke whales: Novel insights from large-scale passive acoustic monitoring networks. **Movement Ecology**, v. 2, n. 1, p. 1–17, 2014.

ROBERTS, L.; CHEESMAN, S.; BREITHAUPT, T.; ELLIOTT, M. Sensitivity of the mussel Mytilus edulis to substrate-borne vibration in relation to anthropogenically generated noise. **Marine Ecology Progress Series**, v. 538, p. 185–195, dez. 2015.

SALMON, M.; HORCH, K.; HYATT, G. W. Barth's myochordotonal organ as a receptor for auditory and vibrational stimuli in fiddler crabs (*Uca pugilator* and *U. minax*). **Marine Behaviour and Physiology**, v. 4, n. 3, p. 187–194, 1977.

SAMADI, S.; BOTTAN, L.; MACPHERSON, E.; FORGES, B. R. DE; BOISSELIER, M. C. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. **Marine Biology**, v. 149, n. 6, p. 1463–1475, 2006.

SILVA, J. T., SANTOS, J. P. L., OITICICA, M. L. G. R.; LIMA, E. P. Prospecção Tecnológica na Área de Paisagens Sonoras (Soundscape). **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 5 (Especial), p. 1346-1346, 2019.

SOUSA-LIMA, R. S.; FERNANDES, D. P.; NORRIS, T. F.; OSWALD, J. N. A review and inventory of fixed autonomous recorders for passive acoustic monitoring of marine mammals: 2013 state-of-the-industry. *In:* **2013 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium**, **RIO Acoustics 2013**, jul. 2013.

SUEUR, J.; FARINA, A. Ecoacoustics: The Ecological Investigation and Interpretation of Environmental Sound. **Biosemiotics**, v. 8, n. 3, p. 493–502, 2015.

SUEUR, J.; FARINA, A.; GASC, A.; PIERETTI, N.; PAVOINE, S. Acoustic indices for biodiversity assessment and landscape investigation. **Acta Acustica united with Acustica**, v. 100, n. 4, p. 772–781, 2014.

SUEUR, J.; PAVOINE, S.; HAMERLYNCK, O.; DUVAIL, S. Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal. **PLoS ONE**, v. 3, n. 12, 2008.

SUGAI, L. S. M.; LLUSIA, D. Bioacoustic time capsules: Using acoustic monitoring to document biodiversity. **Ecological Indicators**, v. 99, n. June 2018, p. 149–152, 2019.

TOURNADRE, J. Anthropogenic pressure on the open ocean: The growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 22, p. 7924–7932, 2014.

TYACK, P. L. Population biology, social behavior and communication in whales and dolphins. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 1, n. 6, p. 144–159, 1986.

URICK, R. J. **Principles of Underwater Sound**. 3. ed. McGraw-Hill Inc., 1983.

VAN OPZEELAND, I.; HILLEBRAND, H. Year-round passive acoustic data reveal spatiotemporal patterns in marine mammal community composition in the Weddell Sea, Antarctica. **Marine Ecology Progress Series**, v. 638, p. 191–206, 2020.

WALL, C. C.; MANN, D. A.; LEMBKE, C.; TAYLOR, C.; HE, R.; KELLISON, T. Mapping the soundscape off the southeastern USA by using passive acoustic glider technology. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 9, n. 1, p. 23–37, 2017.

WATKINS, W. A. Whale reactions to human activities in cape cod waters. **Marine Mammal Science**, v.2, n. 4, p. 251–262, 1986.

IVIDES.org

WIGGINS, S.; MANLEY, J.; BRAGER, E.; WOOLHISER, B. Monitoring marine mammal acoustics using wave glider. **MTS/IEEE Seattle, OCEANS 2010**, p. 8–11, 2010.

WILLIAMS, R. *et al.* Impacts of anthropogenic noise on marine life: Publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. **Ocean and Coastal Management**, v. 115, p. 17–24, 2015.

WREGE, P. H.; ROWLAND, E. D.; KEEN, S.; SHIU, Y. Acoustic monitoring for conservation in tropical forests: examples from forest elephants. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 1292–1301, 2017.

22

DOI 10.5281/zenodo.6676507

PRÁTICA EDUCATIVA VOLTADA À REDUÇÃO DOS RISCOS E DESASTRES HIDROLÓGICOS DA CIDADE DE MARICÁ, RJ

Alessandra Conde de Freitas
Fabíola de Souza Freitas

O presente capítulo aborda os conceitos e a prática educativa desenvolvida para estimular o processo de entendimento e a identificação de elementos importantes na avaliação de cenários associados à inundação e ao alagamento, que podem ocasionar desastres hidrológicos na cidade costeira de Maricá (RJ), como os ocorridos em 2010 e 2016. Dentre estes elementos relevantes, podem ser destacados: perigo, exposição, suscetibilidade, vulnerabilidade, resiliência e gestão dos riscos.

A atividade prática foi realizada em 2019, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no âmbito dos projetos de extensão *Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil* (MOLIPDEC) e Espaço Fluir, da Escola Politécnica da UFRJ, e contou com a participação de estudantes e profissionais interessados na gestão e Redução dos Riscos e Desastres (RRD); voluntários e agentes de proteção e defesa civil (da administração pública), bem como, membros de comunidades afetadas por desastres causados por perigos naturais e tecnológicos. Durante a prática, os participantes tiveram acesso às informações dos casos estudados (EC-1 e EC-2 – cidade de Maricá, RJ) e foram orientados, por especialistas em RRD e em hidrologia, a identificar os perigos existentes nas localidades estudadas, bem como os elementos expostos a estas ameaças e suas características.

Aspectos associados à influência das feições geomorfológicas, da hidrografia, da pluviometria, do modo de ocupação, da ação antrópica, bem como a necessidade de ampliação e de melhoria do sistema de saneamento básico da cidade de Maricá, foram discutidos, propiciando aos participantes o entendimento da relação destes com situações de desastres hidrológicos, associados à inundação e ao alagamento na cidade estudada.

1 – ATIVIDADE EDUCATIVA VOLTADA À REDUÇÃO DOS RISCOS E DESASTRES

A educação para a redução dos riscos de desastres (ERRD), de acordo com Petal (2009), visa possibilitar o entendimento das condições naturais e das ações e inações humanas, que levam ao desastre; estimular as mudanças no comportamento individual e comunitário; e motivar a defesa e o aumento das expectativas das políticas sociais de RRD.

IVIDES.org

A participação de todas as partes interessadas da sociedade, em iniciativas para RRD, pode ocorrer por meio de práticas educativas, que possibilitem, de acordo com Freitas, Aires e Barbosa (2022)[1]: (i) acesso às informações relevantes na área da RRD; (ii) troca de saberes e experiências práticas entre os participantes e (iii) entendimento de que é necessária a mobilização, o engajamento, a articulação, a criatividade e a cooperação entre os diversos atores, nas ações para a RRD e para o aumento da resiliência.

Em 2015, as primeiras iniciativas de ERRD do Projeto Espaço Fluir (da Escola Politécnica da UFRJ) foram realizadas na Escola Municipal Tagore (bairro de Abolição, Cidade do Rio de Janeiro). Estas ações educativas para RRD, desenvolvidas no projeto, foram premiadas em 2018 pelo CEMADEN EDUCAÇÃO[2].

Em 2017, iniciou-se o projeto MOLIPDEC (MOLIPDEC, 2018); e, a partir das atividades colaborativas e de trocas de saberes, propiciadas pelas ações realizadas, tem sido possível compreender as potencialidades e os principais desafios enfrentados por municípios e, assim, propor novas abordagens e melhorias, relacionadas às ações preventivas e de preparação para RRD, bem como estimular a integração entre a União, o Estado e os Municípios constituintes, como descrito na Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC).

Dentre as abordagens educativas, propostas com objetivo de refletir e discutir acerca dos conteúdos associados à gestão e à RRD, pode-se citar a oficina intitulada “Prática de Elaboração de Plano de Contingência – uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres”.

A metodologia utilizada, baseada em Freitas (2018a) e Freitas, Aires e Barbosa (2022), foi desenvolvida no âmbito dos projetos de extensão Espaço Fluir e MOLIPDEC, da Escola Politécnica da UFRJ (citados anteriormente), e possibilitou o processo de concepção, elaboração e desenvolvimento da prática educativa, no formato de oficina participativa na área de gestão e RRD.

A atividade prática está alinhada com o Marco Internacional de Sendai para Redução de Riscos de Desastres (UNISDR, 2015) e com a legislação nacional vigente - a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) e a Lei nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012a), bem como com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e com a Nova Agenda Urbana (*New Urban Agenda*, NUA), da Organização das Nações Unidas (ONU). Foram utilizadas também informações contidas em Brasil (2017) para elaboração da atividade, conforme apresentado por Freitas, Aires e Barbosa (2022).

Desde a proposição desta atividade educativa para RRD, em 2018, foram realizadas quatro oficinas:

(i) Oficina realizada na UFRJ em 2018, abordando estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro (RJ): deslizamento de solo/rocha, com a comunidade de Paula Ramos (na modalidade presencial);

(ii) Oficina realizada na UFRJ em 2019, abordando estudo de caso da cidade de Maricá (RJ): inundação, alagamento, movimentos de massa, erosão costeira e Terminais Ponta Negra (TPN) (na modalidade presencial);

(iii) Oficina realizada no Circuito Urbano da ONU Habitat Brasil em 2019, abordando estudo de caso da cidade de Maricá (RJ): gestão de riscos (na modalidade presencial);

(iv) Oficina realizada na UFRJ em 2022, abordando estudo de caso da cidade de Maricá (RJ): inundação (na modalidade remota síncrona).

[1] Freitas, Aires e Barbosa (2022) refere-se ao capítulo 7 da presente publicação, no qual são apresentados os conceitos e a abordagem metodológica utilizada na iniciativa de ERRD.

[2] CEMADEN é a sigla para Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. A notícia sobre o prêmio, ganho na categoria "Universidade" está disponível em: http://www.cemaden.gov.br/resultados-da-campanha-aprenderparaprevenir-mostram-crescimento-na-participacao-nacional. Mais informações sobre o Projeto Espaço Fluir podem ser obtidas: nos sítios eletrônicos do CEMADEN EDUCAÇÃO (http://200.133.244.149/2018/?p=930 ou em http://www.cemaden.gov.br/resultados-da-campanha-aprenderparaprevenir-mostram-crescimento-na-participacao-nacional/); na Plataforma do Conhecimento em Desastres: P-CON Desastres (https://www.pcon-desastres.poli.ufrj.br/map_acoes/projeto-espaco-fluir/); no sítio eletrônico do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Oficina-apresenta-jogo-Cidade-Resiliente-voltado-ao-aprendizado-sobre-prevencao-aos-desastres-naturais-6076.html); ou no sítio eletrônico da UFRJ (https://poli.ufrj.br/noticia/jogo-de-tabuleiro-desenvolvido-em-projeto-da-poli-ufrj-alerta-criancas-e-jovens-sobre-reducao-do-risco-de-desastres/).

IVIDES.org

A Figura 1 ilustra parte dos participantes envolvidos na oficina prática (ii), realizada em 2019, na Escola Politécnica da UFRJ. O presente capítulo abordará resultados observados nesta oficina, que contemplou estudos de casos da cidade de Maricá (RJ), relacionados às inundações e aos alagamentos (EC-1 e EC-2).

Figura 1 – Oficina realizada na UFRJ em 2019. Acervo de Alessandra Conde de Freitas.

Algumas informações sobre as atividades desenvolvidas no âmbito dos Projetos Espaço Fluir e MOLIPDEC (citados anteriormente), bem como sobre as metodologias utilizadas, podem ser consultadas em: Freitas (2018a; 2018b; 2019a; 2019b; 2019c; 2019d; 2019e); Morais (2019); Noronha (2019); Castro (2020); Panzeri *et al*. (2020); Baptista (2022); Freitas, Aires e Barbosa (2022); e Freitas, Freitas e Lima (2022).

2 – A CIDADE DE MARICÁ

Maricá é um município costeiro do estado do Rio de Janeiro que possui área de 361,572 Km², de acordo com IBGE (2019), um complexo lagunar e dois canais de ligação com o mar (conforme indicado na Figura 2, a qual apresenta também a divisão das sub-bacias). A geomorfologia de Maricá (RJ) é apresentada na Figura 3, onde se observa a presença de muitas áreas de planície e de serra.

Nas últimas décadas, a cidade registrou um adensamento populacional urbano significativo e, com isso, um aumento da degradação ambiental no território. Esse crescimento (de forma desordenada) e a dificuldade de planejamento (envolvendo os vários entes federativos) geraram problemas relacionados aos desastres do tipo hidrológico, tornando áreas suscetíveis, vulneráveis e de risco a este tipo de situação perigosa, conforme abordado por Freitas, Freitas e Lima (2022); Freitas (2022a; 2022b); e Freitas e Freitas (2020).

A seguir, nesta seção, serão abordados, para a cidade de Maricá (RJ), os seguintes assuntos:

(i) a necessidade de investimento em saneamento básico, que, por sua vez, é potencializada pelo crescimento urbano significativo, citado anteriormente;

IVIDES.org

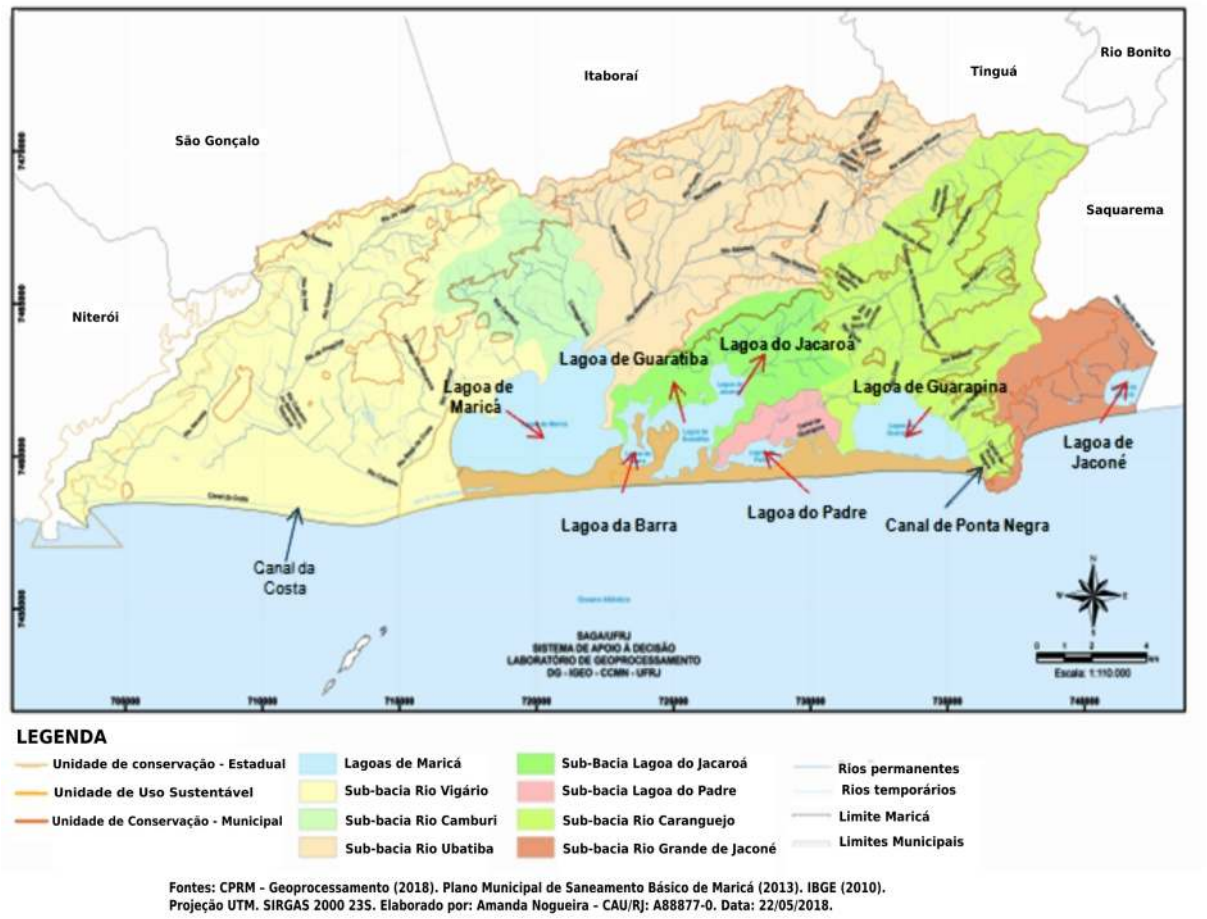


Figura 2 - Divisão das sub-bacias de Maricá. Adaptado por Freitas e Freitas (2020).

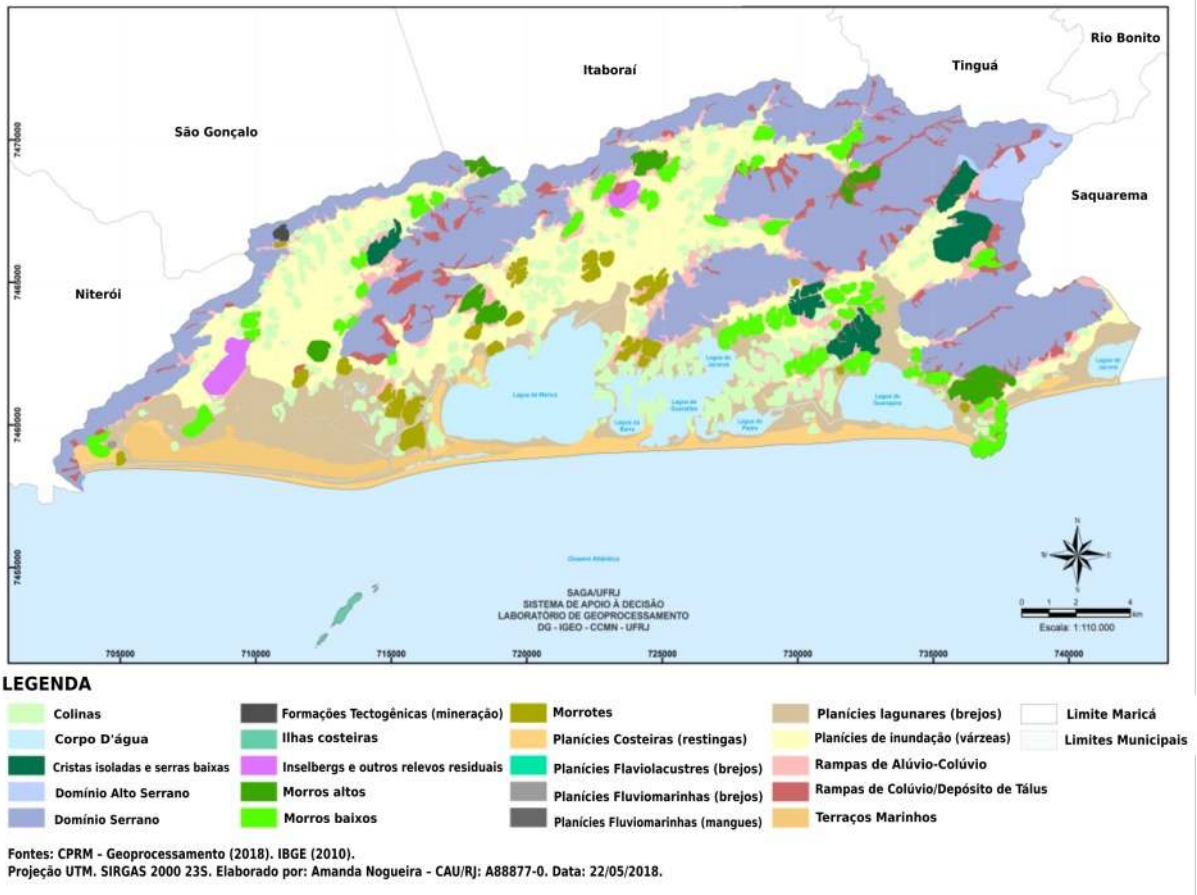


Figura 3 - Geomorfologia - Maricá (RJ). Fonte: Nogueira (2019).

IVIDES.org

(ii) os eventos hidrológicos, ocorridos em 2010 e 2016, que culminaram na decretação de Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, respectivamente, assim como, nos danos registrados oficialmente;

(iii) a suscetibilidade a inundações de Maricá (RJ), com base em dados do CPRM (2017) e as ações para RRD, desenvolvidas pela Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil (SEPDEC), em parceria com outras instituições, como o CPRM, o CEMADEN e a UFRJ;

(iv) dados contidos nos documentos técnicos, referentes à revisão do Plano Diretor de Maricá (2020 a 2021).

2.1 - NECESSIDADE DE INVESTIMENTOS EM SANEAMENTO BÁSICO

De acordo com a Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020), **saneamento básico** refere-se ao conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) **abastecimento de água potável:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais, necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais (e seus instrumentos de medição);

b) **esgotamento sanitário:** constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais, necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reúso (ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente);

c) **limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos:** constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição (manual e mecanizada), asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final, ambientalmente adequada, dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana;

d) **drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

A urbanização tem, muitas vezes, como consequência direta, a impermeabilização do solo, o que aumenta a necessidade de um sistema de manejo de águas pluviais eficiente, já que a capacidade natural de infiltração e escoamento do solo foi alterada. Portanto, essa problemática se relaciona ao fato de que as cidades necessitam de planejamento urbano, que considere os eventos de chuva que poderão afligi-las. Caso contrário, podem ocorrer, por exemplo, alagamento, erosão e assoreamento; resultantes dos efeitos das chuvas, das ações antrópicas e de planejamento e gestão urbana inadequados.

De acordo com Silva (2019), o planejamento eficiente, levando em consideração a **drenagem** urbana, assegura menores riscos para a população. Esta autora cita, ainda, que a impermeabilização das cidades, sem a devida instalação de estruturas de drenagem, pode causar danos às vegetações ciliares de rios, a partir de processos de erosão e assoreamento, em alinhamento ao citado anteriormente.

Os impactos da falta de saneamento básico afetam diretamente o meio ambiente, especialmente, em áreas urbanizadas. O despejo de esgoto *in natura* e o carreamento de resíduos sólidos nos corpos hídricos figuram como grandes vilões da preservação dos meios ambientes aquáticos (DANTAS *et al.*, 2012 *apud* SILVA, 2019).

Nogueira (2019) verificou que, de acordo com os dados censitários do IBGE de 2010 e dados da Secretaria Municipal de Saneamento Básico de Maricá, o município de Maricá, como um todo, apresenta baixo índice de desenvolvimento da infraestrutura urbana, com redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário inacabadas ou não construídas.

IVIDES.org

Com relação à rede geral de **abastecimento de água**, Nogueira (2019) cita que este serviço é concentrado na área central do município, sendo esta região, uma das mais adensadas. No entanto, com a exclusão da área central, praticamente, todos os demais setores censitários do município possuem um baixo índice de acesso ao serviço.

Quanto ao **esgotamento sanitário**, a situação é ainda mais precária. Os dados analisados por Nogueira (2019) demonstram um baixíssimo nível de cobertura, onde apenas 3% do município de Maricá apresenta coleta e tratamento de esgoto. Assim, novamente, o centro municipal se destaca como o local mais bem servido e também alguns poucos setores censitários localizados próximo ao distrito de Itaipuaçu.

Em muitas localidades, moradores construíram sumidouros para solucionar a falta de esgotamento sanitário, provocando a contaminação das águas superficiais e dos lençóis freáticos. Além disso, as lagoas se encontram em processo acelerado de degradação, o que tem prejudicado a pesca, o turismo e o lazer da população local, dos visitantes e turistas, reforçando, conforme Nogueira (2019), a necessidade de novos investimentos no setor de saneamento.

Com relação à **coleta de lixo**, a referida autora verificou que grande parte do município de Maricá é servida e apresenta coleta regular.

Embora previsto nas legislações municipais, o saneamento básico na cidade de Maricá (RJ) ainda se encontra em processo de desenvolvimento, por uma série de fatores. Pelo fato de a população estar muito espalhada pelo território, as aglomerações urbanas são muito afastadas umas das outras, dificultando a instalação de sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, de forma mais abrangente. Além disso, boa parte da população mora em áreas mais remotas e não é plenamente beneficiada por esses serviços diretamente, conforme citado anteriormente.

Deste modo, diante da necessidade de ampliação e melhoria nos serviços de saneamento básico, é possível que o esgoto *in natura* e os resíduos sólidos tenham como destinação final os corpos d'água e/ou o solo, gerando impactos para o meio ambiente e para a população[3].

2.2 - SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA (2010) E ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA (2016)

Maricá (RJ) vivenciou dois significativos eventos hidrológicos, os quais ocorreram em 2010 e 2016 (Figura 4). Estes episódios reforçam a necessidade de ações para RRD na cidade, conforme será descrito a seguir.

Em 06 de abril de 2010, em virtude de enxurradas[4], o Município de Maricá decretou Situação de Emergência (SE), conforme Figura 4, na qual foi reconhecida emergência na zona urbana, especificamente, nos bairros: Itaipuaçú, Reserva Verde, Jardim Atlântico, Mato Dentro, Inoã, São José de Imbassaí, Parque Nancy, Itapeba, Parque Eldorado, Boa Vista, Retiro, Mumbuca, Caxito, Marques, Condado, Flamengo, Araçatiba, Caju, Jacaroá, Gamboa, Bambuí, Pedreiras, Centro, Saco das Flores, Parque da Cidade e Amizade, conforme Formulário de Avaliação de Danos (FIDE).

Já em 29 de fevereiro de 2016, o município foi acometido por um evento hidrológico de grande magnitude, sendo o desastre, registrado como inundação no Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, por meio do Formulário de Informações do Desastre (FIDE). Em virtude do evento, o município decretou e o Governo Federal reconheceu o desastre, como Estado de Calamidade Pública (ECP), conforme ilustrado na Figura 4.

Nesta data, a intensa precipitação atingiu o índice pluviométrico de 234 mm (em 24 horas), registrado no pluviômetro localizado em Ponta Negra, Maricá (RJ). Já em outros bairros, os registros ultrapassaram 100 mm, no mesmo período. Assim, foi ocasionado o transbordamento dos rios nas localidades do 1º Distrito (Mumbuca, Ubatiba, Fundo, Buris, Camburi, Imbassaí, Madruga, Brejo da Costa e São Bento), 2º Distrito (Bambuí), 3º Distrito (Taquaral) e o 4º Distrito (Itaocaia).

[3] A notícia de 21 de setembro de 2018, por exemplo, apresenta uma breve visão das dificuldades relativas à disposição final e descarte irregular de resíduos sólidos em Maricá (RJ): https://www.marica.rj.gov.br/2018/09/21/prefeitura-pede-contribuicao-da-populacao-para-nao-jogar-lixo-nos-rios-e-canais/. Acesso em 20 fev. 2022.

[4] Importante salientar que as autoras do presente capítulo possuem dúvidas acerca da classificação do desastre adotada quanto à natureza do mesmo no FIDE (enxurradas), por considerarem a possibilidade de ter ocorrido inundação e/ou alagamento. Embora não seja o foco deste capítulo, é oportuno lembrar que também ocorreram deslizamentos de solo e/ou rocha e processos erosivos nesta ocasião.

IVIDES.org

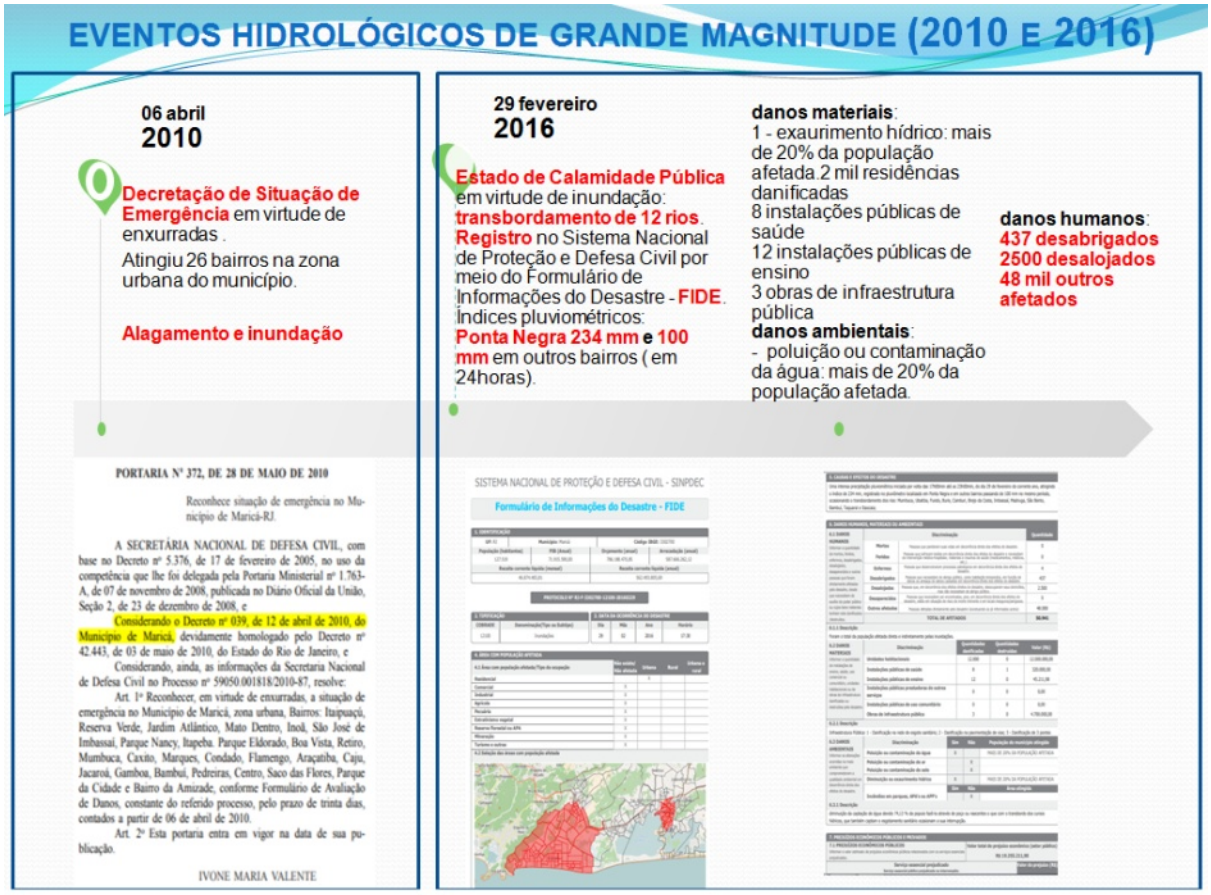


Figura 4 – Situação de Emergência e Estado de Calamidade Pública, associados a eventos hidrológicos de grande magnitude, ocorridos em 2010 e 2016, respectivamente, na cidade de Maricá (RJ). Fonte: Freitas (2022b).

A população afetada foi da área urbana residencial, especificamente, nos seguintes bairros: Araçatiba, Amizade, Balneário Bambuí, Bananal, Boqueirão, Cajú, Itaipuaçu, Cajueiro, Itacocaia Valley e Jardim Atlântico, Itapeba, Jacaroá, Jaconé, Marques, Mumbuca, Centro, Parque da Cidade, Flamengo, Parque Nancy, Pedreiras, São José, Vale da Figueira, Caxito Cordeirinho, Ponta Negra, Condado e Espraiado.

De acordo com o FIDE, foram registrados: (i) danos materiais ou infraestrutura afetada, como residências, instalações públicas de saúde e de ensino e obras de infraestrutura pública; (ii) danos ambientais e (iii) danos humanos, conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Informações sobre os danos ocorridos em 2016 em Maricá (RJ)

TIPO DE DANOS	REGISTROS
Materiais ou infraestrutura afetada	12 mil residências danificadas; 8 instalações públicas de saúde; 12 instalações públicas de ensino e obras de infraestrutura pública
Ambientais	Poluição ou contaminação da água com mais de 20% da população afetada e exaurimento hídrico com mais de 20% da população afetada
Humanos	437 desabrigados; 2.500 desalojados e 48 mil outros afetados

Elaborado pelas autoras.

Cumpre salientar que, nestes eventos (SE em 2010 e ECP em 2016), não ocorreram apenas enxurradas em 2010 e inundações em 2016, conforme os registros oficiais. Sucederam inundações, alagamentos, movimentos de massa e processos erosivos, simultaneamente, nas duas situações citadas.

2.3 - SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES E AÇÕES PARA RRD

Em novembro de 2017, ano posterior ao ECP ocorrido em Maricá (RJ), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) identificou, para o município, áreas de suscetibilidade a inundações[5], por meio de Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação (CPRM, 2017), disponível no site da instituição[6].

As características das classes de suscetibilidades (alta, média e baixa), de acordo com a nota técnica explicativa da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação do CPRM, são indicadas no Quadro 2.

A Figura 5 apresenta o mapa de suscetibilidade a inundações da cidade de Maricá (RJ). A análise das áreas suscetíveis a inundações, bem como o levantamento de campo (2014 a 2019) das localidades em que já ocorreu evento hidrológico na cidade de Maricá (RJ), são apresentados e discutidos por Freitas, Freitas e Lima (2022).

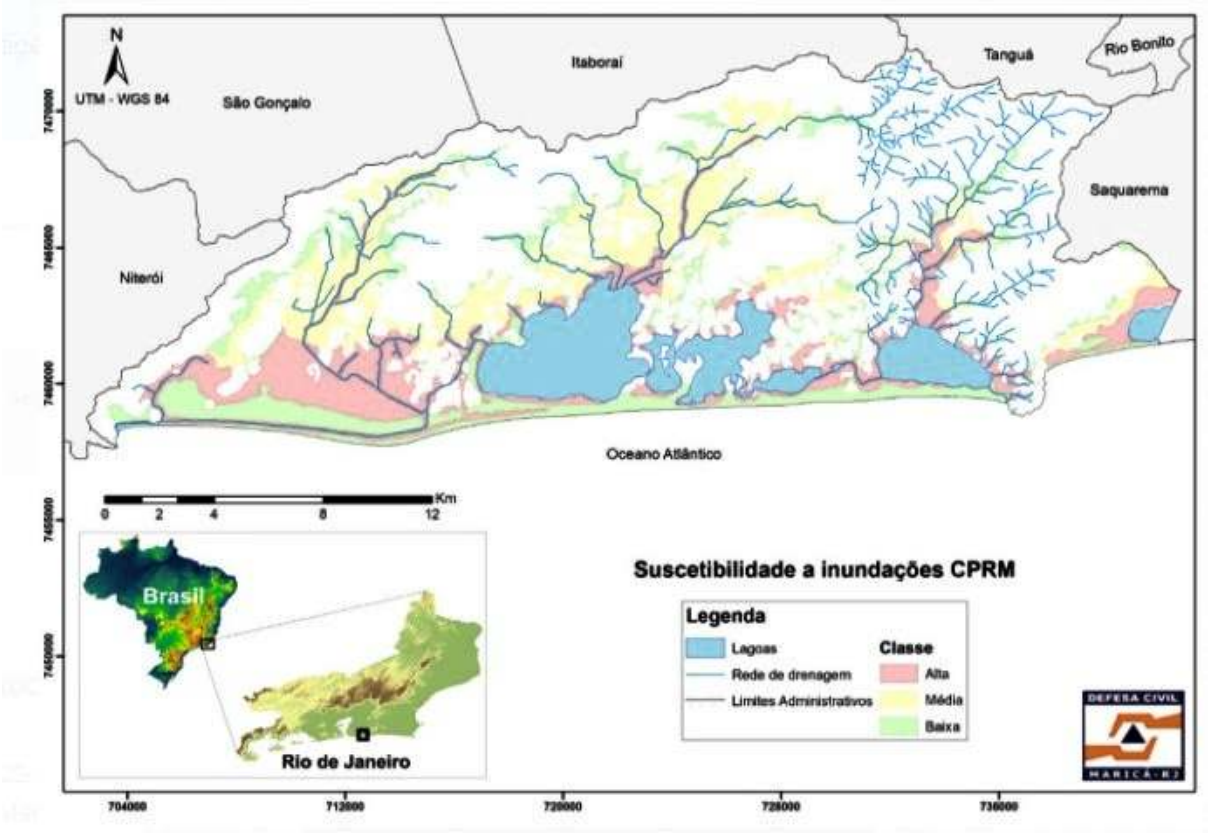


Figura 5 – Áreas de suscetibilidade a inundações, oriundas da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação do CPRM, de novembro de 2017. Adaptado de Freitas, Freitas e Lima (2022).

[5] Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), inundação refere-se à submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água, em zonas que, normalmente, não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente, ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície. Já os alagamentos, caracterizam-se pela extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

[6] Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/18466/1/mapa_marica_rj_suscet.pdf. Acesso em: 03 jan. 2022.

IVIDES.org

Quadro 2 – Características relacionadas às classes de suscetibilidade

	CLASSES DE SUSCETIBILIDADE		
	Alta	**Média**	**Baixa**
Relevo	planícies lagunares e aluviais atuais; amplitudes e declividades muito baixas; rampas de alúvio/colúvio (< 2°)	planícies aluvionares; terraços fluviais baixos; rampas de alúvio/colúvio (< 5°)	rampas de alúvio/colúvio; terraços fluviais com amplitudes e declividades baixas (< 5°)
Solos	hidromórficos; terrenos situados ao longo de curso d'água; mal drenados; nível d'água subterrâneo aflorante a raso	hidromórficos e não hidromórficos; terrenos areno-argilosos; nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo	não hidromórficos; terrenos silto-arenosos; nível d'água subterrâneo pouco profundo
Altura de inundação	até 2m em relação à lagoa e/ou à borda da calha do leito regular do curso d'água	entre 2m e 5m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água	acima de 5m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água
Processos	inundação, alagamento e assoreamento	inundação e alagamento	inundação e alagamento

Elaborado pelas autoras.

Em 2018[7], a Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá (SEPDEC) ampliou seu quadro técnico, ao contratar especialistas em RRD (Figura 6). Após o mapeamento de suscetibilidade (CPRM, 2017), diversas vistorias e ações foram realizadas e/ou recomendadas pelas várias instituições responsáveis pela RRD no município, com o objetivo de avaliar as localidades sujeitas a inundações e alagamentos; e estabelecer estratégias de atuação para redução dos riscos e dos desastres associados a estas ameaças.

No entanto, os espaços de discussão, assim como o acesso às informações relevantes, relativas a desastres ocasionados por inundações e alagamentos, direcionados às ações de proteção e defesa civil e RRD no âmbito nacional; e, sobretudo, no município de Maricá (RJ), ainda são incipientes, diante da importância do tema e da necessidade do município.

Dentre as muitas ações da SEPDEC, podem ser citadas: (i) identificar e mapear as áreas de risco de desastres (ARD); (ii) vistoriar edificações em ARD; (iii) manter a população informada sobre ARD e ocorrência de eventos extremos; os protocolos de prevenção e alerta e as ações emergenciais em circunstâncias de desastres; (iv) realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil; (v) estimular comportamentos de prevenção, capazes de evitar ou minimizar a ocorrência de desastres; (vi) estabelecer medidas preventivas de segurança contra desastres em escolas e hospitais, situados em ARD; (vii) oferecer capacitação de recursos humanos para as ações de proteção e defesa civil.

Algumas dessas ações realizadas pela SEPDEC, as quais estão alinhadas a marcos internacionais relevantes, como o Marco de Sendai, para o período de 2015 a 2030, são apresentadas na Figura 6. Parte das iniciativas contemplou parceria com outras instituições, como o CEMADEN, o CPRM e a UFRJ.

[7] A cidade de Maricá (RJ) possui agentes de proteção e defesa civil desde, pelo menos, 2011. No entanto, a contratação de especialistas pela SEPDEC ocorreu em 2018. Ver, a esse respeito, a notícia de 26 jun. 2012: https://www.marica.rj.gov.br/2012/06/26/agentes-da-defesa-civil-de-marica-recebem-diploma-de-qualificacao/. Acesso em: 04 abr. 2022.

IVIDES.org

Ainda na Figura 6, é possível observar que, em 2019, foi realizada uma oficina educativa na UFRJ - "Prática educativa voltada à redução dos riscos e desastres hidrológicos da cidade de Maricá, RJ", que corresponde também ao título deste capítulo. Esta prática refere-se a uma parte das atividades desenvolvidas em uma das oficinas citadas anteriormente (oficina realizada na UFRJ em 2019, abordando estudo de caso da cidade de Maricá (RJ) - Inundação, alagamento, movimentos de massa, erosão costeira e Terminais Ponta Negra (TPN), na modalidade presencial).

Figura 6 – Linha do tempo com iniciativas relevantes para RRD em Maricá (RJ). Fonte: Freitas (2022b).

2.4 - PLANO DIRETOR DE MARICÁ (RJ)

Após terem sido abordados os aspectos relacionados ao saneamento básico, aos eventos hidrológicos ocorridos em 2010 e 2016, à suscetibilidade a inundações na cidade de Maricá (RJ) e às ações para RRD; serão apresentados, a seguir, alguns dados contidos nos documentos técnicos referentes à revisão do Plano Diretor.

Destaca-se que a cidade de Maricá (RJ) possui outro importante instrumento de gestão, o Plano Municipal de Redução de Riscos de Inundação, divulgado em 2016 (PMRR/MARICÁ/RJ - Produto 3). Este plano aborda a articulação comunitária, o mapa de riscos, o diagnóstico, a proposição de soluções e os custos; no entanto, não se encontra disponível no sítio eletrônico da prefeitura.

Com relação ao plano diretor (PD) da cidade de Maricá (RJ), de abril de 2020 a fevereiro de 2021, foi efetuado diagnóstico técnico, com a finalidade de revisão do mesmo. O documento Síntese do Diagnóstico Técnico[8], disponibilizado pela Prefeitura de Maricá, ressalta **novos temas**, que passaram a chamar a atenção dos urbanistas, ao acompanharem a evolução da compreensão sobre suas interações com a qualidade de vida e a sobrevivência da humanidade em escala planetária, seus impactos para o desenvolvimento de países e regiões,

[8] Síntese do Diagnóstico Técnico para revisão do plano diretor de Maricá (RJ), está disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2020/12/16/produto-3-diagnostico-tecnico-sintese/. Acesso em 31 de março de 2022.

IVIDES.org

sua dependência para a manutenção das condições de conservação e perpetuação do aproveitamento e uso do território; e para a promoção do bem estar da população, nas cidades e no campo: (i) Mudanças Climáticas; (ii) Conforto Ambiental e (iii) Eficiência Energética.

Em Maricá, no diagnóstico técnico, foi identificada a necessidade de estabelecer e promover ações de prevenção e combate de situações de risco, no enquadramento e formulação de uma política pública, que tome por objetivo, a efetivação de Maricá como uma "Cidade Resiliente[9]".

Assim, é possível observar que a abordagem, adotada nas recentes discussões referentes à revisão do Plano Diretor, incluiu uma visão alinhada às iniciativas para RRD, apresentadas anteriormente na Figura 6; que, por sua vez, são alinhadas ao Marco Internacional de Sendai para RRD, para o período de 2015 a 2030.

Para implementação de estratégias de RRD, o conhecimento acerca da existência e localização dos equipamentos públicos de educação, saúde e assistência social, dentre outros, é importante, visto que estes concentram população muito vulnerável, em situações de desastres hidrológicos, como as crianças, os convalescentes e os hospitalizados.

Além disso, equipamentos públicos de educação são comumente utilizados como abrigos, em situações de desastres, e como espaço formal para realização de ações de Educação para RRD (ERRD). Já os equipamentos públicos de saúde, são muito demandados nos cenários de desastres, tanto nas ações de primeiros socorros quanto nos desdobramentos, necessários para o restabelecimento da saúde da população afetada.

No que se refere à infraestrutura, dados da Secretaria Municipal de Educação, reportados por MARICÁ (2021), mostram que o município conta atualmente com 62 escolas municipais (sendo 2 escolas indígenas), 23 unidades de atendimento à educação infantil e 4 escolas com educação de jovens e adultos (EJA), conforme indicado na Figura 7. Além disso, há 9 escolas estaduais e um *campus* avançado do Instituto Federal de Educação, de acordo com dados de 2018, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

De acordo com a Secretaria de Saúde, há três unidades de urgência e emergência e 25 postos de saúde e unidades de saúde da família (ver também Figura 8).

Figura 7 – Equipamentos de educação – Maricá (RJ). Fonte: Maricá (2021).

A localização dos equipamentos (Figuras 7 e 8) sugere maior escassez de unidades de educação e de saúde no distrito de Ponta Negra e nas regiões mais afastadas acima da RJ-106, onde os núcleos urbanos são mais dispersos (MARICÁ, 2021).

[9] De acordo com as Nações Unidas (UNDRR), **resiliência** pode ser entendida como a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade, exposta a riscos, de resistir, absorver, acomodar, adaptar, transformar e se recuperar dos efeitos de um perigo em tempo hábil, de maneira oportuna e eficiente, inclusive, por meio da preservação e da restauração de suas estruturas básicas (e funções essenciais), por meio da gestão ou gerenciamento de riscos (UNDRR, s.d.).

IVIDES.org

Maricá possui também 9 Centros de Referência de Assistência Social (CRAS), que prestam os serviços de proteção social básica e inclusão dos direitos de cidadania para a população. Segundo os dados da Secretaria de Assistência Social, até julho de 2020, 28.958 pessoas estavam cadastradas nos programas de Assistência, o que representaria quase 18% da população, de acordo com Maricá (2021). Salienta-se que a infraestrutura dos CRAS pode ser utilizada em ações educativas de RRD.

Figura 8 – Equipamentos de saúde e de assistência social – Maricá (RJ). Fonte: Maricá (2021).

3 – OBJETIVO DO ESTUDO E METODOLOGIA UTILIZADA

O presente capítulo objetiva apresentar (i) uma visão geral do cenário de eventos hidrológicos, relacionados a inundações e alagamentos na cidade de Maricá (RJ), com base em duas situações ocorridas (estudos de caso 1 e 2 – EC-1 e EC-2) e (ii) o uso destas situações (EC-1 e EC-2) em prática educativa de RRD, focando os resultados e limitações, observados durante a atividade.

Com relação à metodologia utilizada na pesquisa, pode-se citar que, a partir da formação de equipe de especialistas em RRD associados a ameaças hidrológicas (inundação, alagamento e enxurrada), foram elaborados os materiais utilizados na atividade educativa, realizada em 2019, na qual o cenário de análise foi o município de Maricá (RJ) (FREITAS, 2018a; FREITAS; AIRES; BARBOSA, 2022; FREITAS; FREITAS; LIMA, 2022).

A atividade educativa contemplou uma etapa expositiva de conceitos importantes e, na sequência, a parte prática, que abordou os cenários de inundação e alagamento (estudos de caso 1 e 2 – EC-1 e EC-2). Por fim, os participantes apresentaram os materiais elaborados e avaliaram coletivamente os elementos produzidos.

Participaram da oficina, 42 pessoas; e o grupo foi composto por estudantes e profissionais interessados na gestão e RRD associados às inundações e aos alagamentos, voluntários e agentes de Proteção e Defesa Civil (na administração pública), além dos membros das comunidades afetadas por desastres causados por perigos naturais e tecnológicos. Esses, possuíam formações, experiências pessoais, culturais e profissionais distintas; gênero e faixas etárias diferentes, visto que a diversidade do perfil constitutivo do grupo favorece as discussões e troca de saberes e de experiências, inclusive, as intergeracionais (FREITAS; AIRES; BARBOSA, 2022; FREITAS, 2018a).

4 – ESTUDOS DE CASO ABORDANDO INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS

Diante dos desafios enfrentados por Maricá (RJ), abordados anteriormente, percebe-se a necessidade de iniciativas que aumentem a resiliência da cidade, em alinhamento ao Plano Diretor da cidade, à legislação nacional do Brasil (2012a), ao Marco Internacional de Sendai para RRD e à Nova Agenda Urbana da ONU.

IVIDES.org

A atividade educativa (cujos resultados são apresentados neste capítulo) baseia-se em metodologia descrita em Freitas, Aires e Barbosa (2022). Neste capítulo, será abordada a etapa em que os participantes avaliam os cenários de dois estudos de caso sugeridos.

Durante a atividade prática, os participantes tiveram acesso a informações de dois estudos de caso: EC-1 e EC-2; o primeiro, refere-se ao caso de inundação e alagamento no 4º Distrito de Maricá (Itaipuaçu) e o segundo, refere-se ao caso de inundação e alagamento no 1º Distrito de Maricá (Centro). A Figura 9 mostra a localização dos EC-1 e EC-2 e a Quadro 3, algumas informações sobre as situações estudadas.

Quadro 3 – Informações referentes aos estudos de caso 1 e 2 (EC-1 e EC-2) (Freitas, 2022a).

	ESTUDO DE CASO 1 (EC-1)	**ESTUDO DE CASO 2 (EC-2)**
Perigo ou ameaça hidrológica	Alagamento e Inundação	Alagamento e Inundação
Código e simbologia COBRADE (Codificação Brasileira de Desastres)	(1.2.3.0.0) (1.2.1.0.0)	(1.2.3.0.0) (1.2.1.0.0)
Distrito e bairro	4º Distrito - Itaipuaçu Bairro: Itaipuaçu	1º Distrito – Centro Bairro: Centro
Características da área	Área residencial: Condomínio multifamiliar composto por 1472 unidades residenciais dispostas em prédios de 2 pavimentos. Área parcialmente consolidada (áreas em processo de ocupação, adjacentes a áreas de ocupação consolidada. Densidade e ocupação de 30 a 90% e razoável infraestrutura),	Área urbana de múltiplos usos (residencial, comercial e serviços) Obs.: presença de escolas, unidade de saúde, prefeitura,... Área consolidada (áreas densamente ocupadas e com infraestrutura básica).
Declividades CPRM (2017)	Predomínio de declividade baixa: 0 a 2 º	Predomínio de declividade baixa: 0 a 2 º
Altitude da região CPRM (2017)	Predomínio de: 0 a 25m Obs.: Pedra de Itaocaia (≈ 400m)	Predomínio de: 0 a 25m
Suscetibilidade às inundações - CPRM (2017)	Alta	Média a Alta

Elaborado pelas autoras.

IVIDES.org

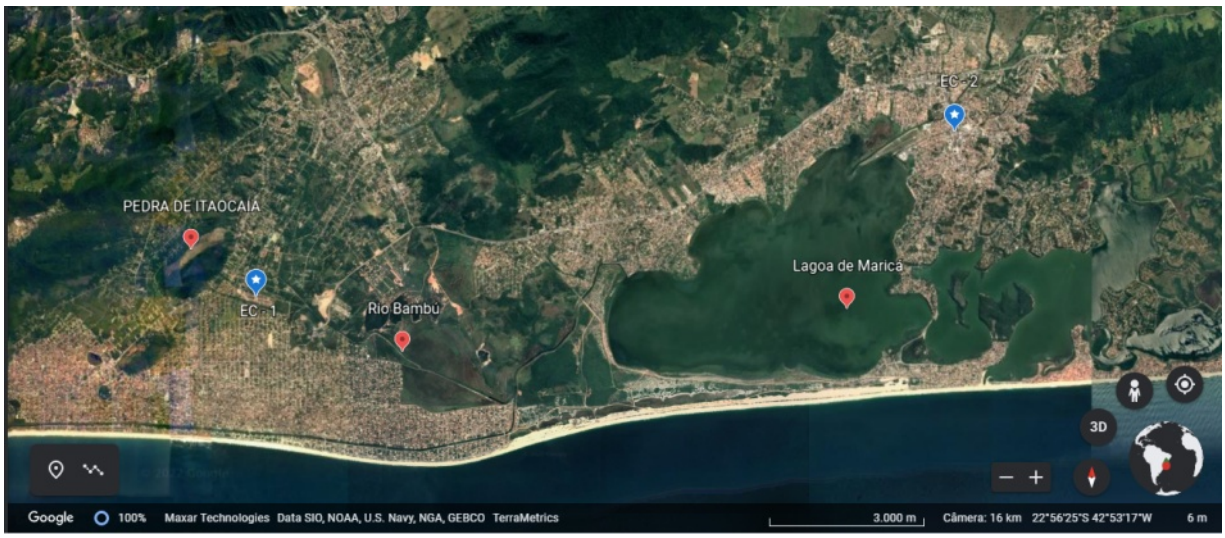


Figura 9 – Localização dos pontos referentes aos estudos de caso 1 e 2 (EC-1 e EC-2). Imagem do Google Earth®, obtida em 31 de março de 2022.

A partir do processo de observação de fotos (e mapas) e de discussão, os participantes foram orientados a identificar as ameaças ou perigos existentes em cada localidade estudada, assim como, os elementos expostos a estas ameaças e suas características, dentre outras informações, conforme ilustrado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10 – Manuseio de mapas, fotos e textos, disponibilizados na oficina (a) e (d); e etapa de preenchimento de informações, após discussões (b) e (c). Fotos (a) e (b): acervo de Fabíola de Souza Freitas; fotos (c) e (d): acervo de Alessandra Conde de Freitas.

IVIDES.org

Figura 11 – Uso de Painéis Temáticos de Chão (PTC). Fotos (a) e (b): acervo de Alessandra Conde de Freitas.

A Figura 12a ilustra um dos grupos, apresentando os resultados observados na prática educativa para os demais participantes da oficina e a Figura 12b apresenta a equipe executora, ao final das atividades.

Figura 12 – (a) apresentação dos resultados, obtidos por um dos grupos, aos demais participantes; (b) encerramento da atividade prática educativa com parte da equipe executora. Fotos: acervo das autoras.

4.1 – ESTUDOS DE CASO 1 (EC-1) – 4º DISTRITO DE MARICÁ (RJ)

A primeira situação estudada foi o caso EC-1, do condomínio residencial localizado no 4º Distrito – Itaipuaçu. No local, já ocorreram alagamentos e inundações.

O condomínio está localizado próximo à Pedra de Itaocaia e é cercado por canais (1, 2 e 3), construídos para drenar as águas pluviais, que são direcionadas para o rio Bambu, a leste do condomínio (Figuras 13 e 14).

Figura 13 – Localização do condomínio do Estudo de Caso 1 (EC-1) - Itaipuaçu – 4º Distrito de Maricá (RJ). Imagem do Google Earth®, obtida em 31 de março de 2022.

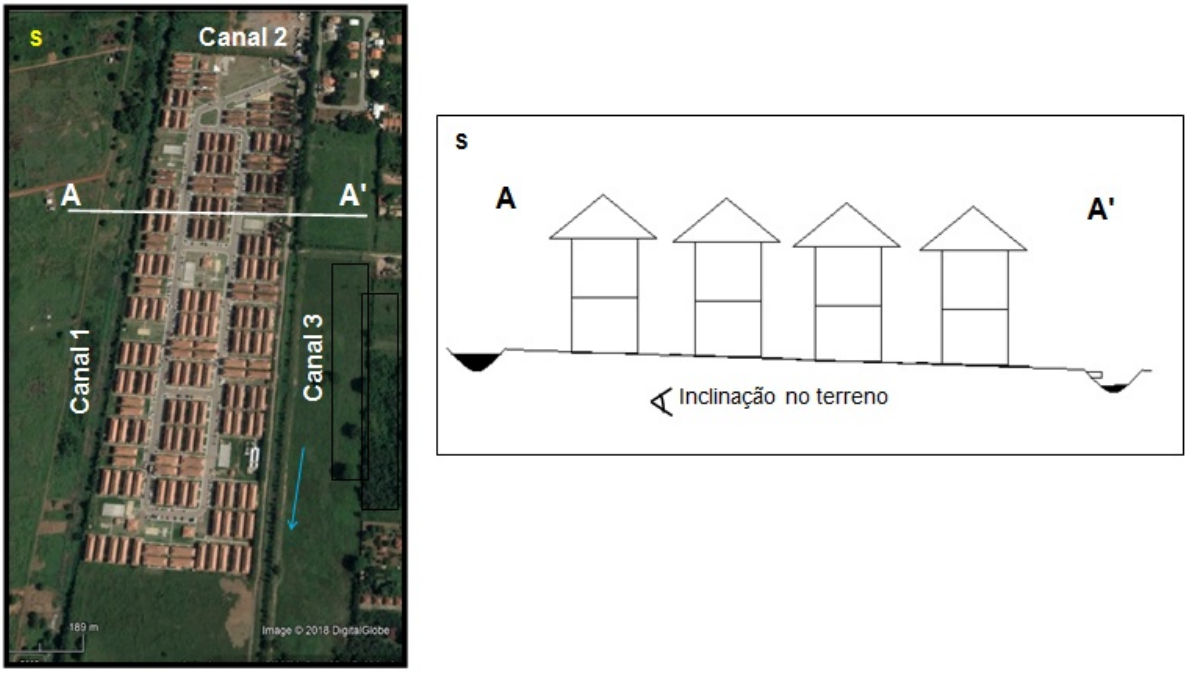


Figura 14 – Localização dos Canais 1, 2 e 3 e seção transversal AA' - Estudo de Caso 1 (EC-1) – Itaipuaçu – 4º Distrito de Maricá (RJ). Fonte: Lima, Azevedo e Silva (2018).

IVIDES.org

Durante a atividade prática, foi destacada a contribuição pluviométrica da Pedra de Itaocaia, que passa pelos canais que cercam o condomínio e deságua no Rio Bambu (Figuras 13, 14 e 15), que, por sua vez, recebe contribuição dos Rios Inoã e Taquaral. Quando ocorre uma elevação dos seus níveis, consequentemente, há inundação da área e alagamento no condomínio, devido à falta de drenagem. Este aspecto também foi observado por Seabra e Leão (2020).

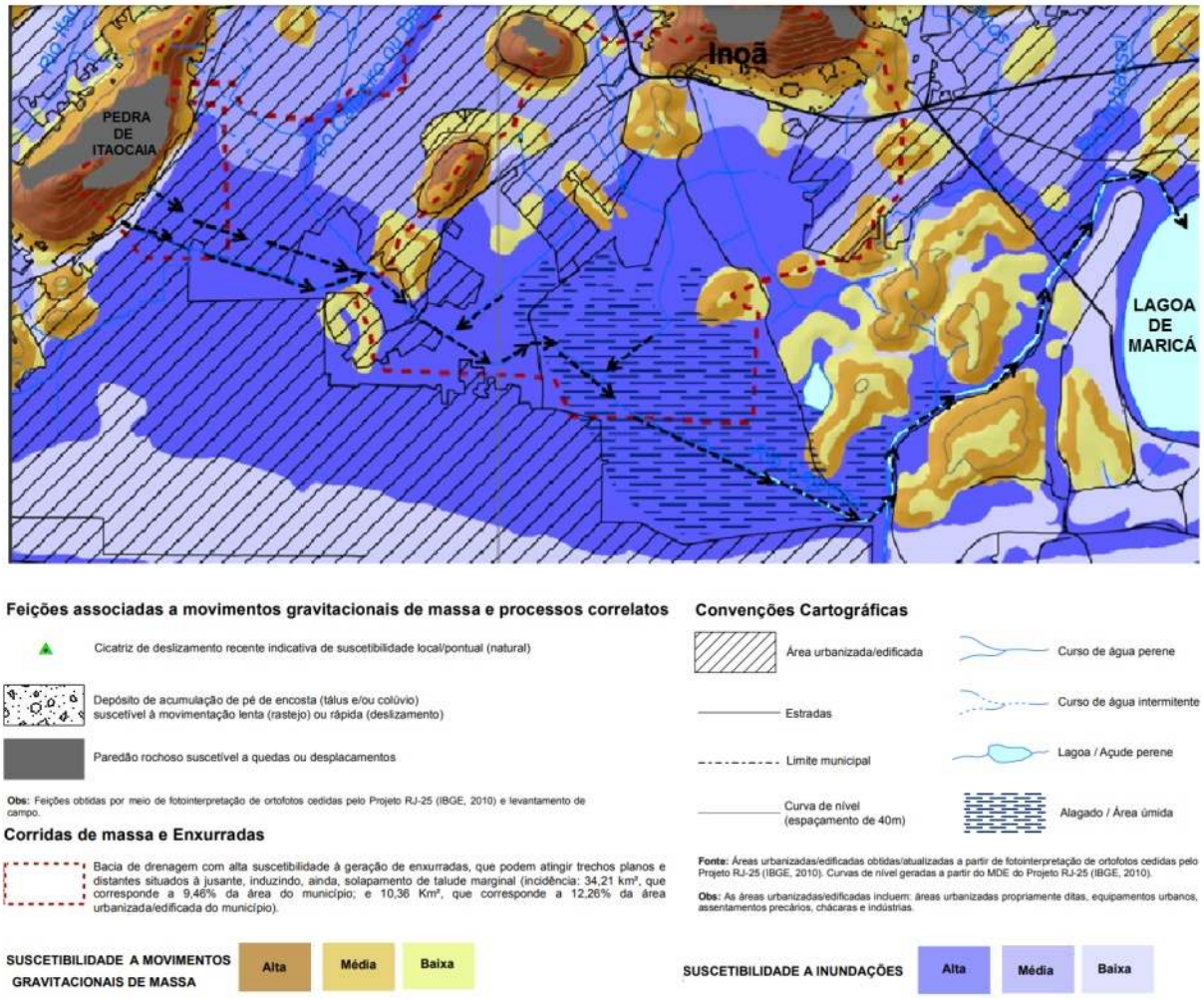


Figura 15 – Direção e sentido do fluxo /escoamento da água (setas tracejadas na cor preta) no trecho entre a Pedra de Itaocaia, próximo à área do EC-1 e à Lagoa de Maricá, SubBacia do Rio Vigário. EC-1: estudo de caso 1 – Itaipuaçu – 4º Distrito de Maricá (RJ). Adaptado de CPRM (2017).

Existem três canais que circundam o condomínio (Figuras 14 e 15). Os canais 1 e 2 estão num nível topográfico mais alto que o canal 3, no qual as tubulações de drenagem dos acumulados pluviométricos do condomínio deságuam. Este canal 3, por sua vez, quando está com o nível elevado, provoca o retorno das águas e, consequentemente, o alagamento da área.

Por meio da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação (CPRM, 2017) para a cidade de Maricá (Figura 5), e ainda, da Figura 16, é possível verificar que a área do estudo de caso 1 (EC-1) encontra-se em local de alta suscetibilidade a inundações[10].

[10] Importante lembrar que o 4º Distrito - Itaipuaçu (EC-1) encontra-se em local de média a alta suscetibilidade a inundações e que o 1º Distrito - Centro (EC-2) encontra-se em local de alta suscetibilidade.

IVIDES.org

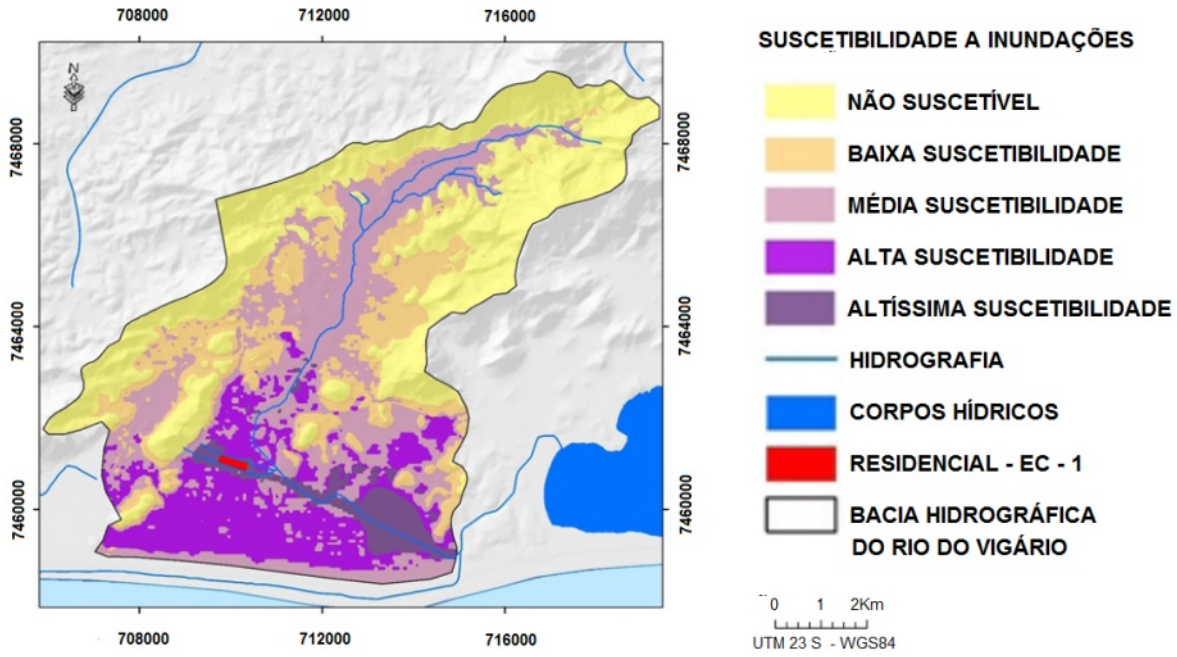


Figura 16 – Mapa de suscetibilidade a inundações – Estudo de caso 1 (EC-1) – Itaipuaçu – 4º Distrito de Maricá (RJ). Adaptado de Seabra e Leão (2020).

A Figura 17 ilustra imagem de condomínio no bairro de Itaipuaçu, 4º Distrito da cidade de Maricá, após ser afetado por fortes chuvas em 2016. Já a Figura 18, também de 2016, ilustra a dragagem do Canal 1, as edificações do EC-1 e, ao fundo, a vista da Pedra de Itaocaia.

Figura 17 – Condomínio após evento hidrológico ocorrido em 2016 – Estudo de caso 1 (EC-1) – Itaipuaçu – 4º Distrito de Maricá (RJ). Fonte: Wilton Junior (2016).

IVIDES.org

Figura 18 – Dragagem do Canal 1 – Estudo de caso 1 (EC-1) – Itaipuaçu – 4º Distrito de Maricá (RJ). Fonte: Maricá (2016).

4.2 – ESTUDO DE CASO 2 (EC-2) – 1º DISTRITO DE MARICÁ (RJ)

A segunda situação estudada foi o estudo de caso 2 (EC-2), em que foi abordada a localidade central do 1º Distrito - Centro, que é área densamente ocupada.

Durante a atividade prática, foi destacado que esta localidade do EC-2 (Centro - 1º Distrito) é plana, com predomínio de declividades baixas de 0 a 2º; sendo considerada uma área urbana de múltiplos usos.

O 1º Distrito – Centro é onde se localizam vários equipamentos públicos importantes, tais como: o Hospital Municipal Conde Modesto Leal (Rua Domício da Gama), o Cineteatro Henfil (Rua Alferes Gomes próximo à Rua Domício da Gama), a Secretaria de Assistência Social (Rua Domício da Gama), a Prefeitura (Rua Alvares de Castro), a Escola Municipal de Administração Maricá (Rua Alvares de Castro) e várias escolas públicas. Por meio dos materiais impressos, puderam ser observadas muitas residências, comércios em geral e prestadores de serviços.

A localidade possui fornecimento de energia e iluminação pública, limpeza urbana, coleta regular de resíduos sólidos e redes de abastecimento de água e de coleta de esgoto. Já o sistema de drenagem de águas pluviais urbanas (macrodrenagem e microdrenagem) estão em fase de ampliação e/ou melhorias. Assim, a localidade do EC-2 pode ser considerada área consolidada (área densamente ocupada e com infraestrutura básica).

Ressalta-se que a Lei nº 14.285[11], de 29 de dezembro de 2021 (BRASIL, 2021), alterou, dentre outras leis, a de nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Deste modo, a área urbana consolidada é aquela que passou a atender os seguintes critérios: a) estar incluída no perímetro urbano ou em zona urbana, pelo plano diretor ou por lei municipal específica; b) dispor de sistema viário implantado; c) es-

[11] Alterou também as Leis 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e a 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas.

IVIDES.org

tar organizada em quadras e lotes, predominantemente edificados; d) apresentar uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou direcionadas à prestação de serviços; e) dispor de, no mínimo, dois dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: drenagem de águas pluviais; esgotamento sanitário; abastecimento de água potável; distribuição de energia elétrica e iluminação pública; e limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;

Por meio da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação (CPRM, 2017) para a cidade de Maricá (Figura 5), é possível verificar que a área do EC-2 se encontra em local de alta suscetibilidade a inundações, tendo sofrido com os eventos hidrológicos ocorridos em 2010 e 2016, Situação de Emergência (SE) e Estado Calamidade Pública (ECP), respectivamente.

A Figura 19 ilustra imagens de alagamentos, ocorridos em 2019, (a) na Rua Athayde Gomes e (b) na Rua Alferes Gomes, ambas no 1º Distrito de Maricá (RJ).

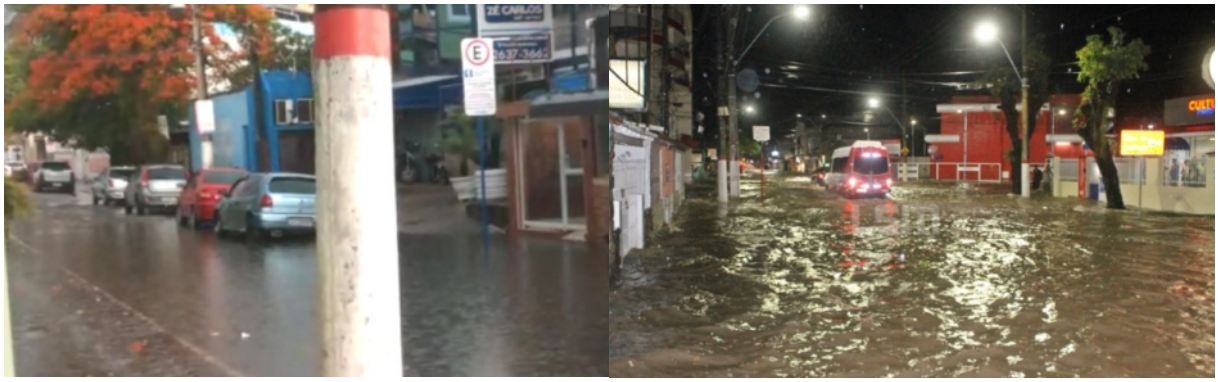


Figura 19 – Alagamentos no 1º Distrito - Centro (EC-2): (a) Rua Athayde Parreiras, em 22/12/2019 (LSM, 2019a); e (b) Rua Alferes Gomes, onde se localiza o Cineteatro Henfil, em 25/02/2019. Fonte: LSM (2019b).

A Figura 20 ilustra imagens de alagamentos, ocorrido próximo ao Hospital de Maricá, no Centro – 1º Distrito, em 2016; e ocorrido em São José do Imbassaí (também no 1º Distrito de Maricá), em 2020. Finalmente, a Figura 21 apresenta um trecho da Carta de Suscetibilidade a Inundações (CPRM, 2017), em que a localidade do EC-2 (de suscetibilidade alta) é indicada por uma seta vermelha.

Figura 20 – Alagamentos no 1º Distrito – Centro (EC-2): (a) Rua Clímaco Pereira, próxima ao Hospital de Maricá - 17/05/2016 (LSM, 2016) e (b) São José do Imbassaí. Foto: Thainá Vidal (VIDAL, 2020).

IVIDES.org

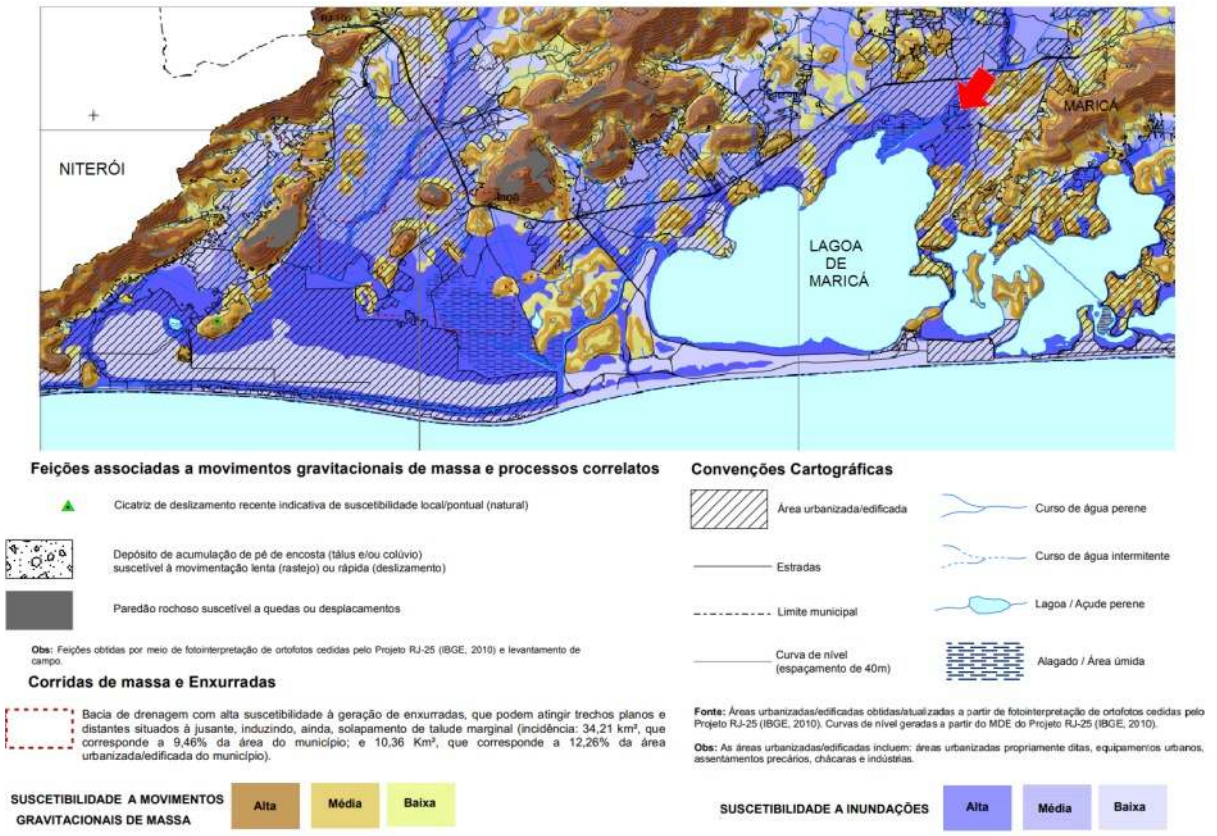


Figura 21 – Localidade do estudo de caso 2 (EC-2) – 1º Distrito – Centro, SubBacia do Rio Ubatiba (seta vermelha). Adaptado de CPRM (2017).

5 – RESULTADOS OBTIDOS NA ATIVIDADE EDUCATIVA PARA RRD

Nesta seção, são apresentadas as considerações gerais sobre a prática de ERRD; seguidas dos resultados observados para o EC-1 (item 5.1) e para o EC-2 (item 5.2).

A atividade educativa abordada no presente capítulo, que fundamentou-se em Freitas (2018a; 2019b) e Freitas, Aires e Barbosa (2022); propiciou o **conhecimento das ameaças ou perigos** mais comuns na cidade de Maricá (RJ). Possibilitou ainda, o entendimento de suas **características**, incluindo a **sazonalidade**, as principais **causas** (naturais e antropogênicas) e os **sinais**, que caracterizam a deflagração ou instabilização do elemento que representa o perigo (inundações e alagamentos), conforme abordado por Freitas, Freitas e Lima (2022).

A prática oportunizou aos participantes saber sobre o **passado dos desastres locais** (SE e ECP) e os **riscos** específicos locais, assim como, conhecer as **populações** mais **vulneráveis** aos desastres e a **sazonalidade** das ameaças, em alinhamento ao apresentado por Freitas (2018a; 2019b) e Freitas, Aires e Barbosa (2022).

Na prática realizada, foi também possível observar que, inicialmente, os participantes tiveram **dificuldade de compreender** a diferença entre os **conceitos** de **alagamento** e **inundação**, bem como a diferença entre **risco**, **perigo**, **exposição**, **suscetibilidade** e **vulnerabilidade** (definições apresentadas em Freitas, Freitas e Lima, 2022). No entanto, ao longo da prática educativa, estes conceitos foram entendidos, visto que tanto nas **discussões** quanto nos materiais elaborados pelos participantes (**Painéis Conceituais**, PC), observou-se **o uso correto** destas **terminologias**.

Adicionalmente, discutiu-se a importância da experiência prática para o estímulo a comportamentos seguros e espaços sustentáveis, contribuindo para a resiliência da cidade.

Foi possível observar que a abordagem pedagógica utilizada estimulou a **troca de saberes e experiências** de cada participante, despertando a **criatividade** para solucionar os desafios propostos, em alinhamento ao citado pelas diversas referências bibliográficas na área de ERRD, apresentadas por Freitas, Aires e Barbosa (2022).

IVIDES.org

Também foi possível, com base em Freitas, Freitas e Lima (2022) e Freitas e Freitas (2020), resumir as principais **características**, consideradas na identificação das áreas afetadas por inundação e alagamento nos casos estudados. As informações foram organizadas da seguinte forma: características da **área**, da **ocupação** e do **corpo hídrico**, **intervenções** observadas, distribuição das **águas** e **saneamento** e outras informações relevantes.

Durante a prática da Oficina, os participantes observaram que as **características das áreas** dos estudos de caso (EC-1 e EC-2), que representaram uma maior relevância para o entendimento do cenário de risco hidrológico, foram: **declividade**; **altitude**, **pavimentação** das vias; proximidade de **rede viária** e **vias** de **acesso**; extensão da **rede hidrológica**; **geomorfologia** e **densidade de ocupação**.

As características do **corpo hídrico**, tanto para o EC-1 quanto para o EC-2, foram discutidas com os participantes: **tipo e morfologia do canal** existente na área; características da **mata ciliar**; **assoreamento**; captação de água; descarte irregular de **lixo** e **entulho**; **solapamento** de margem; **situação de montante e de jusante**; presença de **processos erosivos** e **ação antrópica** observada nas áreas.

Dentre as intervenções específicas na área, que potencializam os processos de inundação, podem ser citadas: **obras de canalização** realizadas **indevidamente**, **travessias** que dificultam ou impedem a passagem das águas e a **falta de proteção de margens** de corpos hídricos, a fim de evitar a erosão.

No caso de alagamentos, o aspecto mais relevante é a **impermeabilização dos pavimentos**, permitindo assim, que as áreas fiquem ainda mais suscetíveis à ameaça, além da necessidade de investimentos em **saneamento básico** (águas, águas pluviais, esgoto e resíduo sólido urbano).

5.1 – ESTUDO DE CASO 1 (EC-1) – 4º DISTRITO DE MARICÁ (RJ) – ITAIPUAÇU

Durante a atividade, os participantes observaram, por meio dos mapas temáticos impressos – declividade, altitude, rede hidrográfica, densidade demográfica e suscetibilidade à inundação, disponibilizados na oficina, que o cenário do estudo de caso 1 – 4º Distrito de Maricá (RJ) (**EC-1**) possui, como características da área, as **baixas altitude** e **declividade**; configurando, desta forma, a geomorfologia da área, como de **planície**; as quais, de acordo com as classes de suscetibilidade (CPRM, 2017), são áreas sujeitas às **inundações**, pois seu relevo apresenta, como característica predominante, declividade inferior a dois graus (< 2°).

O EC-1 está inserido numa área de **extensa rede hidrográfica**, onde é observada a relação do número de rios, cursos d'água e o tamanho da bacia hidrográfica onde está localizada.

Por meio das imagens do Google Earth®, foi verificado que as construções do condomínio multiresidencial, localizado na área do EC-1, indicam: (i) **alta densidade demográfica**, o que está alinhado ao obervado por NOGUEIRA (2019); (ii) estão próximas à **rede viária**; (iii) possuem **vias de acesso pavimentadas** e (iv) são de **alvenaria**. Portanto, estas características observadas indicam a presença de **solo impermeabilizado**.

Por meio de material impresso, os participantes verificaram que a edificação do EC-1 está inserida numa **área parcialmente consolidada**, áreas em processo de ocupação, adjacentes às áreas de ocupação consolidada. Densidade e ocupação de 30 a 90% e razoável infraestrutura (conforme indica a Figura 13).

Observou-se que a área da edificação estudada no Estudo de Caso EC-1 é cercada por **três canais** retilíneos, sendo que um deles (o canal 3, ver Figura 14) está localizado na cota topográfica abaixo do terreno da edificação. A proximidade dos canais propicia assim, que a localidade seja ainda mais suscetível a eventos de **inundação**.

Em relação aos corpos hídricos, foi possível observar, por meio de imagens disponibilizadas durante a oficina: processos de **assoreamento** nos canais, **supressão da mata ciliar** e o **não cumprimento da Lei Federal** n° 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012b), também conhecida como o novo Código Florestal, que determina critérios para demarcação de largura mínima de **Faixa Marginal de Proteção (FMP)**, a qual, para o EC-1, é de 30 metros (para cursos d'água de menos de 10 metros de largura).

O EC-1 está inserido numa área de **extensa rede hidrográfica**, a qual foi observada nas imagens impressas do Google Earth®. Observou-se que o canal 3 é confluente com o Rio Bambu e que este, por sua vez, se conecta à lagoa de Maricá; a qual, por meio do Canal da Costa, deságua no mar, conforme apresentado na Figura 15.

IVIDES.org

O desastre hidrológico (inundação e alagamento) ocorrido no EC-1, em 2016, foi uma união de vários aspectos[12]: meteorológico (**chuvas fortes**), astrológico (**fase da lua**), rede hidrográfica, geomorfológico (**planície**), **densidade demográfica** elevada, **ação antrópica** no ambiente, características da **infraestrutura básica**.

Em relação à **configuração da rede hidrográfica**, destaca-se a existência de ligação entre o canal 3 (que circunda a edificação estudada no EC-1), o Rio Bambu, a Lagoa de Maricá, o Canal da Costa, e o mar (Oceano Atlântico). Nos períodos de maré alta, o fluxo (que deveria ocorrer do canal 3 em direção ao mar) fica afetado (Figuras 15 e 16).

Em relação ao **alagamento** ocorrido no EC-1, o mesmo aconteceu devido: (i) ao grande **volume de água** vindo da rede hidrográfica; (ii) à **cota** topográfica baixa da área edificada próxima aos canais 1, 2 e 3; o que prejudica a eficácia do sistema de drenagem de águas pluviais do condomínio, em situações de chuvas intensas; (iii) à inexistência de **sistema de drenagem pluvial** nas vias de acesso da área, bem como à precariedade do mesmo, no âmbito do condomínio residencial e (iv) ao **solo impermeabilizado na região edificada**.

Material contendo as demais informações da área também foi disponibilizado para os participantes, o que permitiu inferir a existência de **infraestrutura** mínima, como as vias de acesso, coleta regular de lixo, iluminação pública, abastecimento de água e coleta de esgoto, no EC-1.

No entanto, observou-se que a área requer **investimentos** em **rede de drenagem de águas pluviais**, em **segurança pública** e em Equipamentos de **Saúde e Assistência Social** (Figura 8), que prestam os serviços de proteção social básica e inclusão dos direitos de cidadania para a população.

Outro aspecto discutido foi a questão da quantidade de equipamentos públicos de **educação** e de **saúde** e **assistência social** (Figuras 7 e 8). Percebeu-se a necessidade de avaliar se estes teriam a capacidade de suporte para atender as necessidades dos moradores do condomínio multifamiliar e as do distrito a que pertencem, visto que o EC-1 está localizado em área distrital de grande densidade demográfica (4º Distrito - Itaipuaçu).

A linha do tempo referente aos eventos hidrológicos de grande magnitude (Figura 4) compôs o material impresso disponibilizado aos participantes. Esta linha do tempo ilustra que o município foi acometido por um evento hidrológico de grande magnitude em 29 de fevereiro de 2016, com precipitação registrada em alguns bairros superior a 100 mm em 24 horas, ocasionado o transbordamento dos rios em várias localidades dos 1º, 2º, 3º e 4º Distritos.

Em virtude do evento, o município decretou e o Governo Federal reconheceu o desastre como **Estado Calamidade Pública (ECP)**. A edificação estudada no EC-1 sofreu diretamente com o evento hidrológico supracitado, tendo sido registrados na área **danos** ambientais, materiais, humanos e na área da saúde (doenças de veiculação hídrica).

Após o desastre de 2016 e a contratação de especialistas pela Defesa Civil, em 2018, os moradores locais (EC-1) passaram a participar das palestras ministradas pelos agentes de Proteção e Defesa Civil de Maricá. Estes, conscientizam e treinam a população, por meio de **ações educativas**, desenvolvendo **ações de prevenção e preparação** dessa população para o momento e para após o evento hidrológico adverso, como também o faz, a **abordagem explicativa** sobre doenças de veiculação hídrica, que podem acometer os moradores.

Durante a realização da atividade educativa abordada no presente capítulo, a especialista em RRD na área hidrológica informou aos participantes da oficina, que são realizadas periodicamente **intervenções específicas na área** do EC-1, como **dragagens** ao longo do canal (conforme ilustrado na Figura 18). Isso se deve à presença significativa de vegetação de **gigogas** no curso hídrico, espécie que se reproduz intensamente quando há **esgoto no corpo hídrico**. Esta observação parece reforçar o fato da área possuir um precário sistema de esgotamento sanitário, conforme discutido anteriormente.

[12] Na ocasião, ocorreram registros de **chuvas muito fortes** na área (maior que 50,0 mm/h, limiar baseado no Sistema Alerta Rio). Já a **fase da lua** (cheia) possui relação direta com a altura de maré, visto que, nas luas cheia e nova, a maré é mais alta, que nas demais fases da lua (minguante e crescente).

IVIDES.org

5.2 – ESTUDO DE CASO 2 (EC-2) – 1º DISTRITO DE MARICÁ (RJ) – CENTRO

Durante a atividade, os participantes observaram os dados referentes ao estudo de caso 2 (**EC-2**), por meio dos mapas temáticos impressos (declividade, altitude, rede hidrográfica, densidade demográfica e suscetibilidade a inundação), disponibilizados na Oficina.

No EC-2 observou-se **baixas altitude e declividade** (< 2°, similarmente ao ocorrido no EC-1), caracterizando, desta forma, a geomorfologia da área como de **planície**; as quais, de acordo com as classes de suscetibilidade, são áreas sujeitas a **inundações**.

Importante salientar, conforme será discutido mais adiante, que a inexistência e/ou precariedade na **drenagem de águas pluviais**, a impermeabilização do solo e o descarte irregular de **lixo** e **entulho**, verificados no EC-2, culminam também em eventos hidrológicos de **alagamentos**.

O EC-2 está inserido numa área de **extensa rede hidrográfica**, sendo observada a elevada quantidade de rios e demais cursos d'água, rios de 1ª, 2ª e 3ª ordem, em relação ao tamanho da bacia hidrográfica em que estão inseridos.

Em relação ao **sistema de drenagem** de águas pluviais e o **sistema de esgoto**, os participantes tiveram informações da especialista em RRD, associados a eventos hidrológicos da SEPDEC; que, em vistorias técnicas realizadas na área do EC-2, se verificou que o sistema de drenagem de águas pluviais requeria melhorias e, em alguns trechos, era inexistente. Já a coleta de esgoto era executada por meio de rede de coleta e de fossas sépticas.

Conforme relatado por Freitas, Freitas e Lima (2022), a área do EC-2 (pertencente ao 1º Distrito, Centro) apresenta a **maior ocupação** e a maior quantidade de **corpos hídricos**, quando comparada à ocupação da área do EC-1; apresentando também, a maior **degradação ambiental** observada em seus cursos d'água. Esta situação é verificada em função das **construções irregulares** e pelo **descarte irregular de lixo e entulho**, ao longo dos corpos hídricos.

Ressalta-se que o EC-2 está inserido no 1º Distrito de Maricá (Centro), o qual sofreu com os eventos hidrológicos, ocorridos em 2010 e 2016; tendo sido decretado pelo município e reconhecido pelo Governo Federal, os desastres como **Situação de Emergência** e **Estado Calamidade Pública,** respectivamente.

Foi observada, por meio do material impresso disponibilizado, a presença de vários **cursos hídricos alterados**, em função de **desvios**, **poluição** (devida a descarte de resíduos sólidos urbanos e de águas servidas de forma incorreta), **erosão**, **assoreamento** e **solapamento** nos rios, além da **supressão da mata ciliar** e o **não cumprimento** da largura mínima **da Faixa Marginal de Proteção** (FMP), que determina a distância de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, similarmente ao observado no caso EC-1, conforme a Lei Federal n° 12.651, de 25 de maio de 2012, ou "novo Código Florestal"[13] (BRASIL, 2012b).

Por meio de material impresso, os participantes verificaram que o EC-2, diferentemente do observado no EC-1, está inserido numa **área urbana de múltiplos usos** (residencial, comercial e de serviços), possui escolas e unidades de saúde e assistência social. As construções são de alvenaria, próximas à rede viária e a área possui iluminação pública. A **área** caracteriza-se como **consolidada** (áreas densamente ocupadas e com infraestrutura básica), com o solo impermeabilizado pelas áreas construídas (vias e edificações).

As escolas na localidade do EC-2 participam de **ações educativas**, uma vez que os agentes de Proteção e Defesa Civil de Maricá desenvolvem trabalhos de prevenção para RRD com crianças e adolescentes do local, pois entendem que estes são multiplicadores de conhecimentos podendo levar essas informações adiante. Assim, verifica-se a relevância da existência dos equipamentos públicos de educação, visto que são espaços formais que podem ser utilizados em múltiplas **ações para RRD**, que possibilitem a ampliação da **capacidade da sociedade** de lidar com os desafios da cidade.

[13] O novo Código Florestal estabelece normas gerais sobre a Proteção da Vegetação Nativa, incluindo Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito; a exploração florestal; o suprimento de matéria-prima florestal; o controle da origem dos produtos florestais; o controle e prevenção dos incêndios florestais; e a previsão de instrumentos econômicos e financeiros, para o alcance de seus objetivos.

IVIDES.org

5.3 – CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE EC-1 E EC-2 - MARICÁ (RJ)

Outras informações, relacionadas aos estudos de caso 1 e 2 (EC-1; EC-2), puderam ser verificadas durante a oficina, como: hospitais, clubes, comunidades indígenas, renda familiar (média), tipo de maré (sizígia ou quadratura) e fase da lua. Também foi discutida a existência de moradores e trabalhadores **portadores de necessidades especiais** e a **presença de grupos mais fragilizados/vulneráveis** (crianças, idosos, pessoas com dificuldade de locomoção, gestantes, populações em situação de rua, pessoas com doenças crônicas e iliterados), assim como, de grupos de **indígenas, ribeirinhos, caiçaras**, de forma a visualizar os **acessos** e a melhor **rota de fuga** a ser utilizada, quando em situações de desastres hidrológicos.

Foi observado que os equipamentos públicos de educação, de saúde e de assistência social (Figuras 7 e 8) são disponibilizados de maneira diferente no EC-1 e no EC-2. No EC-1, foi verificada uma quantidade inferior em relação ao EC-2. Esta observação tem relação com os investimentos públicos destinados a cada localidade, o que acaba por refletir diretamente nas ações de RRD, pois as escolas são utilizadas, pela comunidade, em ações de ERRD e como abrigos ou pontos de apoio, no momento e após o desastre; e, como há poucos equipamentos públicos de educação (embora a densidade demográfica seja alta), a população pode ficar desassistida. Isso é reproduzido de forma bem semelhante aos equipamentos públicos de saúde e de assistência social.

Importante salientar que a escolha da localização dos equipamentos públicos de educação deve considerar as estratégias para RRD, visto que há dados do Brasil referentes ao primeiro trimestre de 2004, conforme Marchezini *et al*. (2018), que indicam a existência de muitas escolas públicas municipais e estaduais danificadas em situações de desastres, o que deve ser evitado.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS, LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PROPOSTAS DE CONTINUIDADE

A prática educativa e os resultados observados permitiram verificar que esta iniciativa de Educação para Redução dos Riscos e Desastres (ERRD), com base em Freitas (2018a) e Freitas, Aires e Barbosa (2022), possibilitou:

(i) a **participação** de muitos atores interessados na temática RRD;

(ii) o **acesso às informações** relevantes na área de RRD;

(iii) a **troca de saberes e experiências práticas** entre os participantes, abordando a realidade local;

(iv) o **entendimento** de que é necessária a mobilização, o engajamento, a articulação, a criatividade e a cooperação entre os diversos atores, nas ações para a RRD e aumento da resiliência;

(v) a **reflexão** sobre os **comportamentos, ações e inações**, que podem potencializar os desastres;

(vi) **saber** sobre **legislações** e **marcos internacionais**, que orientam as ações para RRD;

(viii) a oportunidade de **realizar** algo coletivamente (Painéis Conceituais).

No item (viii), realizar algo se refere ao desenvolvimento de habilidades para analisar criticamente os estudos de caso (EC-1 e EC-2); o que se deu, a partir: (a) do acesso aos materiais e especialistas; (b) da ações e interações entre os participantes e equipe executora; (c) do entendimento dos assuntos tratados; e (d) da produção de painéis conceituais (PC), contendo informações e reflexões críticas.

Importante destacar que a reflexão acerca das **mudanças no comportamento individual** e **comunitário**, necessárias à RRD, em alinhamento ao indicado por Petal (2009), foi estimulada por meio das discussões realizadas. E que a iniciativa de ERRD oportunizou ainda, o entendimento das **condições naturais, existentes** nos casos estudados (EC-1 e EC-2); e das **ações e inações** humanas, **que levam aos desastres hidrológicos**, associados às inundações e aos alagamentos.

IVIDES.org

Observou-se que a proposta educacional aqui apresentada também está alinhada ao proposto no Relatório para a UNESCO[14], da sua Comissão Internacional Sobre Educação para o século XXI (DELORS, 2006); por se tratar de prática que coloca os participantes em um ambiente de aprendizagem, pautado nos quatro pilares da educação para o século XXI, conforme indicado a seguir, adaptado de Silveira e Panceri (2019):

(i) **Aprender a Conhecer**: que o conhecimento seja prazeroso, valorizando a curiosidade e a pesquisa;

(ii) **Aprender a Fazer:** que os participantes desenvolvam habilidades, com atenção, flexibilidade, para poder agir no meio que o envolve;

(iii) **Aprender a Conviver:** que os participantes possam desenvolver-se para viver juntos com os outros em cooperação em todas as atividades humanas, na contra mão da violência;

(iv) **Aprender a Ser:** despertar o pensamento crítico e o espírito de autonomia para o desenvolvimento total da pessoa humana, conhecendo a si mesmo para relacionar-se com os outros e com o meio que o envolve.

Dentre as **limitações** observadas, pode-se destacar:

- Embora os materiais disponibilizados durante a prática educativa apresentem referências nacionais e internacionais relacionadas a marcos e políticas sociais de RRD, as autoras consideram que a necessidade de motivação, a defesa e o aumento das expectativas das políticas sociais de RRD, conforme citado por Petal (2009), não foi discutida de forma suficiente em função da carga horária reduzida, disponibilizada para a prática educativa.

Dentre as **propostas de continuidade**, pode-se citar:

- Oportunizar a execução da oficina educativa em espaços formais e informais de educação e em instituições e espaços de grupos organizados, que se interessem pelo tema RRD, como: Núcleos de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC), escolas públicas e particulares, museus, bibliotecas, associação de moradores, órgãos municipais e estaduais de Proteção e Defesa Civil, Secretarias Municipais e Estaduais, Centros de Referência de Assistência Social (CRAS), dentre outros, levando em consideração os aspectos particulares de cada localidade e grupo;
- Oportunizar espaço, na oficina proposta, para reflexão e discussão sobre o comprometimento dos vários atores/participantes, na formulação de políticas sociais, focadas na prevenção de riscos socioambientais e educação cidadã para RRD; e também, sobre desastres ocasionados por outras situações perigosas, além das tratadas no presente capítulo (inundações e alagamentos).

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), à Prefeitura e à Secretaria de Proteção e Defesa Civil da cidade de Maricá (RJ), Brasil, à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), à ONU – Habitat Brasil, aos membros dos projetos de extensão da UFRJ (MOLIPDEC e Espaço Fluir da UFRJ) e aos participantes da Semana de Integração Acadêmica (SIAc 2019) da UFRJ; pelo apoio, pelas informações prestadas e pelas atividades desenvolvidas, que ajudaram a realização deste trabalho.

[14] UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, G. S. **Entendimento técnico e jurídico de terminologias utilizadas na área de redução dos riscos e desastres**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10036152.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituiçao.htm. Acesso em: 01 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. Brasília, DF: D.O.U., 10 abr. 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 02 jul. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. Brasília, DF: D.O.U., 25 mai. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm#:~:text=Esta%20Lei%20estabelece%20normas%20gerais,n%C2%BA%20571%2C%20de%202012). Acesso em: 01 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...] Brasília, DF: D.O.U., 15 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 02 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera as Leis nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, nº 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Brasília, DF: D.O.U., 29 dez. 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm. Acesso em: 30 mar. 2022.

BRASIL. **Módulo de formação: elaboração de plano de contingência - livro base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres, 2017. 62 p. ISBN: 978-85-68813-07-2.

CASTRO, G. S. L. **Proposta de uma estrutura de indicadores para subsidiar a gestão de riscos de desastres socioambientais a nível municipal no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10032036.pdf . Acesso em: 20 mar. 2022.

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação – Município de Maricá, RJ – Escala 1:70.000.** CPRM, 2017. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/18466/mapa_marica_rj_suscet.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 03 jan. 2022.

DANTAS, F. V. A., LEONETI, A. B; OLIVEIRA, S. V. W. B. de; OLIVEIRA, M. M. B. de. Uma análise da situação do saneamento no Brasil. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 15, n. 3, p. 272-284, set.-dez., 2012.

DELORS, J. (coord.). Educação: **Um Tesouro à Descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional Sobre Educação Para O Séc. XXI.** 10. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC; UNESCO, 2006. Disponível em: http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a_pdf/r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf Acesso em: 30 mar. 2022.

FREITAS, A. C. **Ações de Educação para a Redução dos Riscos e Desastres**. *In*: Curso "Risco geológico Defesa Civil de Maricá e CPRM, Maricá, RJ", 2019c. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Pesquisadores-em-Geociencias-da-CPRM-capacitam-agentes-de-Defesa-Civil-de-diversos-estados-brasileiros-em-Marica-%28RJ%29-5608.html. Acesso em: 30 set. 2020.

FREITAS, A. C. **Curso ações educativas para RRD e Oficina com o jogo Cidade Resiliente**. *In*: Curso e oficina realizados na sede do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Rio de Janeiro, 2019a.

IVIDES.org

FREITAS, A. C. Educação para redução do risco de desastres: ações desenvolvidas no projeto Espaço Fluir. *In*: **Seminário RRD Rio - Ciência, tecnologia e inovação na Redução de Riscos de Desastres na Cidade do Rio de Janeiro**, SETEC RRD RIO, 1., 2019b. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/seminariorrdrio e em https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12931487/4354744/ANAIS_Ebook_final.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade de Maricá, RJ) e oficina com o jogo "Vai Rolar". *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 10., 2019, UFRJ, Rio de Janeiro, 2019e. (oficinas)

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro, RJ) e oficina com o jogo "Zoom". *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 9., 2018, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2018a.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade da cidade de Maricá, RJ) e oficina com os Principais conceitos e marcos na área de Redução dos Riscos e Desastres. *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 11, 2022, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022. (oficinas)

FREITAS, A. C. **Projeto Espaço Fluir.** *In*: Campanha aprender para prevenir do CEMADEN Educação, 2018b. Disponível em: http://200.133.244.149/2018/?p=930. Acesso em: 2 out. 2020.

FREITAS, A. C. **Projetos Espaço Fluir e Molipdec: "Juntos somos mais fortes"**. Módulo N: Espaço Fluir e MOLIPDEC: Jogos Educativos. Ação cadastrada na 4ª campanha Aprender para Prevenir (2019) do Cemaden Educação, 2019d. Disponível em: http://200.133.244.149/2019/?p=1109 . Acesso em: 02 out. 2020.

FREITAS, A.C.; AIRES, M.; BARBOSA, G.S. Conceitos e abordagem metodológica utilizada em oficina de elaboração de plano de contingência: um importante instrumento voltado à educação para Redução dos Riscos e Desastres (ERRD). *In*: SOUTO, R.D. (org.). **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em Áreas Costeiras e Marinhas: Conceitos e Práticas**. v. 2. cap. 7. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2022. Disponível em: http://livro.ivides.org.

FREITAS, A. C.; FREITAS, F. de S.; LIMA, L. S. Áreas sujeitas a inundação e alagamento na cidade de Maricá, RJ – Brasil (Areas subject to flooding in the city of Maricá, RJ – Brasil). **Série Estudos Cindínicos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.** 2022. Disponível em: https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/. (capítulo de livro em fase de publicação)

FREITAS, F. de S. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade da cidade de Maricá, RJ) e oficina com o Estudo de caso de inundação em Maricá, RJ. *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 11, 2022, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022b. (oficinas)

FREITAS, F. de S.; FREITAS, A. C. **Relatório Técnico Inundações e Alagamentos na cidade de Maricá, RJ, Brasil.** Projetos MOLIPDEC e Espaço Fluir, 2020. 51 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. **Cidades e Estados.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/marica.html . Acesso em: 11 mai. 2021.

LIMA, L. dos S.; AZEVEDO, R. N. de; SILVA, S. C, G. R. da. Relatório de Vistoria nº 004-2018, de 22 fev. 2018. 10 p. Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá – Relatório de acompanhamento hidrogeológico dos canais localizados na região do condomínio multiresidencial em Itaipuaçu – Maricá/RJ após chuva registrada na noite/madrugada dos dias 21/22 de fevereiro de 2018.

LSM (2016). Disponível em:https://leisecamarica.com.br/noticia/15490/chuva-provoca-pontos-de-alagamento-no-centro-de-marica. Acesso em: 28 mar. 2022.

LSM (2019a). Disponível em:https://leisecamarica.com.br/noticia/31741/rua-fica-alagada-no-centro-de-marica-apos-chuva. Acesso em: 28 mar. 2022.

LSM (2019b). Disponível em:https://leisecamarica.com.br/noticia/28625/temporal-com-chuva-de-granizo-deixa-centro-de-marica-debaixo-d-agua. Acesso em: 28 mar. 2022.

MARCHEZINI, V., MUÑOZ, A. V.; TRAJBER, R. Vulnerabilidade escolar frente a desastres no Brasil. Territorium – **Revista Internacional de Riscos**, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-2_13. Acesso em: 20 de jan de 2022.

MARICÁ. **Revisão do Plano Diretor de Maricá.** Diagnóstico Técnico. Documento Síntese. 2021. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/p3_diagnostico_tecnico_sintese_revfinal_11.12.pdf e em https://www.marica.rj.gov.br/plano-diretor/. Acesso em: 03 jan. 2022.

MARICÁ. **Secretaria Executiva de Infraestrutura**. Chuvas: ações preventivas evitam ocorrências graves. 2016. Disponível em:https://www.marica.rj.gov.br/2016/11/16/chuvas-acoes-preventivas-evitam-ocorrencias-graves/Secretaria Executiva de Infraestrutura. Acesso em: 03 jan. 2022.

MOLIPDEC. **Projeto MOLIPDEC-RJ** - Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Projeto de Extensão da Escola Politécnica da UFRJ. Coordenação: Alessandra Conde de Freitas. Rio de Janeiro: UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 09/01/2018 a 29/12/2020.

MORAIS, J. **Oficina apresenta jogo Cidade Resiliente voltado ao aprendizado sobre prevenção aos desastres naturais**. 2019. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Oficina-apresenta-jogo-Cidade-Resiliente-voltado-ao-aprendizado-sobre-prevencao-aos-desastres-naturais-6076.html. Acesso em: 30 set. 2020.

NOGUEIRA, A. da C. R. de M. **Desafios à sustentabilidade ambiental: uma análise sobre a transformação territorial na produção do espaço urbano de Maricá/RJ**. 2019. 290f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2647.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

NORONHA, M. **Jogo cidade resiliente**: um estudo sobre aplicação de ferramenta de redução de riscos de desastres em ambientes escolares. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029369.pdf. Acesso em: 6 fev. 2022.

PANZERI, C. G.; MATSUO, P. M.; TRAJBER, R.; OLIVATO, D.; VELLOSO, M. F.; SATO, A. M.; LUCENA, R.; BARBOSA, M.S.; PINHEIRO, A. G. Campanha #APRENDERPARAPREVENIR: inspirações para reduzir riscos de desastres. *In:* MAGNONI JUNIOR, L. *et al.* (org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020. 865 p. p. 10-26. Disponível em: https://www.agb-bauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020-01.pdf . Acesso em: 02 abr. 2022.

PETAL, M. Education in disaster risk reduction Education. *In*: SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (ed.). **Disaster Management**: Global Challenges and Local Solutions. Hyderabad: University Press, 2009. p. 285-320.

SEABRA, V. S.; LEÃO, O. M. R. **Razões para as enchentes e inundações no condomínio residencial Carlos Marighella**: uma análise multitemática da bacia do rio do Vigário (Maricá/RJ). Revista Da ANPEGE, v. 15, n. 26, p. 114–137, 2020. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/9617. Acesso em: 03 mar. 2021.

SILVA, D. L. da. **Avaliação do Plano Municipal de Saneamento Básico de Maricá com vistas à sua revisão**. Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SILVEIRA, R. da; PANCERI, R. O programa defesa civil na escola como prática pedagógica exitosa no estado de Santa Catarina – Uma ação no presente preparando o futuro das comunidades. PRANDEL, J. A.(org.) *In*: **Redução de Riscos de Desastres – Métodos e Práticas**. cap. 13. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. 191 p. p. 139-149.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Online glossary**. [*S.l.*], [s.d.]. Disponível em: https://www.undrr.org/terminology. Acesso em: 10 jun. 2021.

UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres**. (versão Português não oficial). Paris: Nações Unidas, 7 abr. 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf e http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeSendaiPortugues.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

IVIDES.org

VIDAL, T. Maricá entra em estágio de atenção após chuva; Morador acha até peixe na rua. **G1**, 13 jan. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2020/01/13/marica-entra-em-estagio-de-atencao-apos-chuva-ate-peixe-foi-parar-na-rua-apos-inundacoes.ghtml . Acesso em: 28 mar. 2022.

WILTON JUNIOR. Canal em Maricá não é aberto e água da chuva continua em condomínio. **G1 Região dos Lagos**, 04 mar. 2016. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2016/03/canal-em-marica-nao-e-aberto-e-agua-da-chuva-continua-em-condominio.html. Acesso em: 02 jan. 2022.

IVIDES.org

23

DOI 10.5281/zenodo.6678612

CONSERVAÇÃO DA ICTIOFAUNA DE TELEÓSTEOS EM ÁREA DE MANGUE DA ZONA COSTEIRA DA ILHA DE SÃO LUÍS, MARANHÃO, BRASIL

Maria do Socorro Saraiva Pinheiro
Denilson da Silva Bezerra

O manguezal é um sistema costeiro tropical complexo, onde se associam componentes da fauna e da flora, adaptados a um ambiente periodicamente inundado pelas marés, com grande variação de salinidade. É um sistema importante, porque fornecem bens e serviços para populações tropicais de todo o mundo, além de sua ocorrência favorecer a alta produtividade pesqueira. O objetivo deste estudo é realçar a importância deste sistema no ciclo de vida das espécies de teleósteos, baseado nas análises macroscópicas das gônadas. A área de estudo localiza-se na parte nordeste da ilha de São Luís, município da Raposa (Maranhão) (02° 25' 22" S e 44° 05' 21" W). O principal aporte de água fluvial provém da bacia do rio Paciência, na Zona Leste da ilha. A amostragem da ictiofauna para a realização deste estudo compreendeu coletas mensais. O petrecho de pesca utilizado foi a rede de tapagem, denominada como rede de igarapé. Foram coletados 10.824 indivíduos, compreendendo 63 espécies, distribuídas em 27 famílias. Mugilidae foi a família mais abundante em número e peso, e Sciaenidae teve o maior número de espécies. *Genyatremus luteus, Colomesus psittacus, Stellifer naso, Micropogonias furnieri* e *Mugil curema* foram as espécies mais constantes no manguezal. As famílias Sciaenidae, Ariidae e Haemulidae foram as mais frequentes no sistema. *Cathorops* sp. *Batrachoides surinamensis, Anableps anableps, Genyatremus luteus, Stellifer sp.* e *Colomesus psittacus* completam seu ciclo de vida no manguezal.

1 - IMPORTÂNCIA DOS MANGUEZAIS

Segundo Spalding, Kainuma e Collins (2010), os manguezais são encontrados em regiões tropicais e subtropicais do planeta, entre as latitudes 30° N e 30° S, e existem áreas de manguezal em 118 países e territórios nas Américas, Oceania, África e Ásia. Giri *et al.* (2011) afirmam que seu maior desenvolvimento é próximo à linha do Equador, entre 5° N e 5° S.

No Brasil as áreas de manguezais estendem-se do Cabo Orange, ao norte, até o sul do país, em Laguna, no estado de Santa Catarina. Sendo que a região norte possui mais de 80% das áreas de manguezais nos estados do Amapá, Pará e Maranhão, porque esta região apresenta as condições ótimas para o crescimento e desenvolvimento de manguezais, como a alta umidade o ano todo, numerosos rios que depositam e transportam matéria orgânica e sedimentos, regime de marés altas e temperaturas médias acima de 20ºC (Spalding; Kainuma; Collins, 2010).

Há poucas espécies de animais exclusivas de mangues (LUEDERWALDT, 1919 *apud* PINHEIRO, 2010). Sua fauna é tipicamente oportunista e de ampla distribuição. Os organismos vágeis têm seus ritmos relacionados com a variação das marés (SCHAEFFTER-NOVELLI; CÍTRON, 1986). Segundo Lacerda (1999), grande parte da ictiofauna encontrada no mangue ocorre também em outros sistemas costeiros, como lagunas e estuários, geralmente são espécies marinhas que passam parte do seu ciclo de vida nos manguezais.

IVIDES.org

Muitas das cadeias alimentares nos estuários rasos não são baseadas no fitoplâncton, mas em detritos de plantas de mangues, algas bênticas e epífitas (ODUM; HEALD, 1972). Em geral, nos estuários, são altos os rendimentos de peixes, em consequência da disponibilidade de nutrientes (HOUDE; RUTHERFORD, 1993). A ictiofauna penetra no estuário, principalmente como juvenis, permanecendo até um determinado período do desenvolvimento (YANEZ-ARANCIBA; AMEZCUA-LINARES; DAY, 1980; DAY; BLABER; WALLACE, 1981; CHAO *et al.*, 1982; CHAO; PEREIRA; VIEIRA, 1985; MARTINS-JURAS, 1989; ALCÂNTARA, 1989).

O objetivo deste estudo é avaliar a importância do manguezal no ciclo de vida das espécies de teleósteos, baseado na identificação dos estágios de maturidade das gônadas, partindo-se da hipótese que o ciclo de vida de um teleósteo está relacionado às condições ambientais.

2 - DELINEAMENTO DA PESQUISA

De acordo com El-Robrini *et al*. (2006) a Zona Costeira do Estado Maranhão – ZCEM possui cinco setores: (i) Golfão Maranhense; (ii) Litoral oriental; (iii) Litoral ocidental; (iv) Baixada maranhense e (v) Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luís (Figura 1).

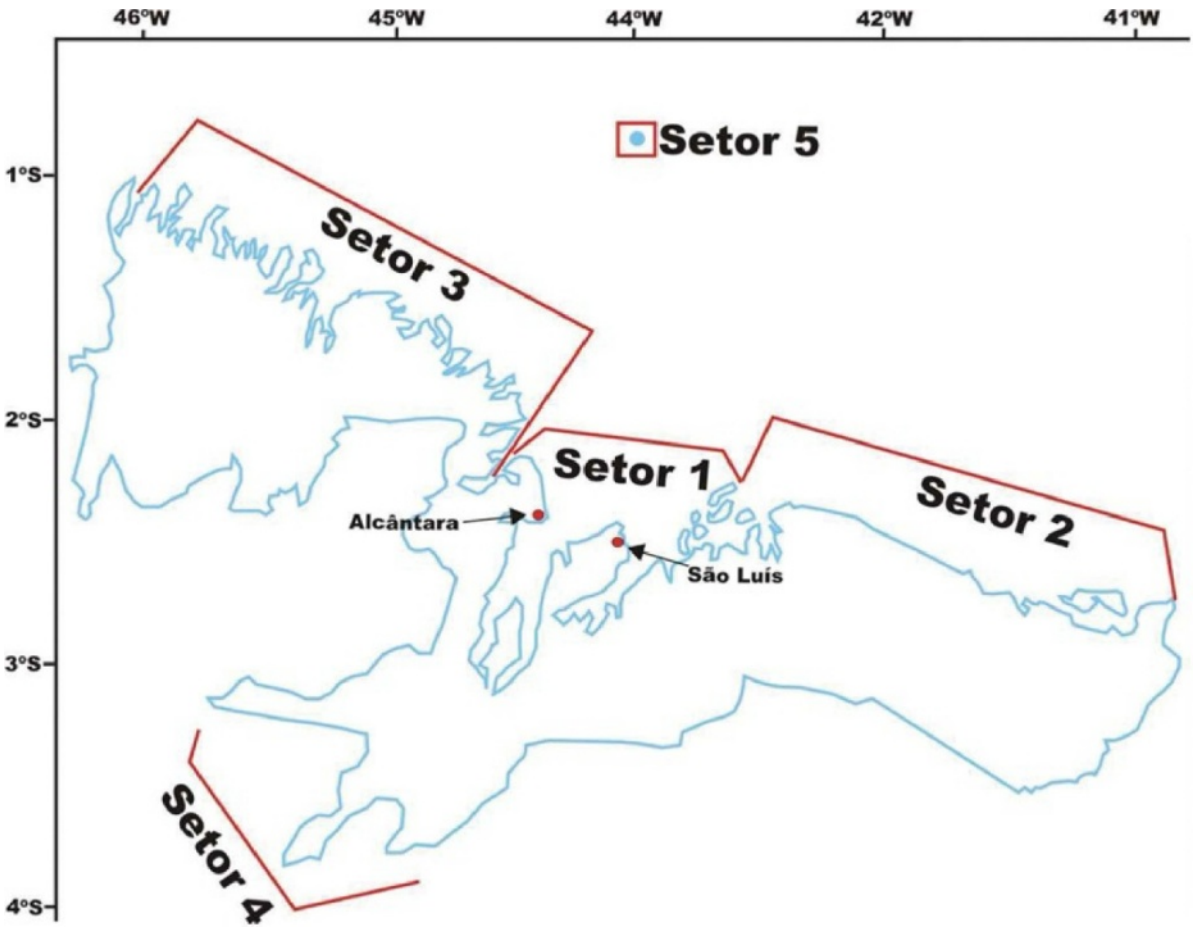


Figura 1 - Mapa de Setorização da Zona Costeira do Estado do Maranhão (ZCEM): 01. Golfão maranhense, 02. Litoral oriental, 03. Litoral ocidental, 04. Baixada maranhense e 05. Parcel Mauel Luís. Fonte: MMA (1996 *apud* EL-ROBRINI *et al.*, 2006).

No Golfão Maranhense, existe um arquipélago de ilhas, formado pela ilha de São Luís (onde se localiza os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa), Tauá-Mirim, Tauá-Redondo, Guarapirá, do Medo, Duas Irmãs, das Pombinhas e Curupu.

A área de estudo localiza-se na parte nordeste da ilha de São Luís, município da Raposa (02° 25' 22" S e 44° 05' 21" W) (Figura 2), compreendendo um conjunto de canais de marés, inundados durante a preamar (Figura 3). É caracterizada por relevo baixo e uma flora dominante de mangue. O principal aporte de águas fluviais provém da bacia do Rio Paciência, na zona leste da ilha.

IVIDES.org

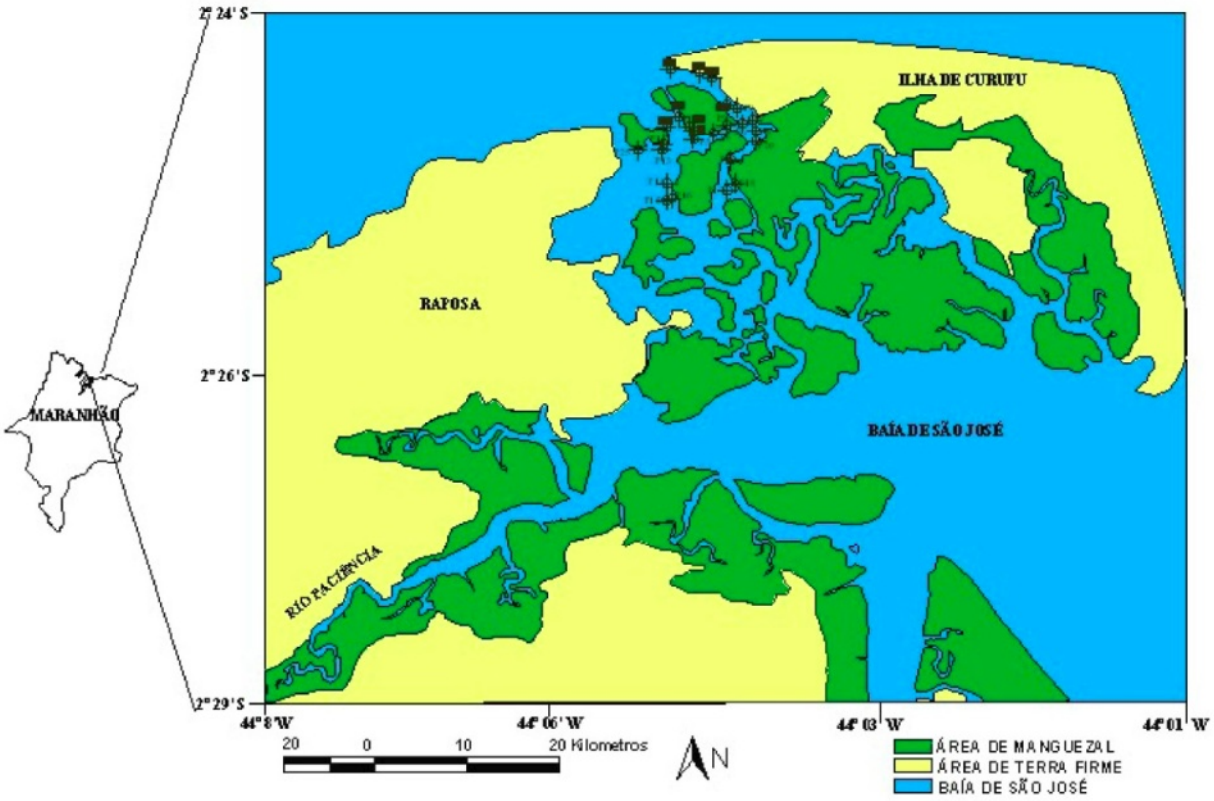


Figura 2 - Mapa do Estado do Maranhão em destaque o município da Raposa. Fonte: Pinheiro (2010).

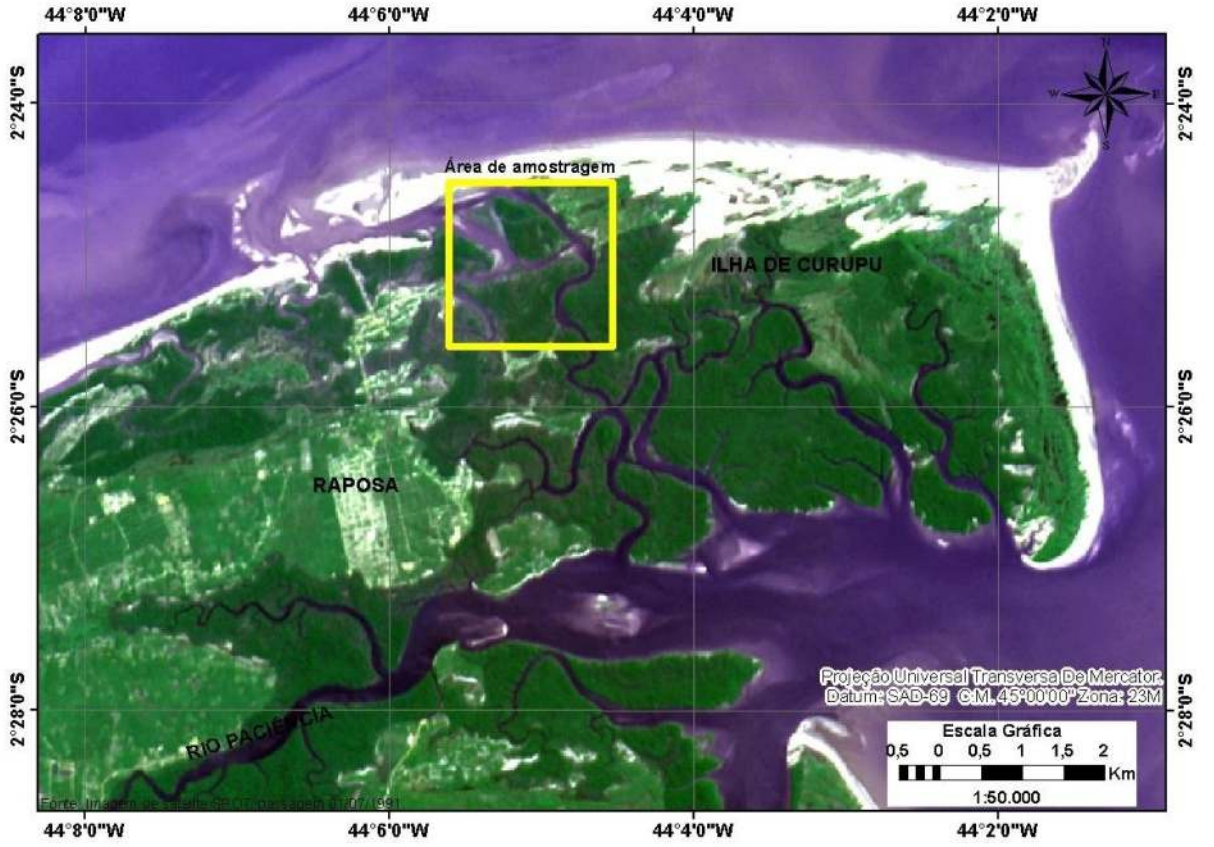


Figura 3 - Imagem SPOT/LANDSAT 99, com a delimitação da área de coleta no Município da Raposa. Fonte: Pinheiro (2010).

IVIDES.org

A arte de pesca utilizada foi rede de igarapé, também denominada na região "rede de tapagem". São aparelhos fixos, dispostos na entrada do igarapé, sustentados por varas de mangue, fixados durante a maré enchente; a despesca é realizada na maré vazante, totalizando um esforço de cerca de 12 horas. Este tipo de arte de pesca apresenta um curral ("engano") tendo na sua entrada duas varas, geralmente de mangue, com uma distância de no máximo, 50 cm entre si, com a finalidade de impedir a saída dos animais capturados. O tamanho da malha varia de 1,0 a 2,0 cm entre nós opostos, com o comprimento de 80 a 200 m e altura de 5 m, ficando um metro acima da água na preamar. Para utilização, são necessários três pescadores e uma embarcação. Esta arte de pesca em outras regiões do país é denominada “camboa” conforme mostra a Figura 4, na maré enchente, e a Figura 5, na maré vazante.

Figura 4 - Figura de rede de tapagem “camboa” na maré vazante. Fonte: ICMBio (https://www.icmbio.gov.br/cepene/o-que-fazemos.html, acessado em maio de 2021).

Figura 5 - Figura de rede de tapagem “camboa” na maré alta. Fonte: ICMBio (https://www.icmbio.gov.br/cepene/o-que-fazemos.html, acessado em maio de 2021).

IVIDES.org

Os peixes capturados para este estudo foram acondicionados no campo em sacos plásticos etiquetados, colocados em caixas de isopor com gelo e transportados ao laboratório, onde foi efetuada a identificação com base em Figueiredo e Menezes (1980); Menezes e Figueiredo (1980); Menezes e Figueiredo (1985); Figueiredo e Menezes (2000); e Fischer (1978).

De cada exemplar foram computados os seguintes dados: comprimento total (mm; Ct), peso total (g; Pt), sexo e estádio de maturidade. O comprimento total dos peixes foi obtido através da medida tomada da ponta do focinho à extremidade mais longa da nadadeira caudal. Em seguida cada exemplar foi pesado em balança com precisão de 0,01 g.

A identificação do sexo e estádios de maturidade gonadal dos exemplares das espécies coletadas foi feita através da inspeção visual das gônadas, comparando seus aspectos com as escalas propostas por Vazzoler (1981; 1996) e Dias *et al.* (1998), adaptadas às condições do estudo.

Ovários

Estádio A

Imaturo - filiformes translúcidos de tamanho reduzido, próximos à coluna vertebral;

Estádio B

Em maturação - podem ocupar de um terço a dois terços da cavidade celomática, há presença de rede capilar; já é possível observar contra a luz, grânulos opacos que correspondem aos ovócitos;

Estádio C

Maduros - apresentam-se túrgidos, podendo ocupar praticamente toda a cavidade celomática, maior frequência de grânulos translúcidos e/ou opacos, a vascularização varia desde bem intensa a quase imperceptível;

Estádio D

Desovantes - flácidos, ainda extensos, mas menos volumosos e com aspecto hemorrágico, ocupando menos da metade da cavidade celomática.

Testículos

Estádio A

Imaturo - reduzidos a filamentos próximos à coluna vertebral;

Estádio B

Em maturação - arredondados ou lobulados, podendo apresentar duas ou três vesículas; sob pressão, a membrana se rompe eliminando esperma líquido viscoso;

Estádio C

Maduros - túrgidos, esbranquiçados ou amarelados, ocupam grande parte da cavidade celomática e, sob pressão, a membrana se rompe eliminando esperma líquido menos viscoso;

Estádio D

Esgotados - flácidos, aspecto hemorrágico, ocupam menos da metade do volume da cavidade celomática e sob pressão a membrana não se rompe.

IVIDES.org

3 - PRINCIPAIS RESULTADOS ALCANÇADOS

Neste estudo, durante o período de coleta, a estação seca ocorreu entre agosto e novembro de 1999 e entre agosto e novembro de 2000, quando a pluviosidade média mensal variou de zero a 58,5 mm; e a estação chuvosa, entre dezembro de 1999 e julho de 2000, quando a pluviosidade média mensal variou de 151,0 a 538,3 mm, de acordo com os dados obtidos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE, 2009).

Foram coletados 10.824 indivíduos, compreendendo 63 espécies, distribuídas em 28 famílias. O Quadro 1 mostra a lista de peixes coletados no mangue da Raposa. A atualização dos nomes de cada táxon foi realizada consultando a base de dados do Projeto Fishbase (FROESE; PAULY, 2013).

Por medida de segurança a identificação do sexo e dos estágios de maturidade só foi adotada quando as gônadas foram efetivamente visualizadas. Um total de 1914 exemplares de 38 espécies puderam ser classificados quanto ao sexo; e 1423 exemplares, compreendendo 35 das espécies capturadas, puderam ser classificados quanto à maturação gonadal. Então, pode-se inferir que o restante dos indivíduos era juvenil.

A Tabela 1 mostra o número de indivíduos analisados por espécie e estádios de maturidades no mangue da Raposa.

Cathorops sp. *Batrachoides surinamensis, Anableps anableps, Genyatremus luteus, Stellifer sp.* e *Colomesus psittacus* completam seu ciclo de vida no manguezal, pelo fato de terem sido observados indivíduos tanto imaturos como maduros, além de indivíduos com indícios de desova. Sendo assim, essas espécies foram consideradas como espécies residentes e as demais, consideradas como visitantes cíclicos do sistema.

Os resultados deste estudo mostram que o sistema manguezal foi importante tanto para espécies residentes, que completam seu ciclo no sistema, como para as visitantes ocasionais. Além disso, a presença constante e abundante de juvenis observados no Mangue da Raposa sugere que o manejo da pesca nesta área com vegetação de mangue seja levado em conta, tanto para as espécies de interesse comercial, como para não comerciais.

4 - ARGUMENTAÇÕES SOBRE A RELAÇÃO ENTRE O CICLO DE VIDA DE UM TELEÓSTEO E AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

O ecossistema manguezal é fundamental para o equilíbrio ambiental, diante de suas funções, como a manutenção da qualidade da água, fixação do sedimento, fornecimento de produção primária para o entorno e manutenção da biodiversidade, lugar de reprodução de grande número de espécies, filtro biológico retentor de nutrientes, sedimentos e até poluentes, zona de amortecimento contra tempestades e barreira contra erosão da costa (BRITO; BEZERRA, 2020). Por essas razões existem instrumentos internacionais de proteção, as chamadas convenções internacionais, que fortalecem a proteção, porque facilitam os investimentos para a implementação de projetos de manejo, destacando-se: a Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural, elaborada em Paris na decima sétima sessão da Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), em 1972; e a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, estabelecida em fevereiro de 1971, no Irã (SPALDING *et al*., 2010).

Em relação à Convenção Ramsar, o Brasil realizou sua adesão em 1996 e promoveu a inclusão de 16 unidades de conservação (UCs) à Lista de Ramsar. Atualmente, segundo dados disponíveis no site do Ministério do Meio Ambiente, são 27, os sítios Ramsar no Brasil. No estado do Maranhão, existem três: Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses, Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense e o Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz e Baixios do Mestre Alvaro e Tarol.

Os manguezais são considerados no Brasil como de preservação permanente, incluídos em diversos dispositivos constitucionais e infraconstitucionais. Mas, segundo Brito e Bezerra (2020), apesar da vasta legislação protetiva, existiu uma gradativa perda da área de manguezal na Ilha do Maranhão (ilha de São Luís), no período de 1984 a 2014.

Lowe-McConnell (1999) afirma que peixes que se reproduzem em estuários frequentemente mostram especializações reprodutivas e cita exemplos, tais como: incubação oral (presente nos ariideos) e a viviparidade (presente no ciprinodontiforme, *Anableps anableps*).

IVIDES.org

Quadro 1 - Lista de espécies de peixes teleósteos que ocorrem no mangue da Raposa, ilha de São Luís

Família Pristigasteridae
Odontognathus sp. “Sardinha”
Família Engraulidae
Anchoa sp. “Sardinha vermelha”
Cetengraulis edentulus (Cuvier, 1928) “Sardinha verdadeira”
Pterengraulis atherinoides (Linnaeus, 1766) “Sardinha de gato”
Família *Elopidae*
Elops saurus Linnaeus, 1766 “Urubarana”
Família Muraenidae
Gymnothorax funebris Ranzani, 1839 “Moréia”
Família Ophichthidae
Ophichthus cylindroideus (Richardson, 1848) “Jucutuca”
Família Ariidae
Sciades herzbergii (Bloch, 1794) “Bagre guribu”
Arius sp. “Bagre”
Cathorops spixii (Agassiz, 1829) “Bagrinho”
Cathorops sp. “Uriacica”
Família Auchenipteridae
Pseudauchenipterus nodosus (Bloch, 1794) “Papista”
Família Batrachoididae
Batrachoides surinamensis (Bloch & Schneider, 1801) “Pacamão”
Thalassophryne nattereri Steindachner, 1876. “Niquim”
Família Belonidae
Strongylura marina (Walbaum, 1792) “Peixe agulha”
Família Atherinopsidae
Atherinella brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1825) “João duro”
Família Anablepidae
Anableps anableps (Linnaeus, 1758) “Tralhoto”
Família Centropomidae
Centropomus parallelus Poey, 1860 “Camurim”
Centropomus undecimalis (Block, 1792) “Camurim”
Família Serranidae
Epinephelus itajara (Lichtenstein, 1822). “Mero”
Rypticus randalli Courtenay, 1967 “Peixe sabão”
Família Lutjanidae
Lutjanus buccanella (Cuvier, 1828)
Lutjanus jocu (Bloch & Schneider, 1801) “Carapitanga”
Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758) “Carapitinga”
Família Gerreidae
Diapterus auratus Ranzani, 1842
Diapterus rhombeus (Cuvier, 1829) “Peixe prata”
Eucinostomus argenteus Baird & Girard, 1855 “Escrivão”
Eugerres sp. “Carapitinga”
Família Haemulidae
Conodon nobilis (Linnaeus, 1758) “Jiquiri branco”
Genyatremus luteus (Bloch, 1790) “Peixe pedra”
Orthopristis ruber (Cuvier, 1830) “Cororoca”
Pomadasys corvinaeformis (Steindachner, 1868).
Família Carangidae
Caranx latus Agassiz, 1831 “Xaréu”
Caranx sp. “Xareuzinho”
Oligoplites palometa (Cuvier, 1832) “Tibiro”
Oligoplites saurus (Bloch & Schneider, 1801) “Tibiro”
Selene vomer (Linnaeus, 1758) “Peixe galo”
Trachinotus carolinus (Linnaeus, 1766) “Pampo”
Família Lobotidae

IVIDES.org

Quadro 1 - Continuação

Lobotes surinamensis (Bloch, 1790) “Crauaçu”
Família Sciaenidae
Cynoscion acoupa (Lacepède, 1801) “Pescada vermelha”
Cynoscion leiarchus (Cuvier, 1830) “Pescada branca”
Cynoscion sp. “Curvina branca”
Isopisthus parvipinnis (Cuvier, 1830) “Curuvitinga”
Macrodon ancylodon (Bloch & Schneider, 1801) “Pescada gó”
Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823) “Curucuca”
Bairdiella ronchus (Cuvier, 1830) “Cororoca”
Stellifer naso (Jordan, 1889) “Cabeçudo preto”
Stellifer sp. “Cabeçudo”
Nebris microps Cuvier 1830 “Amor sem olho”
Família Ephippidae
Chaetodipterus faber (Broussonet, 1782) “Paru”
Família Mugilidae
Mugil curema Valenciennes, 1836 “Tainha sajuba”
Mugil gaimardianus Desmarest, 1831 “Tainha pitiu”
Mugil incilis Hancock, 1830 “Tainha urichoca”
Família Polynemidae
Polydactylus oligodon (Günther, 1860) “Barbudo”
Família Trichiuridae
Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758 “Guaravira”
Família Paralichthyidae
Paralichthys sp. “Linguado escuro”
Familia Cyclopsettidae
Citharichthys sp. “Linguado claro”
Família Achiridae
Achirus sp. “Solha preta”
Trinectes sp.
Famíla Cynoglossidae
Symphurus diomedeanus (Goode&Bean,1885) “Linguado”
Família Tetraodontidae
Colomesus psittacus (Bloch & Schneider, 1801). “Baiacu listrado”
Lagocephalus sp. “Baiacu”
Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758). “Baiacu pininga”

Fonte: FishBase (FROESE; PAULY, 2013).

Nos exemplares de ariideos examinados, não foi observada a incubação oral ou a adaptação do epitélio oral, ou ainda, a presença de "claspers" nas fêmeas; apenas a observação das gônadas foi útil, como indicativo de atividade reprodutiva. *Anableps anableps* foi a única espécie que apresentou viviparidade, conforme afirmou Lowe-McConnell (1999).

Austin (1971) fez um estudo da ictiofauna de uma área de mangue na costa oeste de Porto Rico e concluiu que muitas espécies marinhas usam essas áreas como berçário, pelo fato de oferecerem proteção e alimentação. E chama a atenção para o fato de que as alterações no mangue possam afetar as populações de peixes que habitam as áreas adjacentes às baías e aos estuários.

De maneira geral, em contraste com as espécies de peixes marinhos, as associações de taxa estuarinos ainda têm recebido pouca atenção sobre sua conservação (WHITFIELD, 1994); no Brasil, os estudos sobre o uso de *habitat* e o ciclo biológicos de peixes estão essencialmente limitados à região sul do Brasil (GIARRIZZO; KRUMME, 2009).

Souza *et al.* (2018) destacam que os manguezais são geralmente denominados “berçários da natureza” e que cerca de 95% da produção de alimentos marinhos estão direta ou indiretamente relacionadas a esse ecossistema, por meio de uma intrincada rede de relações. Estes autores também citam estudos que corroboram os resultados apresentados no presente estudo, ou seja, a grande maioria de espécimes coletados estavam em estágio juvenil de desenvolvimento, reiterando a importância destas regiões como locais de abrigo, reprodução e crescimento.

IVIDES.org

Tabela 1 - Número de indivíduos por espécie e estágio de maturidade

Espécie	A	B	C	D
Anchoa sp.	6	6		
E. saurus	1	1		1
G. funebris	6			
S. herzbergii	10	1		
Arius sp.	46	3		
C. spixii			1	
Cathorops sp.	60	34	14	1
P. nodosus	26	1		2
B. surinamensis	3	6	11	1
T. nattereri		1		
S. marina	3	6		
A. anableps	4	7	10	1
C. parallelus	2			
R. randalli	33	15	1	
L. jocu	1			
L. synagris	19	9		
E. argenteus	11	3		
C. nobilis	4		1	
G. luteus	23	1	1	1
P. corvinaeformis	2	2	1	
C. acoupa	5	1		
C. leiarchus	17	1		1
M. furnieri	94	1		
B. ronchus	2	1		
S. naso	30	35	9	
Stellifer sp.	2	13	13	1
M. curema	271	23	1	
M. gaimardianus	36	9	6	
M. incilis	12	6	1	
P. oligodon		2		
T. lepturus	6	20	22	
Achirus sp.	2	5		
Trinectes sp.	10	14	5	
C. psittacus	93	59	12	8
S. testudineus	128	42	1	

Elaborado pelos autores.

De acordo com a Lista Vermelha da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza), a espécie *Cynoscion acoupa* está na categoria VU (vulnerável) e, portanto, ameaçada (CHAO; Nalovic; Williams, 2021). *C. acoupa* é uma espécie de importância econômica e, no presente estudo, foram capturados 206 exemplares no sistema manguezal, praticamente todos juvenis.

Todavia, recentes determinações do governo brasileiro indicam que atividades econômicas impactantes para os manguezais, particularmente, a carcinicultura, serão incentivadas num futuro próximo. Isto se deve ao fato da fragilização dos meios legais para proteção dessas áreas e, consequentemente, a iminente perda dos ecossistemas de manguezais impactará negativamente o padrão de vida dos brasileiros que vivem em áreas costeiras (OTTONI *et al*., 2021).

IVIDES.org

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos permitem afirmar que no Mangue da Raposa estiveram presentes espécies residentes, que completaram seu ciclo no sistema. São elas: *Cathorops* sp., *Batrachoides surinamensis*, *Anableps anableps*, *Genyatremus luteus*, *Stellifer* sp. e *Colomesus psittacus*, pelo fato de terem sido observados indivíduos tanto imaturos como maduros, além de indivíduos com indícios de desova. As demais espécies presentes no sistema são visitantes ocasionais.

A presença constante e abundante de jovens sugere que tanto o manejo da pesca, quanto a preservação da vegetação do Mangue da Raposa, necessitam de cuidados próprios para a conservação, por tratar-se de um criadouro natural.

Os mugilídeos dominam o sistema, notadamente *Mugil curema e Mugil gaimardianus*, utilizando-o para alimentação e crescimento, embora dele se afastem para a reprodução.

Entre os ariideos presentes neste sistema de manguezal, *Cathorops* sp., que apresentou indícios de desova, mas não apresentou adaptações reprodutivas do tipo de cuidado parental como o esperado, apresentou ciclo de vida curto, o que corrobora que esta espécie complete seu ciclo de vida neste sistema.

A espécie *Anableps anableps* apresentou as adaptações reprodutivas esperadas e um ciclo de vida curto, o que também corrobora que esta espécie complete seu ciclo de vida neste sistema.

As estratégias reprodutivas dos peixes observados no manguezal, além de estarem relacionadas às características comportamentais das espécies, são influenciadas por outros fatores, tais como: ciclo hidrológico do ambiente e o clima da região. Sendo assim, é possível aceitar a hipótese que o ciclo de vida de um teleósteo está relacionado às condições ambientais.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, V. **Ecologia da ictiofauna de estuário do Rio Sergipe.** 1989. 255f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AUSTIN, H. M. A Survey of the ichthyofauna of the mangroves of western Puerto Rico during december, 1967 - august, 1968. **Caribbean Journal of Science**, v. 11, n. 1-2, p. 27-29, 1971.

BRITO, V.; BEZERRA, D. S. Áreas de preservação permanente: análise legislativa e da ocupação de manguezais na ilha do Maranhão. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 10, n. 1, jan./abr., p. 237-264, 2020.

CETEC/INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos). **Dados observacionais**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller. Acesso em: 01 jul. 2009.

CHAO, L N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P. Estuarine fish community of the Patos Lagoon, Brazil. A baselirie study. In: YANEZ-ARANCÍBA, A. (ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons:** towards an ecosystem integration. México, UNAM Press, 1985. p.429-450.

CHAO, L N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P.; BENVEMUTI, M A.; CUNHA, L P. R. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente. Rio Grande do Sul, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v.5, n.1, p.67-75, 1982.

Chao, L.; Nalovic, M.; Williams, J. ***Cynoscion acoupa***. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021, e.T154875A46924613. Disponível em: https://www.iucnredlist.org/species/154875/46924613. Acesso em: 02 mai. 2021.

DAY, J. H.; BLABER, S. J. M.; WALLACE, J. H. Estuarine fishes. *In:* Day, J. H. (ed.). **Estuarine ecology with particular reference to Southern Africa**. CRC Press, 1981. 404p. p.197-221.

DIAS, J. F.; PERES-RIOS, E.; CHAVES, P. T. C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. Análise macroscópica dos ovários de teleósteis: problemas de classificação e recomendações de procedimentos. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 1, p. 55-69, 1998.

IVIDES.org

EL-ROBRINI, M.; MARQUES, V. J.; SILVA, M. A. M. A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. TAROUCO, J. E. F.; SANTOS, J. S.; VIANA, J. R. Maranhão. *In:* MUEHE, D. E. (org). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p. 87-130. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283915122_EROSAO_E_PROGRADACAO_DO_LITORAL_BRASILEIRO_MARANHAO. Acesso em: 01 mai. 2009.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2).** São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1980. 90 p.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 2000. 116 p.

FISCHER, W. (ed). **FAO species Identification sheets for fishery purposes.** Western Central Atlantic (Fishing Área 31). v. 1-7. Rome: FAO, 1978.

FROESE, R.; PAULY, D. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. version (11/2009). 2013. Disponível em: http://www.fishbase.org/. Acesso em: 01 mai. 2021.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Temporal patterns in the ocurrence of selected tropical fishes in mangrove creeks: Implications for the fisheries management in north Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 52, n. 3, p. 679-688, 2009.

Giri, C.; Ochieng, E.; Tieszen, L.L.; Zhu, Z.; Singh, A.; Loveland, T.; Masek, J. & Duke, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 154-159, 2011.

HOUDE, E.; RUTHERFORD, E. S. Recent trends in estuarine fisheries: Predictions of fish production and yield. **Estuaries**, v. 16, n. 2, p. 161-176, 1993.

LACERDA, L. D. Os manguezais do Brasil, p. 187-1986. *In:* VANNUCCI, M. (ed.) **Os manguezais e nós**. São Paulo: Edusp, 1999. 219 p.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 535 p.

LUEDERWALDT, H. Os manguesaes de Santos. **Revista do Museu Paulista**, v. 11, p. 309-408, 1919.

MARTINS-JURAS, l. A. G. **Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão**. 1989. 184f. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3).** São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980. 96 p.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)**. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985. 105 p.

ODUM, W. E.; HELAD, E. Trophic analices of an estuarina mangrove community. **Bulletin of Marine Science**, v. 22, n. 3, p. 671-738, 1972.

OTTONI, F. P.; HUGHES, R. M.; KATZ, A. M.; RANGEL-PEREIRA, F. S.; BRAGANÇA, P. H. N.; FERNANDES, R.; PALMEIRA-NUNES, A. R. O.; NUNES, J. L. S.; SANTOS, R. R.; PIORSKI, N. M.; RODRIGUES-FILHO, J. L. Brazilian mangroves at risk. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 2, e20201172, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1172. Acesso em: 02 mai. 2021.

PINHEIRO, M. S. S. **Ciclo de vida e estrutura de uma assembleia de peixes teleósteos em um manguezal da Raposa, Maranhão, Brasil.** 2010. 174f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/106603. Acesso em: 01 mai. 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal: Estrutura, Função e Flora. São Paulo. **Caribbean ecologica! Research**. 1986. 150 p.

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. *In:* Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018. 165 p.

IVIDES.org

Spalding, M.; Kainuma, M.; Collins, L. **World Atlas of Mangroves**. London; Washington, DC Earthcan, 2010. 319 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da Reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, EDUEM. 1996. 169 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações; reprodução e crescimento**. Brasília, DF: CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 1981. 108 p.

WHITFIELD, A. K. Abundance of larval and 0+ juvenile marine fishes in the lower reaches of three southern African estuaries with differing freshwa ter inputs. **Marine Ecology Progress Series,** v. 105, p. 257-267, 1994.

YANEZ-ARANCIBIA, A.; AMEZCUA-LINARES, F.; DAY, J. W. Fish community structure and function in Términos Lagoon, a tropical estuary in the Souther Gulf of México. *In:* KENNEDY, V. S. (ed). **Estuarine Perspectives**. New York, Publ. Academic Press, 1980. p. 465-482.

IVIDES.org

24

DOI 10.5281/zenodo.6678984

A CULTURA COMO FERRAMENTA PARA POTENCIALIZAR PROCESSOS EDUCATIVOS E DE FORTALECIMENTO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL EM UC: ESTUDO DE CASO DA APA COSTA DOS CORAIS

Gabriella Calixto Scelza
Manuela Muzzi de Abreu
Juliana Nicolle Rebelo Barretto

1 - INTRODUÇÃO

A crise ambiental que se intensifica no atual momento histórico manifesta, na verdade, a crise de uma concepção de sociedade e de civilização, baseada em valores eurocêntricos e patriarcais, que exalta o capital e coloca a sociedade e o ambiente a seu serviço. Sendo assim, não se configura apenas como uma crise ecológica, que causa o esgotamento dos recursos e as grandes catástrofes naturais, mas consiste numa crise de valores éticos e culturais. Portanto, para superá-la, torna-se necessário um rompimento com tal racionalidade, buscando a construção de uma nova sociedade, que se baseie em princípios de equidade, responsabilidade e justiça socioambiental, transformando a relação sociedade-natureza em direção à sustentabilidade (KRENAK, 2020; SANTOS, 2000).

No Brasil, a constituição de 1988 coloca nas mãos da coletividade e do poder público a responsabilidade de cuidar do meio ambiente. Ao poder público, compete zelar pela proteção do meio ambiente, com o uso de diversas ferramentas, como a fiscalização e o licenciamento ambiental. Entretanto, cabe ainda ao poder público, atuar de forma participativa, buscando estratégias para fortalecer e qualificar a participação social. Para que esta participação seja eficiente, é fundamental que se busque trabalhar no sentido de reduzir assimetrias sociais, proporcionando a todos os grupos que formam a coletividade, a possibilidade de participação, assumindo compromisso com aqueles segmentos que historicamente foram excluídos dos processos decisórios ligados à disputa pelo controle dos bens e serviços ambientais e que, em geral, ficam com o maior ônus (QUINTAS, 2004).

No contexto paradigmático desenvolvimentista e globalizante, podemos observar a existência de um movimento que tende a "aumentar as desigualdades e excluir cada vez mais aqueles que de várias maneiras já estão às margens da sociedade" (KRETZMANN, 2007, p. 9), na tentativa de universalizar os valores da cultura ocidental e colocar as culturas tidas como "diferentes" no lugar de "primitivas" ou "atrasadas" (KRETZMANN, 2007). Em resposta, as culturas locais resistem de formas pontuais à descaracterização, a partir de um lugar de dinamicidade da cultura, onde existem formas de inserção de novas práticas e significados, assim como, há a tentativa de manutenção de sua identidade, sem a manter estagnada no tempo. Tal entendimento sobre a cultura é inspirado na análise histórica de Marshall Sahlins (1987), quando propõe que os significados culturais se alteram, a partir de novos valores. Para o autor, "(...) a cultura funciona como uma síntese de estabilidade e mudança, de passado e presente" (SAHLINS, 1987, p. 180); ou seja, toda mudança prática é uma reprodução da cultura e toda reprodução da cultura é uma alteração, pois, na ação, as categorias, pelo qual o mundo atual é orquestrado, assimilam um novo conteúdo empírico. Sendo assim, "a cultura é justamente a organização da situação atual em termos do passado" (SAHLINS, 1987, p. 193), onde a busca do passado não se apresenta como o puro desejo de compreendê-lo, mas sim, de transformá-la num processo de restauração de sua historicidade e de suas tradições.

IVIDES.org

O discurso universalista, característico da modernidade global e que conduz a “um ideal de igualdade que não considera as diferenças” (KRETZMANN, 2007, p. 25), acarreta um movimento que tende a afastar os povos tradicionais, especialmente, os jovens, de suas raízes culturais[1]. Segundo Porto-Gonçalves (2006), o desenvolvimento está altamente ligado à dominação da Natureza; ser desenvolvido pressupõe se urbanizar. Nesse contexto, a cultura de massa e das cidades pode ganhar espaço e conquistar o imaginário das comunidades, gerando um cenário de afastamento e desvalorização das identidades tradicionais e locais. Esse modelo contribui para o enfraquecimento comunitário e do engajamento social, nos processos de gestão territorial, pois, volta o olhar e a admiração das populações, principalmente, para o que vem de fora. E, olhando apenas para fora, os povos passam a desejar para seus territórios a reprodução do modelo de desenvolvimento hegemônico, baseado numa relação utilitarista e insustentável do Homem com a Natureza.

O modelo educacional que chega aos territórios contribui, ainda mais, para este cenário de desconexão com os valores culturais e identitários tradicionais. Ao se basear na mesma estrutura paradigmática desenvolvimentista, a educação que vem sendo implementada padroniza as histórias contadas, enaltece os heróis (escolhidos em contextos culturais hegemônicos) e apresenta um mundo com feições e valores, distintos dos que servem de base para a construção das identidades tradicionais. Neste sentido, a educação recebida nas salas de aula comunitárias, em geral, contribui para o cenário de afastamento dos jovens e das famílias, em relação às suas raízes identitárias.

Para Morin (2002), a educação separada em "caixinhas" (ou disciplinas específicas) contribui para a manutenção da crise sistêmica, que caracteriza os tempos atuais. O autor sugere uma abordagem educacional que englobe os diferentes saberes e formatos; e aponta esta mudança como fundamental para o enfrentamento dos desafios contemporâneos. Neste sentido, se desejamos enfrentar o desafio da superação da crise civilizatória e da consolidação da participação social na gestão ambiental, se faz necessário questionar as bases paradigmáticas da sociedade, contribuindo para a construção de uma nova sociedade pautada na justiça social, na democracia e na segurança ambiental (QUINTAS, 2009). E esta construção se dá em diversas esferas, entre elas, encontra um campo fértil na educação.

Considerando o cenário já posto em relação à educação formal que vem sendo implementada, é importante que seja feita uma reflexão profunda acerca do tipo de educação que pode servir ao desafio da gestão ambiental pública. Para Quintas (2004), a educação ambiental, na perspectiva crítica, transformadora e emancipatória, pode ser uma grande aliada. Segundo o autor, esta linha da educação ambiental atua de forma estratégica na criação de condições e na instrumentalização da coletividade, para exercer a defesa e a proteção do meio ambiente, buscando desenvolver capacidades que ajudem nos processos de intervenção individual e coletiva, na gestão do uso dos recursos ambientais e na qualificação da participação social, nos processos de tomada de decisão que afetam a qualidade ambiental. Quintas caracteriza esta linha educacional como:

> *Crítica*, na medida em que discute e explicita as contradições do atual modelo de civilização, da relação sociedade-natureza e das relações sociais que ele instituiu. *Transformadora*, porque ao pôr em discussão o caráter do processo civilizatório em curso, acredita na capacidade de a humanidade construir outro futuro a partir da construção de outro presente e, assim, instituir novas relações dos seres humanos entre si e com a natureza. É também *emancipatória*, por tomar como valor fundamental da prática educativa a produção da autonomia dos grupos subalternos, oprimidos e excluídos, a superação das assimetrias e, consequentemente, a democratização da sociedade. (QUINTAS, 2009, p. 64-65)

Segundo Layrargues (2009), a educação ambiental assume dupla função. Se, por um lado, ela tem a atribuição moral de trabalhar a socialização humana com a Natureza, por outro, está a serviço de uma expectativa ideológica, ligada à transformação social. Sendo assim, a gestão ambiental pública, ao assumir entre inúmeros papéis, o de atuar na redução das assimetrias sociais e no diálogo junto aos povos tradicionais, marcados por um

[1] Utiliza-se aqui o termo “povos”, em vez de grupos ou comunidades, concordando com a compreensão de Paul Little (2002, p. 283), quando afirma que a opção pela palavra povos “(...) coloca esse conceito dentro dos debates sobre os direitos dos povos, onde se transforma num instrumento estratégico nas lutas por justiça social desses povos”. Localizando as lutas nos contextos de demanda por reconhecimento no acesso a direitos.

IVIDES.org

contexto de injustiça e desigualdade socioeconômica, deve assumir também uma perspectiva de educação ambiental, baseada num paradigma de mudança social, visando à redução das assimetrias historicamente estabelecidas. Concorda-se com a concepção de educação ambiental do autor, que considera que:

> Essa prática visa uma mudança de valores, atitudes e comportamentos para o estabelecimento de uma outra relação entre o ser humano e a natureza, que deixe de ser instrumental e utilitarista, para se tornar harmoniosa e respeitadora dos limites ecológicos. Uma relação em que agora a natureza não seja mais compreendida apenas como um 'recurso natural' passível de apropriação a qualquer custo para usufruto humano. (LAYRARGUES, 2009, p. 26)

A educação ambiental, na perspectiva proposta pelo autor, se pauta justamente na interação material e simbólica entre os sistemas ecológicos e os sistemas sociais. Desta forma, processos educativos, que tenham como princípio o reconhecimento das estruturas sociais presentes nos povos tradicionais e em sua relação com o ambiente natural, valorizando aspectos culturais, históricos e identitários, têm grande potencial para despertar o sentido de pertencimento e provocar reflexões que levem ao questionamento do modelo de sociedade atual. Para tanto, a educação deve atuar na esfera da consciência e do reconhecimento da realidade socioambiental, mas é fundamental que atue simultaneamente na esfera da instrumentalização e do protagonismo, gerando ação, engajamento e intervenção qualificada.

Nesta concepção de educação ambiental, os esforços devem ser direcionados à superação das causas estruturais das atuais crises ambiental e paradigmática. E para esta reflexão, podemos encontrar na relação estabelecida entre os povos tradicionais e a natureza uma grande fonte de inspiração. Para esses grupos, a relação estabelecida com o ambiente vai além do uso dos recursos naturais, se configurando numa interação ancestral e sagrada (WEST; IGOE; BROCKINGTON, 2006). A profunda ligação entre os povos e a natureza se constitui como fundamento para construção da sua cultura e das suas relações sociais (ABREU, 2015).

O reconhecimento desta conexão, nas reflexões acerca da educação ambiental, é, portanto, um aspecto importante para os processos educativos que visam a transformação social e a construção de uma relação mais harmoniosa entre a sociedade e a Natureza. Isto também pode ser interpretado à luz da relação entre as diversidades biológica e cultural, que se observa a partir das inúmeras possibilidades que a biodiversidade propicia para o surgimento de diferentes práticas culturais e estas, que, por sua vez, constituem um repositório de conhecimento e de práticas sobre o funcionamento e a transformação da diversidade biológica, de modo a criar uma relação de interdependência e de fortalecimento mútuo (UNESCO; UNEP, 2002; NAZAREA, 2006). Nesse sentido, pode ser considerado que a proteção da biodiversidade se fortalece também com a conservação da diversidade cultural (e seu potencial de criação de novas formas de produzir o espaço, habitar o território e transformar a realidade).

Esta relação é reconhecida inclusive a partir de importantes instrumentos legais de proteção à biodiversidade, que incluem a questão da valorização da sociodiversidade, tais como, a Convenção da Diversidade Biológica (CDB), o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e a Política Nacional de Áreas Protegidas (PNAP); assim como, a Convenção OIT 169 e o Decreto nº 5.051/2004, que estabelece os direitos de povos tradicionais (ABREU, 2015). Contudo, ainda se observa na prática uma grande lacuna da integração de tais políticas públicas, para que a valorização cultural e os direitos à continuidade de manifestações culturais, tradições, autoidentificação e ao uso do território e seus recursos sejam garantidos e reconhecidos pela sociedade e amplamente vivenciados pelos povos tradicionais (SANTILLI, 2014).

A fim de compreendermos melhor as definições de "povos tradicionais" e de "território e territorialidade", lança-se mão do trabalho de Paul Little (2002, p. 23): "(...) o conceito de povos tradicionais contém tanto uma dimensão empírica quanto uma dimensão política, de tal modo que as duas dimensões são quase inseparáveis". Para o autor, importa, antes de tudo, situar o território como um produto moldado pela História e pelo processo social e político do grupo que habita certos limites do território. Para tanto, é imprescindível que, ao analisar as distribuições e os limites territoriais de uma população, observe-se o contexto específico e complexo de (re)surgimento, definição e reafirmação identitária. Nessa perspectiva, Little define a noção de *territorialidade* do seguinte modo:

IVIDES.org

> Defino a territorialidade como esforço coletivo de um grupo social para ocupar, usar, controlar e se identificar com uma parcela específica de seu ambiente biofísico, convertendo-a assim em seu 'território' (...). O fato de que um território surge diretamente das condutas de territorialidade de um grupo social implica que qualquer território é um produto histórico de processos sociais e políticos. Para analisar o território de qualquer grupo, portanto, precisa-se de uma abordagem histórica que trate do contexto específico em que surgiu e dos contextos em que foi defendido e/ou reafirmado. (...) Outro aspecto fundamental da territorialidade humana é que ela tem uma multiplicidade de expressões, o que produz um leque muito amplo de tipos de territórios, cada um com suas particularidades socioculturais. (LITTLE, 2018, p. 253-254)

Entende-se que um território vai muito além de seus limites geográficos, engloba formas históricas de ocupação, relações e vínculos, que compõem a memória coletiva dos grupos e as articulações políticas de manutenção deste. Nesse sentido, na construção de um caminho de reconhecimento e valorização da conexão dos povos tradicionais com suas dimensões culturais e identitárias, potencializa-se ainda, o encantamento, a admiração e a autoestima, fundamentais para despertar o desejo de cuidar e conservar territórios e populações. Desejo este, que pode se traduzir na prática, também no engajamento e no protagonismo na conservação socioambiental. A partir do exposto, pretende-se discutir de que forma as questões culturais e identitárias podem potencializar os processos de educação ambiental, colaborando no fortalecimento da participação social.

2 - ÁREAS PROTEGIDAS COMO ESTRATÉGIA DE CONSERVAÇÃO

A criação e a implementação de áreas especialmente protegidas consiste numa das principais estratégias mundiais para a conservação da biodiversidade (BENSUSAN, 2014). Segundo a legislação ambiental brasileira, a consolidação destas áreas deve se basear nos princípios da participação social (BRASIL, 2000). Compreende-se a participação social como "o meio pelo qual os sem-nada podem promover reformas sociais significativas que lhes permitam compartilhar dos benefícios da sociedade envolvente", conforme apontado por Arnstein (2002). E ainda, que esta é uma construção, um processo de evolução e amadurecimento, a ser desenvolvido paulatinamente, como ilustra a autora, ao se subir os degraus de uma escada, onde se avança de um estágio primário de não participação, a níveis de concessão mínima de poder, até atingir o controle cidadão. Para tanto, é fundamental que a população local esteja apropriada e envolvida com seu território, e que seus pleitos ressoem tanto nas instituições responsáveis pela implementação das políticas públicas, quanto na sociedade de forma geral. Nesse sentido, o estabelecimento de diálogo com os povos tradicionais é, portanto, parte importante do trabalho de gestão das unidades de conservação (UC), sendo a consolidação da participação e do controle social um dos seus maiores desafios.

Tal cenário deve ser levado em consideração no planejamento de gestão das UC e tem rebatimento, especialmente, no planejamento da agenda de gestão socioambiental. Esta linha de gestão, segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão gestor das UC federais do Brasil, tem por objetivo, "promover o diálogo e institucionalizar um conjunto de políticas relacionadas com a gestão territorial, conservação e desenvolvimento socioambiental, fundamentada nos princípios da Educação Ambiental" (BRASIL, 2021, n.p.). Sua atuação tem, como princípios, a valorização da participação social, o diálogo interinstitucional e o desenvolvimento de estratégias integradas de gestão territorial e da biodiversidade. Esta agenda, necessariamente, precisa ir além das questões legalistas, dialogando profundamente com a agenda educacional. É, portanto, nesta área temática da gestão ambiental, que estão inseridas as ações de educação ambiental.

Diante do exposto, o presente capítulo pretende debater, em que medida, as questões ligadas à valorização cultural e identitária podem potencializar os processos educativos, que busquem o fortalecimento da participação social na gestão ambiental, especialmente, na gestão ambiental pública. Para ilustrar este debate, foram analisados os processos educativos desenvolvidos na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC), litorânea, situada no Nordeste brasileiro, entre os estados de Alagoas e Pernambuco.

IVIDES.org

3 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA APA COSTA DOS CORAIS

A APA Costa dos Corais (APACC), criada pelo Decreto de 23 de outubro de 1997, é a maior UC federal costeiro-marinha do Brasil, com 406 mil hectares, distribuídos em 120 km de área marinha e costeira (Figura 1) (BRASIL, 1997). Apresenta, entre seus objetivos de criação: I - garantir a conservação dos recifes coralígenos e de arenito, com sua fauna e flora; II - manter a integridade do *habitat* e preservar a população do Peixe-Boi marinho (*Trichechus manatus*); III - proteger os manguezais em toda a sua extensão, situados ao longo das desembocaduras dos rios, com sua fauna e flora; IV - ordenar o turismo ecológico, científico e cultural; e demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental; V - incentivar as manifestações culturais e contribuir para o resgate da diversidade cultural regional.

A UC é reconhecida por seu papel de destaque na conservação de corais e do peixe-boi marinho. Cerca de 200 mil pessoas vivem no seu entorno imediato (ICMBio, 2013) e dependem economicamente de atividades desenvolvidas direta ou indiretamente na área. O turismo, em suas diversas modalidades, desde o turismo de base comunitária ao turismo de massa e a pesca artesanal, são as principais atividades desenvolvidas. Conforme apresentado por Gatto (2020), junto a outras cinco UCs do bioma Costeiro-Marinho, a APACC figura no ranking das 10 UCs mais visitadas no país (BRASIL, 2020). A gestão da UC se baseia no diálogo com uma ampla diversidade de atores sociais, que possuem interesses distintos sobre o território.

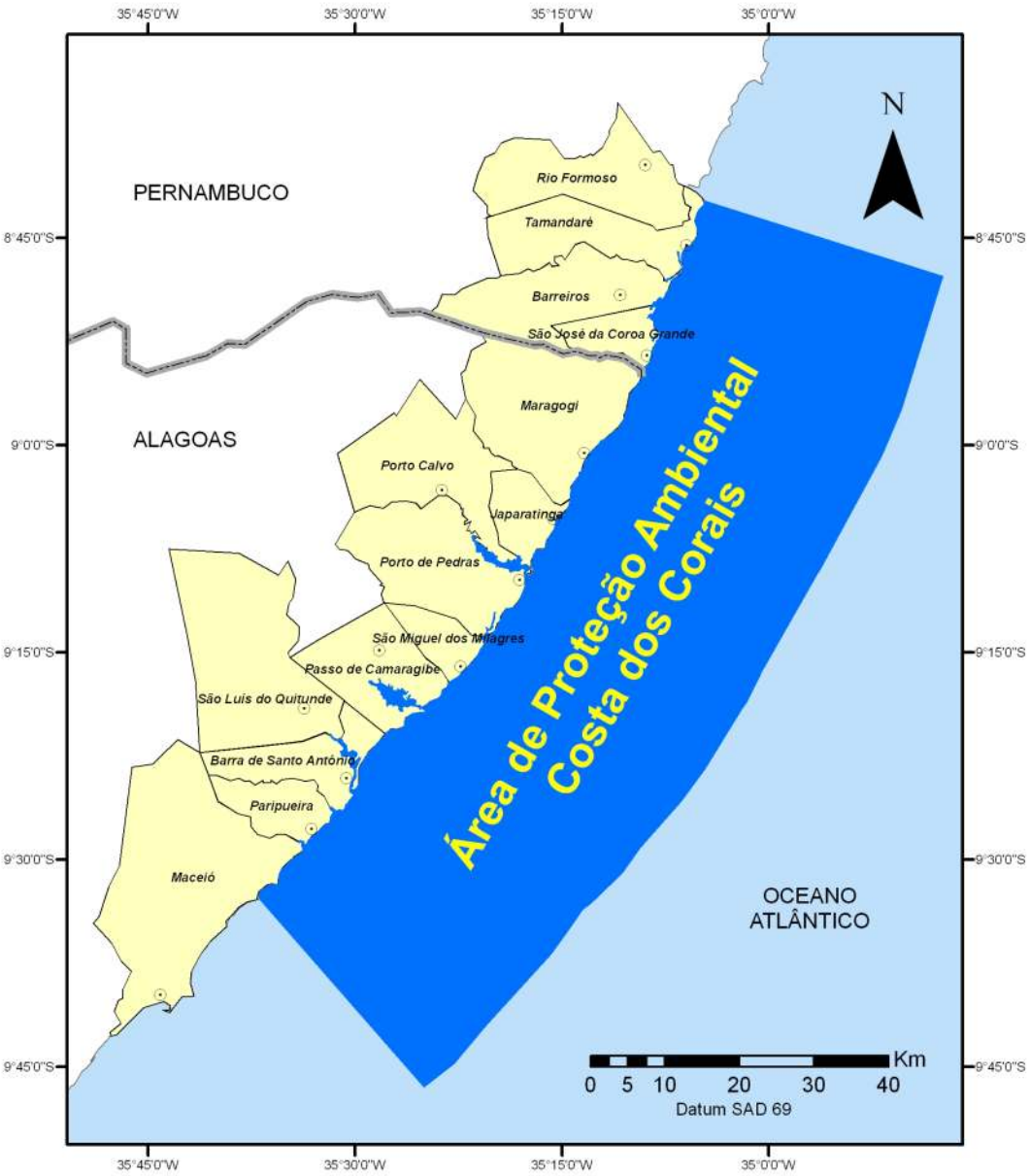


Figura 1 - Mapa Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. Fonte: ICMBio (https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/quem-somos.html, acesso em: 25 mai. 2021).

IVIDES.org

O território da UC abrange parte de 12 municípios litorâneos de pequeno porte, onde as populações tradicionais se caracterizam pela cultura da pesca artesanal, sendo identificadas como pescadores artesanais ou jangadeiros. Se organizam em torno de laços de parentesco e afinidade, bem como, das demandas diárias da atividade pesqueira e das disputas políticas, por meio das colônias e associações de pesca artesanal, além da Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas (CONFREM). Tais povos compartilham o território e dialogam constantemente com os demais moradores dos municípios, que são predominantemente pessoas que vieram de fora para morar no litoral, veranistas e empreendedores do setor turístico, sendo impossível deixar de perceber a influência capitalista, como um fator de transformação cultural. No entanto, pode se considerar que são povos resistentes no interior desses processos, uma vez que, dentro de um sistema de dominação cultural e econômica, renovam e reestruturam suas práticas, dando continuidade à atividade da pesca artesanal.

A fim de compreendermos melhor a cultura da pesca artesanal na UC, partimos da proposição de Little sobre territorialidade (LITTLE, 2002), para discutir como as questões culturais e identitárias podem potencializar os processos de educação ambiental, colaborando no fortalecimento da participação social. Para isto, analisamos três projetos desenvolvidos no âmbito da gestão ambiental da UC, sendo eles: i) *Guardiões do Peixe-Boi*, desenvolvido junto às escolas municipais, com foco na conservação do peixe-boi marinho; ii) *APAió*, que tem como objetivo o resgate e o fortalecimento das manifestações culturais tradicionais; iii) *Jovens Protagonistas da Pesca Artesanal*, voltado para o fortalecimento do protagonismo juvenil, junto às comunidades de pescadores artesanais. Os três projetos dialogam com os objetivos de criação da área protegida e são desenvolvidos no entorno imediato da UC, visto que sua área é predominantemente marinha. Envolvem a população local, formada basicamente por pescadores artesanais e suas famílias, que têm suas raízes culturais na pesca artesanal, mas que, atualmente, também vivem das atividades ligadas ao turismo.

A análise debruçou-se sobre a proposta inicial dos projetos e os relatórios e memórias de execução dos mesmos, buscando identificar se valores culturais e identitários potencializaram os processos de educação ambiental, colaborando no fortalecimento da participação social na gestão ambiental. Torna-se importante pontuar que esta análise foi desenvolvida pela equipe que concebeu e desenvolveu as ações de educação ambiental na APACC e que há limitações inerentes ao olhar crítico sobre os projetos, quando realizado pela própria equipe responsável por uma intervenção (no caso, os membros da gestão da UC). Contudo, considera-se que compete também à gestão fazer uma análise crítica de suas atividades e resultados alcançados, sem excluir que outras possibilidades de discussão e aprofundamento futuros podem complementar ou contrapor as questões discutidas.

3.1 - JOVENS PROTAGONISTAS DA PESCA ARTESANAL NA APACC

A metodologia do projeto *Jovens Protagonistas* foi criada em 2010, a partir do diálogo entre gestores ambientais, lideranças e jovens de comunidades tradicionais da região do médio rio Solimões, no Amazonas (SOUZA; SCELZA; ACOSTA, 2015). A proposta foi implementada em diversas áreas protegidas do Brasil e vem se aprimorando, a partir de cada experiência, adaptando-se a diferentes realidades, trazendo resultados importantes, no que diz respeito à inserção de jovens nos espaços de governança destes territórios. Desenvolvida a partir da constatação do crescente distanciamento estabelecido entre os jovens e seus territórios e atividades tradicionais, a proposta teve como objetivo aumentar o engajamento jovem nas áreas protegidas e nas organizações comunitárias de base, considerando que este é um dos principais desafios para a continuidade e a efetividade, a médio e longo prazos, da gestão ambiental em áreas protegidas.

Na APA Costa dos Corais, esta proposta metodológica[2] (RODRIGUES, 2008; RODRIGUES; ANCIÃES, 2015) foi utilizada para elaboração e desenvolvimento do projeto "Jovens Protagonistas da Pesca Artesanal na APA Costa dos Corais", aprovado no âmbito do projeto GEF-Mar[3]. O projeto, voltado ao desenvolvimento de um processo de formação e descoberta de jovens lideranças no cenário da pesca ar-

[2] Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ezjGFLxg-aQ, acesso em 07 dez. 2021.

[3] O projeto Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas (GEF-Mar) é um projeto coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, financiado com recursos do Fundo Mundial para o Meio Ambiente (ou Global Environment Facility Trust Fund, GEF), por meio do Banco Mundial, com a gestão do Funbio, e que possui diversos parceiros, como o ICMBio e as secretarias estaduais de meio ambiente. Tem vigência de 2014 a 2024. Fonte: https://www.funbio.org.br/programas_e_projetos/gef-mar-funbio/, acesso em 19 de maio de 2021.

IVIDES.org

tesanal da APACC, teve início em 2019, envolvendo jovens das comunidades da pesca artesanal, inseridos na região sul da UC, abrangendo os municípios de Barra de Santo Antônio, Paripueira e Maceió (neste último, especificamente, o bairro de Ipioca), que está inserido na APACC e possui grande relação com a pesca artesanal.

A demanda pelo desenvolvimento de ações voltadas para o público jovem da pesca artesanal foi colocada durante o II Seminário da Pesca Artesanal da APACC, realizado em 2018. Nesta oportunidade, as lideranças apontaram, como desafio a ser enfrentado, o baixo envolvimento dos jovens nos assuntos comunitários, ligados à atividade pesqueira e à gestão da unidade de conservação. Considerando a importância deste público para a implementação da UC e para o fortalecimento da organização das comunidades pesqueiras, o projeto foi encaminhado pelo ICMBio, com a anuência e o apoio de algumas associações comunitárias de base e ONGs locais, para financiamento do GEF-MAR.

Como explicitado anteriormente, um dos objetivos de criação da APACC está associado ao ordenamento das atividades econômicas desenvolvidas no território. A pesca artesanal é uma destas atividades e possui significativa importância no estabelecimento da profunda ligação entre os povos tradicionais e a Natureza, configurando-se como alicerce para a construção de sua identidade. Por outro lado, este grupo social é o principal atingido pelas assimetrias de poder, estabelecidas no âmbito da governança e da gestão territorial, demandando, por isso, maior atenção da gestão, na tentativa de implementar ações que busquem a equidade e a justiça ambiental.

Em termos práticos, a proposta pedagógica deste projeto teve suas bases teóricas construídas na perspectiva da educação ambiental crítica, transformadora e emancipatória, proposta por Quintas (2004) e dialoga com uma abordagem lúdica, de arte-educação. A metodologia proposta se inspirou na metodologia Verde Perto Educação (RODRIGUES, 2008) e no conceito das inteligências múltiplas (GARDNER, 1994), e se concretizou a partir da realização de encontros de jovens, nos quais são trabalhadas temáticas estratégicas, definidas pelos próprios jovens, em diálogo com lideranças comunitárias e gestores. Temas específicos, como a História e a cultura local, conservação, biodiversidade, organização comunitária, e a atividade pesqueira, foram tratados com apoio pedagógico da arte-educação, dialogando com a música, o teatro, as artes plásticas etc. Além disso, os jovens são estimulados a encontrar seus espaços na comunidade, na gestão da área protegida e no processo de fortalecimento da pesca artesanal, estabelecendo canais de diálogo com associações, colônias de pesca e instituições parceiras.

O estímulo à atuação protagonista dos jovens aconteceu desde a elaboração do projeto, tendo se desenvolvido em três etapas:

1) Realização de um módulo de construção coletiva da proposta pedagógica, no qual, a metodologia foi apresentada e experimentada pelos jovens. Esta primeira atividade teve por objetivo a estruturação do projeto, a identificação das expectativas do grupo e o levantamento de propostas de temas e oficinas de arte-educação. Participaram desta etapa, jovens convidados pelas organizações comunitárias, lideranças locais e técnicos da gestão da área protegida. Como resultado deste momento, foi construída a proposta pedagógica da fase 1;

2) A fase 1 consistiu na realização dos 10 módulos (ou encontros) temáticos, conforme desenhados na etapa anterior. Os temas escolhidos e as ferramentas lúdicas de apoio pedagógico foram trabalhados, a partir do estabelecimento do diálogo entre os jovens, a equipe coordenadora do projeto e demais instituições parceiras (entre essas, ONGs, instituições do poder público e organizações comunitárias de base). O último módulo consistiu num momento de transição e de elaboração do planejamento para a fase 2;

3) Na fase 2, os jovens foram estimulados a tomar as rédeas da proposta, protagonizando a execução de um plano de ação, elaborado por eles, a partir da compreensão do grupo sobre as necessidades comunitárias e de gestão local. Neste momento, a equipe anteriormente coordenadora do projeto assumiu um papel de orientação e colaboração nas intervenções comunitárias a serem realizadas.

O projeto considerou que a arte é um meio importante para significar a relação dos jovens com o mundo. Além disso, assumiu o reconhecimento e a valorização de aspectos culturais, históricos e identitários, como caminhos importantes para despertar pertencimento e provocar o encantamento e o engajamento. O tipo de lin-

IVIDES.org

guagem técnica utilizada nos espaços de gestão dificulta a comunicação, tornando o ambiente desinteressante. Sendo assim, no que diz respeito ao público jovem, a linguagem lúdica é estratégica, oferecendo a eles, instrumentos para expressarem suas inquietações, desejos e percepção do mundo ao redor.

Portanto, a metodologia proposta utilizou da mesclagem de linguagens, misturando momentos lúdicos, atividades em grupo, palestras e mesas redondas, com oficinas de arte educação, além de atividades de campo. A cultura e a identidade tradicionais foram pano de fundo para cada uma das atividades desenvolvidas, provocando os jovens a se reconectarem com as suas raízes culturais ancestrais. Para isto, foram convidados para participar dos módulos temáticos, personalidades importantes para a cultura e História locais. São estes mestres, os instrutores no processo formativo, tanto nos momentos teóricos quanto nas oficinas de arte educação. Desta forma, a inspiração para conduzir o olhar ao conteúdo tratado vem do estabelecimento de um diálogo constante com as tradicionalidades locais, despertando nos jovens o encantamento necessário para fazer nascer admiração, respeito e autoestima, em relação a sua própria História e cultura.

Esse encantamento foi potencializado pela construção de um ambiente agradável e leve para a realização dos módulos, impulsionando a criação de laços de amizade e confiança entre os membros do grupo, que se percebem, ao mesmo tempo, pertencentes a uma mesma raiz cultural e ameaçados pelos mesmos problemas e conflitos. Neste contexto, a proposta trabalhou questões inerentes a esta faixa etária, como a necessidade de participação e de pertencimento a grupos específicos, que se apresenta como uma oportunidade importante, colaborando no movimento de formação e de fortalecimento dos coletivos organizados. É possível citar ainda, a vontade de mudar o mundo como outra característica importante deste público, potencializando a atuação jovem, no enfrentamento aos desafios socioambientais. Aliado à disponibilidade de tempo e energia, também característica dos jovens, o perfil idealista e sonhador pode ser crucial para o desenvolvimento de projetos de conservação e para a proposta de soluções inovadoras e criativas, tanto no âmbito comunitário quanto na gestão territorial. É preciso, para isto, que os jovens se sintam valorizados e percebam seu potencial e importância no enfrentamento de desafios coletivos. E o reconhecimento e valorização dos aspectos culturais, históricos e identitários exerceram papel fundamental neste processo, atuando como coração da proposta em questão.

No encontro de construção pedagógica do projeto Jovens Protagonistas da Pesca Artesanal na APA Costa dos Corais, foram propostos 10 módulos temáticos (Quadro 1).

Quadro 1 - Jovens Protagonistas da Pesca Artesanal na APA Costa dos Corais (Fase 1)

Módulo	Tema	Oficina lúdica de apoio pedagógico
1	A questão Ambiental	Artes Plásticas
2	Ecossistemas marinho-costeiro	Música (Coco - ritmos e composições)
3	Vida marinha	Ciências na prática
4	Áreas Naturais Protegidas	Comunicação Social
5	Pesca	Desenho e Ilustração
6	Identidade e Território	Contação de Histórias
7	Juventude	Teatro do oprimido
8	Turismo	Artesanato
9	Cultura e Arte	Música (Percussão – ritmos tradicionais)
10	Formação política e organização comunitária	Circo e Palhaçaria

Fonte: Brasil (2019).

Destes, foram realizados 4 módulos no formato presencial, antes da pandemia do COVID-19, envolvendo cerca de 80 jovens cada um. Os 4 módulos presenciais foram essenciais para criar um ambiente favorável ao engajamento dos jovens com a proposta. Além dos conteúdos trabalhados, a sensibilização e o encantamento foram potencializados pelo contato entre os jovens e destes, com os instrutores que participaram da proposta.

Apesar de inicialmente informarem desconhecimento da História e da identidade local; e pouco interesse (ou vergonha) em relação às manifestações culturais tradicionais, exaltando manifestações da cultura de massa, como o "brega-funk", ao longo dos módulos, os jovens foram voltando seu olhar para os valores culturais tradicionais e, encontrando neles, um lugar de conforto. Resultados interessantes de reflexão socioambiental se traduziram nos produtos artísticos elaborados pelo grupo (Figura 2), e o contato com a tradicionalidade ultrapassava as barreiras do encontro, se estendendo para as trocas familiares e comunitárias, que eram relatadas nos módulos seguintes.

IVIDES.org

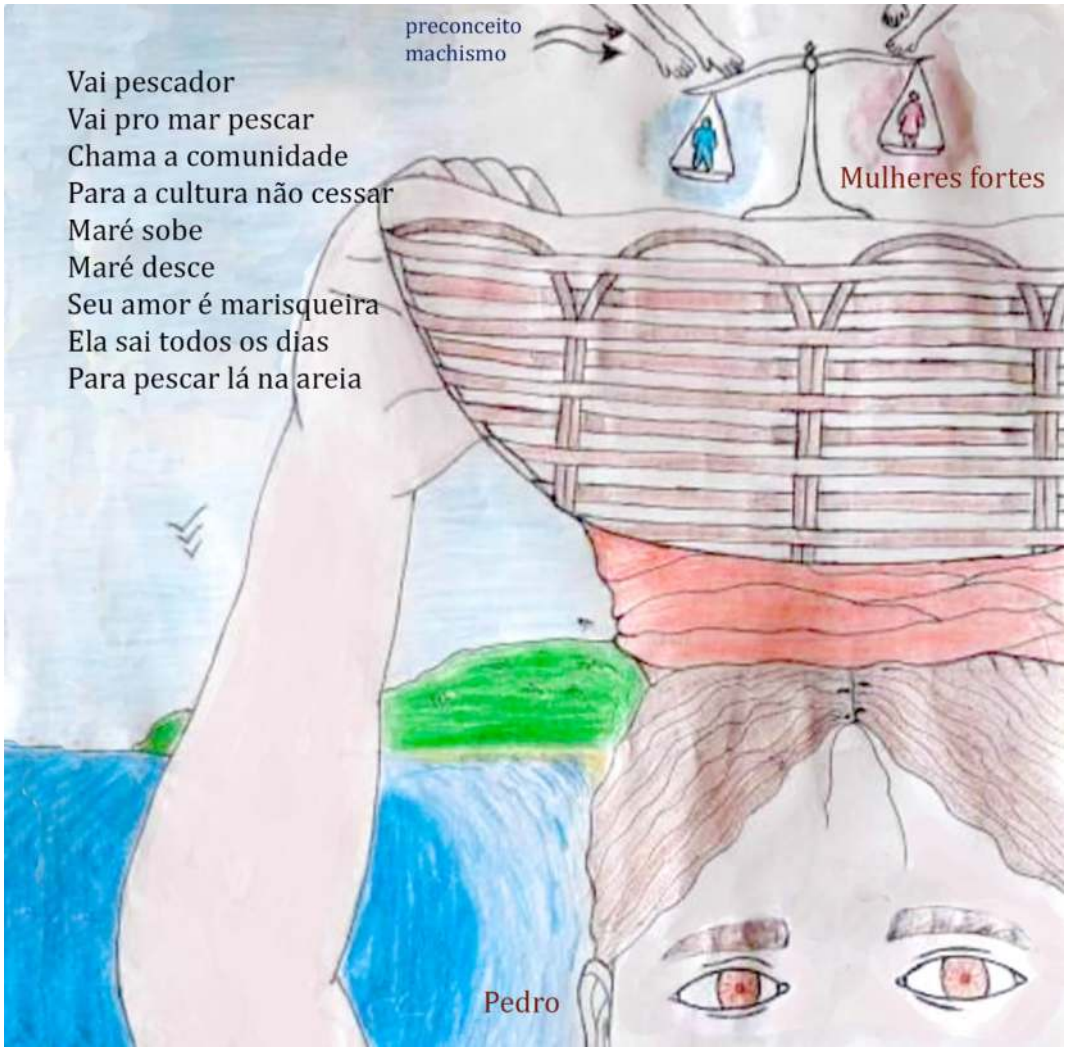


Figura 2 - Ilustração de Pedro Villian. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

Abaixo, uma das cinco composições musicais feitas pelos jovens durante o Módulo 2, que teve a oficina de música como instrumento de arte-educação (Figura 3). Na música, se percebe uma exaltação da natureza local, como os manguezais, o Rio Santo Antônio e os peixes, assim como a crítica ao "lixo no mar" e o orgulho pela cultura da pesca artesanal.

Natureza manguezais

Rio Santo Antônio, lixo no mar

Será que isso é cultura popular?

Não não, tem que se acertar! (2x)

A natureza e os manguezais

São coisas sensacionais (2x)

Sou pescador não vou negar,

Orgulho tenho de botar o barco no mar.(2x)

Olha os peixes, eu vou pescar

Pra minha família eu poder alimentar (2x)

Compositores: Pitiu, Tarciano, Pedro, Natália e Yandra.

IVIDES.org

Lamento do Mar

Tava olhando a praia

Logo logo me assustei

Quando vi o petróleo confesso me arrepiei

Tinha muita vida lá peixe, polvo e arraia, tartaruga e muito mais, me dá pena até de lembrar

A comunidade sofre com tanta desmatação

Pescador e marisqueira chamam com lamentação

Oh meu Deus muito obrigado, te agradeço muito mais

Nosso lar tá protegido na APA Costa dos Corais

Nos dá muita inspiração em seguir a caminhada, maré sobe, maré desce e dançamos umbigada

A cultura popular continua resistindo

Tenho orgulho do meu povo com esse passado rico

Protegendo o mangue e o mar ajudando a natureza, respeitando os animais, contemplando as suas belezas.

Composição: Isabelly, Grasiella, Ane Vitória, Jadriele, Bernardo, Bruno e Leonardo.

Figura 3 - Realização do Módulo 2 do Projeto Jovens Protagonistas da Pesca Artesanal na APA Costa dos Corais. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais, fotografia de Thiago Hara.

Durante a pandemia, a proposta pedagógica teve que ser reformulada. Com a necessidade de isolamento social, a continuidade dos módulos presenciais ficou comprometida e foi necessário um replanejamento do projeto, onde a realização de módulos online foi a opção possível. Os módulos 5, 6, 7 e 8 foram realizados integralmente de forma on-line e o Módulo 9, de forma semi-presencial, sendo os encontros teóricos, on-line; e a oficina de percussão, o encerramento e a avaliação do módulo, de forma presencial. Além dos módulos temáticos, foram inseridos no projeto encontros terapêuticos, conduzidos por uma equipe de psicólogos, com o objetivo de impulsionar reflexões de autocuidado, cuidado comunitário e com o ambiente.

IVIDES.org

Para a etapa virtual, houve uma redução do número de jovens envolvidos e, somente aqueles que já vinham se destacando ao longo dos módulos presenciais, permaneceram ativos na proposta. Acredita-se que tal fato se deve ao nível de interesse e desejo de atuação destes, mas não se pode deixar de considerar as inúmeras dificuldades causadas pelo contexto pandêmico, como a dificuldade de acesso à Internet e às condições adequadas para a participação nos módulos virtuais; dificuldade financeira, que abalou profundamente as comunidades pesqueiras locais; problemas diversos de saúde física e emocional; e o próprio desânimo, causado pelo cenário de distanciamento social.

Entretanto, identificou-se que os jovens que seguiram atuantes na proposta tiveram significativo crescimento e evolução, no que diz respeito ao desenvolvimento de uma visão crítica, acerca do contexto socioambiental no qual se inserem, desenvolvendo grande potencial para mobilização dos demais membros do grupo, num contexto posterior à pandemia. A evolução dos participantes pôde ser observada em dois aspectos. Um destes, foi em sua atuação prática no território, com desenvolvimento de ações de apoio às famílias atingidas pela pandemia, engajamento em outras ações educativas, participação em espaços de gestão diversos, assim como, a capacitação do Conselho Gestor da UC e cursos de formação em gestão socioambiental. Outro aspecto foi relativo às propostas que levaram à elaboração das intervenções a serem desenvolvidas na fase 2, demonstrando profundo conhecimento dos desafios locais e sensibilidade na escolha dos caminhos de atuação.

No começo de 2021, a equipe de gestão da APACC iniciou o desenvolvimento da fase 2 do projeto. Na expectativa de poder realizar de forma presencial o módulo 10, que tinha como tema a “Formação Política e Organização Comunitária”, a equipe optou por antecipar a elaboração da fase 2, aguardando melhores condições sanitárias para execução do 10° módulo. Sendo assim, a fase 2 teve início com a realização de encontros on-line, visando ao levantamento de ideias para as intervenções comunitárias, a serem realizadas pelo coletivo jovem formado na fase 1. Foram elaboradas três propostas:

- Mapeamento, registro e valorização das manifestações culturais e dos mestres do universo da pesca artesanal, com desenvolvimento de material de divulgação dos resultados, como a confecção de painéis artísticos, utilizando técnicas de muralismo, em locais estratégicos das comunidades;
- Elaboração e execução de atividade de educação ambiental para crianças das famílias ligadas à pesca artesanal; e
- Criação de um museu da pesca artesanal.

Com o desenvolvimento da fase 2, a expectativa é de que os jovens possam ser protagonistas na multiplicação dos saberes e dos conhecimentos compartilhados na fase 1. Apesar do projeto ainda se encontrar em desenvolvimento, já podemos identificar alguns resultados nas falas dos jovens, como no relato de Gabrielly Ferreira: "o projeto transformou completamente minha vida. Influenciou as minhas escolhas de estudo e profissionais, transformou a minha compreensão acerca da História e identidade e da realidade da minha comunidade, incentivando que eu atue pela comunidade". Pedro Villian relatou que "o projeto ajudou a encontrar os caminhos que deseja para minha vida. Graças ao projeto, escolhi meus rumos profissionais e estou estudando Biologia, com a intenção de atuar na conservação ambiental e no desenvolvimento da minha comunidade". José Júnior Wandressen afirmou que "o projeto ampliou minha visão sobre a APA Costa dos Corais. No início, não sabia muito sobre isso, mas, agora, consigo ter uma compreensão do território historicamente, no presente e as perspectivas futuras, os sonhos que desejo ajudar a concretizar".

O desenvolvimento dos projetos elaborados por eles deve oportunizar ao coletivo, o fortalecimento de sua rede de apoio e de contato, já que deverão se integrar e dialogar mais profundamente com a comunidade (e demais instituições que atuam no território). Por outro lado, espera-se que a comunidade reconheça o papel do jovem na construção de soluções criativas e eficientes para as demandas locais, valorizando sua atuação protagonista, fortalecendo a autoestima do coletivo, e proporcionando melhores condições para os jovens exercitarem seus papéis na gestão comunitária e da UC.

IVIDES.org

3.2 - GUARDIÕES DO PEIXE-BOI MARINHO

O projeto *Guardiões do Peixe-boi Marinho* teve por objetivo sensibilizar alunos do ensino fundamental II (que vai do sexto ao nono ano), para a conservação do peixe-boi marinho e seu ambiente natural. Desenvolvido junto às escolas municipais da região da APA Costa dos Corais, o projeto piloto foi implementado pelo ICMBio, em 2019, no município de São Miguel dos Milagres (Alagoas), envolvendo 181 alunos.

A proposta tomou como inspiração os programas ¨*Junior Rangers*¨ (Guarda-Parques Junior) e *"Every Kid in a Park*" (Toda Criança no Parque), desenvolvidos pelo Serviço Nacional de Parques dos Estados Unidos, tendo se baseado na realização de vivências em ambientes naturais e de atividades lúdicas dentro das escolas municipais. Dentre os principais objetivos do projeto, estiveram: 1) Aumentar o engajamento comunitário nas ações de conservação ambiental envolvendo o peixe-boi marinho e seu ambiente natural; 2) Formar uma rede de "guardiões" com idade entre 11 e 15 anos aproximadamente, que deverá apoiar as ações de conservação realizadas no território; 3) Promover vivências sensoriais, lúdicas, artísticas e científicas nos ambientes onde vive o peixe-boi marinho, com o intuito de provocar reflexões sobre o papel da comunidade na conservação da espécie e seu *habitat*.

A convivência com os diferentes ambientes que compõem a região da Costa dos Corais é cotidiana para a população local e é nestes ambientes, que a cultura e a identidade local se criam e se reproduzem. Seja através do desenvolvimento das atividades econômicas e de subsistência (como a pesca artesanal e o turismo), seja nos momentos de entretenimento e confraternização comunitária, o plano de fundo é sempre o mesmo: o mar azul da APA Costa dos Corais, seus manguezais, praias e piscinas naturais. A presença das crianças nesse meio marca a reprodução da cultura tradicional e da relação desenvolvida entre comunidades e ambientes naturais. É na vivência desses espaços, que as crianças podem perceber a importância da convivência harmônica com o lugar onde vivem e com as demais espécies que compartilham o ambiente, ativando memórias ancestrais de cuidado e de proteção.

Tais ambientes são *locus* de transmissão de grande parte das histórias e do conhecimento comunitário e familiar, constituintes da memória social local, para as crianças e os jovens, por meio da tradição oral. Entretanto, observa-se que estes, possuem pouca clareza sobre a importância de cada um destes espaços e da presença da própria cultura tradicional, na conservação do ambiente em que vivem. Tal contexto dificulta a compreensão de seu papel na conservação do território e da importância da manutenção dos modos de vida das comunidades tradicionais para a conservação ambiental. Acredita-se que desenvolver o aprendizado, por meio da vivência, pode potencializar a sensibilização e o ensino das crianças, para se tornarem protetoras e guardiãs da natureza. As reflexões e dinâmicas, que colocam as crianças em contato com sua cultura ancestral, ajudam a construir autoestima e despertar o desejo de cuidar tanto do ambiente quanto da comunidade.

A partir disso, o processo de formação de um "guardião do peixe-boi", desenvolvido pelo ICMBio, buscou o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, que promovessem o sentido de pertencimento à cultura e à territorialidade local, além da sensibilização e do envolvimento das crianças, com a conservação do Peixe-boi marinho. De forma prática, o projeto foi desenvolvido em três etapas:

1) Primeiro contato com as turmas: Um dia junto às turmas selecionadas, visando apresentar de forma lúdica a proposta, pactuar a participação de todos e introduzir temas associados ao projeto. Nesse momento, foi realizada uma apresentação dialogada do passo a passo do projeto, utilizando fotos, imagens inspiradoras e um vídeo, que conta sobre o trabalho de conservação do peixe-boi na APACC. As imagens apresentaram os ambientes que seriam visitados nas vivências e ajudaram a abrir as portas do imaginário coletivo, trazendo à tona, casos interessantes vividos nos ambientes apresentados. Neste momento, os participantes tiveram a oportunidade de compartilhar com o grupo histórias e dúvidas sobre o peixe-boi, espécie bastante conhecida e presente no cotidiano local.

   Além destas atividades, foi realizada a "dinâmica do pertencimento" (Figura 4). Para este momento, os alunos foram colocados em roda e, no centro da roda, ficaram expostos diversos objetos, que fazem parte do cotidiano da cultura local, além de elementos da natureza, presentes nas paisagens da região. Os participantes foram então convidados a ir, um de cada vez, ao centro da roda, escolher um objeto e contar uma história pessoal, ligada ao objeto em questão. Esta dinâmica foi central no desenvolvimento da proposta, pois, trouxe à tona, sentimentos e memórias profundas dos

IVIDES.org

participantes, que remetiam à sua conexão com o território, História e cultura tradicional. O momento provocou emoções fortes, e os participantes em geral compartilharam sentimentos de alegria, tristeza, raiva e saudade.

Este tipo de vivência não é comum de ser realizada no ambiente escolar, o que ofereceu aos participantes uma oportunidade importante de partilha e acolhimento, junto aos colegas de turma. Para os objetivos do projeto, o momento foi estrutural, pois permitiu que fossem trabalhados valores que, segundo Quintas (2004, p. 74): "Caracterizam uma ordem social justa, democrática e sustentável, tais como solidariedade, cooperação em lugar da competição, respeito ao outro, diálogo, lealdade, respeito à diferença, respeito a todas as manifestações da vida, uso prudente e cuidadoso dos recursos ambientais".

Este primeiro encontro se configurou como o início de um ciclo de vivências e aprendizagem coletiva, e a equipe buscou acender nos participantes a curiosidade e a conexão com os valores culturais e identitários que compartilham. Foram estes valores que serviram de base para sensibilizar e conectar os participantes com os ambientes naturais e o protagonismo comunitário na conservação socioambiental.

Figura 4 - Dinâmica do pertencimento. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

2) O segundo momento consistiu na realização de vivências em ambientes naturais: sendo uma, em trilha passando pela praia e restinga; outra, numa trilha no manguezal da foz do Rio Tatuamunha, conhecido como "santuário do peixe-boi"; e a terceira, na base do ICMBio, também à beira do rio Tatuamunha, onde ficam os recintos de reintrodução do peixe-boi marinho.

Na trilha realizada pela restinga (Figura 5), os participantes foram vendados e convidados a vivenciar o ambiente, explorando outros sentidos, que não a visão, contando especialmente com a confiança no grupo e na equipe moderadora, para dar cada passo. Ao longo do percurso, os jovens foram molhados, simulando a chuva e a maresia; pisaram em plástico e borracha, que representaram o lixo despejado em ambiente natural; sentiram diferentes texturas com as mãos e os pés; foram "pescados" com rede

IVIDES.org

de pesca; e, ao final do trajeto, foram colocados diante de jangadas tradicionais da região, onde puderam finalmente retirar as vendas e compartilhar reflexões sobre a vivência. Neste momento, a equipe explicitou o que estes ambientes representam para o peixe-boi, para a comunidade local e para a vida no planeta como um todo e provocou os participantes a falarem do que sentiram e de quais memórias foram ativadas com a vivência.

Figura 5 - Trilha na restinga. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

Na trilha realizada no manguezal (Figura 6), os participantes tiveram a oportunidade de conhecer a diversidade de flora e fauna que habitam o ambiente. Com os pés na lama, os jovens entraram no mangue, passaram lama em seus corpos e puderam tomar banho de rio. Ao longo do percurso, algumas intervenções artísticas contribuíram para o compartilhamento de conhecimento e para a sensibilização das turmas, que puderam encontrar e dialogar com o "espírito do mangue", representado por um dos monitores da trilha; e com uma família de peixe-boi, representada por animais de pelúcia, que contaram suas histórias, falaram sobre a importância do manguezal e dos rios para sua sobrevivência e dialogaram com os jovens sobre a relação da comunidade com estes ambientes. Mais uma vez, memórias culturais e tradições representativas para a identidade local foram compartilhadas.

Por fim, a visita à base do ICMBio proporcionou aos participantes a oportunidade de mergulhar no histórico e ações realizadas no âmbito da gestão da APA Costa dos Corais e da conservação do peixe-boi (Figura 7). Considerando que o histórico de conservação da espécie nesta região está bastante relacionado ao empoderamento da comunidade local em relação ao tema, a visita também representou um mergulho na contribuição da comunidade para esta temática. Os jovens puderam compreender o processo que levou o peixe-boi a se tornar um símbolo da região, o histórico dos trabalhos de turismo comunitário, voltado para a observação da espécie; e perceberam as inúmeras possibilidades que a comunidade tem de interagir e se beneficiar deste contexto.

Além disso, puderam visitar os dois indivíduos que encontram-se no recinto permanente do ICMBio. Tal fato proporcionou ao grupo a possibilidade de ver de perto o peixe-boi, observando suas características e a forma como interage com o ambiente em que vive, despertando encantamento em cada um dos participantes.

IVIDES.org

Figura 6 - Trilha no mangue. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

Figura 7 - Visita ao recinto do Peixe Boi. Fonte Acervo da APA Costa dos Corais.

IVIDES.org

Após a realização de cada uma das saídas de campo, os alunos foram incentivados a descrever e a dialogar sobre o que vivenciaram. Nestas conversas, foram provocados a pensar o que deve ser feito para que a comunidade apoie as ações de conservação na região. Fora da sala de aula, os alunos tiveram ainda, um contato diferenciado enquanto grupo. Esta experiência os levou a refletirem sobre sua relação com o meio ambiente, trazendo ao grupo, a percepção de que a sua conduta em relação aos espaços naturais reflete neles mesmos e em sua própria comunidade.

As experiências proporcionadas pelas vivências em campo oportunizaram aos participantes o contato e a conexão com os ambientes naturais e as espécies que habitam a região, trazendo conhecimento e despertando o encantamento. O grupo pode compreender a importância do peixe-boi para a conservação ambiental, de forma geral, na região em que vivem, observando quais as conexões entre a conservação da espécie e a qualidade de vida e reconhecimento da comunidade local. Este processo despertou nos participantes um maior sentimento de pertencimento ao local onde vivem, além de trabalhar a autoestima e a admiração em relação à sua cultura e identidade.

3) A última etapa foi marcada pelo retorno ao ambiente escolar, para realização de uma semana de atividades de preparo das turmas para culminância do projeto. Neste momento, os participantes foram certificados como guardiões do peixe-boi e, para isto, foram desafiados a organizar um evento aberto na escola, convidando as outras turmas, pais e comunidade em geral para a realização do "dia do Peixe-Boi". Neste dia, cada turma foi convidada a apresentar, no formato que escolhesse, as mensagens que achavam importantes que um guardião do peixe-boi tivesse em mente, para assumir essa tarefa de cuidado com a natureza em geral, e especialmente com o peixe-boi marinho.

   Ao longo da semana, as turmas estiveram reunidas construindo suas apresentações. Por se tratar de uma única apresentação por turma, o exercício de construção e tomada de decisão coletiva foi constante, mexendo profundamente com os valores e personalidades de cada participante. O processo de construção foi também uma oportunidade dos monitores observarem mudanças de olhares e de atitudes no grupo, além de avaliarem como as atividades propostas tocaram os envolvidos.

   O grande dia foi marcado por muita música, dança e coreografias. O olhar dos participantes sobre o peixe-boi, as ameaças sofridas pela espécie e a história de conservação, construída na APACC, perpassaram cada uma delas, demonstrando encantamento e desejo dos jovens em cuidar do território e de suas comunidades.

   Esta atividade de culminância e certificação dos novos guardiões (Figura 8) consistiu numa grande oportunidade dos participantes divulgarem a APACC e as ações de conservação, além de promoverem discussões sobre os temas trabalhados no projeto junto às comunidades do entorno da escola e suas famílias.

O aprendizado através da vivência tem o poder de sensibilizar. E sensibilizadas, as pessoas se tornam naturalmente multiplicadoras do que aprenderam e sentiram, assumindo seus papéis de guardiãs das riquezas ambientais e culturais. As voluntárias do projeto relataram que:

> "Vivenciar o voluntariado dos Guardiões dos Peixes-bois, me fez construir dias de aprendizado, soma e sorrisos. Dias que iam para além da educação ambiental, foi ver que cada um trazia consigo um pertencimento, um olhar e uma doação de si." (Jacqueline Costa)
>
> "A experiência de trabalhar no Projeto Guardiões do Peixe-Boi foi extremamente enriquecedora. Através dela pude desenvolver diversas novas habilidades e conhecer metodologias para trabalhar educação ambiental a partir de uma perspectiva mais crítica, que relaciona as características ambientais, sociais e culturais do território, chamando atenção para o fato de que não há como trabalhar conservação sem pensar a vida das comunidades que atuam no espaço e no seu entorno." (Bárbara Prado)

IVIDES.org

Figura 8 - Encerramento na escola. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

Logo após a implementação do projeto, o grupo de guardiões seguiu mobilizado e trocando informações em grupos virtuais. Informações de monitoramento do peixe-boi foram frequentes, como indicativo de avistamento de indivíduos e denúncias de molestamento, que eram passadas aos técnicos da UC, subsidiando suas ações e registros.

A proposta inicial foi a de que o coletivo formado fosse convocado para momentos de manejo e soltura de peixe-boi, além de apoiarem a realização das visitas pedagógicas à base do ICMBio. Entretanto, devido ao cenário de pandemia do COVID-19, que se instaurou logo após implementação do projeto piloto, os guardiões formados não puderam mais ser acionados. Ao longo dos anos de 2020 e 2021, em que se tornou inviável a implementação do projeto junto às escolas, por conta do cenário da pandemia, a equipe que coordenou o projeto piloto em São Miguel dos Milagres focou esforços na incrementação da proposta. Foram elaborados materiais didáticos para apoio nas atividades de campo: esqueleto de peixe-boi e peixe-boi de resina, para serem utilizados na visita de campo na base do ICMBio; e uma cartilha, que deverá servir como base para multiplicação da proposta na APACC e em outras UC, além de potencializar as atividades realizadas em sala de aula, proporcionando mais oportunidades de engajamento dos professores na ação.

O projeto foi elaborado com a proposta de se constituir como uma ação contínua, envolvendo todos os municípios da APACC. Antes dele, diversas ações de comunicação e sensibilização já vinham sendo desenvolvidas com este foco; entretanto, existia uma lacuna de ações de educação ambiental crítica, voltadas à conservação do peixe-boi marinho. Sendo assim, a proposta deverá ser retomada quando as condições sanitárias permitirem, formando novos guardiões e construindo pontes com os guardiões já formados, para que possam apoiar o fortalecimento da conservação do peixe-boi marinho e seus ambientes associados.

3.3 - APAIÓ

O projeto *APAió*, realizado nos anos de 2019 e 2020, consistiu num chamado para que a população em geral olhasse para a APA Costa dos Corais. Batizado com este nome, em referência à expressão “Opaió” (muito utilizada na região nordeste), o projeto nasceu com o objetivo de trabalhar em função do objetivo V de criação da APACC, que consiste no incentivo às manifestações culturais e na contribuição para o resgate da diversidade cultural regional.

IVIDES.org

Considerando que as belezas cênicas da APA Costa dos Corais já são nacionalmente difundidas, o APAió teve por objetivo destacar as riquezas históricas, culturais e identitárias deste território. Realizado durante o verão, época em que as praias e as ruas das cidades encontram-se mais movimentadas, com alto fluxo, tanto de turistas quanto da população local, o projeto APAió baseou-se na ocupação dos espaços públicos, com atividades educativas voltadas para a conversação ambiental, a divulgação da UC e a realização de oficinas e apresentações das manifestações culturais tradicionais dos municípios envolvidos.

Observa-se que a população local da APACC vem se identificando cada vez mais com as expressões culturais globalizadas e urbanizadas. Tal cenário acarreta num baixo conhecimento e reconhecimento acerca das expressões culturais tradicionais. Este cenário se agrava ainda, devido ao crescimento da região, enquanto pólo turístico brasileiro. Quando o avanço do turismo ocorre de forma predatória, este traz consigo grandes transformações no estilo de vida da população local, que se distancia cada vez mais de suas raízes ancestrais e se conecta a tendências que vem "de fora". Uma das expressões dessa sobreposição ocorre quando o turismo de massa provoca a realização de festas e eventos que apresentam apenas manifestações da cultura urbana, enquanto as manifestações tradicionais locais são invisibilizadas, perdendo espaço e apoio, inclusive, dos governos e comunidades.

O APAió se contrapôs a esse processo, pois consistiu num movimento de ocupação de praias e espaços públicos, com demonstrações da diversidade e de riqueza da cultura tradicional local. Assistir a estas manifestações e ter a oportunidade de participar de oficinas ligadas ao contexto cultural local trouxe para os moradores da região uma chance de despertar para a importância e a potencialidade do seu território e comunidade. Para os turistas, a experiência proporcionou a oportunidade de conhecer mais sobre o território visitado, que não se resume às belezas cênicas amplamente divulgadas.

Dentre os objetivos do APAió, estão: 1) Divulgação da APA e seus regramentos; 2) Sensibilização de turistas, moradores locais e prestadores de serviço, para cumprimento e vigilância dos regramentos da APA; 3) Promoção, valorização e resgate de manifestações culturais tradicionais locais; 4) Fortalecimento do sentimento de pertencimento, em relação ao território, visando ampliar a participação da sociedade civil na implementação da UC.

A proposta teve início com a realização de um amplo mapeamento do que ainda existe de manifestação cultural tradicional na região, que comprovou a existência de uma alta diversidade de expressões culturais locais, como os grupos de Bumba Meu Boi, Caboclinhas, Baianinhas, Pastoril dos Homens, Cambinda etc. Entretanto, também explicitou a escassez de apoio às lideranças e grupos, que mantêm essas manifestações vivas.

Nesta oportunidade, foi possível perceber que existem diversas manifestações culturais tradicionais na região. Entretanto, em sua grande maioria, encontram-se desarticuladas e enfraquecidas, sem apoio para ensaios e apresentações, e sem envolvimento da comunidade. Em geral, as manifestações vêm sendo "guardadas" por pessoas mais idosas e antigas, que relataram ter grande dificuldade para envolver uma quantidade de pessoas suficiente para realização de apresentações, especialmente, no que diz respeito ao público jovem. Vale ressaltar que uma exceção neste cenário é o Bumba Meu Boi, que se encontra bastante vivo na comunidade e apresenta grande envolvimento do público jovem.

Entretanto, observou-se que as manifestações culturais tradicionais possuem um lugar importante no imaginário local, na construção da identidade da comunidade e na sua relação com o território. Tal fato ficou nítido, na expressão de emoção das pessoas ao serem procuradas para falar sobre a manifestação cultural da qual faziam parte, e seu entusiasmo, ao serem apresentadas a uma proposta de valorização da atividade.

Entre os grupos contatados, alguns manifestaram interesse e condições de participar do projeto e outros, informaram que não conseguiriam se mobilizar para participar, mas que teriam interesse numa ação de valorização a médio prazo. Com base nesse levantamento, foi organizada uma programação de atividades em 2019, que ocorreu durante o pico de movimentação do verão, visando trazer à público a importância socioambiental e cultural da região. Colocando em contato e diálogo a população local e os turistas, o projeto buscou transmitir a mensagem de que a APACC não consiste apenas em uma área de lazer e entretenimento, mas num território com grande importância socioambiental e para a conservação costeira e marinha. As regras de conduta responsável nos ambientes da UC foram apresentadas de forma lúdica, com atividades planejadas, visando sensibilizar os participantes para os motivos que levaram à criação de cada uma das normas, além das consequências do seu descumprimento.

Em 2019, a proposta consistiu na ocupação de pontos estratégicos do trajeto conhecido como Rota Ecológica de Milagres, que consiste num trecho do litoral norte de Alagoas, envolvendo os municípios de Passo de Camaragibe, São Miguel dos Milagres e Porto de Pedras. Durante uma semana do mês de janeiro, a exposição

IVIDES.org

APA Costa dos Corais, que conta com grandes painéis que apresentam esta UC, circulou por oito praças públicas, uma praia e uma biblioteca municipal, sendo acompanhada por contação de histórias, brincadeiras com temas ambientais (Detetive da natureza, teatro Lambe-lambe, jogo de tabuleiro gigante - na trilha do Peixe-boi), oficinas de coco de roda, capoeira e frevo, e apresentação dos grupos locais, como o Pastoril dos Homens, Rap e Break do grupo CL Beat, encontro de grupos de Bumba Meu Boi (Figura 9), e apresentação da Filarmônica de São Miguel dos Milagres. A estimativa no primeiro ano foi de que a proposta tenha atingido mais de mil pessoas no total, entre moradores da comunidade local, visitantes e colaboradores (Figura 10).

Figura 9 - Encontro de grupos de Bumba Meu Boi. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

Figura 10 - Atividade do projeto APAió. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

IVIDES.org

Na edição de 2020, o APAió foi realizado entre os meses de fevereiro e março, nos municípios da Rota Ecológica de Milagres (Passo de Camaragibe, São Miguel dos Milagres e Porto de Pedras), e ampliado para Maceió (Ipioca) e Barra de Santo Antônio. Na programação, foram realizadas apresentações dos grupos culturais locais: Pastoril dos Homens, Caboclinhas, Projeto Bobo Gaiato, Bumba Meu Boi, Coco de Roda, Capoeira, grupo de dança de passinhos, Orquestra de Frevo, e Banda de Pífano (Figura 11). Além disso, o projeto contou com os mesmos jogos e brincadeiras de cunho ambiental realizados em 2019 (Figura 12). Neste segundo ano, o APAió permitiu, pela primeira vez, o contato do ICMBio Costa dos Corais com a comunidade quilombola do Bom Despacho, localizada em Passo de Camaragibe. O evento atingiu cerca de duas mil pessoas no total, entre moradores da comunidade local, visitantes e colaboradores.

Figura 11 - Apresentações de grupos culturais, no âmbito do projeto APAió. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

Figura 12 - Jogos e brincadeiras de cunho ambiental, promovidos pelo projeto APAió. Fonte: acervo da APA Costa dos Corais.

IVIDES.org

Outro ponto importante a ser mencionado sobre a execução do projeto APAió foi a mobilização dos voluntários. O programa nacional de voluntariado do ICMBio foi fundamental para a realização de um projeto desta magnitude, devido ao grande número de atividades realizadas simultaneamente e à estrutura logística demandada pelo projeto, tornando necessária uma equipe extensa e alinhada. Sendo assim, anualmente, é aberto um edital para convocação de voluntários, que vem, em geral, das universidades mais próximas e da própria comunidade local, sendo muitos jovens participantes de edições do projeto Jovens Protagonistas. Os voluntários receberam um treinamento específico para o projeto, mas que também contemplou reflexões amplas, voltadas para a conservação ambiental e para a participação social, na implementação das UCs.

Com a pandemia de COVID-19, ainda intensa no Brasil, as atividades presenciais que provocam aglomeração de pessoas foram suspensas. Desta forma, no verão de 2021, não ocorreu a terceira edição do projeto, prevista para ser realizada quando as condições sanitárias permitirem.

Vale mencionar, entretanto, que a realização do APAió inspirou outras instituições locais a trabalharem na perspectiva do registro e da valorização das manifestações tradicionais locais. Isto pode ser observado, por exemplo, no depoimento de Carolina Neves, do Instituto Yandê: "Para nós do Yandê, participar do projeto APAió foi dar início a um resgate cultural da região, que sentíamos estar adormecida. Os resultados do APAió nos incentivaram a pensar e desenvolver outros projetos culturais na região, como, por exemplo, o projeto Samburá". Esta proposta tem como objetivo, nos termos do projeto: realizar o levantamento das manifestações culturais, presentes nos municípios de Porto de Pedras, São Miguel dos Milagres e Passo de Camaragibe; municípios que integram a região conhecida como Rota Ecológica dos Milagres.

É importante ressaltar que o projeto APAió, não necessariamente, se encaixa na perspectiva da educação ambiental crítica, consistindo mais em uma ação de sensibilização e divulgação da UC e sua sociobiodiversidade. Entretanto, podemos identificar que a proposta gera bases de reflexão, mobilização e envolvimento da comunidade, que podem ser aproveitados na realização de outras propostas da gestão da UC, como os projetos Jovens Protagonistas, Guardiões do peixe-boi e outras ações desenvolvidas no território. Além disso, o projeto APAió rememora a história das manifestações artísticas/culturais na APA Costa dos Corais, revivendo-a no presente e projetando um futuro onde os moradores saibam se situar no território. Acredita-se que os dois distintos momentos do projeto, (1) o conhecimento das tradições locais, por meio da realização de mapeamento dos fazedores de cultura popular; e (2) o reconhecimento de seu valor, por meio da ocupação (em pontos estratégicos na APA), com apresentações em praça pública, contribuíram para a valorização das identidades locais e o fortalecimento do sentimento de pertencimento, sensibilizando os participantes a atualizarem seus olhares sobre a cultura local, suas especificidades no fazer, bem como, toda a riqueza das expressões culturais locais. Conforme depoimento de Thiago Hara, do Instituto Yandê:

> "Aprendemos que o Apaió não é só uma grande festa e sim um projeto que nos traz muito aprendizado e reflexão. Um suspiro de resistência, luta, fortalecimento e de aposta. Aposta em quem muitas vezes é invisibilizado: os jovens, as mulheres, e a comunidade local como um todo. Olhar para o futuro, sem deixar de lembrar daquilo que realmente importa. A nossa história, a nossa origem, a nossa herança; o nosso território".

Assim, apesar de não se encaixar na perspectiva da educação ambiental crítica, acredita-se que os desdobramentos do projeto possam trazer benefícios, fortalecendo a cultura local e chamando a atenção para a APA Costa dos Corais, suas riquezas históricas, culturais e identitárias deste território, bem como, a necessidade de preservá-lo.

4 - PRINCIPAIS RESULTADOS ALCANÇADOS

A partir da análise dos projetos desenvolvidos na APA Costa dos Corais, foi possível perceber que os processos formativos e ações de educação ambiental crítica, que têm como princípios, o reconhecimento e a valorização de aspectos culturais, históricos e identitários, têm grande potencial para despertar pertencimento e provocar (re)encantamento e engajamento com a agenda de conservação socioambiental.

IVIDES.org

As relações estabelecidas entre a população local e a natureza podem ser analisadas, a partir de diversas esferas, entre elas, a do uso dos recursos naturais, do desenvolvimento de atividades econômicas e ainda, de sua ancestralidade. No que diz respeito aos povos tradicionais, sua territorialidade em geral aponta para uma profunda e ancestral ligação com a natureza, sendo o ambiente, um fundamento para a construção da cultura e das relações sociais que se estabelecem no território (ABREU, 2015). Neste sentido, a ligação entre as comunidades locais e a conservação ambiental pode ser potencializada pela sua (re)conexão com as identidades tradicionais, a partir de uma cosmovisão, que percebe a cultura e a natureza como parte uma da outra.

O reconhecimento dos valores culturais e identitários tradicionais se apresenta, portanto, como uma base necessária para estimular o questionamento da estrutura paradigmática desenvolvimentista e global, na qual estamos inseridos, que exalta uma relação utilitarista e degradante com o ambiente natural e a sociedade em geral, impulsionando a crise civilizatória atual. A exaltação destes valores oferece aos projetos de educação ambiental crítica um caminho possível para inserir o debate, acerca da forma como a sociedade atual se relaciona entre si e com o ambiente natural. Voltando o olhar dos sujeitos da ação educativa para a forma com que os povos tradicionais se relacionam com a natureza, os educadores podem provocar o coletivo a questionar os modelos atuais adotados, além de aparelhá-los de instrumentos, para que possam ser agentes ativos da democracia, possibilitando a busca por caminhos de construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

A percepção da crise dos modelos dominantes da modernidade, marcados pela valorização da cultura ocidental-urbana, em detrimento da diversidade de culturas tradicionais, é impulsionadora de um processo de emancipação e libertação dos sujeitos da ação educativa, conforme Kretzmann (2007). A partir deste processo, pode se tornar possível o desenvolvimento de uma consciência crítica em relação ao modelo civilizacional, proposto pela modernidade e, ao mesmo tempo, de auto-estima identitária, essenciais para a proposição de novos caminhos para o futuro, baseados na valorização dos diferentes saberes e das diferentes formas de olhar e atuar no mundo.

Nesta base estrutural, os projetos de educação ambiental crítica podem encontrar elementos essenciais para provocar a construção de modelos sociais baseados na equidade, responsabilidade e justiça socioambiental, visando a superação da atual crise civilizacional e, portanto, ambiental.

Ao observar as experiências desenvolvidas na APACC, nota-se como o olhar para as tradicionalidades pode ajudar a desvelar caminhos possíveis para a construção de um novo modelo social e de uma nova relação entre sociedade e Natureza. Contudo, vale ponderar que, para isto, é importante que os processos de ensino-aprendizagem partam da realidade local dos envolvidos, do seu cotidiano, de sua estrutura cultural e identitária, estimulando a construção coletiva do conhecimento sobre a realidade e a atuação conjunta para a transformação.

É possível perceber este processo, na análise do projeto Jovens Protagonistas da pesca artesanal. A partir do envolvimento dos jovens, desde a construção da sua proposta pedagógica, o processo demonstrou a necessidade dos jovens de olharem para sua própria identidade e para a relação que sua comunidade estabelece com o ambiente natural na qual se insere. Isto fica claro se observarmos os temas e as oficinas de arte-educação selecionadas por eles, para realização dos módulos temáticos. A exemplo, podemos analisar o módulo que trouxe como tema, os ambientes costeiros e marinhos; e como oficina, os ritmos tradicionais, especificamente, o coco alagoano. Este “casamento” de tema e oficina demonstra o anseio dos jovens em compreender a relação entre cultura e ambiente, estabelecida historicamente por suas comunidades. O potencial deste caminho escolhido se concretiza nas reflexões e conexões estabelecidas pelo grupo, gerando produtos artísticos, que comunicam engajamento e pertencimento, como foi possível observar nas letras das músicas compostas pelos jovens e apresentadas anteriormente.

Os impactos da atividade não ficaram somente na composição das letras, estes podem ser verificados, a partir da análise de outros resultados do projeto, como a participação dos jovens em atividades do conselho gestor da UC, em que foi ressaltada a importância da cultura da pesca artesanal e o seu orgulho identitário; a organização de *lives* musicais, para arrecadar recursos para apoiar as famílias da pesca artesanal atingidas pelos impactos econômicos da pandemia do Coronavírus; e a realização de denúncias aos órgãos ambientais, voltadas para o despejo irregular de substâncias tóxicas pelas usinas locais.

Ainda observando o mesmo projeto, é possível citar o módulo sobre Identidade e Cultura, que teve como apoio pedagógico, a oficina de contação de histórias, proporcionando um momento importante de conexão intergeracional e de mergulho dos jovens nas suas histórias e valores ancestrais. O módulo sobre turismo, com oficina de artesanato, proporcionou um momento de questionamento sobre os impactos do modelo de turismo de

IVIDES.org

massa, que vem ganhando espaço na APACC e a exaltação de um turismo de base comunitária, que pode, inclusive, ser visto como um aliado na conservação ambiental e na melhoria da qualidade de vida da comunidade local. O módulo sobre juventude, com oficina de teatro do oprimido, deu a oportunidade dos jovens dialogarem com outros coletivos jovens organizados pelo Brasil, como a Rede da Juventude pelo Meio Ambiente e Sustentabilidade (REJUMA), o coletivo ECOSURF e a Rede de Jovens Líderes em áreas Protegidas e Conservadas da América Latina e Caribe (RELLAC), além de refletirem sobre o modelo educacional adotado pelas escolas municipais da região, por meio dos exercícios do teatro do oprimido. O módulo sobre pesca artesanal, oportunizou momentos de troca com lideranças locais da pesca artesanal, representantes da gestão ambiental pública e dos movimentos sociais organizados, como a Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas (CONFREM), além da realização da oficina de ilustração, que apresentou o olhar do jovem para a pesca artesanal (ilustração apresentada acima).

O resultado deste processo completo se traduziu na elaboração de uma proposta de fase 2 para o projeto, baseada essencialmente na valorização da cultura tradicional, das personalidades importantes para a comunidade, e da relação estabelecida entre a comunidade e o ambiente natural. Sensibilizados e transformados, a partir de um processo formativo, que trouxe como ponto chave o mergulho na identidade tradicional e sua relação com o ambiente, os jovens que continuaram na fase 2 optaram por investir nestes elementos, como pontos estratégicos para sua ação protagonista e multiplicadora na comunidade.

Em uma pesquisa sobre a percepção ambiental de jovens, estudantes e professores do ensino médio (que vivem no entorno da APACC), Shirley de Alcantara (2020) realizou levantamento de dados, entrevistando alunos e professores de biologia de três escolas públicas e um grupo formado pelos integrantes do projeto Jovens Protagonistas da Pesca Artesanal na APACC. Ao fazer a análise dos dados, percebeu-se que: "As entrevistas realizadas com o grupo de ‘Jovens Protagonistas’, apesar do (n) amostral ser pequeno, demonstram a efetividade de projetos de cunho socioambiental, como uma forma de gerar conhecimento e conscientizar os jovens" (ALCANTARA, 2020, p. 12). Dentre as informações levantadas, por exemplo, está a de que “os resultados das análises dos questionários sobre a percepção prévia dos alunos e jovens quanto o conhecimento da APACC, demonstrou que 62% dos alunos não sabem o que é uma UC (Unidade de Conservação) enquanto 99,9% dos jovens afirmaram saber.” (ALCANTARA, 2020, p. 6).

A autora atribui tal percepção ao processo educativo do projeto *Jovens Protagonistas* e sua importância, como meio de disseminar conhecimento e também de estreitar laços de interação entre os jovens, o ambiente recifal e a relevância deste, para a população em geral. Neste sentido, o projeto remete às reflexões de Quintas (2009, p. 61), ao afirmar que:

> Como a proposta de Educação no Processo de Gestão Ambiental busca a intervenção qualificada, coletiva e organizada, trata-se de se organizar o processo de ensino-aprendizagem de modo que o ato pedagógico seja um ato de construção coletiva do conhecimento sobre a realidade, num processo dialético de ação-reflexão, ou seja, de exercício da práxis, objetivando sua transformação.

No que diz respeito à análise do projeto *Guardiões do peixe-boi marinho*, o caminho metodológico traçado foi diferente do projeto *Jovens Protagonistas*, mas também teve como base a conexão dos participantes com suas referências culturais, históricas e identitárias, a fim de provocar reflexões voltadas à conservação socioambiental e à inserção individual e coletiva dos alunos, nos processos de proteção ambiental, tendo o peixe-boi como espécie guarda-chuva.

Apesar da proposta pedagógica ter sido previamente construída pela equipe coordenadora, logo no primeiro contato, o grupo buscou acessar e ativar memórias familiares, históricas e valores comunitários, a partir da realização da *dinâmica do pertencimento*. Esta ação foi essencial para trazer não só a atenção dos jovens para a proposta, como para envolvê-los de forma emocional e profunda. A roda do pertencimento foi construída como um espaço sagrado de expressão e compartilhamento simbólico-emocional, no qual o grupo fez um pacto de respeito, escuta ativa e acolhimento. Ao focar a atenção do grupo na expressão de suas formas de enxergar o mundo e nas histórias que constituem sua base emocional, provocados pelo simbolismo dos objetos cotidianos e elementos da natureza, puderam verificar que havia ali um compartilhamento identitário. Notaram que o olhar coletivo para o mundo expressava também essências do local, onde nasceram e cresceram, e que cada um trazia consigo

IVIDES.org

uma parte de sua comunidade, do ambiente natural compartilhado e das conexões estabelecidas ao longo da vida. Foi um momento importante de compartilhamento e celebração de valores importantes para construção de uma nova ordem social baseada nos princípios de justiça, democracia e sustentabilidade. Esta ação se tornou ainda mais potente, por ter sido realizada em um ambiente escolar, onde ainda está presente a cultura do *bullying*, da exclusão, e da competição.

E foi com esses laços afetivos fortalecidos que o grupo se preparou para vivenciar as imersões de campo, fundamentais para o despertar coletivo para a importância do ambiente natural para sua reprodução cultural. O peixe-boi, neste sentido, apareceu como espécie guarda-chuva, atraindo o olhar dos participantes e sensibilizando o coletivo para a conservação costeiro-marinha, como um todo. E, se tratando especificamente da APACC, a história da conservação desta espécie conduz automaticamente a uma reflexão sobre a importância do ambiente natural e das espécies locais para a comunidade e sobre o papel da comunidade na conservação socioambiental.

Como abordado anteriormente, a noção de território é um elemento importante na relação entre comunidades tradicionais e Natureza, pois é este que fornece seus meios de subsistência, trabalho, produção e reprodução cultural (DIEGUES; ARRUDA; 2001). Sendo assim, as atividades de campo, desenvolvidas em locais representativos e importantes para a territorialidade deste grupo, proporcionaram um momento de mergulho no território, mas também, de mergulho nas memórias e valores coletivos. Quais experiências vividas o grupo relembrou durante as saídas de campo? Com quais elementos naturais e simbólicos o grupo se relacionou? As reflexões e debates sobre a conservação ambiental se deram em locais familiares para os alunos, diante de paisagens, que materializam claramente para eles a importância do ambiente preservado e dos serviços ecossistêmicos proporcionados.

Os resultados deste processo foram evidenciados pela forma como o grupo se engajou nas atividades desenvolvidas e na culminância do projeto; na preocupação em transmitir mensagens, que reforçam a importância da comunidade apoiar a conservação do peixe-boi e seus ambientes associados; e nos resultados e benefícios, que este esforço coletivo traz de volta para ela própria. Mas também, na preocupação em ressaltar que os resultados apresentados foram fruto do processo de construção coletiva, do apoio mútuo e da integração das turmas.

No que diz respeito ao projeto *APAió*, avaliou-se que a proposta provocou o reconhecimento e a valorização da cultura e da identidade local. No formato e no período do ano em que foi realizado, o projeto abarcou dois públicos importantes para a UC, sendo estes, a população local e os turistas (e veranistas), que ocupam as cidades no verão. Para cada público, o projeto apresentou resultados diferentes e igualmente importantes para o fortalecimento da participação social na UC. Para a comunidade local, o *APAió* consistiu num momento de celebração e de exaltação da sua cultura, provocou o reconhecimento da comunidade e seus mestres e, neste movimento, a população local se percebeu conectada pela mesma história e pelas mesmas referências e valores culturais, o que potencializa o sentimento de pertencimento ao território, fundamental para gerar engajamento na gestão territorial e na conservação ambiental. No que diz respeito aos turistas e veranistas, o projeto afirmou que o território vivenciado por eles, para o entretenimento e descanso, representa também um território fundamental para a sobrevivência e a reprodução cultural da comunidade local. Acredita-se que, assim, além de encantados com as belezas culturais locais e, compreendendo a relação estabelecida entre a comunidade e o ambiente natural, o turista tende a se sensibilizar e a adotar posturas mais responsáveis, respeitando as normas da UC e tornando-se um possível aliado da conservação ambiental.

Observou-se ainda, que, especialmente no que diz respeito aos projetos *Jovens Protagonistas* e *Guardiões do peixe-boi*, o processo pedagógico proporcionou aos envolvidos, que se reconhecessem como elementos centrais para a superação da visão mecanicista de mundo, característica do paradigma moderno. Tais reflexões permitiram ainda, o empoderamento dos participantes, em relação aos instrumentos existentes para sua atuação cidadã, na conservação ambiental e na valorização de sua cultura e identidade.

Portanto, considera-se que este conjunto de passos, que envolveram o conhecimento, a sensibilização, a instrumentalização e o incentivo ao protagonismo, foram essenciais para estimular e demonstrar a importância da participação social, de forma geral; e, especificamente, na UC. Esta caminhada pode ser essencial para que as comunidades locais consigam "subir os degraus da escada da participação social", atingindo um nível mais próximo ao controle cidadão.

A partir disto, podemos concluir que os três projetos analisados atingiram (cada um, à sua maneira) o objetivo de propor uma reflexão coletiva sobre a relação sociedade-natureza, trazendo aos envolvidos, a visão de que a conservação da biodiversidade é essencial para proporcionar qualidade de vida e bem estar humano.

IVIDES.org

As questões culturais e identitárias, ligadas às tradicionalidades locais, foram ferramentas importantes para auxiliar no reconhecimento da interdependência entre a sociedade e o ambiente natural. Portanto, trazer os valores culturais e identitários para um lugar central nas ações de educação ambiental pode colaborar para atingir a sua finalidade de contribuir para a construção de uma sociedade mais justa, na medida em que traz para o debate outros modelos de relação indivíduo-sociedade e sociedade-natureza. Relações estas, menos dicotômicas e mais harmoniosas e justas, baseadas em paradigmas diferentes do atual paradigma desenvolvimentista, urbano e dominador da natureza. Tais valores contribuem ainda, para atingir os propósitos da gestão ambiental pública, na medida em que colaboram na construção de laços importantes para o engajamento comunitário, estimulando a intervenção qualificada, coletiva e organizada.

5 - SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

A problemática ambiental atual revela uma crise de sociedade e de valores, que se origina em uma concepção de separação entre a sociedade e a Natureza. Para superar tal crise, a gestão ambiental pública tem como compromisso trabalhar no campo da educação, de modo a promover a participação social e, para isto, busca seus fundamentos na educação ambiental, em uma perspectiva crítica, transformadora e emancipatória. Nesse contexto, a relação entre os povos tradicionais e a Natureza serviu como inspiração para se investigar em que medida as questões culturais e identitárias poderiam potencializar tais processos de educação ambiental.

A análise empreendida se debruçou sobre estudos de caso de projetos desenvolvidos pela gestão socioambiental da APACC com a população local. Considera-se fundamental que os projetos sejam avaliados criticamente pela gestão da UC, para identificar o cumprimento de seus objetivos, aspectos positivos e outros a serem aprimorados; e novos direcionamentos para futuros projetos, além do monitoramento das ações realizadas, inclusive para avaliar a efetividade da implementação da UC no território. Contudo, outras pesquisas que potencializem estes projetos ou que analisem especificamente cada um destes; ou sua continuidade e seus impactos e benefícios, especialmente, pelo viés local, podem acrescentar outros elementos e ampliar o debate, até mesmo, em relação à qualidade de implantação das políticas públicas ambientais e suas implicações na vida dos povos tradicionais.

Com o objetivo de ampliar e aprofundar as reflexões desenvolvidas, pode-se considerar a análise de outros projetos de cunho socioambiental, que tenham algum diálogo com as questões identitárias, visando avaliar de que maneira impactaram e/ou impulsionaram os resultados obtidos. O desenvolvimento de um protocolo de avaliação e monitoramento de ações de educação ambiental, no contexto da gestão ambiental pública, pode ajudar no sentido de uniformizar as metodologias de análise, gerando resultados comparáveis.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. M. de. **Territorialidade e Pertencimento**: O olhar local sobre o Parque Estadual do Pico do Itambé, Serra do Espinhaço/MG. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Psicossociologia de Comunidades e Ecologia Social) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa EICOS, Instituto de Psicologia, Rio de Janeiro, 2015.

ALCANTARA, S. M.; LADLE, R. J. **A percepção dos ambientes recifais da APA Costa dos Corais por estudantes e professores do ensino médio**. Sub-projetos dos módulos 2 e 4 (função do ecossistema e governança) do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD) na APA Costa dos Corais. Maceió: UFAL, 2020.

ARNSTEIN, S. R. Uma escada da participação cidadã. **Revista da Associação Brasileira para o Fortalecimento da Participação – PARTICIPE**, Porto Alegre/Santa Cruz do Sul, v. 2, n. 2, p. 4-13, jan. 2002.

BENSUSAN, N. Diversidade e unidade: um dilema constante. Uma breve história da ideia de conservar em áreas protegidas e seus dilemas. *In:* BENSUSAN, N; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014.

BRASIL. **Decreto Federal de 23 de outubro de 1997**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais, nos Estados de Alagoas e Pernambuco, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 24 out. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/Anterior__a__2000/1997/Dnn5976.htm. Acesso em: 15 mai. 2021.

IVIDES.org

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Gestão Socioambiental**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/gestaosocioambiental. Acesso em: 25 mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Monitoramento da visitação em Unidades de Conservação Federais**: Resultados de 2019 e breve panorama histórico. Brasília, DF: 2020. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/monitoramento_visitacao_em_ucs_federais_resultados_2019_breve_panorama_historico.pdf. Acesso em: 26 mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Plano de Manejo da APA Costa dos Corais**. Tamandaré, PE: ICMBio, 2013. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/PM_APA_Costa_dos_Corais_2013_JANEIRO.pdf. Acesso em: 15 mai. de 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Relatório do primeiro encontro da formação Jovens Protagonistas na Pesca da APA Costa dos Corais**, contendo relato das atividades realizadas e proposta pedagógica construída a partir da seleção de temas de interesse para realização de 10 módulos. Consultor Responsável: Leonardo da Silveira Rodrigues. 2019.

DIEGUES, A. C.; ARRUDA, R. do S. V. (org.). **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Rio de Janeiro: Artmed, 1994.

GATTO, D. B. Áreas protegidas na zona costeira do Brasil: uma revisão a partir das categorias de manejo. *In:* Souto, R. D. (org.). **Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas**: conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 78-108.

KRENAK, A. **O amanhã não está à venda**. São Paulo: Cia. das Letras, 2020.

KRETZMANN, C. G. **Multiculturalismo e diversidade cultural**: comunidades tradicionais e a proteção do patrimônio comum da humanidade. 2007. 150f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2007.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental com compromisso social: o desafio da superação das desigualdades. *In:* LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (org.). **Repensar a educação ambiental –** um olhar crítico. São Paulo: Cortez, 2009.

LITTLE, P. E. Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade. Brasília: Editora UnB, 2002. 32 p. (Serie Antropologia; 322)

LITTLE, P. E. Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade. **Anuário Antropológico**, *[S. l.]*, v. 28, n. 1, p. 251–290, 2018. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/anuarioantropologico/article/view/6871. Acesso em: 28 mai. 2021.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

NAZAREA, V. D. Local knowledge and memory in biodiversity conservation. **Annual Review of Anthropology**, v. 35, p. 317-335, 2006.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

QUINTAS, J. S. Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. *In:* LAYRARGUES, P. P. (coord.). **Identidades da educação brasileira**. Brasília: MMA, 2004. p. 113-140.

QUINTAS, J. S. Educação no processo de gestão ambiental pública: a construção do ato pedagógico. *In:* LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (org.). **Repensar a educação ambiental** – um olhar crítico. São Paulo: Cortez, 2009.

RODRIGUES, L. S. Promovendo Educação Ambiental por Meio das Inteligências Múltiplas: O Programa Verde Perto**.** Brasília. **Anais do IV Encontro Nacional da Anppas**, 2008.

RODRIGUES, L. S.; ANCIÃES, M. (org.). **Verde Perto Educação - Volume 1.** Manaus: Editora do INPA, 2015.

SAHLINS, M. **Ilhas de história**. Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1987.

SANTILLI, J. Áreas protegidas e direitos de povos e comunidades tradicionais. *In:* BENSUSAN, N.; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014. p. 398-435.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SOUZA, T. M. M.; SCELZA, G. C.; ACOSTA, R. K. Verde Perto: Educação Ambiental no Movimento Social de Base – Projeto Jovens como Protagonistas do Fortalecimento Comunitário na Resex do Baixo Juruá, Resex do Rio Jutaí e Flona de Tefé, AM. **Verde Perto Educação**. v. 1. Manaus: Editora do INPA, 2015.

UNESCO; UNEP. **Cultural diversity and biodiversity for sustainable development**. 2002. Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001322/132262e.pdf. Acesso em: 23 mai. 2021.

WEST, P.; IGOE, J.; BROCKINGTON, D. Parks and peoples: the social impact of protected areas. **Annual Review of Anthropology**, v. 35, p. 251-277, 2006.

IVIDES.org

25

DOI 10.5281/zenodo.6679063

MUNICIPALIZAÇÃO DA GESTÃO DE PRAIAS MARÍTIMAS BRASILEIRAS

Samanta da Costa Cristiano
Alessandra Pfuetzenreuter
Bruna de Ramos
Cláudio Schmitz
Francisco Arenhart da Veiga Lima
Gabriela Sardinha
João Luiz Nicolodi
José Maurício de Camargo
Leticia Origi Fischer
Mariana Paul de Souza Mattos
Marinez Eymael Garcia Scherer
Meyriane de Mira Teixeira
Monica Ferreira da Costa
Natalia Ramos Corraini
Rafael Kuster Gonçalves
Isabela Keren Gregorio Kerber
Vítor Alberto de Souza
Bárbara Viana da Silva

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO

A realidade das praias de muitos municípios costeiros, sobretudo, os mais urbanizados, não é aquela desejada, em termos de qualidade ambiental e urbana (ARAÚJO; COSTA, 2008; MAGAROTTO *et al.*, 2016). A reprodução das atuais formas de desenvolvimento turístico e de taxas de ocupação tende à degradação constante da paisagem costeira, que é um dos seus principais atrativos (CRISTIANO *et al.*, 2018a; 2020). Esta questão, recorrente nas praias brasileiras, é agravada pela ausência da gestão efetiva; pela falta de clareza nas atribuições e responsabilidades dos entes federativos e outros atores; assim como, pelas falhas na gestão e no planejamento urbano (SCHERER, 2013).

Embora a gestão costeira (à qual está vinculada à gestão de praias) seja um processo que visa a sustentabilidade a longo prazo, sua prática é financiada e dotada para ser executada em curto prazo, acompanhando a lógica da administração pública brasileira, atuando de forma reativa (OTTER; CAPOBIANCO, 2000), tornando o processo descontínuo e fadado ao fracasso. Além disso, é necessário coordenar as políticas públicas e as ações transversais integradas à gestão costeira e ao planejamento territorial, na tentativa de colaborar com maiores informações e maior racionalidade de valores e com a ciência das transformações da zona costeira (SANCHIZ *et al.*, 2012).

Umas das primeiras preocupações vinculadas à orla marítima brasileira é invocada na Constituição Federal de 1988, que trata a Zona Costeira como patrimônio nacional e suas praias marítimas, como bens da União (BRASIL, 1988a). Portanto, amparada na Constituição, a operacionalização da gestão da Orla Marítima no Brasil se deu pela criação de legislações específicas, tais como, a Lei Federal nº 7.661/88, que institui o ***Plano Nacional do Gerenciamento Costeiro*** (PNGC) (BRASIL, 1988b); e seu decreto regulamentador, Decreto Federal nº 5.300/2004 (BRASIL, 2004); que, dentre suas contribuições, institui as diretrizes para o planejamento e a gestão da orla marítima. Por meio deste arcabouço legislativo e das publicações seguintes, a gestão da orla marítima brasileira teve base jurídica para o desenvolvimento de instrumentos de apoio à gestão pública destes espaços, fato que se tornou fundamental, não apenas para instituir a gestão da orla no Brasil, mas também na judicialização de conflitos de uso na orla, buscando a qualificação do bem de uso comum do povo.

IVIDES.org

As políticas de gestão da zona costeira ressaltam o papel dos municípios em relação aos demais entes federativos, por maior propriedade e proximidade dos conflitos, somada à falta de efetivo da União para atender um litoral com milhares de quilômetros de extensão (CRISTIANO, 2018). O processo de transferência de gestão de praias marítimas aos municípios costeiros brasileiros iniciou entre 2015 e 2017, período entre a publicação da Lei Federal nº 13.240/2015 (BRASIL, 2015), que possibilita a transferência em questão; e a Portaria SPU nº 113/2017, que publica o modelo do ***Termo de Adesão à Gestão de Praias*** (TAGP). Desde então, a pactuação do TAGP pelos municípios vem ocorrendo paulatinamente. A avaliação e o monitoramento dessa transferência são etapas fundamentais para a análise do processo da prática da gestão (que assegure a função socioambiental dos espaços costeiros e marinhos), garantindo ainda, a melhoria contínua da gestão, com a elaboração (ou revisão) do ***Plano de Gestão Integrada*** (PGI), com auxílio da metodologia do ***Projeto Orla***. Tanto o TAGP como o Projeto Orla foram estruturados para contribuir, em escala nacional, à aplicação de diretrizes gerais de ordenamento de uso e ocupação nessa porção específica do território, que se constitui como relevante à sustentabilidade ambiental e econômica da zona costeira.

Embora a estrutura legal brasileira possua um arcabouço legislativo específico para a zona costeira (PORTZ, 2012), na prática, em grande parte do território, as ações não se dão de acordo com os princípios e as diretrizes estabelecidos (SCHERER *et al*., 2009). Ademais, a transferência da gestão de praias é facultativa aos municípios, não sendo ainda uma realidade para todos os municípios costeiros. A gestão costeira municipal é ainda incipiente, mas, sendo responsabilidade da administração municipal, disciplinar o uso e ocupação do solo urbano (conforme estabelece o Estatuto da Cidade; reside no gerenciamento costeiro, o apoio e o fortalecimento da gestão municipal, a fim de obter melhores decisões, inserir a participação dos cidadãos e promover a integração de outros planos e instrumentos urbanísticos e de gestão do patrimônio (LOUREIRO-FILHO, 2014), rumo a uma gestão mais efetiva da orla marítima

Observadas as problemáticas citadas, no que se refere à gestão da orla marítima brasileira e ao TAGP, este capítulo aborda os principais dados disponíveis sobre a transferência da gestão de praias aos municípios e sobre a existência de Planos de Gestão Integrada da Orla (PGI). Para contribuir na discussão desse debate, foi levantado o histórico desses instrumentos e verificada a atual conjuntura da gestão da orla marítima brasileira, contemplando a identificação das principais vantagens e desafios da municipalização, bem como a análise do nível de cumprimento dos municípios signatários às condicionantes do TAGP.

2 - DESENVOLVIMENTO

O papel da universidade, no aperfeiçoamento dos processos de gestão pública ambiental, por meio de contribuições de estudos e projetos, ideias e estratégias de ação; buscando integrar o conhecimento científico e os saberes locais é fundamental (MENEZES *et al*., 2016). Em busca da contribuição da Academia para qualificação da transferência de gestão da orla marítima, a Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União (SPU), firmou o ***Termo de Execução Descentralizada*** (TED n° 01/2018) com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O projeto intitulado ***Subsídios para avaliação da transferência da gestão das praias marítimas urbanas aos Municípios*** foi conduzido por pesquisadores dos laboratórios de pesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Essa parceria contribuiu para a Ação nº 7 do ***IV Plano de Ação Federal para a Zona Costeira***, PAF-ZC 2017-2019 (CIRM; GI-GERCO, 2017), com o desenvolvimento de pesquisa e a obtenção de dados, visando à qualificação e avaliação do processo de transferência da gestão das praias marítimas aos municípios costeiros que aderiram ao TAGP.

A Portaria MMA nº 34/2021 aprova a listagem atualizada dos 443 municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira (MMA, 2021). Deste total, 295 são defrontantes com o Oceano Atlântico, podendo ser contemplados pelo TAGP. No entanto, neste capítulo, serão analisadas apenas as **praias marítimas brasileiras**, inseridas nos 295 municípios defrontantes com o mar (Figura 1), conforme os dados disponibilizados no site do Núcleo de Gestão de Praias (NUGEP/SPU[1]).

[1]https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias/48-planilha-municipios-tagp-24-04-2021.pdf

IVIDES.org

As praias marítimas são definidas na Lei Federal nº 7.661/1988 (BRASIL, 1988b) e estão inseridas na orla, definida pelo Decreto nº 5.300/2004 (BRASIL, 2004), conforme apresentado no Quadro 1. Dessa forma, a praia (objeto do TAGP) inserida no espaço da orla (objeto do PGI) é abrangida por ambos os instrumentos, que se complementam e auxiliam no fortalecimento da municipalização da gestão desses espaços.

Figura 1 - Localização dos municípios defrontantes com o mar ao longo das quatro regiões litorâneas do país, ao longo de 17 estados. Elabordo pelos autores, a partir dos dados vetoriais de estados e municípios (IBGE) e da lista de municípios defrontantes com o mar (SPU) (2020).

IVIDES.org

Quadro 1 - Definição de praia e orla no contexto da legislação brasileira

Definição de praia *Lei Federal nº 7661/1988*	*"Art. 10. § 3º. Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema."*
Definição de orla *Decreto Federal nº 5.300/2004*	*"Art. 22. Orla marítima é a faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar.* *Art. 23. Os limites da orla marítima ficam estabelecidos de acordo com os seguintes critérios:* *I - marítimo: isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;* *II - terrestre: cinquenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos."*

Elaborado pelos autores, a partir das definições de Brasil (1988b; 2004).

A metodologia utilizada para a obtenção dos dados apresentados neste capítulo desenvolveu-se por meio da análise documental, contemplando normativas e demais documentos relacionados à gestão de praias no Brasil (como os produtos do TED supracitado), disponíveis nos sites oficiais dos principais órgãos que, até então, regeram a gestão da orla no país[2,3]. Vale destacar que inexiste uma plataforma oficial atualizada para acompanhamento e verificação do estágio de implementação do Projeto Orla nos municípios, tampouco, para o acompanhamento dos seus PGIs. Dessa forma, foram identificados os PGIs existentes no antigo site do MMA[4] e informações da situação da adesão dos municípios ao TAGP no site oficial do NUGEP/SPU[5]. Ademais, foram abordados os principais resultados de produtos resultantes da pesquisa desenvolvida no âmbito do TED, sobretudo daquele intitulado "Incentivos à assinatura do Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas (TAGP)" de Scherer *et al.* (2019)[6], com a síntese e discussão dos principais benefícios potenciais do TAGP.

As análises do processo de adesão ao TAGP foram realizadas até o ano de 2020 (31/12/2020) e dos PGIs anteriores ao ano da publicação do primeiro modelo do TAGP, ou seja, 2017. As variáveis recolhidas para análises quali-quantitativas foram: (i) municípios defrontantes com o mar (região e estado), (ii) solicitação da adesão ao TAGP (situação e data de deferimento), (iii) envio de relatórios anuais (municípios com TAGP) e, (iv) existência de PGI anterior ao TAGP (ano validado em consulta direta aos PGIs disponíveis). Além disso, foi verificada a existência de Unidades de Conservação Federais sobrepostas aos municípios e se suas praias estão parcialmente ou totalmente abrangidas pela UC. Para isso, utilizando-se de ferramenta em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), foram analisadas sobreposições entre arquivos vetoriais dos Limites das Unidades de Conservação Federais (atualizado em julho de 2019), disponibilizado no site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio[7]), e o arquivo dos Municípios defrontantes com o mar, criado com base lis-

[2] http://www.planalto.gov.br/

[3] https://www.marinha.mil.br/secirm/

[4] https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/fóruns-de-discussão/item/945-municípios-atendidos.html

[5] https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias

[6] https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2019/1-2-3-texto-de-incentivo-a-adesao-tagp_final-setembro2019.pdf

[7] https://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s

IVIDES.org

tagem dos 295 municípios com praias marítimas definidos pela SPU e a base vetorial de municípios brasileiros do IBGE. Cabe ressaltar que existe o recorte espacial desses municípios disponibilizado pelo IBGE[8], mas eles apresentam diferenças em comparação aos dados da planilha da SPU. Dessa forma, neste capítulo optou-se por utilizar a definição da SPU (295 municípios), pois é a instituição oficial no que tange à transferência da gestão de praias aos municípios, foco do estudo. Com tais análises foi possível verificar a existência e a incidência dos instrumentos de utilização das praias marítimas brasileiras, possibilitando uma síntese do panorama da gestão sobre o bem de uso comum do povo.

3 - HISTÓRICO DA MUNICIPALIZAÇÃO DA GESTÃO DE PRAIAS

Com a regulamentação da Lei de Gerenciamento Costeiro, Lei Federal nº 7.661/1988 (BRASIL, 1988b) e os instrumentos dela advindos, estabelecidos pelo Decreto Federal nº 5.300/2004 (BRASIL, 2004), concebeu-se um cenário jurídico específico para a gestão da orla marítima brasileira. Especificamente, em relação à escala municipal, a Constituição Federal de 1988, que instituiu o pacto federativo e determinou os campos de atuação dos entes, concedeu competência específica para os municípios para "[...] promoverem no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano." (art. 30, inciso VIII). No âmbito da gestão costeira, o ***Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II*** (PNGC II) instituiu a descentralização da gestão dos ambientes costeiros, observando que estados e municípios podem gerenciar suas demandas de uma melhor forma (CIRM, 1997). Ainda que incipiente, tais normativas já apontavam para os primeiros indícios de uma municipalização da gestão da orla no país, reconhecendo ainda, o papel dos estados e dos municípios, na gestão e no compartilhando das atribuições, que antes, eram consideradas exclusivas da esfera federal, reforçando o pacto federativo constitucional.

Com o PNGC II, as competências administrativas e normativas dos estados e dos municípios foram reorganizadas e houve a necessidade de reforçar o planejamento territorial, com a orientação para a elaboração de ***Planos Estaduais de Gerenciamento Costeiro*** (PEGC) e ***Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro*** (PMGC) (NICOLODI; GRUBER, 2020). Ainda que o arcabouço jurídico em questão tenha redistribuído competências e redefinindo conceitos, proporcionando embasamento e orientação para a gestão da zona costeira, o desenvolvimento e a aplicação dos PEGC e PMGC não acompanharam a dinâmica de uso e ocupação da zona costeira, na medida em que estes instrumentos apresentam baixa permeabilidade no conjunto de políticas territoriais dos 17 estados costeiros do Brasil (NICOLODI *et al.* 2018; 2021; SCHERER; ASMUS; GANDRA, 2018).

Se, por um lado, os PMGCs não consolidam a gestão municipal da orla marítima, reside no Projeto Orla, a possibilidade para que os municípios se apropriem da gestão desse espaço, o qual engloba a gestão de praias, de maneira responsável e efetiva. A gestão da orla marítima, instituída pelo Decreto Federal nº 5300/2004 (BRASIL, 2004) e direcionada pelo Projeto Orla, tem papel relevante no processo de ordenamento territorial participativo dos municípios costeiros. A metodologia proposta pelo Projeto Orla está fundamentada na ampla participação cidadã ao longo de todo o processo, desde a fase de elaboração do Plano de Gestão Integrada (PGI), seu plano norteador, até a fase de sua implementação. Sua elaboração e gradativa implementação ao longo do tempo é uma tentativa de integrar as distintas esferas da administração pública, a partir da aplicação de um método e fluxo de ações específicas e em escala compatível para a gestão deste espaço (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012). A aplicação de metodologias participativas possibilita a integração dos saberes populares locais com o conhecimento científico e técnico, possibilitando o compartilhamento de perspectivas éticas e de mundo; e o reconhecimento da relevância do diálogo entre as diferentes formas de conhecimento e necessidades de planejamento e gestão, nos espaços para a tomada de decisão (VERDEJO, 2006; VIEIRA *et al.*, 2010).

Mais recentemente, esforços da Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União (SPU), para a melhoria da gestão dos bens públicos em áreas litorais, foram expressos pela Lei nº 13.240/2015, que permite a transferência da gestão da orla marítima da União aos municípios, por meio da assinatura do Termo de Adesão à Gestão de Praias (TAGP). As Portarias SPU nº 113/2017 (SPU, 2017) e nº 44/2019 (SPU, 2019) regulamentam a Lei Federal em questão, posteriormente, ampliada pela Lei Federal nº 13.813/2019 (BRASIL, 2019d), possibilitando a aplicabilidade do TAGP também para as praias marítimas não urbanizadas. Assim, os municípios costeiros contam com a possibilidade de assumir a responsabilidade compartilhada com a SPU pela

[9] A SPU está atualmente vinculada ao Ministério da Economia, segundo o Decreto nº 9.679/2019 (BRASIL, 2019a).

IVIDES.org

gestão das praias marítimas do seu território, cabendo às Superintendências do Patrimônio da União competentes (SPU/UF) a verificação do cumprimento do referido termo, por meio da avaliação das ações e medidas previstas no PGI e cláusulas objetivas do referido termo.

A heterogeneidade gerencial, socioeconômica e ambiental dos municípios costeiros brasileiros resulta em distintas maneiras de assimilação desta nova responsabilidade sobre o território em sua interface com o mar. A análise do andamento deste processo é, portanto, complexa, visto que uma gama de informações precisa ser fornecida ao órgão estadual (SPU/UF), para que este avalie a qualidade da gestão das praias e sua evolução ao longo dos anos, permitindo ou não a continuidade da gestão municipalizada.

Existem diversos instrumentos, regulamentados no arcabouço legal, que subsidiam o gerenciamento costeiro no Brasil (Figura 2). As políticas e, consequentemente, seus instrumentos, buscam fornecer maior autonomia aos municípios na gestão de orlas e praias, com destaque aos PMGC, PGI e TAGP, sobretudo, os dois últimos, que interagem nas análises deste estudo.

Os Planos Municipais de Gerenciamento Costeiro (PMGC) sempre estiveram atrelados à política de gestão costeira do Brasil, como instrumento de cooperação e de ação voluntária. Na medida em que não concebem um instrumento obrigatório (como ocorre com os Planos de Saneamento, por exemplo) ou ainda, econômico incitativo, não houve grande adesão por parte dos municípios ao longo do tempo. Em Santa Catarina, por exemplo, essa implantação se deu de forma tímida e pouco efetiva (SCHERER; ASMUS; GANDRA, 2018). As razões para este baixo grau de implantação dos PMGC carecem de maior aprofundamento, mas perpassam pela falta de setores ou secretarias responsáveis pelo gerenciamento costeiro municipal; pela não obrigatoriedade e pela falta de incentivo econômico do instrumento; pelo baixo grau de prioridade dado ao planejamento estratégico com base territorial no país; bem como pela quantidade expressiva de instrumentos, que se sobrepõem aos territórios e sem uma integração prévia (NICOLODI; GRUBER, 2020).

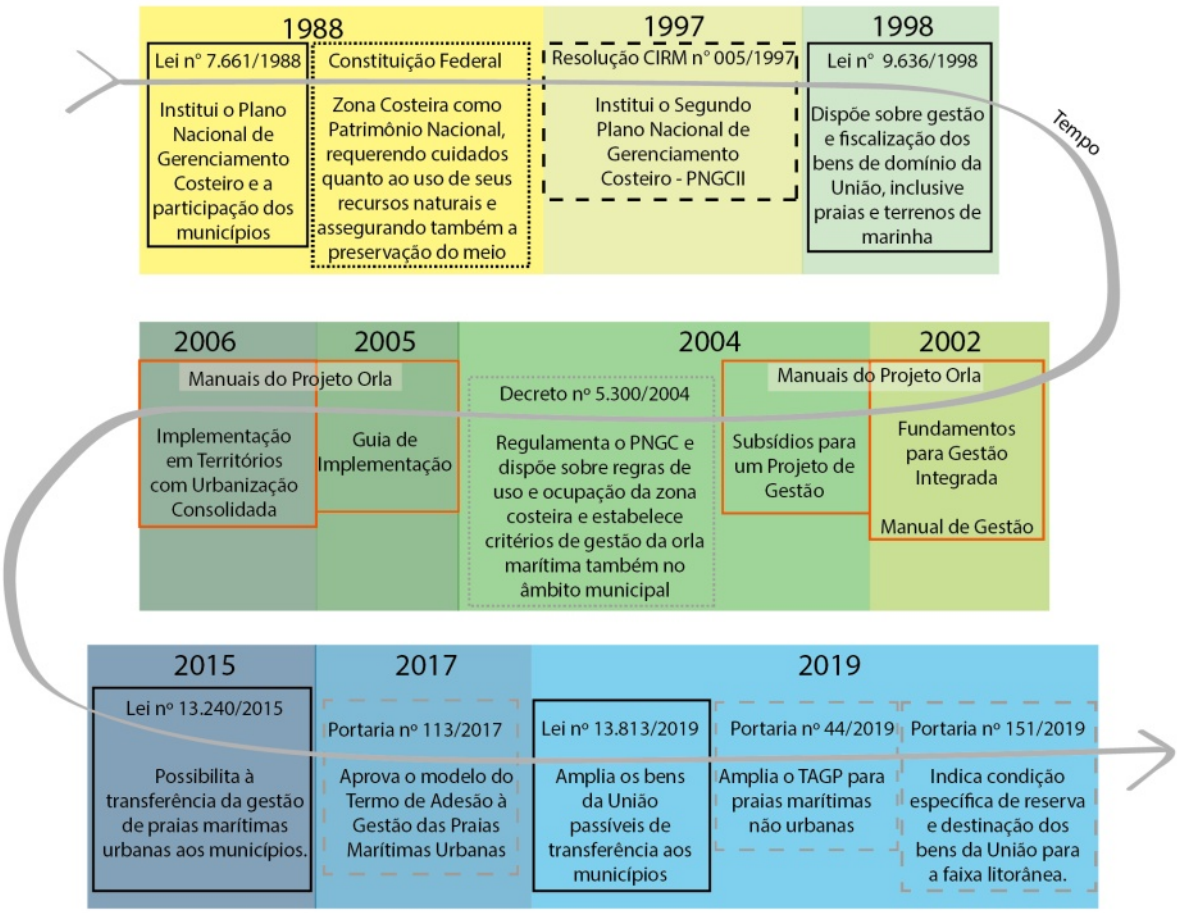


Figura 2 - Linha do tempo de algumas das principais normativas relacionadas à municipalização da gestão de praias no Brasil e dos manuais do Projeto Orla, os quais abordam a metodologia regulamentada em 2004. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Se os instrumentos da gestão costeira vêm sendo pouco aplicados a nível municipal (SCHERER; ASMUS; GANDRA, 2018), reside na gestão da orla marítima, uma esperança de apropriação por parte da administração pública municipal destes espaços. Primeiramente, pelo empenho do governo federal para que essa autonomia se efetive, expresso pela Lei nº 13.240/2015, que não apenas permite a transferência da gestão da orla, como também atrela a ela a execução obrigatória do Projeto Orla (BRASIL, 2015). Depois, porque, considerando o baixo efetivo nas prefeituras municipais e a falta de uma estrutura adequada para suportar o gerenciamento costeiro, é possível que os esforços para a articulação de diversas secretarias para a gestão da orla em nível municipal, respaldados pelo suporte técnico do NUGEP/SPU, e amparados em um aumento de receita, possam vir a viabilizar e efetivar a gestão da orla nos municípios.

Se apoiados em base científica, técnica e financeira, bem como na participação cidadã, a efetivação do Projeto Orla e a assinatura dos TAGPs pode ainda servir de suporte, em termos de prática cotidiana da gestão da orla marítima, para amparar futuramente a execução e viabilização dos PMGC, considerando que a experiência e os benefícios com a gestão da zona costeira (em escala local) possam encorajar a gestão da zona costeira como um todo.

Além da necessidade do apoio supracitado, a efetivação dos instrumentos de gestão da zona costeira atravessa a necessidade de estruturação da participação cidadã nas tomadas de decisão. Isto, porque os instrumentos de planejamento territorial influenciam diretamente a vida da população e o seu cumprimento depende do conhecimento e de sua aproximação com os cidadãos.

Assim sendo, é de extrema importância a participação da comunidade durante todo o processo de gestão territorial, colocando-se em evidência sua capacidade auto-organizadora, suprindo as necessidades materiais e intangíveis, fortalecendo o controle da gestão do ambiente natural e seus serviços coletivos (SEIXAS, 2005; VIEIRA, 2011). Nesse sentido, destaca-se a importância do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) e do Projeto Ministério Público Federal pelo Gerenciamento Costeiro (MPF-GERCO), nos processos de criação de instrumentos do gerenciamento costeiro nacional e na fiscalização da participação cidadã, atuantes em conselhos deliberativos, com representação do interesse da sociedade, legalidade das atividades de uso para a sustentabilidade e garantia da função socioambiental da zona costeira.

Portanto, a gestão da orla marítima, sendo parte da gestão da zona costeira no Brasil, tem se estruturado na prática, por meio de dois instrumentos: o Projeto Orla e o TAGP. Estes instrumentos são apresentados abaixo:

4.1 - PROJETO ORLA

Como uma forma de responder às demandas de ordenamento do uso e da ocupação da orla marítima nacional, o governo federal promoveu, a partir de 2001, o Projeto Orla, com intuito de compatibilizar as políticas ambiental, urbana e patrimonial, por meio da gestão costeira integrada no âmbito municipal, buscando o fortalecimento da capacidade de atuação dos diferentes atores do setor público e privado, mediante uma gestão integrada e participativa (MARRONI; ASMUS, 2005). O Projeto Orla introduz uma ação sistemática de planejamento local, visando a gestão compartilhada da orla marítima e estuarina, incorporando normas ambientais e urbanas na política de regulamentação deste espaço, como um processo inclusivo de alocação de recursos e tomada de decisões. Trata-se, portanto, de uma política estratégica que contribui para qualificar a tomada de decisão local, a fim de cumprir a função socioambiental e de proteção da orla marítima.

O Projeto Orla foi desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e pela Secretaria de Patrimônio da União (SPU), que compõem a Coordenação Nacional do Projeto Orla; a qual, atualmente, também contempla o Ministério do Turismo (MTur). Toda a articulação política e institucional do Projeto Orla foi desenvolvida no âmbito do antigo Grupo de Integração para o Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO), no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), a partir da efetivação de estudos-piloto para sua implementação e posterior publicação do Decreto Federal nº 5.300, em 2004. Cabe ressaltar que a composição do GI-GERCO foi extinta pelo Decreto nº 9.759/2019 (BRASIL, 2019b) e que o mesmo foi reafirmado como um grupo técnico de assessoramento da CIRM, em caráter temporário e com duração de um ano (SECIRM, 2019; MB, 2019). No entanto, apesar da alteração da composição do GI-GERCO pelas normativas recentes, este grupo de integração e apoio ao gerenciamento costeiro é formalmente instituído no PNGC (CIRM, 1997).

IVIDES.org

No segundo Plano de Ação Federal da Zona Costeira (PAF-ZC), publicado em 2005, o Projeto Orla foi inserido como uma de suas ações, a serem fomentadas e executadas (CIRM; GI-GERCO, 2005). O PAF-ZC é um instrumento previsto no Decreto nº 5.300/2004 e é desenvolvido pelo GI-GERCO, visando o planejamento de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes na zona costeira, buscando as responsabilidades compartilhadas e estabelecendo o referencial acerca da atuação da União nas zonas litorâneas (BRASIL, 2004). Nos PAF-ZC posteriores, III PAF-ZC 2015-2016 (CIRM; GI-GERCO, 2015) e IV PAF-ZC 2017-2019 (CIRM; GI-GERCO, 2017), o Projeto Orla sempre foi contemplado com ações de fortalecimento, ressaltando-se que, desde 2020, não existe PAF-ZC vigente (SCHERER; NICOLODI, 2021). Também não existe previsão de um novo PAF-ZC; uma vez que, desde janeiro de 2021, o GI-GERCO foi desarticulado.

O mais importante instrumento de planejamento para a implantação do Projeto Orla nos municípios é o Plano de Gestão Integrada (PGI), produto da metodologia do Projeto Orla. Para desenvolver um PGI, há uma extensa bibliografia específica, produzida exclusivamente para o Projeto Orla, a qual traz em seu intento orientações de cunho conceitual, metodológico e de fluxo de processos, disponíveis nos sites oficiais relacionados (SCHERER *et al*., 2019).

É através do PGI que o município define suas ações, permitindo ainda, um melhor conhecimento do seu território. O Art. 35 do Decreto nº 5.300/2004 define ainda, a necessidade de compatibilização entre as zonas do PGI com as propostas pelo Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC) (BRASIL, 2004), possibilitando que as diretrizes relativas às zonas do ZEEC possam orientar ações específicas estabelecidas no PGI. Importante ressaltar que os instrumentos, embora complementares, têm objetivos e escalas distintas, sendo igualmente importantes. O equívoco de escala é parte da explicação dos desafios de sustentabilidade que as sociedades enfrentaram ao longo da história; e em um mundo cada vez mais reconhecido como multinível, as soluções também devem sê-lo (CASH *et al*., 2006). Dessa forma, o Projeto Orla pode ser entendido como uma solução multinível, pois visa a implementação de uma política pública nacional a ser construída de forma integrada com outros entes federados e com a sociedade civil. Um dos preceitos desta iniciativa é a busca pela articulação entre ações de ordenamento dessa porção do território, conduzindo a ações e diretrizes efetivas que visem o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental e patrimonial, considerando aspectos de ocupação urbana, atividades turísticas e de lazer, entre outras.

O método para a elaboração do PGI está baseado na participação cidadã para a definição das linhas de ação, explorando fundamentos de avaliação paisagística (classificação de cenários), de dinâmicas física e natural da orla, de uso e ocupação do litoral (caracterização socioambiental), visando a planificação de cenários desejados. Estes cenários poderão ser alcançados, a partir do ordenamento do uso do solo, da execução de ações para garantir a função socioambiental da orla, bem como da prática de políticas públicas adequadas, construídas com o envolvimento dos atores, em resposta aos problemas e às demandas, considerando as oportunidades atuais, para que sejam efetivas (OLIVEIRA; NICOLODI, 2012). O PGI pode contribuir no estabelecimento de convênios entre as prefeituras, universidades e institutos de pesquisa, nas diversas etapas do processo (como, por exemplo, no âmbito da caracterização socioambiental e de ferramentas para avaliação e monitoramento da gestão da orla marítima).

No caso de municípios e/ou praias inseridos parcialmente, ou na sua totalidade, em Unidades de Conservação (UC), sejam elas privadas, municipais, estaduais e/ou federais; a implementação do Projeto Orla poderá reforçar as metas e ações propostas nos respectivos planos de manejo, ainda que as áreas inseridas em UCs federais **não** sejam transferidas à gestão municipal, pode-se prever o compartilhamento de recursos (humanos, financeiros e infraestrutura) e potencializar resultados no plano de manejo, alinhados à transversalidade da gestão costeira (SCHERER *et al.*, 2019; 2020).

A operacionalização do Projeto Orla, com a elaboração do PGI, parte do pressuposto da compreensão da orla como um espaço que é patrimônio da União, configurado por atividades e usos diversificados, sujeito a uma série de conflitos socioambientais e econômicos, resultantes do seu processo de uso e ocupação e da multiplicidade de instituições envolvidas na gestão e administração pública. Para orientação dos gestores, o governo federal publicou um conjunto de manuais que vêm sendo utilizado desde o início dos anos 2000, não apenas na elaboração de PGI, sua função primordial, mas também por outros setores da sociedade, como a Academia e as instituições da sociedade civil (SCHERER *et al*., 2019). Assim, tais manuais se tornaram referência na temática da gestão da Orla no Brasil, sendo norteadores de propostas de ordenamento territorial em zonas costeiras. Porém, com as mudanças conceituais e de normas regulamentares, impostas, principalmente, pelo TAGP, os mesmos devem ser aprimorados, conforme preconizado no Decreto nº 5300/2004 (BRASIL, 2004).

IVIDES.org

4.2 – TERMO DE ADESÃO À GESTÃO DE PRAIAS (TAGP)

Por meio da Lei Federal nº 13.240/2015, a SPU ficou autorizada a transferir a responsabilidade da gestão de praias urbanas brasileiras aos municípios litorâneos através da assinatura do Termo de Adesão à Gestão de Praias (TAGP), sem, no entanto, transferir a titularidade (BRASIL, 2015). Esta transferência pauta-se nas competências constitucionais, comuns aos entes Federados, nas diretrizes gerais de descentralização previstas no Decreto-Lei nº 200/1967 e, mais especificamente, na Lei nº 9.636/1988, que atribui a todas as esferas do poder executivo a obrigação de "zelar pela manutenção das áreas de preservação ambiental" (Art. 11, §4º, BRASIL, 1998c), bem como na constituição que estabelece o Brasil enquanto República Federativa.

A Portaria SPU nº 113/2017 (SPU, 2017) regulamentou a Lei Federal nº 13.240/2015, com a aprovação do modelo do TAGP. Posteriormente, tal lei foi alterada pela Lei nº 13.813/2019 (BRASIL, 2019d), que ampliou as áreas da União passíveis de transferência à gestão municipal para as praias marítimas não urbanas, modificando o TAGP através da Portaria SPU nº 44/2019 (SPU, 2019). Além disso, a Lei n° 13.813/2019 possibilita que orlas e praias estuarinas, lacustres e fluviais federais, inclusive as áreas de uso comum com exploração econômica (tais como, os calçadões, as praças e os parques públicos) sejam passíveis da transferência da gestão, aumentando ainda mais o número de municípios que podem passar a gerir as suas praias. No entanto, até 2021, ainda não havia sido regulamentado o termo para a transferência da gestão das novas tipologias de praias incluídas pela Lei nº 13.813/2019, sendo que as tratativas para tal finalidade ainda estão em fase de desenvolvimento.

A possibilidade da transferência da gestão de praias marítimas aos municípios costeiros é, portanto, uma alternativa para que os municípios passem a gerir as permissões e cessões de uso das praias, recebendo como contrapartida, as taxas patrimoniais delas provenientes, ampliando sua receita. Além disso, trata-se de uma tentativa de equalizar a gestão territorial entre os órgãos competentes, na medida em que o município se torna responsável por fiscalizar as áreas objeto do TAGP, buscando respostas mais rápidas e adequadas aos problemas locais, potencializando as oportunidades e reduzindo os danos ambientais (SCHERER *et al.*, 2019; 2020).

Este arranjo proporciona ao município a possibilidade de maior autonomia em seu território, amparado pelos órgãos federais e estaduais, abrindo espaço para a prática da gestão de praias que integre os aspectos relevantes da orla marítima, agregando segurança jurídica e fiscalização constantes. A possibilidade de transferência da gestão das praias aos municípios vem, ao mesmo tempo, cobrir uma lacuna e resolver uma sobreposição de competências, que resulta em dificuldades na fiscalização e no ordenamento territorial. Ainda, preenche um vazio administrativo que depende de responsabilidade compartilhada entre a União, Estado e Municípios; que, muitas vezes, não interagem (SCHERER *et al*., 2019; 2020).

Ao escolher aderir ao TAGP, o município pactua automaticamente ao Projeto Orla, se comprometendo com a elaboração (ou revisão) do Plano de Gestão Integrada da Orla (PGI), além da sua implementação, com a formação e atuação do Comitê Gestor da Orla Municipal. O Comitê Gestor Municipal configura um núcleo de discussão e deliberação sobre a orla, que deve ser paritário e realizar pelo menos três reuniões anuais, visando o acompanhamento da implementação do PGI, dentre outras atividades a serem definidas em regimento próprio.

A implementação do Projeto Orla, no âmbito da transferência da gestão de praias via TAGP, poderá trazer uma maior relevância a este importante instrumento de gestão para a esfera municipal. Tendo sua ênfase na gestão territorial, para que ele possa ser exequível, é necessário compatibilizar o PGI aos demais instrumentos de ordenamento territorial vigentes, com destaque para a legislação urbanística, tais como o Plano Diretor Municipal, a Lei de Uso e Ocupação do Solo e Ambiental, assim como, o ZEEC. Embora estes instrumentos possam ser elaborados e implementados em distintas escalas geográficas (e administrativas), é possível apontar conexões entre suas diretrizes e ações, maximizando a efetivação do conjunto de mecanismos que norteiam as políticas públicas municipais.

É importante ressaltar que a implementação do Projeto Orla no município pode ter início sem que haja, necessariamente, a assinatura do TAGP. Neste caso, a adesão deve se dar por intermédio do Órgão Estadual de Meio Ambiente (OEMA) e das Superintendências Regionais da SPU (SPU/UF), nas respectivas unidades da federação (UF).

A adesão ao TAGP aborda também a operação de um novo nível de gestão local, com foco na implementação do PGI, o Comitê Gestor da Orla; que deve ter suas atas encaminhadas juntamente com os relatórios de implementação do PGI. E ainda, com o TAGP, é criada a figura do Gestor Municipal de Utilização de Praias, agente

IVIDES.org

público responsável pela interlocução entre o Município e a SPU/UF (e a quem caberá dar cumprimento ao TAGP). Assim, o município dá um passo importante no sentido da autogestão mais eficiente e do atendimento às exigências que elevam a qualidade socioambiental, mediante a melhoria nos ambientes das instituições públicas e privadas, da participação da sociedade organizada e de negócios. Portanto, a municipalidade assume um compromisso com a qualificação da gestão de praias, o que implica em maior responsabilidade pela gerência de sua orla, considerando a fragilidade e a potencialidade dos ambientes naturais, os aspectos urbanísticos e o bem-estar social, em meio ao desenvolvimento econômico, inclusive, àquele relacionado ao turismo (SCHERER *et al.*, 2019; 2020).

Com o TAGP, o município alcança meios para realizar uma gestão de praias mais eficiente, seguindo tendências globais, como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial, o ODS 14 "Vida na água" – "". Além desse ODS específico para os oceanos e áreas costeiras, que, como parte da Agenda 2030, configura um passo importante para alcançar um nível mais abrangente de gestão e planejamento, motivando o desenvolvimento de comunidades costeiras sustentáveis e mais resilientes (SOUTO; BATALHÃO, 2020); com o TAGP, também podem ser melhorados aspectos de outros âmbitos, como os relacionados ao:

- **ODS 3** - Saúde e bem-estar: assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades;
- **ODS 11** - Cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis,
- **ODS 13** - Ação contra a mudança global do clima: tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;
- **ODS 15** - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade;
- **ODS 16** - Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis; e
- **ODS 17** - Parcerias e meios de implementação: fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável[10].

Devido à extensão da costa brasileira e ao número de interessados potencialmente envolvidos, a transferência da gestão das praias da esfera federal à municipal é considerada por Scherer *et al.* (2020) uma das maiores e mais importantes iniciativas de gestão costeira da América do Sul e, talvez, no mundo. Seus mecanismos de avaliação, monitoramento e adaptação também estão sendo construídos ainda nos estágios iniciais de sua implementação. Essas ações devem resultar em melhoria da comunicação, na eficiência de sua implantação e, em linhas gerais, nos resultados esperados. A tendência é que mais municípios costeiros assinem o TAGP no futuro.

Os municípios brasileiros estão tendo a oportunidade de se tornarem mais autônomos para a qualificação da gestão de suas praias. A capacidade de realizar uma gestão adequada depende intrinsecamente da capacidade instalada dos municípios, pois alguns não possuem corpo técnico qualificado, infraestrutura política e/ ou física ou, ainda, recursos financeiros para executar esta tarefa. No entanto, um modelo alternativo está posto e se encontra disponível para permitir a apropriação de suas melhores práticas e a correção de possíveis fragilidades. Com a realização de um primeiro ciclo de implantação (pelos municípios signatários do termo em 2017), a expectativa é que grande parte das praias brasileiras passe por uma nova e mais sustentável forma de gestão (SCHERER *et al.*, 2020).

Scherer *et al.* (2019; 2020) detalham os potenciais da adesão ao TAGP de acordo com seus diferentes ambientes de influência:

[9] https://odsbrasil.gov.br/

IVIDES.org

- **AMBIENTAL**: A adesão ao TAGP pode vir a confirmar e fortalecer uma decisão municipal de conservar o ambiente marinho e costeiro local, que vise promover maior bem-estar social e ambiental, na medida em que prevê planejamento e ordenamento territorial, mediação de conflitos de uso de recursos; e garantindo maior cumprimento das leis ambientais correspondentes, por meio de instrumentos, como o zoneamento e a fiscalização ativa;
- **SOCIAL**: Alguns dos potenciais benefícios sociais advindos da adesão e do cumprimento do TAGP são a possibilidade de incentivos a negócios, de atração de investidores, de minimização e melhor gestão de conflitos na faixa de praia, de inserção de novas tecnologias sociais (como programas de voluntariado, cooperativas nas áreas de turismo, observatórios) e de fortalecimento dos conselhos municipais[11], entre outros. Com a adesão e cumprimento do TAGP, pode-se fortalecer a participação cidadã, com o estreitamento das relações entre a sociedade civil e o poder público; e favorecer políticas públicas mais efetivas, bem como o cumprimento das normas legais;
- **ECONÔMICO**: A transferência das receitas auferidas com os usos autorizados na praia, bem como aquelas advindas das sanções aplicadas[12], faz com que o município passe a ter a autonomia na gestão das respectivas receitas, desburocratizando as autorizações, levando à melhoria na cadeia produtiva e consequente aumento da arrecadação municipal. O TAGP também permite ao município realizar ou contratar obras necessárias à melhoria da infraestrutura urbana, de lazer, turística ou de interesse social. A autorização da SPU apenas deve ser solicitada, caso as obras previstas modifiquem permanentemente as áreas objeto do TAGP[13]. No entanto, esse fator não exime a necessidade do requerimento das demais licenças à realização das obras;
- **INSTITUCIONAL**: Chama-se a atenção para a oportunidade de integração com a atuação das esferas estadual[14] e federal, numa responsabilidade compartilhada pela gestão da orla marítima (SCHERER *et al*., 2020). O Art. 37 do Decreto nº 5.300/2004 define que "Compete ao Ministério do Meio Ambiente, em articulação com o Ministério do Turismo, o Instituto Brasileiro de Turismo - EMBRATUR e a Secretaria do Patrimônio da União, desenvolver, atualizar e divulgar o roteiro para elaboração do Plano de Intervenção da Orla Marítima". Sendo o PGI e suas atualizações periódicas obrigatórias aos municípios signatários do TAGP, consequentemente, eles também estarão sujeitos aos artigos em questão. A gestão compartilhada também está contemplada no TAGP e suas cláusulas 3ª, 4ª e 5ª dedicam-se às responsabilidades atribuídas ao município, à SPU nacional e estadual, respectivamente, incluindo, não apenas cumprimentos burocráticos, como também a assessoria técnica apta a orientar a elaboração (ou atualização) do PGI.

Além desses ambientes de influência, a adequada gestão de praias, dentro dos preceitos do TAGP, pode facilitar o alcance de certificação na área abrangida. As certificações de praias conferem diferencial ao município, atestando uma gestão responsável e ordenada, sendo um bom atrativo para os usuários das praias, em especial, a classe turística. Questões como a gestão de resíduos sólidos, os cuidados com a balneabilidade, o ordenamento do comércio, as atividades de conscientização ambiental, a existência de canais de comunicação e a disponibilização de equipamentos de segurança e bem-estar do banhista são requisitos dos sistemas de certificação disponíveis mundialmente (inclusive, na Bandeira Azul). Alguns selos conferem credibilidade e reconhecimento a usuários individuais ou institucionais, a partir de comparações com referenciais conhecidos por eles anteriormente. Assim, aumentam a confiança de investimento em um ambiente minimamente seguro, preservado e produtivo (SCHERER *et al.*, 2020).

Conforme Marchese *et al.* (2021), apesar da aplicação contínua dos esquemas de classificação, que, em sua maioria, não eram adaptados aos desafios enfrentados pelas praias; ainda são uma opção viável para reforçar e validar a gestão costeira integrada. Consequentemente, a gestão deve ser reinstaurada, a partir de uma nova abordagem epistemológica, mais ampla e complexa do que o reducionismo e o positivismo, uma vez que essas abordagens limitam o escopo das ciências naturais e jurídicas. O Brasil possui diversas praias aptas e adaptadas

[11] TAGP, CLÁUSULAS SÉTIMA (Inciso II), OITAVA e NONA.

[12] TAGP, CLÁUSULA SÉTIMA, § 2º.

[13] TAGP, CLÁUSULA OITAVA.

[14] TAGP, CLÁUSULA QUINTA, Inciso VI.

IVIDES.org

para a implementação do turismo sustentável como principal ativo socioeconômico. Marchese *et al.* (2021) concluem que, se o Projeto Orla for devidamente ajustado, de modo a incluir efetivamente ferramentas de gestão de praias (como as certificações), não haverá dúvidas quanto à sua fundamental importância para o bem-estar de brasileiros e turistas.

No âmbito do turismo, destaca-se outra ferramenta – a Portaria Interministerial nº 151, de 10 de abril de 2019 (que envolve o Ministério da Economia e o Ministério do Turismo), que estabelece a gestão compartilhada das áreas turísticas de domínio da União (ME; MTur, 2019). Esta portaria tem como objetivo o desenvolvimento de ações conjuntas para a regularização e utilização das áreas com potencial turístico, visando atrair investimento e qualificar o turismo no país. Neste instrumento, são citados aspectos específicos às faixas litorâneas, com menção ao Decreto nº 5300/2004 (BRASIL, 2004). No caso do litoral atlântico brasileiro, o PGI é requisito para a identificação e delimitação das áreas com potencial para o desenvolvimento do turismo, destacando sua relação com o TAGP, o qual condiciona a gestão municipalizada das praias ao desenvolvimento do mesmo instrumento, fortalecendo e potencializando seu alcance, para apoiar o desenvolvimento socioeconômico mais sustentável da orla brasileira. O turismo, que fomenta a economia da maioria das cidades litorâneas do país, também é ressaltado no contexto do eixo econômico da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031 (EFD 2020-2031), anexo do Decreto Federal nº 10.531/2020 (BRASIL, 2020). Tal eixo está alinhado à perspectiva do TAGP para o aproveitamento das potencialidades regionais e no desafio de promover o desenvolvimento sustentável.

5 - SITUAÇÃO ATUAL DA MUNICIPALIZAÇÃO DA GESTÃO DE PRAIAS

Dos 295 municípios defrontantes com o mar, 118 (40%) municípios fizeram a solicitação ao TAGP; destes, 72 (61%) assumiram a gestão de suas praias marítimas até a data dos dados analisados (31/12/2020) (Tabela 1), somando mais de 24% dos municípios litorâneos com TAGP vigente. No entanto, em detalhe, 18 municípios tiveram seus pedidos indeferidos pela SPU, 15 estão em análise técnica, 10 foram cancelados, 1 revogado e 2 estão aguardando o requerente, por diferentes motivações. Destaca-se que o Sudeste teve a maior porcentagem de solicitações, com 32 (56,1%) pedidos dos municípios defrontantes com o mar dessa região, no entanto, o Sul obteve maior porcentagem de deferimentos, com 85,7% das solicitações dos municípios defrontantes com o mar dessa região – 24 deferimentos de 28 pedidos, ainda com dois em análise e dois indeferimentos. No Nordeste se tem municípios em diferentes situações dos requerimentos, com 56 solicitações efetuadas, apenas 26 (46,4%) obtiveram deferimento, e na região há o único pedido revogado do país, conforme pode ser verificado na Tabela 1. Da região Norte, as duas solicitações de adesão foram indeferidas.

Tabela 1 - Situação dos requerimentos para celebração do TAGP, entre julho de 2017 e dezembro de 2020, nas regiões costeiras brasileiras. Números absolutos e percentuais dos municípios defrontantes com o mar que solicitaram o TAGP e, destas solicitações, o encaminhamento dado pela SPU, como: deferido, indeferido, em análise técnica; cancelado; revogado ou aguardando o requerente

Regiões	Municípios defrontantes com o mar (n)	Solicitação - n (% municípios)	Deferido - n (% solicitações)	Indeferido - n (% solicitações)	Em análise - n (% solicitações)	Cancelado - n (% solicitações)	Revogado - n (% solicitações)	Aguardando o requerente - n (% solicitações)
N	22	2 (9,1%)	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
NE	164	56 (34,1%)	26 (46,4%)	14 (25%)	7 (12,5%)	6 (10,7%)	1 (1,8%)	2 (3,6%)
SE	57	32 (56,1%)	22 (68,8%)	0 (0%)	6 (18,8%)	4 (12,5%)	0 (0%)	0 (0%)
S	52	28 (53,8%)	24 (85,7%)	2 (7,1%)	2 (7,1%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	295	**118 (40%)**	**72 (61%)**	18 (15,3%)	15 (12,7%)	10 (8,5%)	1 (0,8%)	2 (1,7%)

Elaborado pelos autores, a partir dos dados de NUGEP (2020).

IVIDES.org

Cabe ressaltar que existem exceções ao TAGP atual, tais como: os corpos d'água, mar, rios e estuários; as áreas consideradas essenciais para a estratégia de defesa nacional; as áreas reservadas à utilização de órgãos e entidades federais; as áreas destinadas à exploração de serviço público de competência da União; e as áreas situadas em unidades de conservação (UCs) federais[15]. Ainda assim, no caso de praias situadas no interior de UCs federais, é possível a aplicação da metodologia do Projeto Orla, desde que, compatibilizando com os diferentes instrumentos de gestão local (e.g. planos de manejo).

Já existe uma articulação iniciada pela Lei nº 13.813/2019 (BRASIL, 2019d), com alteração do Art. 14, da Lei nº 13.240/2015 (BRASIL, 2015), que possibilitou a transferência da gestão das praias aos municípios, incluindo a transferência da gestão das orlas e praias estuarinas, lacustres e fluviais federais, inclusive as áreas de bens de uso comum com exploração econômica (tais como, os calçadões, as praças e os parques públicos), mantendo as exceções já presentes na Lei nº 13.240/2015. Entretanto, ainda há necessidade de adaptação do atual TAGP (voltado apenas as praias marítimas urbanas e não urbanas), bem como de alguns aspectos da metodologia do Projeto Orla para ambientes estuarinos, fluviais e lacustres.

Atualmente, cerca de 42 municípios defrontantes com o mar têm suas praias totalmente inseridas em UCs Federais Regiões: Norte (n=6), Nordeste (n=29), Sudeste (m=2), Sul (n=5), ou seja, não são passíveis à municipalização da gestão de suas praias. Destes, 22 municípios estão inseridos em Áreas de Proteção Ambiental (APAs), que detêm características de proteção voltadas ao uso sustentável (BRASIL, 2000). No entanto, o processo de implantação e funcionamento das APAs envolve uma série de desafios, advindos de aspectos políticos e socioambientais, que retratam contextos históricos específicos, aliados às políticas ambientais que serviram como pano de fundo (GONÇALVES; BRANQUINHO; FELZENSZWALB, 2011). Por exemplo, o Estado do Piauí tem suas praias marítimas totalmente inseridas na APA do Delta do Parnaíba (Figura 3) e, por isso, estão entre as exceções da transferência. No entanto, podem fazer seus PGIs com a metodologia do Projeto Orla, como observado nos municípios de Luís Corrêa e Parnaíba, que possuem tais planos datados de 2002, mas que tiveram suas solicitações ao TAGP indeferidas. Nesse sentido, observa-se como potencial a possibilidade de transferência no caso de praias inseridas em UCs federais da categoria APA, uma vez que a gestão é menos restritiva que UCs da categoria proteção integral e pode vir a contribuir com a implementação e consolidação dos espaços protegidos.

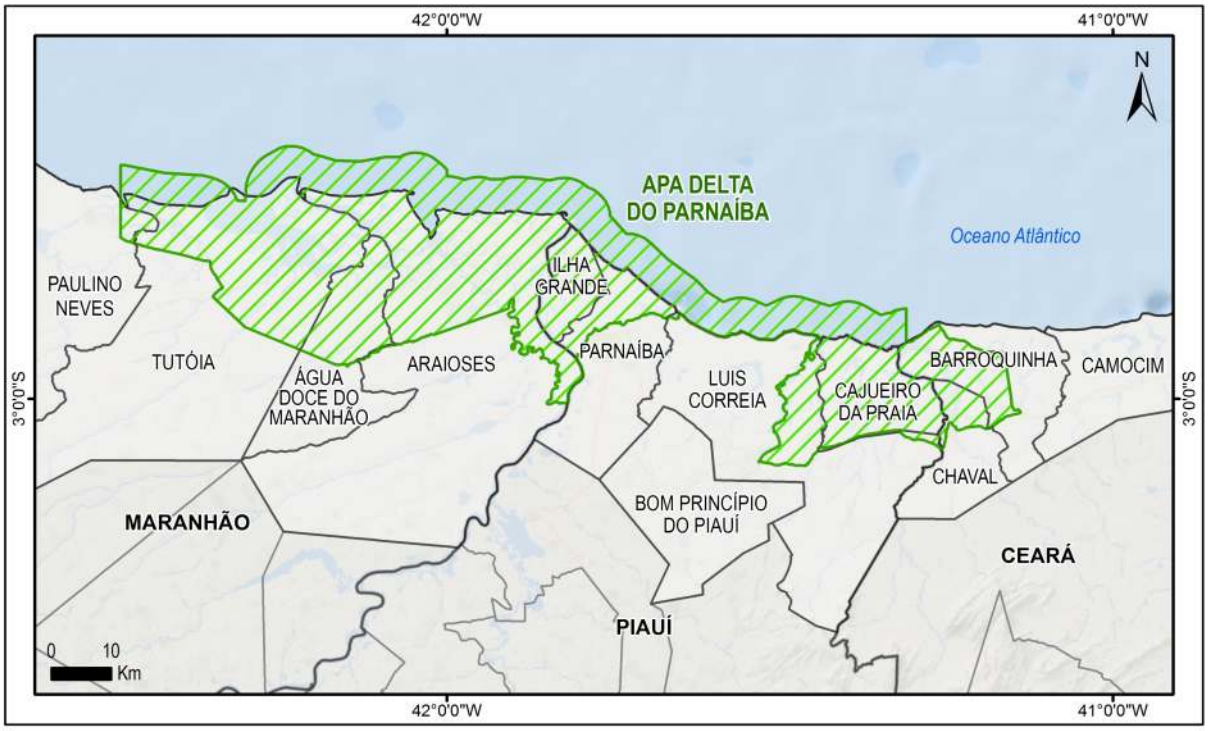


Figura 3 - Municípios costeiros do Estado do Piauí com suas praias inseridas em Unidade de Conservação Federal e, por isso, sem possibilidade de transferência da gestão. Elaborado pelos autores, a partir dos dados vetoriais de estados e municípios (IBGE) e de UCs Federais (ICMBio).

[15] CLÁUSULA PRIMEIRA §2º - TAGP

IVIDES.org

No que diz respeito à adesão ao TAGP, ocorreu um maior número de celebrações em um primeiro momento, logo após sua instituição, mas que se reduziu nos anos consecutivos. Em um panorama geral, pode-se verificar que o ano de 2017, quando publicado o modelo do TAGP, foi o ano de maior adesão de municípios (40%), decaindo ao longo dos anos seguintes (Figura 4). A mudança na taxa de adesão municipal à gestão de praias pode ser justificada com diferentes hipóteses: desde a influência positiva da publicização da portaria até a inobservância de benefícios claros aos municípios. No trabalho de Scherer *et al.* (2020), os dados de solicitação à transferência da gestão de praias são apresentados em detalhe mensal, assim como, a situação de deferimento à adesão (recorte 2017 - dez/2019).

O segundo instrumento analisado, o PGI, é construído por meio da metodologia participativa do Projeto Orla, que possui aproximadamente 20 anos de existência, além de ser condicionante ao TAGP. Foram contabilizados a partir dos dados analisados nesse estudo, a existência de 68 PGIs anteriores ao TAGP (até 2017). Quanto ao histórico de adesão ao Projeto Orla, não há dados temporais consolidados; mas, com base nos PGIs levantados nesse estudo, são observadas publicações, sobretudo na primeira década dos anos 2000. Quase 50% dos PGIs anteriores ao TAGP foram publicados em 2004, quando houve um grande esforço, por meio de Convênios de Cooperação Técnica entre MMA, SPU e Municípios. As datas dos PGIs anteriores e demais dados levantados referentes ao TAGP dos municípios e existência e UCs estão disponibilizados no Apêndice I.

Ainda na Figura 4, são apresentados os números de deferimentos do TAGP aos municípios por ano, desde a sua publicação (julho de 2017) até o final de 2020 e, adicionalmente, o número de municípios com a existência anterior de Plano de Gestão Integrada da Orla (PGI). Mais de 40% dos municípios que obtiveram a gestão de suas praias em 2017 já possuíam o PGI, sendo tal porcentagem aproximada, quando verificada a existência de PGI anterior, nos municípios que, atualmente, detém a gestão de suas praias (39%). Nesse sentido e observadas as condicionantes de revisão e elaboração de PGIs, quase metade dos municípios que possuem a gestão de suas praias precisam analisar os erros e acertos da implementação dos seus PGIs, por meio de um processo de revisão do instrumento. E os outros mais de 60% precisam dar início (ou continuidade) ao processo que envolve a construção do PGI. No entanto, atualmente, a implementação da metodologia participativa é dificultada em seu aspecto presencial, devido à pandemia da COVID-19.

Ao compararmos os números totais de TAGP e PGIs (72, entre 2017 e 2020; e 68, entre 2002 e 2017, respectivamente), pode-se verificar semelhanças e sobreposições, conforme explorado. O engajamento ao novo instrumento, ou seja, o sucesso na aderência ao TAGP pode ser justificado pelos benefícios mais claros deste instrumento aos municípios, definidos nas portarias que regulamentam o TAGP, impulsionado pela aplicação de uma metodologia já amplamente conhecida – o Projeto Orla, buscando a legitimação de um PGI para orientar a gestão das praias de forma democrática.

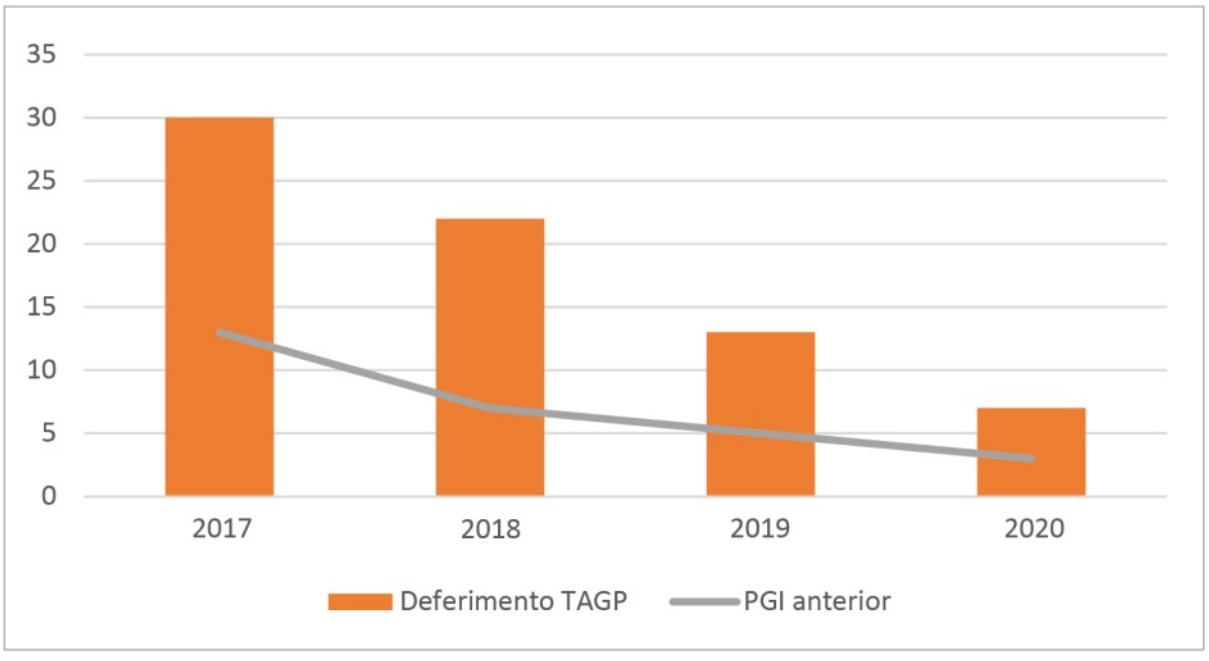


Figura 4 - Número de municípios com TAGP deferidos entre 2017 e 2020; destes, o número de municípios que já possuíam PGI anterior à adesão. Elaborado pelos autores, a partir de Scherer *et al.* (2020).

IVIDES.org

Em escala nacional, a abrangência dos instrumentos (sobrepostos ou isolados) é de 112 municípios, ou seja, 38% dos 295 municípios defrontantes com o mar possuem TAGP deferido e/ou PGI anterior. Destes, 44 municípios possuem apenas o TAGP, sem um PGI anterior; 28 municípios possuem os dois instrumentos; e 40 municípios com PGI anterior optaram por, até então, não aderir ao TAGP (Tabela 2).

Além dos 68 municípios com PGI anterior ao TAGP, há ainda municípios que iniciaram o processo de desenvolvimento de seus PGIs através do Projeto Orla. No entanto, há entraves na análise e aprovação deste instrumento pelo órgão estadual e não há dados disponíveis sobre as fases de implementação do Projeto Orla nos municípios brasileiros, desde a sua criação. Neste sentido, podemos citar dois exemplos de municípios que aderiram ao Projeto Orla, desenvolveram seus PGIs, mas que encontram problemas no processo de análise a nível estadual, como Balneário Rincão (MENEZES *et al*., 2016) e Araranguá (CRISTIANO *et al*., 2018b), com PGIs preliminares, encaminhados para aprovação em 2015 e 2016, respectivamente. Outros municípios (como no caso de Balneário Arroio do Silva) efetuaram a adesão ao Projeto Orla, mas não deram continuidade ao processo e redação do PGI[16]. Tais casos não são isolados e, dessa forma, é importante deixar claro que o número de PGIs acessíveis não retrata o universo de municípios que aderiram ao Projeto Orla, mas sim, o resultado de um conjunto complexo de variáveis relacionadas à implementação da metodologia, tais como: a falta de apoio da esfera estadual e federal, o contexto político local, a falta de recursos, entre outros.

Além da condicionante da realização do PGI em três anos 9 (segundo parágrafos VII e VIII da cláusula terceira do TAGP), o município deve enviar relatórios anuais de gestão e os relatórios de implementação do PGI, uma vez que o PGI seja legitimado após seu desenvolvimento (ou revisão). Observada a prematuridade do instrumento, destes indicadores, se pode avaliar apenas o sucesso no envio dos relatórios anuais, considerando que os municípios que tiveram a adesão em 2017 e, portanto, deveriam ter seus PGIs desenvolvidos até 2020, obtiveram dilatação de prazo, devido à pandemia de COVID-19. Dessa forma, ainda inexistem relatórios de implementação de PGIs e, portanto, a avaliação da eficiência na implementação do TAGP ainda é incipiente. No entanto, existe a articulação de diversos municípios para a elaboração (ou revisão) de seus PGIs em atendimento ao TAGP, carecendo de dados completos para um panorama nacional.

Com a análise dos dados oriundos do portal da gestão de praias da SPU, verificou-se que, dos 31 municípios com deferimento da transferência da gestão das praias em 2017, 14 completaram o envio do relatório do primeiro ano de TAGP e, destes, cinco municípios efetivaram o envio do relatório do segundo ano. Além disso, dos 23 municípios com deferimentos da transferência da gestão das praias em 2018, cinco municípios enviaram o relatório do primeiro ano e apenas dois do segundo ano.

Para uma visão mais ampla da questão, considerando todos os municípios que obtiveram a gestão entre 2017 e 2018 (n=54), ou seja, que estão com o prazo expirado para o envio de ao menos um relatório anual de gestão, verifica-se que 19 (aproximadamente 35%) efetuaram tal envio. Portanto, isso significa que cerca de dois terços dos municípios que solicitaram a gestão de suas praias no período analisado, não estão cumprindo com parte de suas obrigações condicionantes, firmadas a partir da assinatura do TAGP (65%). Tais dados refletem uma diminuição no cumprimento do envio de relatório anual, podendo ser lançada diversas hipóteses motivadoras como: falta de sanção, ao descumprimento dos itens estabelecidos no termo; falta de recursos humanos para o preenchimento dos relatórios anuais; dificuldade de compreensão do modelo de relatório disponibilizado pelo SPU; desvalorização dos instrumentos de gestão de praias pela administração local; entre outros.

Ademais, com os resultados desse estudo, também surgem algumas perguntas que podem ser exploradas em pesquisas futuras, como: Quais foram as motivações para os municípios aderirem ao TAGP? Quais são os principais entraves para o cumprimento do termo por parte dos municípios? Qual o motivo de municípios que já possuem PGI não buscarem a formalização da municipalização da gestão de suas praias? Tais questionamentos lançados precisam ser explorados, visando à otimização da abrangência do TAGP e, consequentemente, também do PGI com o Projeto Orla, condicionado no instrumento.

[16] https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80033/Projeto%20Orla/SC_SPU/SPU%20PTA%20-%20P.Orla%20Arroio%20Silva.pdf

IVIDES.org

Tabela 2 - Situação atual da implementação dos instrumentos de gestão analisados (TAGP e PGI) nos municípios defrontantes com o mar

Região	Municípios defrontantes com o mar (n)	Municípios com TAGP e PGI anterior	Municípios com TAGP e sem PGI anterior	Municípios com PGI anterior e sem TAGP	Total de municípios com TAGP e/ou PGI anterior
Norte	22	0	0	2 (9,1%)	**2 (9,1%)**
Nordeste	164	7 (4,3%)	19 (11,6%)	21 (12,8%)	**47 (28,7%)**
Sudeste	57	9 (15,8%)	13 (22,8%)	15 (26,3%)	**37 (64,9%)**
Sul	52	12 (23,1%)	12 (23,1%)	2 (3,8%)	**26 (50%)**
Total	**295**	**28 (9,5%)**	**44 (14,9%)**	**40 (13,6%)**	**112 (38%)**

Elaborado pelos autores, a partir dos dados de NUGEP (2020).

6 - DESAFIOS E PERSPECTIVAS

O Projeto Orla e todo o seu arranjo político e metodológico é, antes de mais nada, um elemento de planejamento territorial. O simples fato desta iniciativa perdurar por mais de duas décadas em um país, onde o arranjo político e institucional específico para o planejamento estratégico do território é escasso; ou, quando não o é, está muito vinculado a setores específicos, até mesmo o ambiental, como é o caso do zoneamento ecológico-econômico (ZEE) (NICOLODI, 2021), já é um potente indicativo de sua relevância. Além do mais, a peculiaridade da questão da 'escala' também é um fator relevante: trata-se de uma ação de planejamento territorial em escala local.

A gestão local de espaços públicos, como as praias, é uma tendência mundial crescente e ocorre também no Brasil. Nesse sentido, trazer a gestão de praias para o âmbito municipal pode fortalecer o desenvolvimento da governança nos municípios costeiros.

Menezes *et al.* (2016) citam que os processos de sensibilização e mobilização da sociedade no Projeto Orla poderão avançar de forma transgressiva e inovadora. Ao estruturar o PGI com a metodologia do Projeto Orla, a administração municipal, em parceria com a rede de atores locais (que engloba a sociedade civil, as instituições de ensino e o setor privado), pode desenvolver políticas públicas e processos voltados à melhoria da qualidade socioambiental da orla marítima. Assim, além de promover a participação cidadã nos processos de decisão, esse processo também garante maior sucesso na implementação da agenda política estabelecida.

A iminente dificuldade de representantes do poder público em aceitar e valorizar a participação da sociedade no processo de gestão compartilhada proposto no Projeto Orla, ressalta a necessidade de um maior preparo, com a capacitação dos servidores para construção de políticas públicas participativas (MENEZES *et al.*, 2016). Pois, além do que está explícito no TAGP, o foco municipal (após o deferimento da gestão municipal de praias) deve ser o investimento na elaboração e revisão de planos e da legislação municipal, que abordam e interferem na qualidade das praias marítimas, o que demanda aplicação de recursos humanos e financeiros.

No contexto da participação cidadã no Projeto Orla, Menezes *et al.* (2016) citam que a comunidade representa não somente fonte de informação, mas parte da realidade, e contribui ativamente no processo de construção coletiva. A sensibilização para a participação deve ultrapassar o nível dos movimentos sociais e representações da sociedade civil e alcançar os gestores públicos, responsáveis pela elaboração e pela execução de políticas públicas. A construção de modelos participativos de desenvolvimento é essencial para a construção de uma sociedade mais justa e ecologicamente prudente (MENEZES *et al.*, 2016).

A desintegração na gestão costeira pode ser identificada pela falta de diálogo entre os órgãos da administração pública, responsáveis por implementar tais instrumentos, sendo comum verificar que o mesmo problema acaba sendo tratado de forma distinta pelas diferentes frentes que lideram cada um dos instrumentos (CRISTIANO *et al.*, 2019). Outros estudos já apontavam que a integração e a operacionalização dos instrumentos das políticas públicas voltadas à zona costeira brasileira era o maior desafio na primeira década dos anos 2000, tanto para o governo, quanto para a sociedade civil organizada (POLETTE; VIEIRA, 2009). Nesse sentido, o Projeto Orla abre um canal de diálogo, que permite à sociedade identificar os problemas e colocar as prioridades para a atuação dos agentes governamentais (CRISTIANO *et al.*, 2018b).

IVIDES.org

Destacam-se duas questões principais, que devem ser integradas na gestão costeira: a manutenção do bem-estar mútuo entre a sociedade e as áreas costeiras, a longo prazo; e a adoção de um modelo de governança, para se alcançar o bem-estar citado (BARRAGÁN, 2014). Este modelo deve adotar novos padrões de relacionamento entre a sociedade e o mercado, subordinados a fórmulas viáveis e mais integradas ao contexto social e ecológico, para se alcançar o planejamento estratégico (BARRAGÁN, 2014).

A consolidação da autonomia da gestão das praias pelo município apenas se inicia com a assinatura do TAGP, tem continuidade com a formulação do PGI e sua implementação, com atuação do Comitê Gestor da Orla Municipal. O sucesso da implementação depende do envolvimento dos atores, bem como das três esferas governamentais do executivo, com a integração dos órgãos federais (Ministério da Economia, SPU; Ministério do Turismo; Ministério do Meio Ambiente), estaduais (superintendências regionais da SPU, órgãos ambientais e metropolitanos) e municipais (secretarias competentes envolvidas), construindo uma sólida estrutura de governança; por meio da qual a administração pública seja capaz de prover respostas efetivas para a solução das demandas e conflitos existentes, em consonância com a fiscalização exercida por meio de outros órgãos, como o Ministério Público, as Controladorias e os Tribunais de Contas.

A necessidade de elaboração do PGI pressupõe a afirmação de que as praias, sobretudo as urbanas, são ecossistemas complexos, nos quais interagem variáveis e interesses diversos. Estes interesses vão desde aqueles relacionados aos moradores e usuários locais, até os advindos de acordos internacionais para a conservação da natureza e/ou do patrimônio histórico e cultural, além dos sempre presentes (e cada vez mais intensos) interesses do setor turístico, imobiliário, da indústria *offshore* (que acaba tendo impacto na costa, como com os derramamentos de óleo) e as atividades marítimo-portuárias.

Isto implica dizer que estão em jogo compromissos firmados entre partes, que podem estar na esfera local (ex.: prefeitura, barraqueiros, guarda-vidas etc.), regional, nacional ou até mesmo global; como, por exemplo, seguindo tendências de acordos internacionais, dos quais o Brasil é signatário (p. ex.: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS/ONU, Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável). Assim, deve-se dar especial atenção à articulação política e institucional necessária para que a gestão compartilhada da orla seja possível. A continuidade dos projetos, em sucessivas administrações; a participação da sociedade e da Câmara de Vereadores; bem como de outros setores da gestão pública e participativa, são determinantes para o sucesso do processo.

O Projeto Orla é um processo dinâmico, complexo e contínuo para a compatibilização e qualificação do uso e da ocupação da zona costeira, de maneira organizada e considerando os diversos interesses econômicos, sociais, políticos e conservacionistas. A participação cidadã é pilar fundamental da democracia e dos processos de gestão. A zona costeira, caracterizada por múltiplos usos e atividades, é um espaço geográfico que apresenta conflitos e, por isso, as condições para fomentar a participação cidadã, por meio dos diferentes instrumentos legais que incidem sobre a zona costeira, como o Projeto Orla. O objetivo da participação é que os cidadãos participem ativamente do processo de tomada de decisões, atualmente, as ações não podem mais restringir-se somente à eleição de seus representantes. A participação cidadã é direito assegurado na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988a).

Os passos do Projeto Orla devem seguir na direção de um processo interativo, que pode passar por vários ciclos, antes que seja suficientemente robusto para produzir resultados efetivos. O progresso em direção a formas sustentáveis de desenvolvimento costeiro será alcançado, por meio de programas de gestão costeira integrada, que percorrem repetidamente as etapas do processo de gestão, adotando ferramentas de monitoramento, avaliação e revisão. Ou seja, o Projeto Orla é um processo contínuo e o Comitê Gestor da Orla Municipal é a engrenagem de atores, que fazem com que os anseios da sociedade se materializem na tomada de decisão sobre os diferentes usos dos ambientes costeiros.

A elaboração do PGI com a metodologia participativa do Projeto Orla oferece uma importante oportunidade para a sociedade, não apenas acompanhar, mas, de fato, contribuir no direcionamento das políticas públicas municipais (CRISTIANO *et al*., 2018b); sendo fortalecida com o TAGP. A gestão de praias é uma oportunidade permanente de adaptação e melhoria continuada. Dentro desse cenário, é possível ao município almejar padrões de qualidade reconhecidos, como certificações, além de fomentar ações e medidas de adaptação aos efeitos da mudança do clima e, assim, proporcionar melhor qualidade de vida aos usuários destas áreas e a a conservação dos bens de uso comum do povo.

Por certo, todo esse contexto, notadamente positivo, necessita de iniciativa e priorização por parte dos tomadores de decisão. A situação vivenciada no Brasil atual (2019 - 2022) é claramente pouco afeita aos processos participativos. A partir de 2019, diversas estruturas de participação foram revogadas por meio do Decreto Fe-

IVIDES.org

deral 10.087/2019 (BRASIL, 2019c), com destaque para a eliminação da composição do GI-GERCO (embora a sua existência esteja atrelada ao próprio PNGC), a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional, o Consórcio ZEE Brasil, entre outros tantos. A própria situação da Coordenação Nacional do Gerenciamento Costeiro é um reflexo deste momento, no qual a esfera federal praticamente desapareceu do cenário de planejamento e execução das ações que vinham sendo levadas a cabo.

Por fim, consideramos o Projeto Orla, bem como todas as questões atreladas à possibilidade de transferência da gestão para os municípios, via TAGP, como uma excelente oportunidade para manter ativos os processos de participação cidadã em uma das áreas mais carentes do planejamento brasileiro: o ordenamento territorial estratégico.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M.F. Environmental Quality Indicators for Recreational Beaches Classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439–1449, 2008.

BARRAGÁN, J.M. **Política, Gestión y Litoral** – Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Madrid: Editorial Tébar Flores, Versão Reduzida/UNESCO, 2014.

BRASIL. [Constituição (1988a)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 out. 1988a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 01 jan. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 9.679, de 2 de janeiro de 2019. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Economia, remaneja cargos em comissão e funções de confiança e substitui cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS por Funções Comissionadas do Poder Executivo - FCPE. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2019a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9679.htm. Acesso em: 01 mar. de 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 9.759, de 11 de abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 abr. 2019b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9759.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 10.087, de 05 de novembro de 2019. Declara a revogação, para os fins do disposto no art. 16 da Lei Complementar nº 95, de 26 de fevereiro de 1998, de decretos normativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 nov. 2019c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mai. 1988b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em: 03 abr. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 9.636, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, altera dispositivos dos Decretos-Leis nos 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987, regulamenta o § 2o do art. 49 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mai. 1998c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9636.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

IVIDES.org

BRASIL**.** Lei Federal nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos; altera a Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, e os Decretos-Lei nº s 3.438, de 17 de julho de 1941, 9.760, de 5 de setembro de 1946, 271, de 28 de fevereiro de 1967, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987; e revoga dispositivo da Lei nº 13.139, de 26 de junho de 2015. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13240.htm. Acesso em: 03 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal n° 13.813, de 9 de abril de 2019. Dispõe sobre a transferência de imóveis (...); altera o Decreto-Lei nº 1.876, de 15 de julho de 1981, e as Leis nºs 9.497, de 11 de setembro de 1997, 9.636, de 15 de maio de 1998, 11.481, de 31 de maio de 2007, 11.483, de 31 de maio de 2007, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, e 10.233, de 5 de junho de 2001; e revoga dispositivos das Leis nºs 8.742, de 7 de dezembro de 1993, 9.649, de 27 de maio de 1998, 11.481, de 31 de maio de 2007, e 11.483, de 31 de maio de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 abr. 2019d. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10531.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 10.531, de 26 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 out. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10531.htm. Acesso em: 03 jan. 2021.

CASH, D. W.; ADGER, W. N.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; YOUNG, O. Scale and cross-scale dynamics: Governance and information in a multilevel world. **Ecology and Society**, v. 11, n. 2, p. 8, 2006.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Resolução nº 05 da CIRM de 13 de dezembro de 1997**. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II). Brasília, DF: Marinha do Brasil, 1997. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/resolucao-5-1997.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar); GI-GERCO (Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro). **II Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - 2005**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2005. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80033/Plano%20de%20Acao%20Federal%20PAF-ZC/PAF-ZC%202005.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar); GI-GERCO (Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro). **III Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - 2015-2017**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2015. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80247/PAF/Livro%20PAF-ZC_FINAL.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar); GI-GERCO (Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro). **IV Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - 2017-2019.** Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2017. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/publicacoes/gerco/PAF-ZC%202017-2019.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CRISTIANO, S.C. **Interfaces entre a Geoconservação e a Gestão Costeira no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. 252f. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CRISTIANO, S. C.; PORTZ, L. C. ; LIN, S. ; CESA, J. ; BARBOZA, E. G. . Gestión Costera Desintegrada - propuesta para un cambio de paradigma en el municipio de Araranguá (Santa Catarina, Brasil). *In:* BATISTA, C. M.; MIER, R. E. L.; SIERRA-CORREA, P. C. (org.). **Estudios de caso sobre manejo integrado de zonas costeras en Iberoamérica:** gestión, riesgo y buenas prácticas. 1ed. Barranquilla: Corporación Universidad de la Costa, 2019, p. 257-291.

CRISTIANO, S.C.; PORTZ, L. C.; ANFUSO, G.; ROCKETT, G. C.; BARBOZA, E. G. Coastal scenic evaluation at Santa Catarina (Brazil): Implications for coastal management. **Ocean & Coastal Management**, v. 160, p. 146-157, 2018a.

CRISTIANO, S.C.; PORTZ, L.; NASSER, P.; PINTO, A.C.; SILVA, P.R.; BARBOZA, E.G. Strategies for the Management of the Marine Shoreline in the Orla Araranguá Project (Santa Catarina, Brazil). *In:* BOTERO, C.M.; CERVANTES, O.D.; FINKL, C.W. (org.). **Beach Management Tools**: Concepts, methodologies and case studies. Suíça: Springer, 2018b. p. 735-754.

IVIDES.org

CRISTIANO, S. C.; ROCKETT, G. C.; PORTZ, L. C.; SOUZA FILHO, J. R. de. Beach landscape management as a sustainable tourism resource in Fernando de Noronha Island (Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 150, 110621, 2020.

GONÇALVES, M. P.; BRANQUINHO, F. T. B.; FELZENSZWALB, I. Uma análise contextual do funcionamento efetivo e participação popular em uma unidade de conservação: o caso da área de proteção ambiental de Petrópolis (Rio de Janeiro: Brasil). **Sociedade e natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 2, 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html. Acesso em: 03 dez. 2021.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Mapa Temático das Unidades de Conservação Federais.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/geoprocessamento/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais. Acesso em: 02 dez. 2021

LOUREIRO-FILHO, L. da S. **A competência do município na zona costeira urbana**. 2014. 225f. Tese (Doutorado em Direito) - Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MAGAROTTO; M. G.; COSTA, M.F.; TENEDÓRIO, J.A.; SILVA, C.P. Vertical growth in a coastal city: an analysis of Boa Viagem (Recife, Brazil). **Journal of Coastal Conservation**. v. 20, p. 31–42, 2016.

MARCHESE, L.; BOTERO, C. M.; ZIELINSKI, S.; ANFUSO, G.; POLETTE, M.; CORREA, I. C. S. Beach Certification Schemes in Latin America: Are They Applicable to the Brazilian Context? **Sustainability**. Basel, v. 13, n. 2, p. 1-20, 2021.

MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento costeiro**: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental. 1. ed. Pelotas: USEB, 2005.

MB (Marinha do Brasil). **Portaria nº 236/MB, de 23 de agosto de 2019**. Institui Grupos Técnicoas de assessoramento da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Brasília, DF: Ministério da Defesa, [2019]. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/documentos/atas/port-236-2019.pdf. Acesso em: 01 jan. 2021.

ME (Ministério da Economia); MTur (Ministério do Turismo). **Portaria Interministerial nº 151, de 10 de abril de 2019**. Estabelece a gestão compartilhada das áreas turísticas, de domínio da União. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2019. Disponível em: . Acesso em: 03 jan. 2021.

MENEZES, C. T. B.; LUMERTZ, L. S.; MUNARI, A. B.; CENI, G. Gestão integrada e participativa em ambientes costeiros: estudo de caso do Projeto Orla no município de Balneário Rincão, SC, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 38, p. 347-360, 2016.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Portaria MMA nº 34, de 2 de fevereiro de 2021**. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2021. Disponível em: https://in.gov.br/web/dou/-/portaria-mma-n-34-de-2-de-fevereiro-de-2021-302053267. Acesso em 02 mar. 2021.

NICOLODI, J.L. Planejamento territorial na Zona Costeira e Marinha do Brasil: ações, contradições e desafios. In: LIMONAD, E.; M., JOÃO C.; MANSILLA, P. (orgs.) et al. **Planejamento territorial volume 2: reflexões críticas e práticas alternativas**. Ester Limonad; João C. Monteiro; Pablo Mansilla *et al.* (org.). São Paulo: Editora Max Limonad, 2021.

NICOLODI, J.L.; ASMUS, M.L.; POLETTE, M.; TURRA, A.; SEIFERT, C.A.; STORI, F.T.; SHINODA, D.C.; MAZZER, A.; SOUZA, V.A.; GONÇALVES, R.K. Critical gaps in the implementation of Coastal Ecological and Economic Zoning persist after 30 years of the Brazilian coastal management policy. **Marine Policy**, v. 128, 104470, 2021.

NICOLODI, J. L.; ASMUS, M.L. ; TURRA, A. ; POLETTE, M. . Avaliação dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros (ZEEC) do Brasil: proposta metodológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 44, p. 378-404, 2018.

IVIDES.org

NICOLODI, J. L.; GRUBER, N. L. S. Abordagem geográfica da gestão costeira integrada. In. MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS; F. M., PINHEIRO, L. S. (org.). **Geografia marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. 1. ed. Rio de Janeiro: Caroline Fontelles Ternes, 2020. p. 382-401.

NUGEP (Núcleo de Gestão de Praias). **Gestão de praias**. Brasília: Ministério da Economia, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias. Acesso em: 02 dez. 2020.

OLIVEIRA, M. R. L.; NICOLODI, J. L. A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 12, p. 89-98, 2012.

OTTER, H.S.; CAPOBIANCO, M. Uncertainty in integrated coastal zone management. **Journal of Coastal Conservation**, v. 6, p. 23-32, 2000.

POLETTE, M.; VIEIRA, P.F. Avaliação dos avanços e impasses da gestão compartilhada da zona costeira brasileira: análise dos instrumentos de gestão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. *In.* RIBEIRO, W.C. **Governança da água no Brasil**: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume, 2009. p. 275-304.

PORTZ, L.C. **Gestão de praia e dunas**: Aplicações para a região costeira do Rio Grande do Sul. 2012. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SANCHIZ, M.B.; GARCÍA, G.M.; RODRÍGUES, F.C. La Gobernanza Integrada del Litoral el Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL). **Costas**, v. 1, n. 1, p. 27-48, 2012.

SCHERER, M.E.G. Gestão de Praias no Brasil: Subsídios para uma Reflexão. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 13, n. 1, p. 3-13, 2013.

SCHERER, M. E. G.; ASMUS, M. L. ; GANDRA, T. B. R. Avaliação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: União, Estados e Municípios. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** v. 44, p. 431-444, 2018.

SCHERER, M.; NICOLODI, J.L. Land-Sea Interactions: Contributions of the Brazilian Coastal Management Program to Marine Saptial Planning. **Revista Costas**, vol. esp. 2, p. 253-272, 2021. DOI: 10.26359/costas.e1221

SCHERER, M. E. G.; NICOLODI, J. L.; COSTA, M.; CORRAINI, N. R.; GONCALVES, R.; CRISTIANO, S.; RAMOS, B.; CAMARGO, J. M.; SOUZA, V. A.; FISCHER, L.; SARDINHA, G. D.; MATTOS, M.; PFUETZENREUTER, A. Under New Management. **Journal of Coastal Research**, v. 95, p. 945-952, 2020.

SCHERER, M. E.G.; NICOLODI, J.L.; COSTA, M. F.; PFUETZENREUTER, A.; RAMOS, B.; LIMA, F.V.; SARDINHA, G.; CAMARGO, J. M.; FISCHER, L.O.; MATTOS, M. P.S.; CORRAINI, N.; GONÇALVES, R. K.; CRISTIANO, S.C.; SOUZA; V. A. **Gestão de Praias Marítimas. Incentivos à assinatura do Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas (TAGP)**. Florianópolis: UFSC, 2019. 27 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.25524.60804. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2019/1-2-3-texto-de-incentivo-a-adesao-tagp_final-setembro2019.pdf. Acesso em jan. 2021.

SCHERER, M.E.G.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico. *In:* BARRAGÁN, J. M.; ARENAS, P.; CHICA RUIZ, J. A.; ONETTI, J.G.; SANABRIA J. G. **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamerica**: un diagnóstico Necesidad de Cambio. Espanha: Red Ibermar, 2009. p. 291-330.

SECIRM (Secretaria Especial da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Portaria/SECIRM nº 144, de 12 de dezembro de 2019**. Estabelece a composição, as competências e a forma de atuação do Grupo Técnico de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO). Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2019/portaria-144-secirm-criacao-gigerco.pdf. Acesso em jan. 2021.

SEIXAS, C. S. Abordagens e técnicas de pesquisa participativa em gestão de recursos naturais. *In:* VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. S. (org). **Gestão integrada e participativa de recursos naturais**: conceitos, métodos e experiências. Florianópolis: APED/Secco, 2005. p. 73-105.

SPU (Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União). **Portaria nº 44, de 31 de maio de 2019**. Amplia a aplicabilidade da Portaria 113/2017 para as praias marítimas urbanas e não urbanas. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-44-de-31-de-maio-de-2019-161204673. Acesso em jan. 2021.

IVIDES.org

SPU (Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União). **Portaria nº 113, de 12 de julho de 2017**. Brasília, DF: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2018/portaria-113-2017.pdf. Acesso em jan. 2021.

SOUTO, R. D.; BATALHÃO, A. C. da S. Indicadores aplicados ao Gerenciamento Costeiro Integrado sob a ótima dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. *In*: SOUTO, R.D. (org.). **Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas**: conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 109-130.

VASCONCELOS, V. V.; MARTINS-JÚNIOR, P. P. Protótipo de sistema especialista em direito ambiental para auxílio à decisão - situações de desmatamentos rurais. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 53-71, 2008.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo**: um guia prático. Brasil: EMATER, 2006.

VIEIRA, P. F. Pesquisa-ação-formação em regiões-laboratório de Desenvolvimento Territorial Sustentável: a experiência do Núcleo Transdisciplinar de Meio Ambiente & Desenvolvimento da Universidade Federal de Santa Catarina. *In:* TREMBLAY, G.; VIEIRA P. F. (org.). **O papel das universidades no desenvolvimento local**: experiências brasileiras e canadenses. Florianópolis: APED/Secco, 2011. p. 185-205.

VIEIRA, P. F.; CAZELLA, A.; CERDAN, C.; CARRIÈRE, J. P. **Desenvolvimento territorial sustentável no Brasil**: subsídios para uma política de fomento. Florianópolis: Secco, 2010.

ANEXO I

Dados gerais referentes a situação do Termo de Adesão à Gestão de Praias, existência de Plano de Gestão Integrada da Orla e Unidades de Conservação Federais. Elaborado pelos autores.

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
N	AP	Oiapoque	Indeferido			Parque Nacional do Cabo Orange		x	UC
N	AP	Calçoene				Parque Nacional do Cabo Orange	x		UC
N	AP	Amapá				Reserva Biológica do Lago Piratuba e Estação Ecológica de Maracá-Jipioca	x		UC
N	AP	Itaubal							
N	AP	Macapá			2004				PGI
N	PA	Curuçá				Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá		x	UC
N	PA	Bragança			2014	Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu		x	PGI e UC
N	PA	Tracateua				Reserva Extrativista Marinha de Tracateua		x	UC
N	PA	Marapanim				Reserva Extrativista Marinha Mestre Lucindo		x	UC
N	PA	São Caetano de Odivelas				Reserva Extrativista Marinha Mocapajuba		x	UC
N	PA	Maracanã				Reserva Extrativista Maracanã	x		UC
N	PA	Viseu				Reserva Extrativista Marinha de Gurupi-Piriá	x		UC
N	PA	Soure				Reserva Extrativista Marinha de Soure	x		UC
N	PA	Afuá							
N	PA	Chaves							
N	PA	Colares							
N	PA	Quatipuru							
N	PA	Salinópolis	Indeferido						
N	PA	Salvaterra							
N	PA	São João da Ponta							
N	PA	São João de Pirabas							
N	PA	Vigia							
NE	AL	Barra de Santo Antônio				Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	UC
NE	AL	Japaratinga				Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	UC
NE	AL	Maragogi	Em análise técnica			Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	UC
NE	AL	Paripuera			2012	Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	PGI e UC
NE	AL	Passo de Camaragibe				Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	UC
NE	AL	Porto de Pedras				Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	UC
NE	AL	São Miguel dos Milagres				Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	UC
NE	AL	Piaçabuçu				Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu		x	UC
NE	AL	Jequiá da Praia				Reserva Extrativista Marinha da Lagoado		x	UC

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
						Jequiá			
NE	AL	Maceió	Deferido	29/11/2017		Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais	x		TAGP e UC
NE	AL	Barra de São Miguel	Deferido	30/10/2017					TAGP
NE	AL	Coruripe	Deferido	27/09/2018					TAGP
NE	AL	Feliz Deserto	Deferido	13/09/2019					TAGP
NE	AL	Marechal Deodoro							
NE	AL	Roteiro							
NE	BA	Canavieiras	Revogado			Reserva Extrativista de Canavieiras		x	UC
NE	BA	Caravelas	Em análise técnica			Reserva Extrativista de Cassurubá		x	UC
NE	BA	Nova Viçosa				Reserva Extrativista de Cassurubá		x	UC
NE	BA	Una				Refúgio da Vida Silvestre de Una e Reserva Extrativista de Canavieiras	x		UC
NE	BA	Porto Seguro	Cancelado			Refúgio da Vida Silvestre do Rio dos Frades, Reserva Extrativista Marinha do Corumbau e Parque Nacional e Histórico do Monte Pascoal	x		UC
NE	BA	Belmonte				Reserva Extrativista de Canavieiras	x		UC
NE	BA	Prado				Reserva Extrativista Marinha do Corumbau	x		UC
NE	BA	Alcobaça							
NE	BA	Cairu	Cancelado						
NE	BA	Camaçari							
NE	BA	Camamu							
NE	BA	Candeias							
NE	BA	Conde			2003				PGI
NE	BA	Entre Rios			2010				PGI
NE	BA	Esplanada							
NE	BA	Igrapiúna							
NE	BA	Ilhéus	Deferido	19/02/2018	2007				TAGP e PGI
NE	BA	Itacaré							
NE	BA	Itaparica							
NE	BA	Ituberá							
NE	BA	Jaguaripe							
NE	BA	Jandaíra							
NE	BA	Lauro de Freitas	Indeferido						
NE	BA	Madre de Deus							
NE	BA	Maraú							
NE	BA	Mata de São João							
NE	BA	Mucuri	Deferido	07/12/2017					TAGP
NE	BA	Nilo Peçanha							
NE	BA	Salinas da Margarida							
NE	BA	Salvador	Indeferido						
NE	BA	Santa Cruz Cabrália							
NE	BA	Santo Amaro da Purificação							

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
NE	BA	São Francisco do Conde	Deferido	15/06/2020					TAGP
NE	BA	Saubara							
NE	BA	Uruçuca							
NE	BA	Valença	Indeferido						
NE	BA	Vera Cruz							
NE	CE	Jijoca de Jericoacoara	Deferido	21/03/2019		Parque Nacional de Jericoacoara	X		TAGP e UC
NE	CE	Barroquinha				Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba	x		UC
NE	CE	Cruz				Parque Nacional de Jericoacoara	x		UC
NE	CE	Aquiraz				Reserva Extrativista do Batoque	x		UC
NE	CE	Beberibe	Deferido	15/05/2019	2004	Reserva Extrativista Prainha do Canto Verde	x		TAGP, PGI e UC
NE	CE	Acaraú	Deferido	22/11/2017					TAGP
NE	CE	Amontada							
NE	CE	Aracati	Deferido	25/10/2017					TAGP
NE	CE	Camocim							
NE	CE	Cascavel							
NE	CE	Caucaia	Deferido	13/08/2018					TAGP
NE	CE	Fortaleza	Deferido	04/01/2018	2006				TAGP e PGI
NE	CE	Fortim							
NE	CE	Icapuí	Indeferido		2004				PGI
NE	CE	Itapipoca	Deferido	20/11/2017					TAGP
NE	CE	Itarema							
NE	CE	Paracuru							
NE	CE	Paraipaba							
NE	CE	São Gonçalo do Amarante							
NE	CE	Trairi	Indeferido						
NE	MA	Araioses	Indeferido			Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba		x	UC
NE	MA	Tutóia	Aguardando requerente			Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba		x	UC
NE	MA	Barreirinhas	Em análise técnica			Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses		x	UC
NE	MA	Santo Amaro do Maranhão				Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses		x	UC
NE	MA	Carutapera	Indeferido			Reserva Extrativista Arapiranga-Tromaí		x	UC
NE	MA	Luís Domingues				Reserva Extrativista Arapiranga-Tromaí		x	UC
NE	MA	Bacuri				Reserva Extrativista de Cururupu		x	UC
NE	MA	Cururupu				Reserva Extrativista de Cururupu		x	UC
NE	MA	Bequimão				Reserva Extrativista Itapetinga		x	UC
NE	MA	Primeira Cruz				Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses	x		UC
NE	MA	Godofredo Viana				Reserva Extrativista Arapiranga-Tromaí	x		UC
NE	MA	Humberto Campos				Reserva Extrativista da Baía do Tubarão	x		UC
NE	MA	Icatu				Reserva Extrativista da Baía do Tubarão	x		UC
NE	MA	Porto Rico do Maranhão				Reserva Extrativista de Cururupu	x		UC
NE	MA	Serrano do Maranhão				Reserva Extrativista de Cururupu	x		UC

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
NE	MA	Àgua Doce do Maranhão							
NE	MA	Alcântara							
NE	MA	Apicum-Açu	Indeferido						
NE	MA	Axixá							
NE	MA	Bacabeira	Indeferido						
NE	MA	Bacurituba							
NE	MA	Cajapió							
NE	MA	Cândido Mendes							
NE	MA	Cedral							
NE	MA	Guimarães	Em análise técnica						
NE	MA	Paço do Lumiar							
NE	MA	Paulino Neves	Em análise técnica						
NE	MA	Raposa	Aguardando requerente						
NE	MA	Rosário							
NE	MA	Santa Rita							
NE	MA	São João Batista							
NE	MA	São José de Ribamar							
NE	MA	São Luís	Em análise técnica						
NE	MA	Turiaçu							
NE	PB	Rio Tinto				Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape		x	UC
NE	PB	Marcação				Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape e Área de Relevante Interesse Ecológico Manguezais do Rio Mamanguape		x	UC
NE	PB	Baía da Traição	Em análise técnica			Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape	x		UC
NE	PB	Pitimbu				Reserva Extrativista Acaú-Goiana	x		UC
NE	PB	Cabedelo			2004				PGI
NE	PB	Conde			2008				PGI
NE	PB	João Pessoa	Deferido	12/06/2018	2004				TAGP e PGI
NE	PB	Lucena	Indeferido		2008				PGI
NE	PB	Mataraca			2010				PGI
NE	PB	Santa Rita							
NE	PE	Barreiros			2004	Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	PGI e UC
NE	PE	São José da Coroa Grande			2003	Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais		x	PGI e UC
NE	PE	Tamandaré			2004	Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais	x		PGI e UC
NE	PE	Goiana			2004	Reserva Extrativista Acaú-Goiana	x		PGI e UC
NE	PE	Cabo de Santo Agostinho			2003				PGI
NE	PE	Igarassu			2014				PGI
NE	PE	Ilha de Itamaracá			2010				PGI

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
NE	PE	Ipojuca							
NE	PE	Itapissuma							
NE	PE	Jaboatão dos Guararapes	Deferido	24/10/2017					TAGP
NE	PE	Olinda	Deferido	09/12/2020	2015				TAGP e PGI
NE	PE	Paulista	Indeferido		2013				PGI
NE	PE	Recife	Deferido	13/10/2017					TAGP
NE	PE	Sirinhaém			2004				PGI
NE	PI	Cajueiro da Praia				Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba		x	UC
NE	PI	Ilha Grande				Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba		x	UC
NE	PI	Luís Correia	Indeferido		2002	Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba		x	PGI e UC
NE	PI	Parnaíba	Indeferido		2002	Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba		x	PGI e UC
NE	RN	Areia Branca							
NE	RN	Baía Formosa	Deferido	04/10/2018					TAGP
NE	RN	Caiçara do Norte							
NE	RN	Canguaretama							
NE	RN	Ceará-Mirim							
NE	RN	Extremoz	Indeferido						
NE	RN	Galinhos							
NE	RN	Grossos							
NE	RN	Guamaré	Cancelado						
NE	RN	Macau	Cancelado						
NE	RN	Maxaranguape	Deferido	24/12/2020					TAGP
NE	RN	Natal	Cancelado						
NE	RN	Nísia Floresta							
NE	RN	Parnamirim							
NE	RN	Pedra Grande							
NE	RN	Porto do Mangue							
NE	RN	Rio do Fogo							
NE	RN	São Bento do Norte							
NE	RN	São Miguel do Gostoso	Deferido	15/02/2018					TAGP
NE	RN	Senador Georgina Avelino							
NE	RN	Tibau	Deferido	20/05/2019					TAGP
NE	RN	Tibau do Sul	Deferido	25/06/2020	2007				TAGP e PGI
NE	RN	Touros	Deferido	19/06/2019					TAGP
NE	SE	Pacatuba				Reserva Biológica de Santa Isabel	x		UC
NE	SE	Pirambu	Cancelado			Reserva Biológica de Santa Isabel	x		UC
NE	SE	Aracaju	Deferido	02/03/2020	2002				TAGP e PGI
NE	SE	Barra dos Coqueiros	Deferido	24/08/2020					TAGP
NE	SE	Brejo Grande							
NE	SE	Estância			2004				PGI
NE	SE	Itaporanga d'Ajuda			2004				PGI

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
S	PR	Guaraqueçaba				Parque Nacional Superagui		x	UC
S	PR	Guaratuba	Deferido	26/11/2019	2004	Parque Nacional Saint Hilaire	x		TAGP, PGI e UC
S	PR	Matinhos	Deferido	11/11/2019	2004	Parque Nacional Saint Hilaire e Parque Nacional Marinho da Ilha dos Currais	x		TAGP, PGI e UC
S	PR	Antonina							
S	PR	Paranaguá							
S	PR	Pontal do Paraná			2004				PGI
S	RS	Santa Vitória do Palmar				Estação Ecológica do Taim	x		UC
S	RS	Mostardas	Deferido	26/11/2019		Parque Nacional da Lagoa do Peixe	x		TAGP e UC
S	RS	Tavares				Parque Nacional da Lagoa do Peixe	x		UC
S	RS	Torres	Deferido	22/11/2017	2002	Refúgio da Vida Silvestre da Ilha dos Lobos	x		TAGP, PGI e UC
S	RS	Arroio do Sal	Deferido	07/11/2017	2003				TAGP e PGI
S	RS	Balneário Pinhal	Deferido	13/03/2018					TAGP
S	RS	Capão da Canoa	Deferido	12/09/2017	2002				TAGP e PGI
S	RS	Cidreira	Deferido	07/11/2017					TAGP
S	RS	Imbé	Deferido	24/08/2017					TAGP
S	RS	Osório	Deferido	26/10/2018					TAGP
S	RS	Palmares do Sul							
S	RS	Rio Grande	Deferido	21/03/2019	2004				TAGP e PGI
S	RS	São José do Norte							
S	RS	Terra de Areia							
S	RS	Tramandai	Deferido	13/03/2018					TAGP
S	RS	Xangri-lá	Deferido	28/12/2020					TAGP
S	SC	Garopaba				Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca		x	UC
S	SC	Jaguaruna				Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca		x	UC
S	SC	Palhoça	Indeferido			Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca		x	UC
S	SC	Paulo Lopes				Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca		x	UC
S	SC	Balneário Rincão	Deferido	21/09/2018		Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	x		TAGP e UC
S	SC	Imbituba				Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	x		UC
S	SC	Laguna	Deferido	05/12/2018		Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	x		TAGP e UC
S	SC	Governador Celso Ramos	Deferido	30/10/2017		Área de Proteção Ambiental de Anhatomirim	x		TAGP e UC
S	SC	Bombinhas	Deferido	11/10/2017	2003	Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	x		TAGP, PGI e UC
S	SC	Florianópolis	Em análise técnica		2001/2014/2016	Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	x		PGI e UC
S	SC	Araquari							

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
S	SC	Araranguá							
S	SC	Balneário Arroio do Silva							
S	SC	Balneário Barra do Sul							
S	SC	Balneário Camboriú	Deferido	11/10/2017	2003				TAGP e PGI
S	SC	Balneário Gaivota							
S	SC	Balneário Piçarras	Indeferido						
S	SC	Barra Velha	Deferido	11/10/2017					TAGP
S	SC	Biguaçu							
S	SC	Itajaí	Deferido	09/03/2018	2004				TAGP e PGI
S	SC	Itapema	Deferido	27/10/2017	2003				TAGP e PGI
S	SC	Itapoá							
S	SC	Joinville							
S	SC	Navegantes	Deferido	06/12/2018	2004				TAGP e PGI
S	SC	Passo de Torres							
S	SC	Penha	Em análise técnica						
S	SC	Porto Belo	Deferido	18/04/2018	2003				TAGP e PGI
S	SC	São Francisco do Sul	Deferido	26/10/2018					TAGP
S	SC	São José							
S	SC	Tijucas							
SE	ES	Serra				Área de Proteção Ambiental Costa das Algas	x		UC
SE	ES	Fundão	Deferido	04/07/2018	2011	Área de Proteção Ambiental Costa das Algas	x		TAGP, PGI e UC
SE	ES	Linhares				Reserva Biológica de Comboios	x		UC
SE	ES	Aracruz			2016	Reserva Biológica de Comboios, Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio da Vida Silvestre de Santa Cruz	x		PGI e UC
SE	ES	Anchieta	Deferido	04/10/2018					TAGP
SE	ES	Conceição da Barra							
SE	ES	Guarapari	Deferido	21/03/2019					TAGP
SE	ES	Itapemirim	Deferido	30/08/2018					TAGP
SE	ES	Marataízes	Deferido	13/06/2019					TAGP
SE	ES	Piúma	Deferido	26/09/2019					TAGP
SE	ES	Presidente Kennedy							
SE	ES	São Mateus	Deferido	05/06/2018					TAGP
SE	ES	Vila Velha	Deferido	28/08/2017					TAGP
SE	ES	Vitória	Deferido	17/08/2017	2002				TAGP e PGI
SE	RJ	Carapebus			2004	Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba		x	PGI e UC
SE	RJ	Arraial do Cabo	Cancelado		2004	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo		x	PGI e UC
SE	RJ	Angra dos Reis	Deferido	21/12/2017	2004	Estação Ecológica de Tamoios	x		TAGP, PGI e UC
SE	RJ	Paraty	Em análise técnica		2004	Estação Ecológica de Tamoios, Área de Proteção Ambiental de Cairuçu e Parque	x		PGI e UC

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
						Nacional da Serra da Bocaina			
SE	RJ	Macaé			2003	Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba	x		PGI e UC
SE	RJ	Quissamã			2004	Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba	x		PGI e UC
SE	RJ	Araruama	Em análise técnica		2004	Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo	x		PGI e UC
SE	RJ	Armação dos Búzios	Cancelado		2004				PGI
SE	RJ	Cabo Frio	Em análise técnica		2004				PGI
SE	RJ	Campos dos Goytacazes							
SE	RJ	Casimiro de Abreu	Cancelado		2004				PGI
SE	RJ	Duque de Caxias							
SE	RJ	Guapimirim							
SE	RJ	Iguaba Grande			2003				PGI
SE	RJ	Itaboraí							
SE	RJ	Itaguaí							
SE	RJ	Magé							
SE	RJ	Mangaratiba	Em análise técnica		2004				PGI
SE	RJ	Maricá	Em análise técnica						
SE	RJ	Niterói	Deferido	24/11/2017	2011				TAGP e PGI
SE	RJ	Rio das Ostras	Cancelado		2004				PGI
SE	RJ	Rio de Janeiro	Em análise técnica						
SE	RJ	São Francisco de Itabapoana							
SE	RJ	São Gonçalo							
SE	RJ	São João da Barra							
SE	RJ	São Pedro D"Aldeia			2003				PGI
SE	RJ	Saquarema	Deferido	22/11/2017	2004				TAGP e PGI
SE	SP	Estância Balneária Iguape				Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	x		UC
SE	SP	Ilha Comprida				Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	x		UC
SE	SP	São Sebastião	Deferido	26/12/2017	2004	Estação Ecológica Tupinambás e Refúgio da Vida Silvestre do arquipélago de Alcatrazes	x		TAGP, PGI e UC
SE	SP	Peruíbe	Deferido	24/11/2017		Estação Ecológica Tupiniquins e Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	x		TAGP e UC
SE	SP	Cananéia				Estação Ecológica Tupiniquins, Parque Nacional Superagui e Área de Proteção Ambiental de Cananéia-Iguape-Peruíbe	x		UC
SE	SP	Ubatuba	Deferido	24/11/2017	2004	Parque Nacional da Serra da Bocaina e Estação Ecológica Tupinambás	x		TAGP, PGI e UC
SE	SP	Bertioga	Deferido	28/11/2018					TAGP
SE	SP	Caraguatatuba	Deferido	13/12/2019	2004				TAGP e PGI

IVIDES.org

Localização			TAGP		PGI anterior	Unidades de Conservação Federais			Instrumentos
Região	UF	Municípios	Situação	Publicação		Nome da UC	P	T	
SE	SP	Cubatão							
SE	SP	Guarujá	Deferido	26/12/2017	2016				TAGP e PGI
SE	SP	Ilhabela			2003				PGI
SE	SP	Itanhaém							
SE	SP	Mongaguá	Deferido	22/10/2018					TAGP
SE	SP	Praia Grande	Deferido	25/09/2017					TAGP
SE	SP	Santos	Deferido	21/08/2017					TAGP
SE	SP	São Vicente	Deferido	17/10/2017					TAGP

P=Municípios com praias parcialmente inseridas em UCs; **T**=Municípios com praias totalmente inseridas em UCs

IVIDES.org

26

DOI 10.5281/zenodo.6679641

DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TURISMO SUSTENTÁVEL EM LAGUNAS COSTEIRAS – O CASO DE "RIA DE AVEIRO", PORTUGAL*

Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins
Helena Cláudia Cruz Albuquerque
André Inácio Teixeira Pedrosa
Ana Margarida Tavares dos Santos Ferreira da Silva

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS PARADIGMAS EM TURISMO

Desde 1995, o conceito de desenvolvimento sustentável foi "oficialmente" integrado na atividade turística. A Organização Mundial de Turismo (OMT) define Turismo Sustentável como *"Tourism that takes full account of its current and future economic, social and environmental impacts, addressing the needs of visitors, the industry, the environment and host communities"* (UNWTO, 2021). Este conceito remete para um modelo de desenvolvimento, aplicável a todas as formas e tipos de turismo e de destinos, e organiza-se em torno dos três pilares fundamentais do desenvolvimento sustentável (ambiental, econômico, social). No entanto, a enunciação destes princípios não é, por si só, garantia do correto entendimento e implementação efetiva, que produzam os resultados desejados. Dwyer (2018) refere que a integração de boas práticas na indústria turística responde, na maioria dos casos, a um mero cumprimento de normas legais que enquadram a atividade e, muito menos, ao desenvolvimento de um novo modelo de negócio. Acresce ainda, o fato de a atividade se manter em crescimento, ainda que, no último ano e meio, tenha sofrido um desaceleramento, motivado pela pandemia, que amplifica os potenciais impactos negativos e minimiza o potencial equilíbrio dos três pilares. A constatação da lenta e ineficiente penetração do conceito, na prática da indústria, suscitou a proposta de associação da dimensão da *responsabilidade* aos três pilares fundamentais (MIHALIC *et al.*, 2021), como parte do processo de evolução e mudança de paradigma. *"The sustainable development paradigm materializes through jointly accepted and respected conceptual definitions by academia and their practical implementation by social and political actors"* (MIHALIC *et al.*, 2021, p. 2), no entanto, os três pilares deste paradigma não são igualmente relevantes para todos os atores, o que se reflete, sobretudo, no equilíbrio entre estes. Surge assim, a necessidade de se avaliarem paradigmas, que assentem no planeamento do turismo sustentável.

Costa (1996) apresenta a filosofia de implementação de um sistema de redes para o setor do turismo, definidas como organizações estruturais, com o objetivo de aumentar a cooperação entre os parceiros envolvidos no mesmo negócio, por meio da troca de produtos, serviços, informação e conhecimentos. Segundo este autor, a aplicação da filosofia de rede durante as fases do processo de tomada de decisão pode levar os planejadores a

* Este texto foi revisado e adaptado para o Português do Brasil por Raquel Dezidério Souto, com a permissão dos autores.

IVIDES.org

desenhar políticas, mediante o envolvimento de todos os participantes, ligados direta ou indiretamente ao processo de planeamento e assim, orientar este processo, para estilos mais inclusivos e compreensivos de planejamento (COSTA, 1996).

O processo de planejamento de uma região turística pode também basear-se na teoria apresentada por Amdam (2000), a qual refere que um processo de planeamento deve ser um processo de aprendizagem contínua, com participação ativa de toda a comunidade envolvida, sendo para tal, necessário uma estratégia de mobilização da comunidade, onde se partilha um interesse de desenvolvimento, comum a todos os que nela estão envolvidos. Segundo este processo de desenvolvimento, o planejamento estratégico deve ser desenvolvido, como uma espiral, onde o raio vai aumentando, de acordo com as novas experiências e novos conhecimentos, que vão surgindo pela implementação de determinadas estratégias e ações.

Em 2002, a Declaração da Cidade do Cabo sobre Turismo Responsável foca a indústria de turismo sustentável no modelo de desenvolvimento sustentável *"Responsible tourism uses tourism for sustainable development and focuses on what people, businesses, and governments do to maximize the positive economic, socio-cultural, and environmental impacts of tourism"* (MIHALIC *et al.*, 2021, p. 4), apelando a todos os atores para assumirem a responsabilidade de atuarem no sentido de tornar o turismo mais sustentável.

Um outro paradigma surge através da reflexão realizada por Carr *et al*. (2008), com uma abordagem direcionada à necessidade de se produzir mudanças nas estruturas mentais e organizacionais existentes nos diversos processos de planejamento e desenvolvimento. Não sendo este um paradigma especificamente direcionado para o turismo, considera-se importante a sua análise, uma vez que a visão destes autores sugere a necessidade de se ir aprendendo, por meio da experiência e das novas alternativas, valorizando a execução de projetos concretos e a flexibilização e adaptabilidade da estratégia. O turismo representa um setor da economia bastante dinâmico e os turistas têm aumentado, progressivamente, o grau e o nível de exigência nas suas escolhas. Como tal, o desenho de estratégias de desenvolvimento do sector exige que se corram riscos e se aceite a incerteza. Deve apostar-se na aprendizagem ao longo da construção da estratégia, procurando identificar novas experiências e motivos, capazes de atrair, quer os turistas, quer os investidores.

Mais recentemente, as abordagens ao desenvolvimento do turismo têm criado condições para a fusão dos conceitos de turismo sustentável e turismo responsável (surgido em 2002), fazendo emergir um novo paradigma, o *Sustainable and Responsible Tourism* (SRT)[1]. Neste sentido, Mihalic (2016) apresentou um modelo, que pretende integrar estes dois conceitos – O *Triple-A Model (Awareness, Agenda, Action) for responsustable tourism*[2], que se apresenta como uma pirâmide, e que associa o processo da sustentabilidade-responsabilidade à subida de uma montanha (MIHALIC, 2016, p. 467). Com esta analogia, Mihalic pretende evidenciar a necessidade de se ter uma base sólida para se alcançar níveis mais elevados de sustentabilidade e responsabilidade e que cada processo de desenvolvimento de um destino é dependente dessa base sólida da pirâmide. Nesta pirâmide, a base corresponde à consciencialização (*awareness*) dos diferentes agentes, sendo a sua progressão, apoiada nos pilares da sustentabilidade (econômico, sociocultural e ambiental). A segunda fase corresponde à definição da agenda para o turismo sustentável, que levará posteriormente à fase da implementação da ação, na qual se engloba o conceito de turismo responsável. É nesta última fase, que surge o concreto envolvimento dos diferentes agentes, bem como a sua cooperação e participação, com a finalidade de alcançar os objetivos da sustentabilidade, por meio da ação e tomando medidas em linha com os pilares da sustentabilidade (MIHALIC, 2016).

Todos estes paradigmas evidenciam a necessidade de envolvimento dos diferentes agentes, quer seja mediante a criação de redes (COSTA, 1996), da participação ativa (AMDAM, 2000), da aprendizagem por meio da experiência e de novas alternativas (CARR *et al.*, 2008), ou da consciencialização (MIHALIC, 2016). De fato, é este envolvimento que vai afetar a qualidade do turismo sustentável e criar condições para o seu desenvolvimento. No entanto, começa também a ser necessário incluir nestes paradigmas as adaptações decorrentes dos impactos das alterações climáticas, pois estas, cada vez mais, influenciam os processos de planejamento de desenvolvimento dos destinos turísticos.

[1] Turismo responsável e sustentável.

[2] Modelo Triplo-A (consciência, agenda, ação) para o turismo responsável.

IVIDES.org

2 - AS ADAPTAÇÕES E A EVOLUÇÃO DECORRENTES DOS IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

As áreas costeiras são áreas que têm servido tradicionalmente como fonte de riqueza às populações que as habitam, quer pela dedicação à atividade piscatória, quer pela intensa exploração que têm sofrido em termos turísticos (RODRÍGUEZ-SANTALLA *et al*., 2009). São áreas que apresentam uma combinação de recursos da interface entre a terra e o mar e que oferecem um conjunto de amenidades, tais como praias, paisagens, biodiversidade marinha e terrestre, patrimônio cultural e histórico diversificado, gastronomia e, normalmente, boas infraestruturas (UNEP, 2009). Por estas razões, o turismo costeiro é considerado um dos principais tipos de turismo existentes, apesar do seu forte caráter sazonal (BRAMWELL, 2004). No entanto, a atividade turística nas áreas costeiras, muito baseado no modelo "mar-sol-areia", tem contribuído, ao longo dos anos, para o forte crescimento urbanístico, na maior parte dos casos, realizado sem o planejamento adequado, levando ao crescente desordenamento das áreas costeiras e à diminuição da sua atratividade, com consequente aumento dos problemas ambientais e perda de qualidade turística (INSKEEP, 1991; PARTIDÁRIO, 1998; CARETO; LIMA, 2006; LANSING *et al.*, 2007; ZAHEDI, 2008).

Atualmente, as preocupações com as alterações climáticas vieram ainda mais contribuir para os problemas, que as áreas costeiras e, consequentemente, o turismo costeiro enfrentam. Isto, porque o planejamento do turismo, a competitividade dos destinos, a sustentabilidade e a própria geografia do turismo são fortemente influenciados pelas alterações climáticas (SCOTT, 2021), uma vez que o clima desempenha um papel fundamental na seleção dos destinos, na duração da viagem, nos gastos e na satisfação dos turistas (SCOTT; GOSSILING; HALL, 2012; WOLF *et al.*, 2021).

Neste sentido, o sector do turismo necessita desenvolver adaptações decorrentes dos desafios que, cada vez mais, são sentidos face às alterações climáticas, pois, como refere Scott (2021, p. 5):

> [...] *any phenomenon that will adversely affect economic growth in many areas of the world, greatly increase regional water and food insecurity, harm the health and displace more than a billion people, substantially alter many ecosystems and increase extinction risks, increase transportation costs, threaten cultural heritage, and increase security risks is not compatible with sustainable tourism development.*

Torna-se assim, imperativo, implementar e adotar políticas, que encorajem verdadeiramente o turismo sustentável e que demonstrem resultados a nível ambiental, social, econômico e climático, tal como emanado pela Declaração de Davos, em 2007 (UNWTO; UNEP, 2008).

As áreas costeiras, como áreas primordiais de desenvolvimento turístico, são das regiões mais vulneráveis às alterações climáticas, sendo, por isso, necessário incluir neste novo paradigma, as necessárias adaptações, decorrentes destes impactos.

Efetivamente, as alterações climáticas causam um conjunto de impactos, tanto a nível ambiental, como sociocultural e econômico (WOLF *et al*., 2021), provocando também alterações no comportamento e nos fluxos dos turistas. Muitos estudos têm vindo a ser feitos sobre esta temática, nomeadamente, no que se refere ao impacto das alterações climáticas nas áreas costeiras. No entanto, a literatura atual continua a referir que existe uma grande lacuna nos estudos, que evidencie quais as adaptações que devem ocorrer nos diferentes destinos turísticos (SCOTT, 2021), muito pela falta de planejamento, mas devido também à incerteza acerca das alterações climáticas e a consequente incerteza sobre as adaptações necessárias do setor (SCOTT *et al.*, 2012; WOLF *et al.*, 2021).

Arabadzhyan *et al.* (2020) elaboraram uma revisão da literatura e uma meta-análise dos últimos vinte anos (2000 a 2019), tendo identificado os principais impactos das alterações climáticas no turismo nas áreas costeiras e marítimas. Estes autores concluíram que os impactos mais abordados na literatura estão relacionados com:

- impactos físicos no ambiente e que são relevantes para o turista;
- comportamento e valorização do próprio turista;

IVIDES.org

- conforto (geral e térmico) do turista;
- impactos económicos nos destinos.

(Arabadzhyan *et. al*, 2020)

Com esta abordagem, foi possível confirmar que as alterações climáticas levaram a um conjunto de perdas para a experiência turística, quer relacionadas com as alterações que se sentiram nos atributos ambientais, quer no conforto humano, quer na qualidade das infraestruturas e equipamentos, relacionados com o turismo costeiro e marítimo.

3 - A REALIDADE ESPECÍFICA DAS ZONAS HÚMIDAS COSTEIRAS

Em meio à diversidade das zonas costeiras, destacam-se as zonas úmidas, áreas particularmente sensíveis, tanto ao impacto das alterações climáticas sobre os ecossistemas e espécies ali localizadas, como a uma eventual intensificação da procura. Neste contexto, é onde faz ainda mais sentido a implementação de medidas de turismo sustentável e responsável, que contribuam para a minimização desses impactos ou, até mesmo, para um reforço da resiliência e capacidade adaptativa desses ecossistemas.

A Convenção sobre as Zonas Úmidas de Importância Internacional[3] define-as como "*áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa*" (art. 1º, Decreto nº 101, de 09 de outubro de 1980, p. 3263).

No plano estratégico para o período 2016-2024, foram identificados três objetivos estratégicos: abordar as causas da perda e degradação das zonas úmidas; conservar e gerir a rede de sítios Ramsar; e utilizar racionalmente as zonas úmidas. O turismo é referido no âmbito do primeiro objetivo, uma vez que uma das metas mencionadas passa pela referência aos benefícios das zonas úmidas, nos planos e estratégias, nacionais e locais, e nos planos relacionados com setores-chave de atividade, como é o turismo. Por outro lado, uma das metas para atingir o uso racional das zonas úmidas é a necessidade de uma maior sustentabilidade de setores-chave, onde se inclui a atividade turística, no que diz respeito aos seus impactos nas zonas úmidas, de modo a contribuir para a conservação da biodiversidade e para a subsistência humana.

No que se refere especificamente ao desenvolvimento turístico nas zonas úmidas, a Convenção Ramsar e a Organização Mundial do Turismo[4] divulgaram em 2012 um relatório conjunto sobre o tema. Consideraram que a utilização racional das zonas úmidas e a sustentabilidade do turismo partilham objetivos comuns, tais como, a manutenção dos processos ecológicos. De um modo geral, é necessário evitar a poluição, sendo fundamental para o turismo manter a qualidade da água e a atratividade do meio, seja a costa, os rios ou os lagos, assim como, manter os serviços ecológicos, que os *habitats* dessas zonas úmidas providenciam. As zonas úmidas, como a Ria de Aveiro, são locais atrativos para o turismo e o recreio, porque as pessoas são atraídas por lagos e rios (superfícies de água), bem como, pelo valor natural e estético dessas áreas. O turismo é destacado como um serviço, econômica e ambientalmente, preferível para o desenvolvimento de uma zona úmida, comparativamente com outros usos do solo (*e.g.*, agricultura e piscicultura).

De acordo com o referido relatório, os planos e políticas nacionais, regionais e locais são fatores-chave para o sucesso e a sustentabilidade da atividade turística num destino, em termos ambientais, sociais e econômicos, contribuindo para a conservação ambiental e para um turismo, que contribua equitativamente para o desenvolvimento da economia local. Para isso, é também necessário legislação apropriada e a sua efetiva aplicação. As medidas, que visam à conservação e ao uso racional das zonas úmidas, devem ser suportadas por políticas e regulamentação claras, a ser aplicada a todos os agentes, cujas ações tenham impacto nestes territórios. Devendo ser definidos padrões mínimos e requisitos, que o desenvolvimento turístico deve cumprir, de modo a ser permitido.

[3] *Ramsar Convention* - https://www.ramsar.org/.

[4] *United Nations World Tourism Organization* (UNWTO).

IVIDES.org

As autoridades nacionais e locais podem controlar a quantidade e o tipo de turismo desenvolvido, assim como, o local onde acontece e a sua velocidade. Isso pode passar pelo planejamento de regulamentação, de modo que, desenvolvimentos significativos nestas áreas, como instalações turísticas, necessitem de um estudo de impacto ambiental, ou ainda, pela definição do limite do que pode ser construído e a sua localização. Pode também ser incluída a previsão dos tipos e dos tamanhos de construção permitidas para as zonas úmidas, assim como, a especificação de áreas destinadas a tipos de turismo em particular ou a proteção específica para determinada zona úmida ou outros *habitats* sensíveis.

Por outro lado, a implementação de regulamentação, por parte dos governos ou das agências governamentais, pode conter políticas para o turismo, desenhadas para encorajar o desenvolvimento de tipos de turismo, em particular, como o turismo em áreas classificadas, o turismo costeiro ou o turismo rural. No entanto, essas políticas devem focar aspetos do turismo, pelos quais o destino tenha uma vantagem competitiva no mercado, tendo em conta a procura, os seus ativos culturais e naturais, a capacidade das empresas turísticas locais e os interesses da comunidade.

4 - OBJETIVO E METODOLOGIA DA ANÁLISE

Neste capítulo, pretende-se fazer uma análise crítica das condições atuais de desenvolvimento da atividade turística em ecossistemas lagunares, enquanto ecossistemas costeiros com potencial para a exploração de recursos naturais e antrópicos, complementares ou alternativos ao tradicional produto sol e mar. Para tal, foi elaborada uma pesquisa bibliográfica, concentrada em dois assuntos, que se assumem como integradores dos princípios do desenvolvimento do turismo sustentável: os paradigmas do planejamento turístico e os impactos das alterações climáticas.

A análise foi centrada na região da Ria de Aveiro, uma área da Região Centro de Portugal Continental com variadíssimos recursos naturais e socioculturais, em que os “novos paradigmas” de desenvolvimento turístico e as preocupações com a resiliência e a capacidade de adaptação às alterações climáticas têm particular importância.

Neste âmbito, parte-se da análise das condições existentes para as propostas de desenvolvimento, já enunciadas nas políticas públicas de ordenamento, gestão territorial e desenvolvimento do turismo. Com base nessa análise, os desafios existentes e futuros são identificados, bem como as oportunidades atuais e potenciais para a criação de propostas diversas, de produtos e atividades turísticas, que se adequem às condições específicas da região lagunar costeira e à necessidade de considerar os impactos das alterações climáticas.

5 - CASO DE ESTUDO – RIA DE AVEIRO

A região de Aveiro está inserida na região Centro de Portugal, uma região que representa oito comunidades intermunicipais e 100 municípios (Figura 1), o que corresponde a 30,6% do território de Portugal Continental (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019b). A região Centro teve, como principais mercados, ao nível de dormidas, em 2017: Espanha, França, Itália e Brasil. O mercado brasileiro representa a quarta posição e, conjuntamente com o norte-americano, apresentaram um crescimento relevante, no que diz respeito ao número de passageiros nos aeroportos de Lisboa e Porto (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019b).

A região apresentou em 2018 um baixo desempenho turístico, relativamente aos indicadores turísticos chave (dormidas, taxa ocupação cama, proveitos totais e Rev-par), quando comparada com outras regiões de Portugal Continental e enfrenta diversos desafios, relativamente à captação de turistas, em virtude da fragmentação do território (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019b). Para responder a este constrangimento, foi criada a marca Centro e, nesse âmbito, foram definidas oito linhas estratégicas de ação, que correspondem às necessidades da região, relativamente ao turismo. As linhas são:

IVIDES.org

1. valorização e capacitação dos recursos humanos;

2. sustentabilidade, alterações climáticas, mobilidade, coesão e valorização territorial;

3. estruturação e qualificação de produtos/posicionamento;

4. desenvolvimento e qualificação da oferta agentes turísticos;

5. *marketing* digital e *marketing* relacional;

6. internacionalização e dinamização comercial junto dos mercados externos;

7.análise prospectiva, monitorização e inovação;

8. *networks* de *stakeholders* e empreendedorismo.

(TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019a, p. 77)

Neste âmbito, foram ainda definidos cinco pilares estratégicos para 2020-2030: "i) cultura, história, património e gastronomia e vinhos; ii) natureza, *wellness*, turismo ativo e desportivo e mar; iii) turismo espiritual e religioso iv) turismo corporate e empresarial; v) *lifestyle*, *inspirational* e novas tendências" (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019b, p. 83).

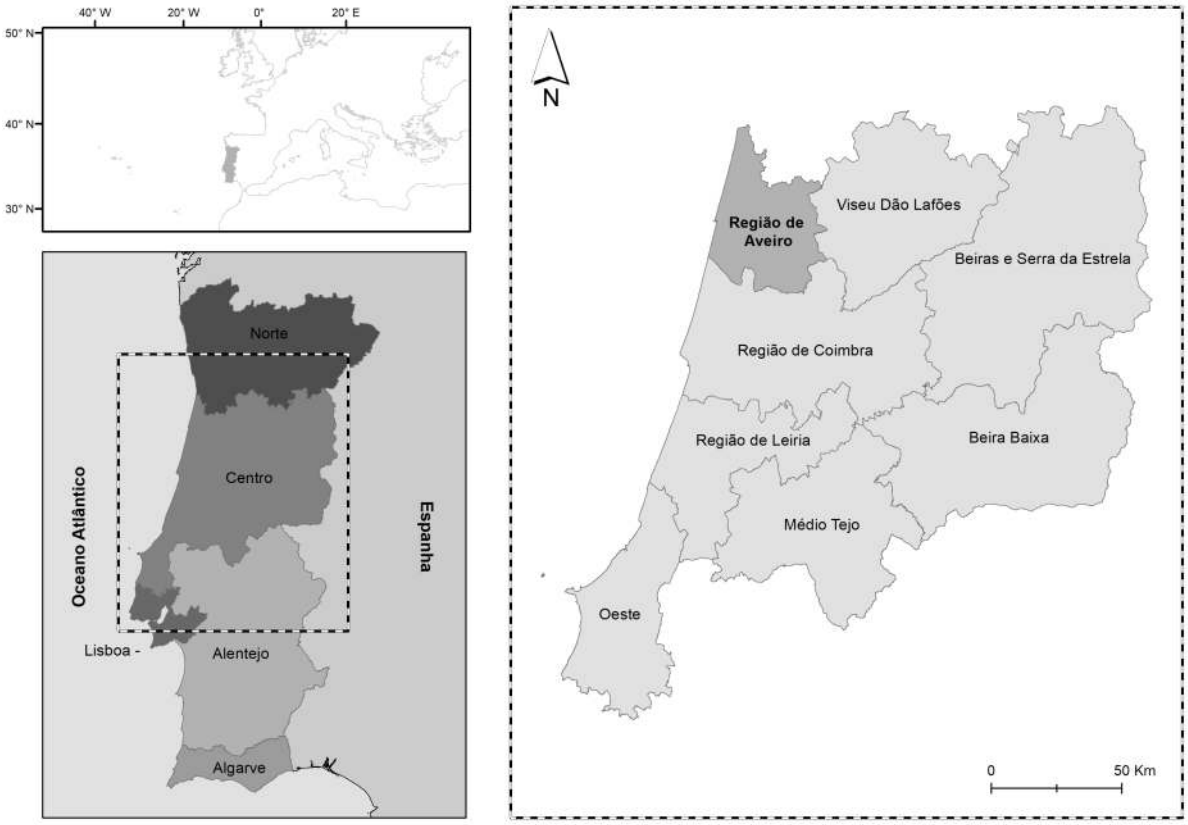


Figura 1 - Região Centro, Portugal Continental. Elaborado pelos autores, com base em Direção-Geral do Território (DGT, 2021).

No que diz respeito à Região de Aveiro, esta integra 11 municípios, cinco dos quais, costeiros, sendo caracterizada pela presença de uma extensa laguna - a Ria de Aveiro (Figura 2).

De acordo com os dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), os municípios que compõem a região de Aveiro têm um total de 363.803 habitantes (INE, 2019a) e receberam 446.545 turistas, em 2019 (INE, 2019b), atingindo um total de 792.745 hospedagens registadas (INE, 2019c). As hospedagens tiveram uma taxa de crescimento de cerca de 10%, em 2019, relativamente a 2018, valor superior à taxa nacional, que foi de aproximadamente 3,7% (INE, 2019c). Os municípios que mais contribuíram para esta subida da visitação turística, foram Ílhavo e Aveiro, ambos municípios costeiros (INE, 2019c).

IVIDES.org

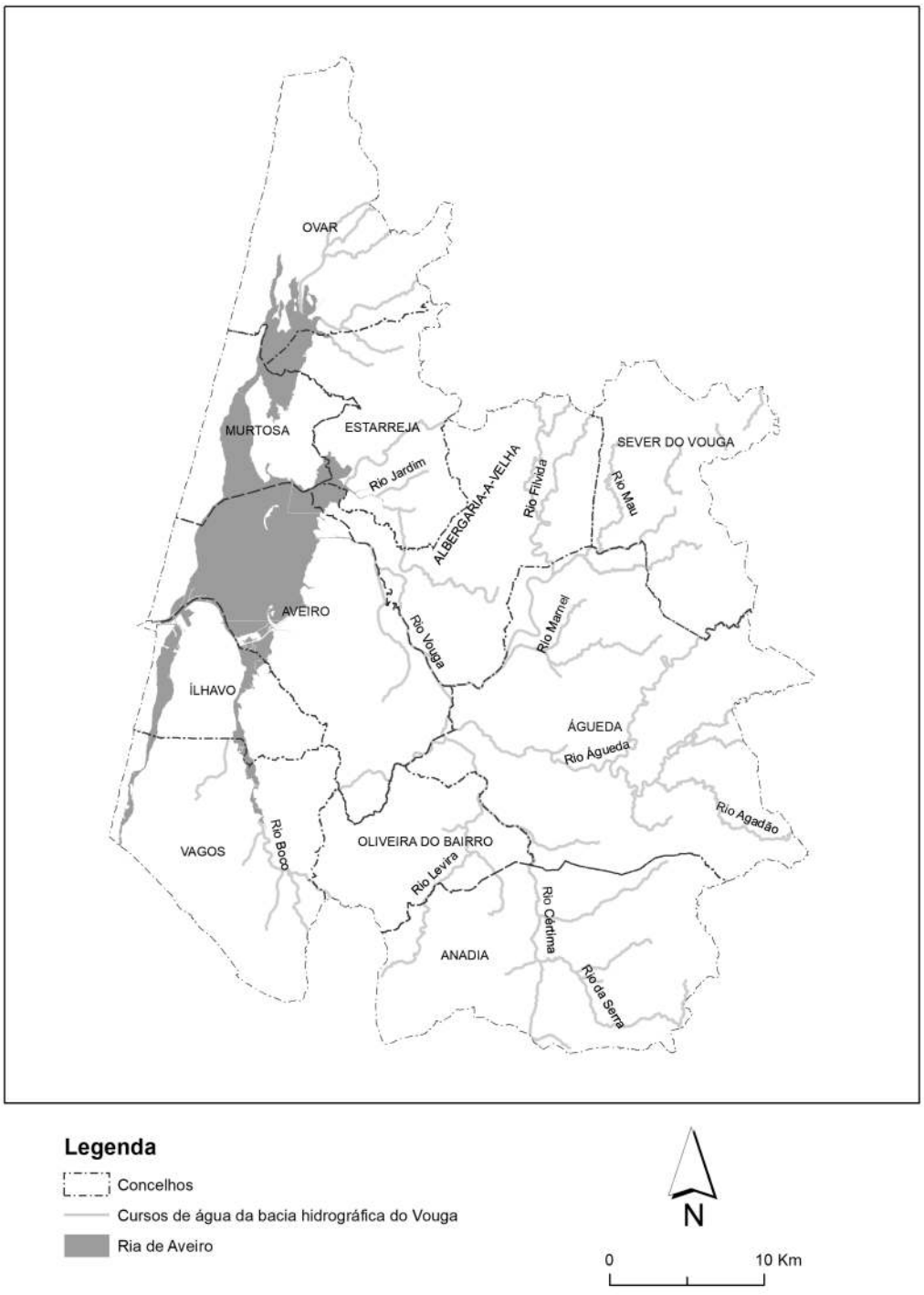


Figura 2 – Municípios da Região de Aveiro e rede hidrográfica do rio Vouga (Portugal). Elaborado pelos autores, com base na Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2018a; 2018b) e na Direção-Geral do Território (DGT, 2021).

Ílhavo integra as principais praias da região e se beneficia da notoriedade da Costa Nova e dos seus tradicionais palheiros às riscas (Figura 3), que são uma atratividade turística; e Aveiro tem aumentado significativamente o nível da visitação turística no centro da cidade, devido à crescente dinâmica dos passeios de barco moliceiro, nos canais urbanos (Figura 4).

Os outros municípios da região procuram atrair turistas, dado que, consequência das dificuldades de acessibilidade, a visitação turística está majoritariamente centrada nos municípios de Aveiro e Ílhavo. A região ainda não tem uma oferta turística, com recurso à multimodalidade, que permita ultrapassar este constrangimento.

IVIDES.org

Figura 3 – Palheiros da Costa Nova. Acervo pessoal de Margarida Ferreira da Silva.

Figura 4 – Passeio de barco no canal central da cidade de Aveiro. Acervo pessoal de Margarida Ferreira da Silva.

Quanto à Ria de Aveiro, esta ocupa cerca de 11.000 hectares, é considerada a zona úmida mais importante do norte de Portugal, tem 45 km de comprimento e uma largura máxima de 8,5 km (DIAS; LOPES; DEKEYSER, 2000). Integrada na rede Natura 2000, a Ria de Aveiro foi classificada como Zona Especial de Proteção (ZPE), ao abrigo da Diretiva Aves, e como Sítio de Importância Comunitária (SIC), ao abrigo da Diretiva Habitats (Figura 5).

IVIDES.org

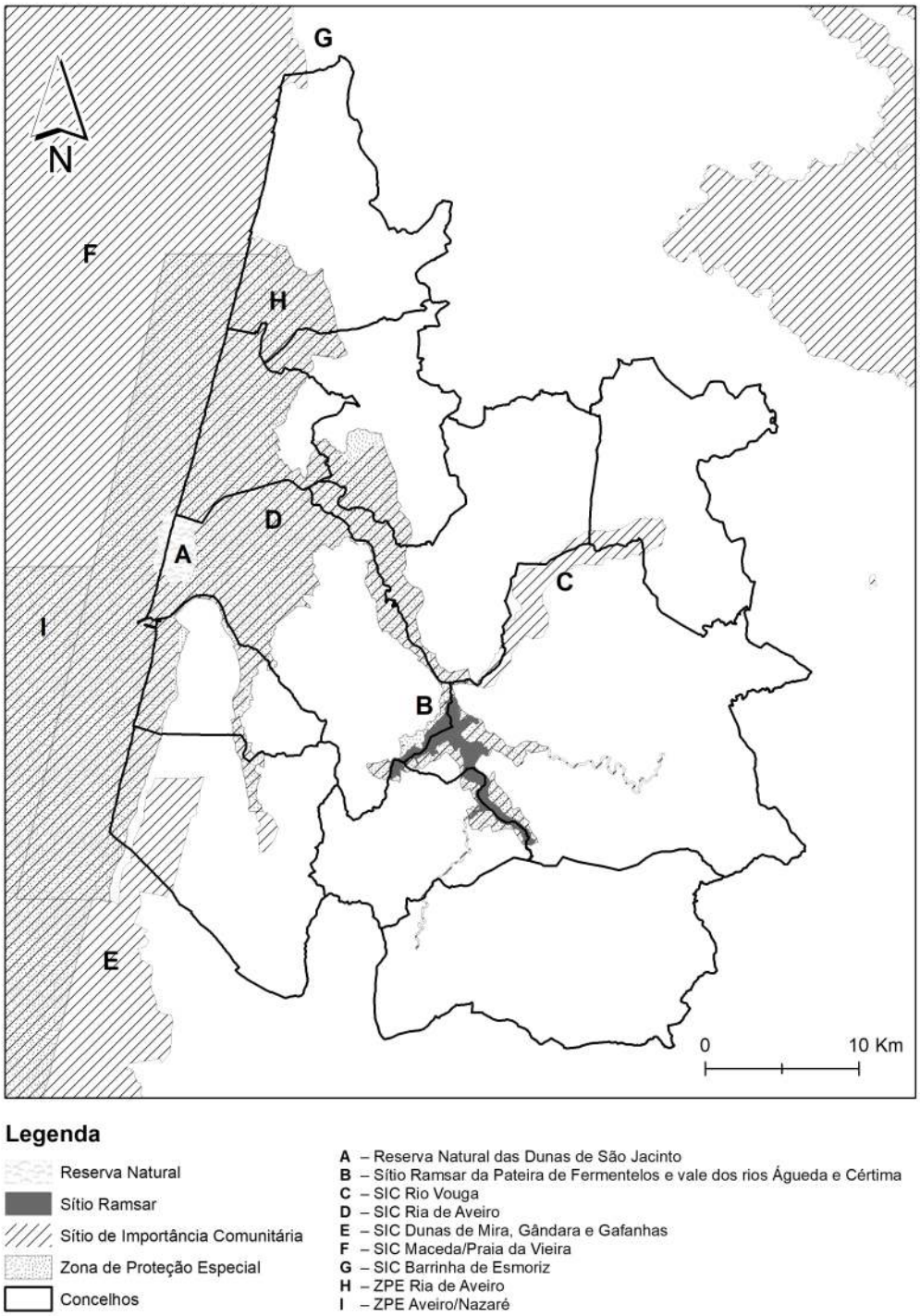


Figura 5 - Ria de Aveiro, Rede Natura 2000 (SIC e ZPE) e Sítio Ramsar. Elaborado pelos autores, com base na Direção-Geral do Território (DGT, 2021) e no Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF, 2020a, 2020b, 2020c).

A Ria de Aveiro liga áreas urbanas e rurais por canais, oferecendo uma paisagem única e muitas atividades econômicas tradicionais, como a pesca, a produção artesanal de sal, a coleta de algas marinhas, a aquicultura e a agricultura, bem como, novas oportunidades econômicas, nomeadamente, desportivas e turísticas, como o turismo de natureza e náutico (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019a). A população da região tem uma longa tradição ligada ao mar e à laguna, com a pesca e a produção de sal, tendo sido sempre importantes para o desenvolvimento econômico da região. Mais recentemente, surgiram novas oportunidades econômicas, associadas ao turismo, tais como as atividades de saúde e bem-estar, nas salinas (Figura 6), e o *birdwatching* (Figura 7), entre outros (MARTINS *et al*., 2020).

IVIDES.org

Figura 6 - Visita guiada à salina Santiago da Fonte, Aveiro. Acervo pessoal de Helena Albuquerque.

Figura 7 - Observação de aves, na salina Santiago da Fonte, Aveiro. Acervo pessoal de Helena Albuquerque.

IVIDES.org

A área envolvente à Ria de Aveiro apresenta uma forte ligação com este ecossistema e constitui, pela sua localização e seu quadro de recursos e características biofísicas, um excelente caso de estudo, quando se pretende abordar o desenvolvimento sustentável do turismo, que se baseie no aproveitamento das características naturais, mas que mantenha uma estreita relação com o equilíbrio ambiental desejado. Já em 1991, era referida por Pinho, a necessidade de "[...] *privilegiar a atracção, desenvolvimento e diversificação das actividades económicas, como o turismo, o desporto náutico e o recreio, que genuinamente dependem da manutenção ou melhoria da qualidade ambiental da faixa costeira e envolvente lagunar*" (PINHO, 1991, p. 28). O desafio que se coloca hoje é o de mostrar que é possível desenvolver uma estratégia de turismo sustentável, baseada nos recursos naturais locais e com uma perspetiva ambiental forte, onde a Ria possa assumir um papel central de interligação entre as várias atividades e acontecimentos turísticos. Neste desafio, as singularidades territoriais, culturais e ambientais existentes podem e devem contribuir para a formação de produtos turísticos de qualidade e atrativos.

Apesar da existência de um quadro de recursos diversificado e qualificado, verifica-se que a região da Ria de Aveiro necessita de um forte impulso, em termos de desenvolvimento do turismo. É visível, nesta região, bem como em quase todo o país, a existência de uma forte sazonalidade do turismo, uma vez que são os recursos costeiros, em especial, a praia e o mar, que cativam mais visitantes. Este fator relaciona-se, muitas vezes, com a falta de conhecimento em relação a outros recursos, também litorais, mas que não se encontram "transformados" em produtos turísticos. É importante valorizar esses recursos, em termos turísticos, sem esquecer a sua importância para a sustentabilidade, e ainda, apostar em estratégias, que permitam a quebra da forte sazonalidade que marca o turismo da região. Esta visão integra-se assim, nas preocupações de *sustentabilidade e competitividade*, que têm marcado o debate em torno do desenho das estratégias e das políticas para o desenvolvimento do turismo, uma vez que estes dois vetores têm assumido um papel de relevo, tanto no contexto nacional como no contexto internacional (ALBUQUERQUE, 2013).

A região da Ria de Aveiro é uma região que apresenta variadíssimos recursos naturais e socioculturais. A proximidade entre o mar e a serra cria condições para a existência de paisagens diversificadas, nomeadamente, as encostas e os vales encaixados, com paisagens tipicamente serranas, contrastando com a planície costeira, onde surgem praias arenosas e uma vasta área lagunar, que modela o território, numa área geográfica relativamente pequena (cerca de 45 km de largura máxima). É assim, uma área caracterizada por uma grande diversidade a nível ambiental e patrimonial, apresentando uma diversidade de recursos naturais, culturais, arquitetônicos e etnográficos, de grande valor (ALBUQUERQUE, 2013).

A diversidade de recursos passa, em primeiro lugar, pela existência da Ria de Aveiro, que desempenha um efeito regulador sobre a paisagem envolvente, tendo sido fortemente condicionada pela presença humana (Figura 2). É uma área que

> [...] resulta e é condicionada por fortes intervenções humanas, nomeadamente pela fixação da barra e dragagem de canais para a navegação, pela construção de diques, de tanques de piscicultura e de salinas; pela colheita do moliço e do caniço; pelas actividades agrícolas nas zonas envolventes; pela construção de vias de circulação automóvel; pela poluição urbana e industrial; pela pesca e apanha de bivalves etc.
>
> (DGOTDU, 2004, p. 143)

São vários, os afluentes que desaguam no rio Vouga, destacando-se como principais, os rios Caima, Sul e Antuã, na margem direita; e os rios Águeda, Cértima e Alfusqueiro, na margem esquerda (ALMENDRA, 2012) (Figura 6). Esta rede de afluentes proporciona a existência de características especiais para o setor do turismo, nomeadamente, pela presença de praias fluviais (cerca de 19), que se encontram um pouco por toda a região. Além da Ria e de todos os seus afluentes, salientam-se as praias marítimas (28 praias) que se estendem desde Ovar até Mira. Estas são, sem dúvida, as áreas de maior afluência turística, essencialmente no verão, onde se verifica a presença de muitos visitantes, que procuram o produto sol e mar, para os seus tempos de lazer (PARQUE EXPO, 2010). No entanto, estas áreas podem ter a qualidade da visitação turística afetada pelos impactos causados pelas alterações climáticas.

De acordo com Alves (2013), as alterações climáticas podem afetar negativamente vários setores de atividade na Região de Aveiro, como a agricultura e a silvicultura, como também, o turismo. As razões apontadas estão relacionadas com a alterações sofridas nos ecossistemas, com alterações nas espécies de flora e migrações

IVIDES.org

forçadas nas espécies de fauna, bem como o risco de extinção de algumas espécies. Outro impacto das alterações climáticas na região está relacionado com o aumento do nível médio do mar, com efeito negativo sobre a erosão da zona costeira e alterações significativas ao nível dos areais das praias (HANGULA, 2016), o que tem influência no turismo de sol e mar da região, bem como ao nível da paisagem, como referido por Pinho (2010) relativamente a uma possível transformação das zonas de sapal em zonas de lamaçal.

Não obstante, os impactos negativos das alterações climáticas podem também criar oportunidades, por exemplo, para o setor do turismo. Este setor poderá se beneficiar com a extensão da temporada balnear, devido ao maior número de dias de calor, ou com a maior capacidade de atração, comparativamente a outros destinos nacionais, tradicionalmente mais atrativos, devido ao potencial desconforto térmico associado ao aumento da temperatura, nessas regiões, durante a época balnear (*e.g.*, julho, agosto). No entanto, esse aumento de temperatura, conjugado com a diminuição da precipitação, pode ter como consequência, uma menor disponibilidade de água, o que, com um número crescente de turistas em época balnear, aumentará a procura de água nos meses onde a sua disponibilidade é mais reduzida, ambas as situações com um impacto negativo indireto na escassez de água (CÂMARA MUNICIPAL DE AVEIRO; IRRADIARE, 2020, p. 126, 127).

Quanto às políticas de adaptação para a região, estas encontram-se definidas a nível nacional, no âmbito das medidas e planos estratégicos, como focaremos adiante. A Região de Aveiro, bem como qualquer outra Região do país, não possui políticas especificas de adaptação às alterações climáticas, uma vez que não é reconhecida como uma região administrativa como tal, sendo apenas um conjunto de municípios com ligações à Ria, que se uniram para trabalhar em conjunto, com o objetivo de desenvolver a região e proteger a laguna costeira. Por outro lado, para Portugal, apenas existem as políticas nacionais, que refletem a abordagem das políticas definidas ao nível da Europa, bem como os compromissos assumidos, relativamente às políticas internacionais. Assim, os municípios e freguesias desta região são obrigados a seguir e implementar as políticas, já definidas a nível nacional (HANGULA, 2016).

6 - INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL E OUTROS PLANOS, PROGRAMAS OU ESTRATÉGIAS

A gestão das atividades turísticas em zonas úmidas, por parte dos governos ou agências governamentais, deve ter em atenção o planejmento e a regulamentação das atividades, por meio de planos e políticas nacionais, regionais e locais, além de legislação apropriada e a sua efetiva aplicação (SRCW; UNWTO, 2012). Nesse sentido, a análise dos instrumentos de gestão territorial (IGT), bem como de outras estratégias, planos ou programas, abordando as questões do desenvolvimento turístico e da sustentabilidade ambiental da região da Ria de Aveiro, permite-nos identificar o que está atualmente a ser considerado para o desenvolvimento sustentável do turismo nesta região e, particularmente, na laguna costeira Ria de Aveiro.

Em Portugal, os IGT têm quatro âmbitos de atuação: nacional, regional, intermunicipal e municipal (Decreto-Lei nº 80/2015, do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia), sendo que esta análise considera apenas os IGT de âmbito nacional, regional e intermunicipal, com intervenção nesta região.

O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território destaca a necessidade de valorizar o capital natural de áreas classificadas da Rede Natura 2000, onde se inclui a Ria de Aveiro (Lei nº 99/2019 da Assembleia da República, de 5 de setembro de 2019). Quanto ao Programa da Orla Costeira (POC) Ovar – Marinha Grande, este identifica as oportunidades de desenvolvimento deste território, por meio de atividades de recreio e lazer e do turismo de natureza, associados a ações de divulgação e conservação ambiental. No entanto, se, por um lado, o turismo pode beneficiar da crescente procura do turismo de natureza e de valorização do ambiente na atividade turística, por outro, tem como fraquezas, as pressões turísticas sobre o meio ambiente e a sazonalidade do turismo de sol e mar. Em alternativa, surge o turismo náutico e as atividades desportivas associadas às ondas, com destaque para o *surf*. Além disso, o POC pretende implementar estratégias, como a qualificação e valorização dos múltiplos recursos turísticos da orla costeira, reforçando a capacidade e as condições do turismo balnear e dos desportos de ondas. Para isso, é necessário valorizar e divulgar o património histórico-cultural local, por meio da melhoria das infraestruturas de apoio, e diversificar a oferta de produtos turísticos, com destaque para a arte xávega (CEDRU; UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 2016).

IVIDES.org

A classificação da Ria de Aveiro, como Zona de Proteção Especial (ZPE) e Sítio de Importância Comunitária (SIC), no âmbito do Rede Natura 2000, resulta na obrigatoriedade de respeitar as medidas e orientações para a gestão territorial, estabelecidas pelo Plano Setorial da Rede Natura 2000 (PSRN 2000). Estas medidas e orientações são integradas nos planos municipais e nos planos especiais de ordenamento do território, com vista à salvaguarda e à valorização dessas áreas e a manutenção das espécies e *habitats*, num estado de conservação favorável (Decreto-Lei nº 384-B/99 do Ministério do Ambiente, 1999). No que diz respeito ao desenvolvimento turístico da Ria de Aveiro, o PSRN 2000 aponta o condicionamento da expansão urbano-turística e o ordenamento das atividades de recreio e lazer, na ZPE (Decreto-Lei nº 384-B/99 do Ministério do Ambiente, 1999); e para o correto ordenamento da ocupação urbana, agrícola e turística, sobre esta faixa costeira, para a preservação dos sistemas dunares, no SIC[5] (Resolução do Conselho de Ministros nº 45/2014 da Presidência do Conselho de Ministros, 2014). Ainda na região de Aveiro, numa área próxima ou sobreposta à ZPE[6] e ao SIC da Ria de Aveiro, existem outras áreas classificadas, nomeadamente, os SIC Barrinha de Esmoriz; Dunas de Mira, Gândara e Gafanhas; Rio Vouga; e Maceda-Praia da Vieira, a ZPE Aveiro/Nazaré ou o Sítio Ramsar Pateira de Fermentelos e vale dos rios Águeda e Cértima (Figura 5).

A Ria de Aveiro inclui também uma área classificada como reserva natural, as dunas de São Jacinto, que tem o seu próprio plano de ordenamento, o Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Dunas de São Jacinto (PORNDSJ). Este plano apresenta medidas de promoção de atividades, que vão de encontro ao estatuto de proteção da área, como a divulgação, a sinalização e a gestão dos percursos interpretativos (ou outros), associados a atividades recreativas, a promoção e a coordenação do voluntariado ambiental, o incentivo e o apoio à investigação científica dos ecossistemas dunares, lagunares e marítimos, e a dinamização e otimização da gestão dos equipamentos. Além disso, define os atos e as atividades, interditos na sua área de intervenção, e as áreas prioritárias para a conservação da natureza e os respectivos níveis de proteção e de uso, de acordo com as seguintes tipologias: área de proteção total, área de proteção parcial e área de proteção complementar (Resolução do Conselho de Ministros nº 76/2005 da Presidência do Conselho de Ministros, 2005).

Segundo a proposta de Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro (PROT Centro), a Ria de Aveiro, enquanto área classificada e área de mais-valia ambiental, deve ser sujeita a intervenções que salvaguardem e potenciem o desempenho das suas funções ecológicas. Uma das medidas especificas para a implementação do modelo territorial, definido para a região Centro, é o ordenamento da Ria de Aveiro e da Pateira de Fermentelos, no que diz respeito às atividades turísticas, ao controlo da expansão urbana nas proximidades da zona úmida, à promoção das atividades tradicionais, como é a salicultura, e à erradicação das espécies exóticas infestantes (CCDRC, 2011).

No que diz respeito à sub-região Centro litoral, na qual se insere a Ria de Aveiro, o PROT-Centro reconhece a diversidade de recursos naturais, ambientais e culturais e o papel das estruturas urbanas, como suporte à atividade turística. No Centro litoral, destacam-se os produtos turísticos de *Touring* Cultural e Paisagístico, Turismo de Natureza, Turismo de Negócios, Turismo Náutico, Turismo Sol e Mar, Gastronomia e Vinhos, Saúde e Bem-estar, Golfe, conforme a tipologia identificada no Plano Estratégico Nacional do Turismo de 2007. No domínio da conservação da natureza e biodiversidade, destaca a necessidade de desenvolver os processos que conduzam à classificação da Ria de Aveiro e Pateira de Fermentelos, como Sítio Ramsar, e equacionar a criação do Parque Natural da Ria de Aveiro, no âmbito da elaboração do Plano de Ordenamento do Estuário da Ria de Aveiro (CCDRC, 2011). Desde a apresentação desta proposta até à atualidade, registamos a classificação da Pateira de Fermentelos como Sítio Ramsar (Sítio Ramsar nº 2089, 2016).

À escala intermunicipal, o Plano Intermunicipal de Ordenamento da Ria de Aveiro (UNIR@Ria) identificou três eixos de desenvolvimento para este território. O eixo 1 reconhece o vasto espaço natural da Ria de Aveiro, com características ambientais e paisagísticas de elevado valor, que deve ser preservada e requalificada, para benefício da população e numa ótica de desenvolvimento sustentável. O eixo 2 procura estabelecer um equilíbrio entre as atividades humanas e a preservação dos ecossistemas da Ria de Aveiro. Para a sua concretização, um dos objetivos estratégicos corresponde à dinamização do setor do turismo, aproveitando as potencialidades naturais do plano de água e a qualidade ambiental envolvente, numa lógica de compatibilização com a preservação ambiental, por meio do aumento, diversificação e qualificação da oferta de alojamento da região, da definição de uma política comum de promoção e divulgação do turismo e dos produtos associados à Ria de Aveiro, da

[5] SIC é sigla para Sítio de Importância Comunitária.

[6] ZPE é sigla para Zona de Proteção Especial.

IVIDES.org

diversificação das atividades de lazer e recreio, como por exemplo, o desporto náutico, os passeios na natureza etc.; e a qualificação e promoção da restauração e gastronomia regional. Quanto ao eixo 3, este pretende a gestão global da Ria, promovendo a coesão territorial e social (CPU Urbanistas e Arquitectos, 2007). No total, foram identificados 159 projetos, de acordo com o modelo estratégico, definido com base nos eixos mencionados. Estes projetos contribuíram para a elaboração do Plano Estratégico do Polis Litoral Ria de Aveiro, em 2010, juntamente com um levantamento de ações constantes noutros IGT (Parque Expo, 2010).

Além dos IGT, foram também considerados outras estratégias, planos ou programas com incidência sobre a Ria de Aveiro e com relevância para as questões ambientais e turísticas associadas a esse espaço, nomeadamente, a Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Zonas Costeiras, a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade para 2030, a Estratégia de Turismo 2027 e o Plano Regional de Desenvolvimento Turístico do Centro 2020-2030.

De modo a concretizar a visão e os objetivos definidos pela Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira, é apresentado um conjunto de medidas a adotar, das quais se destaca a promoção e a criação de condições favoráveis para o acolhimento e o desenvolvimento de atividades da náutica de recreio e de turismo sustentável nas zonas costeiras. A medida é constituída por um conjunto de ações prioritárias, como a produção de um guia de boas práticas da atividade náutica, a criação de um certificado de marina sustentável, a criação de produtos de turismo sustentável e a promoção internacional conjunta de uma rede nacional de marinas certificadas (Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009 da Presidência do Conselho de Ministros, 2009).

A Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade para 2030 (ENCNB 2030) identifica as seguintes medidas, aplicáveis a todo o território nacional: qualificar o património edificado, as infraestruturas e os espaços de uso coletivo em áreas classificadas; e articular e promover o reconhecimento de empresas de «Turismo de Natureza» (Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2018 da Presidência do Conselho de Ministros, 2018).

Por sua vez, o Plano Regional de Desenvolvimento Turístico do Centro, para o horizonte 2020-2030, identifica a Natureza, *wellness*, Turismo Ativo e Desportivo e Mar, como um dos pilares estratégicos para o desenvolvimento turístico na região Centro, entre 2020 e 2030, com especial relevância para a Região de Aveiro. Entre os produtos turísticos associados à Ria de Aveiro, destacam-se a Reserva Natural das Dunas de São Jacinto, as salinas de Aveiro e as Pateiras de Fermentelos e de Frossos, no âmbito da Natureza e *wellness*; ou os desportos náuticos, a Grande Rota da Ria de Aveiro e o *Birdwatching*, no âmbito do Turismo Ativo e Desportivo (Turismo do Centro de Portugal, 2019).

No sentido de ultrapassar os constrangimentos associados à fragmentação do território e ao desequilíbrio existente na procura nos vários municípios, bem como para aproveitar os elementos distintivos da região, como a extensa costa litoral e elementos distintivos, como a Ria de Aveiro e o Rio Vouga, foi criada a submarca "Ria de Aveiro", para que fosse claramente identificada dentro da marca Centro.

A submarca Ria de Aveiro está inserida no pilar estratégico "Natureza, *Wellness*, Turismo Ativo e Desportivo e Mar" e, neste âmbito, mais recentemente, foram criadas as estações náuticas (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019a). As estações náuticas são consideradas uma mais-valia, referente aos recursos e potencialidade de Portugal, relativamente ao turismo náutico. Estas estações permitem uma oferta integrada e de qualidade, que engloba alojamento, restauração, atividades náuticas e outras atividades e serviços relevantes, e estão majoritariamente localizadas no litoral, existindo, no entanto, algumas também no interior, em rios, lagos e albufeiras de barragens (TURISMO DE PORTUGAL, 2022) (Figura 8).

A região Centro tem o maior número de estações certificadas, das oito estações náuticas certificadas no Centro de Portugal, seis estão localizadas na região de Aveiro (i.e., Aveiro, Estarreja, Ílhavo, Murtosa, Ovar e Vagos), o que demonstra a importância do produto turismo náutico, nesta região. São exemplos de atividades desenvolvidas na região: o *surf*, o *kitesurf*, a vela, os passeios de barco, a pesca desportiva, entre outros (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2020).

Os instrumentos de gestão territorial, bem como as estratégias, programas e planos, anteriormente analisados, fazem referência à problemática das alterações climáticas, no que diz respeito ao seu impacto nas zonas úmidas e no setor do turismo. Neste contexto, a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas destaca o impacto que as alterações climáticas podem ter no turismo, uma vez que a atividade num destino está dependente do seu território e do seu clima. As alterações climáticas poderão originar modificações, como "[...] a perda

IVIDES.org

de biodiversidade, a erosão do litoral e a consequente degradação da paisagem, ou até o aumento de incidência de doenças transmitidas por determinados organismos" (Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015 da Presidência do Conselho de Ministros, 2015). Também a ENCNB 2030 refere os efeitos que as alterações climáticas podem causar no mar, nomeadamente, o aumento da temperatura das águas e da sua acidificação, o que pode "[...] induzir alterações significativas nas comunidades marinhas, bem como a migração, para latitudes mais setentrionais, de muitas populações" (Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2018 da Presidência do Conselho de Ministros, 2018).

A ENGIZC identifica as alterações climáticas, como um dos principais desafios de médio/longo prazo à gestão integrada das zonas costeiras, identificando a necessidade de impor medidas e orientações setoriais, específicas de adaptação para as alterações previsíveis, como a subida do nível médio do mar, a acidificação do oceano, o aumento da temperatura média global das águas superficiais oceânicas; ou a alteração dos sistemas, ecossistemas e paisagens costeiros (Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009 da Presidência do Conselho de Ministros, 2009).

Figura 8 – Estações Náuticas de Portugal. Fonte: Turismo de Portugal (2022).

IVIDES.org

O POC Ovar – Marinha Grande identifica como principais consequências para o litoral português "[...] a subida do nível médio do mar e a modificação do regime de agitação marítima, da sobrelevação meteorológica, da temperatura e da precipitação" (p. 31). Consequentemente, isso pode provocar um aumento da intensidade da erosão, modificação da frequência e intensidade de inundações costeiras e alterações na qualidade da água, por exemplo, em estuários e lagunas. As zonas úmidas são identificadas entre as zonas mais vulneráveis a estes impactos e, portanto, é necessário adotar medidas de adaptação, a fim de reduzir o risco associado a estas alterações (CEDRU; UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 2016).

No âmbito do turismo, se, por um lado, a Estratégia Turismo 2027 se refere às alterações climáticas, como uma das principais ameaças para o desenvolvimento turístico em Portugal (TURISMO DE PORTUGAL, [s.d.]; PORTUGAL, 2017), o Plano Regional de Desenvolvimento Turístico do Centro identifica a possibilidade de antecipação do posicionamento, face às temáticas das alterações climáticas e da sustentabilidade, uma oportunidade de desenvolvimento para a região (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019b). O mesmo plano procura promover o desenvolvimento integrado, sustentado e coeso do território, estabelecendo uma linha estratégica de ações, relacionada com a sustentabilidade, às alterações climáticas, à mobilidade, à coesão e à valorização territorial. Nesse sentido, procura

> [...] valorizar, preservar e garantir a autenticidade e sustentabilidade da Região Centro e das suas comunidades, assim como fomentar e consolidar as redes colaborativas e dinâmicas institucionais, as acessibilidades, a circulação e a mobilidade no território (intra e inter regional) dos visitantes e residentes, antecipando o seu posicionamento face aos efeitos das alterações climáticas. (TURISMO CENTRO DE PORTUGAL, 2019b, p. 78).

Quanto à Visão estratégica para a região centro 2030, esta refere a necessidade de adaptar proativamente a região à emergência climática e à descarbonização. A territorialização da sua estratégia regional pressupõe que, para a Ria de Aveiro, no âmbito da Qualificação da Ria de Aveiro, Defesa Costeira e Gestão das Alterações Climáticas, seja continuado "[...] o investimento desenvolvido pela Polis Litoral Ria de Aveiro na qualificação e valorização da Ria de Aveiro, articulando essas ações com os investimentos necessários na defesa da orla costeira nomeadamente nas zonas de maior risco dos municípios de Ovar, Ílhavo e Vagos" (CCDRC, 2020).

No caso dos destinos de sol e mar, como é o caso da região de Aveiro, o desaparecimento das praias e a escassez de água poderá inviabilizar determinadas atividades turísticas. Por outro lado, a Ria de Aveiro é um importante recurso natural, com potencial para o desenvolvimento de atividades de turismo de natureza, que pode também ser afetada pelas potenciais alterações provocadas nos ecossistemas. Neste contexto, devem ser pensadas estratégias e medidas de mitigação e adaptação, adequadas a este desafio.

7 - SÍNTESE CONCLUSIVA

A análise realizada permite-nos sublinhar algumas oportunidades e desafios, decorrentes da interação entre os compromissos assumidos para a implementação e desenvolvimento de um "*responsustable tourism"* (MIHALIC, 2020) e a necessidade de desenvolvimento de ações de adaptação às alterações climáticas, bem como no reforço da resiliência dos territórios e ecossistemas costeiros, em particular das áreas úmidas.

No caso concreto da Ria de Aveiro, evidencia-se a preocupação, manifestada nos vários Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), de criar condições para que o desenvolvimento das atividades turísticas na região esteja em consonância com as suas características específicas, bem como, que a diversidade dessas características seja aproveitada para a geração de produtos e formas de turismo menos intensivas, menos dependentes de um único produto e menos concentradas em períodos temporais específicos, como acontece com o produto sol-mar. Com esta abordagem, há uma tentativa de definir programas de ação, que valorizem as características da Ria de Aveiro, como um território uno, em contraposição ao que se verifica atualmente, que reflete uma valorização compartimentada dos serviços dos ecossistemas, com os produtos turísticos costeiros da frente marítima, desenvolvidos separadamente dos produtos de turismo de natureza, do plano de água, canais e ilhas do interior da laguna.

IVIDES.org

Os mesmos IGT chamam a atenção para a fragilidade deste território e dos seus ecossistemas, face às alterações climáticas, tanto do ponto de vista dos impactos sobre as condições biofísicas como dos impactos sobre as atividades económicas, a sociedade e a identidade territorial. De uma forma geral, são enunciadas as ameaças decorrentes dessas alterações, como seja a perda de território (recuo de linha de costa), o aumento de frequência e intensidade de condições de risco, tanto costeiro (galgamentos) como de inundação de terrenos marginais à ria, bem como de perda e/ou substituição de biodiversidade. Por outro lado, são também enunciadas algumas oportunidades, sobretudo, de adaptação das atividades econômicas, entre as quais, o turismo costeiro, aos novos cenários climáticos. Estas oportunidades desenvolvem-se em torno de uma potencial vantagem comparativa deste destino, face a destinos tradicionalmente mais atrativos, no que diz respeito ao produto sol-mar, tendo em conta, o esperado aumento de temperatura e a intensificação do período de seca, durante a estação balnear, dos destinos mais a sul. Esta análise mantém, no entanto, uma abordagem de fragmentação, entre a frente costeira e o interior da laguna, e uma focalização muito incipiente sobre as características específicas do território, que se materializa em afirmações de vontade de ação, pouco concretas, que não são facilmente apropriadas pelos diferentes agentes, intervenientes na implementação de ações.

8 - ORIENTAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Se podemos dizer que a aparente relevância dada a assuntos, como o desenvolvimento de formas e tipos de turismo mais sustentável e responsável, que tenha em conta a necessidade de adaptação às alterações climáticas, é bem clara nos instrumentos de gestão territorial de nível nacional e local, que enquadram a governação e gestão do território, temos, no entanto, de chamar a atenção para ausência de ações de intervenção concretas, direcionadas para estes assuntos. Esta ausência é parcialmente justificada, pela incerteza inerente à evolução dos cenários climáticos, mas reflete também alguma inércia, face à opção por modelos de negócio mais consolidados e o investimento em modelos de negócio com maior risco de incerteza e menos consolidados, tanto por parte dos agentes econômicos como por parte dos decisores políticos.

Para este aparente "contexto de inação", é relevante o aprofundamento da pesquisa sobre as particularidades, que os impactos das alterações climáticas podem assumir, face às condições locais, de maneira a suscitar propostas de intervenção adaptativas. Neste âmbito, parece-nos de particular importância, a abordagem das atividades turísticas em áreas lagunares, enquanto propostas de turismo costeiro, como forma de diversificação desses produtos e aumento da atratividade, contribuindo para a diminuição do efeito de incerteza, tanto no que respeita à sazonalidade (alargamento/ alteração/ flutuação da época balnear), como à contradição entre o aumento de procura de destinos turísticos, localizados em áreas de perda de território (erosão costeira), e a sua eventual disseminação para áreas vizinhas, no interior da laguna. Esta abordagem permitiria uma melhor gestão dos fluxos turísticos, com uma menor pressão, sobre os municípios com maior visitação, e maior procura turística, nos municípios mais periféricos desta região, criando assim, um equilíbrio neste território.

REFERÊNCIAS

APA (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.). **Massas de água superficiais de Transição de Portugal continental**: conjunto de dados geográficos, SNIAmb, 2018a.

APA (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.). **Massas de água superficiais Rios de Portugal continental**: conjunto de dados geográfico, SNIAmb, 2018b.

ALBUQUERQUE, H. **Estratégia de Desenvolvimento Sustentável do Turismo na Ria de Aveiro**. 2013. 318 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 2013.

ALMENDRA, R. (coord.). **Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4**. Avaliação Ambiental Estratégica – Relatório Ambiental, estudo elaborado pela Geoatributo para ARH Centro, I. P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I. P. 2012.

AMDAM, J. Confidence Building in Local Planning and Development. Some Experience from Norway. **European Planning Studies**, v. 8, n. 5, p. 581-600, 2000.

IVIDES.org

ALVES, T. M. G. **Alterações climáticas**: cenários socioeconómicos para a Ria de Aveiro. 2013. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2013. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/12141/1/Altera%c3%a7%c3%b5es%20climaticas.pdf. Acessado em: 15 abr. 2021.

ARABADZHYAN, A., FIGINI, P., GARCÍA, C., GONZÁLEZ, M., LAM-GONZÁLEZ, Y., & LEÓN, C. Climate change, coastal tourism, and impact chains – a literature review. **Current Issues in Tourism**, v. 24, n. 3, p. 1-36, out. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1825351.

BRAMWELL, B. Mass tourism, diversification and sustainability in southern europe's coastal regions. *In*: BRAMWELL, B. **Coastal Mass Tourism – Diversification and Sustainable Development in Southern Europe.** Aspects of Tourism collection, Channel View Publications, 2004, p. 1-31.

CÂMARA MUNICIPAL DE AVEIRO; IRRADIARE. **Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas**: Diagnóstico Climático - relatório preliminar de maio de 2020.

CARETO, H., LIMA, S. **Turismo e Desenvolvimento Sustentável – 1,** GEOTA – Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa, 2006.

CARR, S., LIEDTKA, J., ROSEN, R., WILTBANK, R. In Search of Growth Leaders, **The Wall Street Journal (Business)**, 2008. Disponível em: http://online.wsj.com/article/SB121441083243003809.html, Acesso em: 02 jun. 2021.

CCDRC (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro). **Proposta de PROT-Centro**. Aveiro, Portugal: CCDRC, 2011.

CCDRC (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro). **Visão estratégica para a Região Centro 2030**. Aveiro, Portugal: CCDRC, 2020.

CEDRU (Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano); UNIVERSIDADE DE AVEIRO. **Relatório do Programa de Orla Costeira Ovar – Marinha Grande**. Aveiro: CEDRU, Universidade de Aveiro, 2016. 92 p.

COSTA, C. **Towards the improvement of the efficiency and effectiveness of tourism planning and development at the regional level: planning, organisations and networks**: the case of Portugal. 1996. 509 p. Tese (Doutorado) - Department of Management Studies, Universidade de Surrey, Surrey, 1996.

CPU URBANISTAS E ARQUITECTOS. **Plano Intermunicipal de Ordenamento da Ria de Aveiro**: Relatório do plano. Aveiro: CPU Urbanistas e Arquitectos, 2007.

DGOTDU (Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano). **Contributos para a Identificação e Caracterização da Paisagem em Portugal Continental**. v. 3, Lisboa, Portugal: DGOTDU, 2004. p. 139-146.

DGT (Direção Geral do Território). **Carta Administrativa Oficial de Portugal** - CAOP2020 (Continente). Portugal: DGT, 2021. Disponível em: https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-tematica/caop. Acessado em: 13 abr. 2021.

DIAS, J.; LOPES, J.; DEKEYSER, I. Tidal Propagation in Ria de Aveiro Lagoon, Portugal. **Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere**, v. 25, n. 4, p. 369-374, 2000. DOI: https://doi.org/10.1016/S1464-1909(00)00028-9.

DWYER, L. Saluting while the ship sinks: the necessity for tourism paradigm change, **Journal of Sustainable Business**, v. 26, n. 1, p. 29-48, Taylor & Francis Group, Routledge, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/09669582.2017.1308372.

HANGULA, P. **Alterações Climáticas na Região de Aveiro:** Impactes e Adaptação. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2016. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/17689/1/Dissertacao%20Pedro%20Hangula_Versao_final.pdf. Acessado em: 15 mai. 2021.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), IP. **Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP).** 2020a.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), IP. **Rede Natura 2000.** 2020b.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), IP. **Sítios da Convenção RAMSAR.** 2020c.

IVIDES.org

INE (Instituto Nacional de Estatística). **Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por Localização** geográfica (NUTS - 2013) e Tipo (estabelecimento hoteleiro); Anual. Portugal: INE, 2019c. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008572&contexto=bd&selTab=tab2.Acessado em: 20 mai 2021.

INE (Instituto Nacional de Estatística). **Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos de alojamento turístico por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Tipo (alojamento turístico)**; Anual. Portugal: INE, 2019b. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&bdpagenumber=4&bdnivelgeo=00&contexto=bd&bdtemas=1713&bdsubtemas=171310&bdfreetext=Palavra(s)%20a%20encontrar&bdind_por_pagina=15&xlang=pt. Acessado em: 20 mai 2021.

INE (Instituto Nacional de Estatística). **População residente (N.º) por Local de residência (NUTS2013), Sexo e Grupo etário**; Anual. Portugal: INE, 2019a. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008273&xlang=pt. Acessado em: 20 mai 2021.

INSKEEP, E. **Tourism Planning:** an integrated and sustainable development approach. USA: John Wiley Sons, Inc., 1991.

LANSING, P., DE VRIES, P. Sustainable Tourism: Ethical Alternative or marketing Ploy?, **Journal of Business Ethics**, v. 72, p. 77-85, 2007. DOI: https://doi.org/10.1007/s10551-006-9157-7.

MARTINS, F.; PEDROSA, A., SILVA, A.; FIDÉLIS. T.; ANTUNES; M.; ROEBELING, P. Promoting tourism businesses for "Salgado de Aveiro" rehabilitation. **Journal of Outdoor Recreation and Tourism**, v. 29, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jort.2019.100236.

MIHALIC, T. Sustainable-responsible tourism discourse - Towards 'responsustable' tourism, **Journal of Cleaner Production**, v. 111, p. 461-470, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.062.

MIHALIC, T, MOHAMADI, S., ABBASI, A., DÁVID, L. D. Mapping a Sustainable and Responsible Paradigm: a Bibliometric and Citation Network Analysis, **Sustainability**, v. 13, n. 853, p, 22, MDPI, Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/853, 2021. Acessado em: 23 mai. 2021.

NEVES, F.N. **Turismo Sustentável e Ecoturismo em Zonas Costeiras**, estudo: Barra – São Jacinto, dissertação de mestrado em Gestão e Desenvolvimento em Turismo, Universidade de Aveiro, Aveiro, p.191, 2009.

PARQUE EXPO. **Intervenção de requalificação e valorização da Ria de Aveiro**. Aveiro, Portugal: Associação de Municípios da Ria, 2010.

PARTIDÁRIO, M. R. Ambiente e Turismo, **Economia e Prospectiva**, Revista do Ministério da Economia, n. 4, p. 79-88, 1998.

PINHO, P. A importância da dimensão estratégica das políticas de desenvolvimento para a região da Ria de Aveiro, *In:* **Ria de Aveiro: que futuro?** Painel realizado no IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, Universidade de Aveiro, 25 a 28 de Junho de 1990, Comissão de Coordenação da Região Centro, 1991.

PINHO, R. **Monitorização Da Flora E Vegetação Dos Sistemas Húmidos Do Baixo Vouga Lagunar**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Zonas Costeiras) - Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/11356/1/dissertação.pdf. Acessado em: 15 abr. 2021.

PORTUGAL. **Decreto-Lei nº 384-B/99, de 23 de setembro de 1999**. Cria diversas zonas de protecção especial e revê a transposição para a ordem jurídica interna das Directivas nº 79/409/CEE, do Conselho, de 02 de abril, e nº 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio. Diário da República, n. 223, 1º Supl., Série I-A, 23 set. 1999. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/dec-lei/384-b/1999/09/23/p/dre/pt/html%0A. Acesso em: 15 mai. 2021.

PORTUGAL. **Decreto-Lei nº 80, de 14 de maio de 2015**. Aprova a revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial. Diário da República, n. 93, Série I, 14 mai. 2015. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/dec-lei/80/2015/05/14/p/dre/pt/html. Acessado em: 15 mai 2021.

PORTUGAL. **Decreto nº 101, de 9 de outubro de 1980**. Aprova para ratificação a Convenção sobre Zonas Húmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas. Diário da República, n. 234, Série

IVIDES.org

I, 09 out. 1980. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/dec/101/1980/10/09/p/dre/pt/html. Acessado em: 15 mai. 2021.

PORTUGAL. **Lei nº 99, de 5 de setembro de 2019**. Primeira revisão do Programa Nacional da Política do Ordenamento do Território. Diário da República, n. 170, Série I, 05 set. 2019. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/lei/99/2019/09/05/p/dre. Acessado em: 15 mai. 2021.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 45, de 8 de julho de 2014**. Aprova a inclusão do Sítio Ria de Aveiro na Lista Nacional de Sítios. Diário da República, n. 129, Série I, 08 jul. 2014. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/45/2014/07/08/p/dre/pt/html. Acessado em: 15 mai. 2015.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 55, de 7 de maio de 2018.** Aprova a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030. Diário da República, n. 87, Série I, 07 mai. 2018. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/55/2018/05/07/p/dre/pt/html. Acesso em: 15 mai 2015

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 56, de 30 de julho de 2015**. Aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, determina os valores de redução das emissões de gases com efeito de estufa para 2020 e 2030 e cria a Comissão Interministerial do Ar e das Alterações Climáticas. Diário da República, n. 147, Série I, 30 jul. 2015. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/56/2015/07/30/p/dre/pt/html. Acessado em: 15 mai 2015

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 76, de 21 de março de 2005.** Aprova o Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Dunas de São. Diário da República, n. 56, Série I-B, 21 mar. 2005. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/76/2005/03/21/p/dre/pt/html%0A. Acessado em: 15 mai. 2015.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 82, de 8 de setembro de 2009.** Aprova a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira. Diário da República, n. 174, Série I, 08 set. 2009. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/82/2009/09/08/p/dre/pt/html%0A. Acessado em: 15 mai 2015.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 134, de 27 de setembro de 2017.** Aprova a Estratégia para o Turismo 2027. Diário da República, n. 187, Série I, 27 set. 2017. Disponível em: https://files.dre.pt/1s/2017/09/18700/0552205532.pdf. Acessado em: 15 mai. 2021.

RAMSAR. **The Ramsar list**. Disponível em: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/site-list.pdf. Acessado em: 31 mai. 2021.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **The Fourth Ramsar Strategic Plan 2016–2024**. Gland, Suiça. 2016. Disponível em: https://www.ramsar.org/sites/default/files/hb2_5ed_strategic_plan_2016_24_e.pdf. Acessado em: 31 mai. 2021.

RODRÍGUEZ-SANTALLA, I., MONTOYA-MONTES, I., SÁNCHEZ, M. J., CARREÑO, F. Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. **Geomorphology**, v. 107, n. 1-2, p. 100-105, 2009.

SCOTT, D. Sustainable Tourism and the Grand Challenge of Climate Change. **Sustainability 2021**, v. 13, 1966, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13041966.

SCOTT, D., GÖSSLING, S., HALL, C. M. International tourism and climate change. **Advanced Review**, WIREs Climate Change, v. 3, p. 213-232, 22 mar. 2012. DOI: https://doi.org/10.1002/wcc.165.

SRCW (Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands); UNWTO (World Tourismo Organization). **Destination wetlands:** supporting sustainable tourism. Gland, Suiça: UNWTO; Madrid, Espanha: SRCW, 2012.

TURISMO CENTRO DE PORTUGAL. **Plano de Marketing do Turismo Centro de Portugal 2020-2030**. Aveiro: Delloite Consultores S. A., 2019a. Disponível em: https://turismodocentro.pt/wp-content/uploads/2020/02/TCP-Plano-de-Marketing_20-30.pdf. Acessado em: 15 abr. 2021.

TURISMO CENTRO DE PORTUGAL. **Plano Regional de Desenvolvimento Turístico 2020-2030**. Turismo Centro Portugal. Aveiro: Delloite Consultores S. A., 2019b. 175 p. Disponível em: https://turismodocentro.pt/wp-content/uploads/2020/02/TCP-Plano-Regional-Desenvolvimento-Tur%C3%ADstico_20-30.pdf. Acessado em: 31 mai. 2021.

TURISMO DE PORTUGAL I.P. **Estações Náuticas de Portugal**. Turismo de Portugal Business, 16 mar. 2022.

IVIDES.org

Disponível em: http://business.turismodeportugal.pt/pt/Conhecer/estrategia-turismo/programas-iniciativas/Paginas/estacoes-nauticas-portugal.aspx. Acessado em: 31 mai. 2021.

TURISMO DE PORTUGAL I.P. **Estratégia Turismo 2027**. Turismo de Portugal, [s.d.]. [*S.l.*]. Disponível em: http://www.turismodeportugal.pt/pt/Turismo_Portugal/Estrategia/Estrategia_2027/Paginas/default.aspx. Acessado em: 31 mai. 2021.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Sustainable Coastal Tourism**: an integrated planning and management approach. Manuals on Sustainable Tourism. França: UNEP; Croácia: PAP/RAC, 2009. 154 p.

UNWTO (United Nations World Tourism Organization). **Sustainable Development**, Disponível em: http://www.unwto.org/sustainable-development. Acessado em: 14 mai. 2021.

UNWTO (United Nations World Tourism Organization); UNEP (United Nations Environment Programme). **Climate Change and Tourism**: Responding to Global Challenges. Madrid: UNTWO; UNEP, 2008.

WOLF, F.; LEAL FILHO, W.; SINGH, P.; SCHERLE, N.; REISER, D.; TELESFORD, J.; MILJKOVI´C, I.B.; HAVEA, P.H.; LI, C.; SURROOP, D. Influences of Climate Change on Tourism Development in Small Pacific Island States. **Sustainability 2021**, v. 13, 4223, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13084223.

ZAHEDI, S. Tourism impact on coastal environment. **WIT Transactions on The Built Environment**, v. 99, p. 45-57, 2008.

IVIDES.org

27

DOI 10.5281/zenodo.6679723

SUSTENTABILIDADE NA MARICULTURA CATARINENSE: AVALIAÇÃO BIOGEOQUÍMICA NOS PRINCIPAIS PARQUES AQUÍCOLAS

Kátia Naomi Kuroshima
Gilberto Caetano Manzoni
Ana Paula Stein Santos
José Gustavo Natorf de Abreu
Mauro Michelena Andrade
Marcelo Gomes da Silva
Ana Paula Packer

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 - ATIVIDADE DE MARICULTURA EM SANTA CATARINA

O litoral catarinense apresenta, ao longo de seus 562 km de extensão, uma diversidade de ambientes costeiros, caracterizado por inúmeras áreas protegidas, compostas por baías e enseadas (BEAUMORD; DIEHL, 2006). Estes ambientes, com águas mais calmas, favorecem o desenvolvimento de diversas atividades, como: maricultura, pesca, atividades portuárias, esportes náuticos, turismo de veraneio e todas as atividades do setor industrial e comercial a estes associados, tornando o litoral catarinense uma das regiões mais povoadas e urbanizadas do estado.

Entre todas essas atividades, a maricultura tem se desenvolvido cada vez mais. Entre os organismos cultivados no estado catarinense, os moluscos se destacam, com uma produção estimada em 14.000 toneladas por ano, responsável por 97 % da produção nacional (CARVALHO FILHO, 2019), tornando o Brasil o segundo país no *ranking* de produção de moluscos de toda América Latina.

O cultivo de moluscos, como atividade comercial, é realizado há mais de 30 anos, no estado de Santa Catarina, apresentando uma grande importância socioeconômica para as comunidades litorâneas, pois uma parcela representativa dos produtores catarinenses é composta por pescadores e seus familiares, os quais continuam pescando e complementando a sua renda com a malacocultura (CAVALLI, 2015). Segundo dados da EPAGRI (2018), a atividade envolve um contingente de 565 maricultores, que estão organizados em 14 associações municipais e uma estadual, três cooperativas e duas federações; distribuídos em 11 municípios do litoral, compreendidos entre Palhoça e São Francisco do Sul (Figura 1). O número total de trabalhadores envolvidos diretamente na cadeia produtiva de moluscos é de 1.935 pessoas, o que já movimentou cerca de 67 milhões de reais (EPAGRI, 2018).

A figura abaixo demonstra um panorama da atividade de maricultura no estado, especialmente, a malacocultura (cultivo de moluscos). A cidade de Palhoça apresenta o maior volume de produção, acumulado entre os anos de 2010 a 2019, totalizando mais de 100 mil toneladas de moluscos.

A malacocultura catarinense se destaca não apenas no setor socioeconômico, promovendo o uso de mão obra familiar, como também, porque o seu cultivo está localizado em áreas não utilizadas tradicionalmente para a pesca, promovendo a diversificação da atividade pesqueira. A produção de moluscos para o consumo humano contribui para a preservação dos bancos naturais de especies nativas, estimulando o desenvolvimento da indústria de apoio e a diminuição do *déficit* da balança comercial brasileira (CAVALLI; FERREIRA, 2010).

IVIDES.org

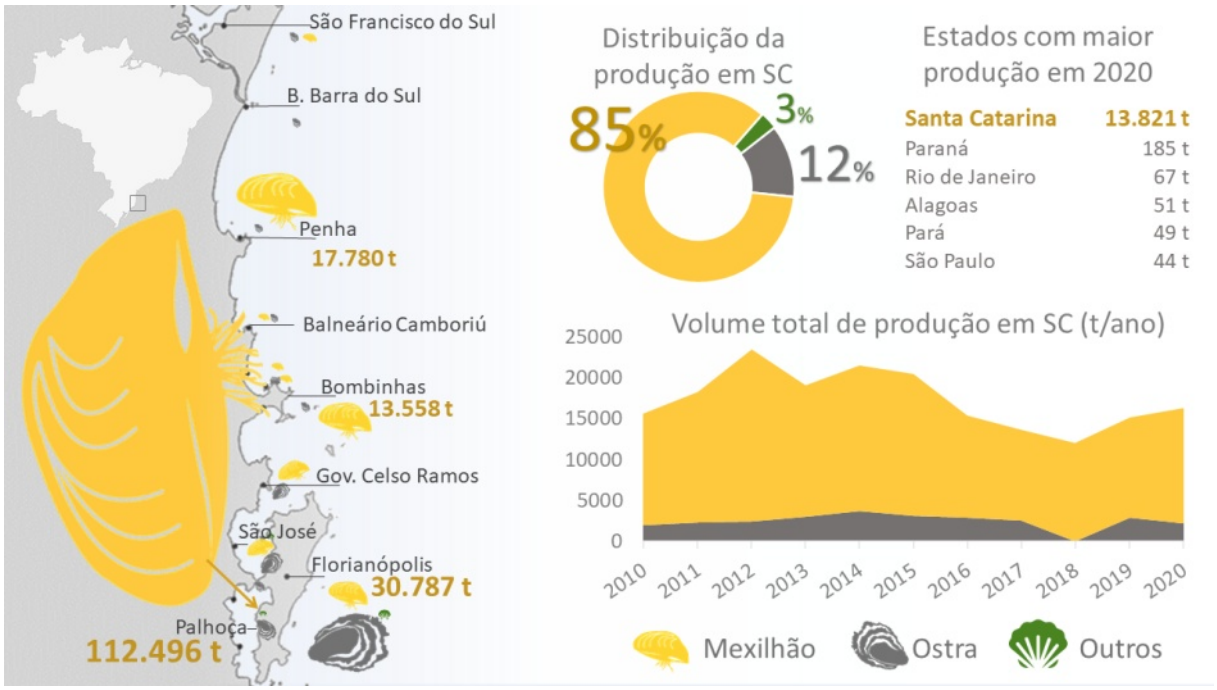


Figura 1 - Panorama da atividade de maricultura no Estado de Santa Catarina. Produção total de moluscos entre 2010 e 2020, distribuição dos principais municípios produtores, evolução temporal da produção e *ranking* dos principais estados brasileiros produtores de moluscos em 2020. Elaborado pelos autores, a partir de dados disponibilizados em CEDAP/EPAGRI (2021) e IBGE (2020).

Por outro lado, o aumento populacional mundial reflete a necessidade de otimizar a produção e o manejo dos alimentos, necessitando de um contínuo aprimoramento nas técnicas de produção, tanto de vegetais, como também, de animais; sempre com o objetivo de aumentar a produtividade das espécies cultivadas e, paralelamente, minimizar os impactos ambientais originários desta produção. Com relação à produção de proteína animal marinha, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, do inglês *Food and Agricultural Organization of the United Nations*) estima que a produção mundial de pesca marinha tem se mantido estável nos últimos 30 anos, apesar do aumento no esforço e na eficiência tecnológica investida neste setor, evidenciando que a abundância ou a biomassa das espécies alvo do setor pesqueiro está no seu limite. Assim, o potencial de crescimento da maricultura torna esta atividade, a principal alternativa para atender o *déficit* entre a oferta e a demanda por produtos pesqueiros. E a malacocultura tem se destacado ainda mais, entre todas as mariculturas, sendo uma das atividades com maior crescimento, entre os setores de produção de alimentos (CAVALLI, 2015).

Apesar da sua importância no setor alimentício e, particularmente, do seu histórico no estado de Santa Catarina, pode-se afirmar que são poucos os estudos consistentes que avaliem o real impacto desta atividade no ambiente onde se situa, abordando sua influência nos parâmetros físico-químicos da água e do sedimento, bem como, nos processos biogeoquímicos destes ambientes.

1.2 - IMPACTOS AMBIENTAIS DA MARICULTURA NO AMBIENTE MARINHO

A malacocultura, sendo o cultivo de organismos filtradores, pode provocar vários efeitos na composição química da água, podendo ser impactos positivos ou negativos (RIISGARD; KITTNER; SEERUP, 2003). A taxa de filtração destes moluscos está diretamente relacionada à quantidade de alimento suspenso na água, chegando a fechar completamente as valvas, quando a quantidade de material orgânico suspenso na água reduz. Isso acontece como uma forma de adaptação destes organismos em um ambiente com escassez alimentar, já que, reduzindo a taxa de filtração, diminui a absorção de oxigênio e, consequentemente, o seu metabolismo, economizando, assim, energia (RIISGARD; KITTNER; SEERUP, 2003).

Desta forma, a presença massiva destes organismos em um sistema de cultivo pode melhorar a qualidade da água local, quando se intensifica a sua taxa de filtração, devido à alta concentração de material orgânico, evitando a proliferação massiva de fitoplâncton, sendo um controle *top-down* nas florações fitoplanctônicas.

IVIDES.org

Mas, podem também apresentar um efeito contrário. Dependendo da intensidade do cultivo, as alterações na composição química podem ser drásticas, influenciando na relação nitrogênio e fósforo da água, favorecendo a proliferação de determinadas espécies de microalgas, entre elas as produtoras de toxinas (LASSUDRIE *et al.*, 2020). Assim, o equilíbrio entre a quantidade de material orgânico presente na água; e a quantidade de substâncias inorgânicas, controladas pelas taxas de filtração dos moluscos, devem ser conhecidos. Se considerarmos que a taxa de filtração pode ainda sofrer variação, em função da temperatura, turbidez e outras propriedades físico-químicas da água (RIISGARD; KITTNER; SEERUP, 2003), a necessidade de um monitoramento destes ambientes torna-se essencial.

O cultivo de moluscos impacta diretamente a estrutura da cadeia trófica do ambiente, filtrando partículas suspensas e criando biodepósitos, que são reciclados de volta ao ambiente (CHAMBERLAIN, 2001). Esta reciclagem pode acontecer na própria coluna d'água ou na camada sedimentar, quando estes biodepósitos são lançados em locais de baixa profundidade, como na maior parte dos cultivos (Figura 2). Estes biodepósitos, ricos em compostos de carbono, nitrogênio, fósforo e silicato, aumentam a composição orgânica dos sedimentos, aumentando a biodiversidade bentônica (JANSEN *et al*., 2012). Além disso, este aumento no teor de material orgânico influencia qualitativa e quantitativamente a comunidade bacteriana da camada sedimentar, intensificando os processos de decomposição bacteriana. Estes processos são importantes para o próprio cultivo porque a sua ressuspensão pode liberar novamente os nutrientes inorgânicos (produtos destes processos bacterianos) para a coluna d'água, estimulando o crescimento fitoplanctônico, o alimento dos moluscos cultivados (DUMBAULD; RUESKIN; RUMRILL, 2009). Outros estudos, no entanto, relatam impacto negativo da deposição destes biodepósitos sobre a comunidade bentônica, quando o seu acúmulo é muito grande e de fácil degradação, acelerando a decomposição bacteriana e levando à anoxia sedimentar (KASPAR; ASHER; BOYER, 1985; CHAMBERLAIN, 2001; IVANOV *et al.*, 2013). Este impacto varia com a distância do cultivo e a camada sedimentar, com a hidrodinâmica local e outras características do próprio ambiente. Modelagens matemáticas determinaram que, dependendo da profundidade, da intensidade e do local do cultivo; e dos biodepósitos produzidos, estes podem se espalhar em um raio de até 90 metros (a partir do cultivo), sendo a sua dispersão controlada pela hidrodinâmica local. Variações na velocidade, direção e intensidade do vento; na circulação e na profundidade da água são variáveis-chave, na determinação da distribuição de biodepósitos (CHAMBERLAIN, 2001) e, consequentemente, no seu impacto sobre as comunidades bentônicas.

A matéria orgânica pode entrar nos oceanos de forma alóctone, por meio do aporte continental (esgotos domésticos e industriais, drenagem continental, lixiviação e outros.), através dos rios; ou ter a sua produção primária direta na coluna d'água (autóctone) (Figura 2). Essa matéria orgânica é absorvida pelos moluscos filtradores

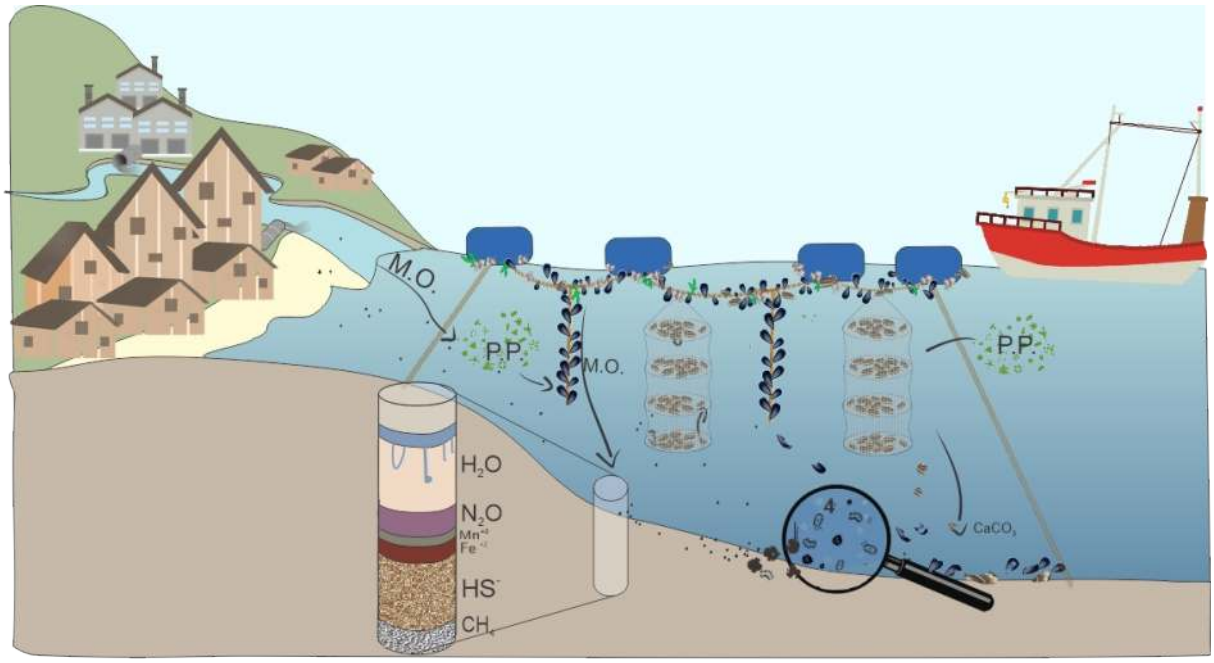


Figura 2 - Diagrama, mostrando o impacto da atividade de malacocultura no ambiente, a relação da matéria orgânica, produção de biodepósitos e as interações entre a camada sedimentar e a coluna d'água. Elaborado pelos autores, a partir de Flury e colaboradores (2016).

IVIDES.org

e a parte não absorvida, é eliminada nas fezes ou pode ser rejeitada, sendo eliminada na forma de pseudofezes. Essa matéria orgânica pode ser reciclada ainda na coluna d'água ou depositada no fundo, onde sofrerá os processos de decomposição. Após sedimentada, as bactérias presentes no sedimento iniciam a degradação da matéria orgânica, a partir da fração mais lábil, nas camadas superficiais do sedimento. As frações mais refratárias percolam por entre os poros do sedimento e vão sendo degradadas, ao longo do pacote sedimentar, no processo conhecido como *sequência diagenética da decomposição bacteriana*, cujos aceptores de elétrons são definidos termodinamicamente, de acordo com o ganho energético das reações de oxirredução. Assim, a respiração aeróbica, que utiliza o oxigênio como aceptor de elétron, é o primeiro processo nesta sequência, seguido do NO_3^-, MnO_2, FeO_3, SO_4^{2-} e CO_2. Estes dois últimos processos, a sulfato-redução e a metanogênese, apesar de serem os últimos, na sequência diagenética, são os mais importantes, devido à representatividade nos ambientes marinhos. O sulfato, por ser um elemento maior nos ambientes marinhos; e a metanogênese, pelo fato de utilizar o produto dos outros processos anteriores, como aceptor de elétrons. Sendo assim, seu processo será limitado apenas pela quantidade e qualidade do material orgânico depositado neste ambiente (FLURY *et al.*, 2016; SEVASTYANOV *et al.*, 2019). Desta forma, a presença de metano ou sulfeto nos ambientes sedimentares são fortes indicativos da existência desta sequência diagenética e, portanto, de um grande acúmulo de material orgânico na camada sedimentar.

1.3 - IMPACTOS DO MEIO SOBRE A MARICULTURA

Da mesma forma que a maricultura pode interferir o ecossistema na qual está implantada, as atividades antrópicas, no seu entorno, também podem impactar a maricultura. Um dos maiores problemas relacionados a este impacto é decorrente do lançamento de efluentes domésticos e industriais, próximo às áreas de cultivo. O rápido crescimento populacional nos municípios litorâneos catarinenses nas últimas décadas fez com que o saneamento básico não conseguisse acompanhar este ritmo, tendo como consequência, uma cobertura de apenas 28% dos serviços, em 2017 (SANTA CATARINA, s.d.). Se considerar que a região costeira catarinense recebe um fluxo muito grande de turistas no período de verão, muitas vezes, as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) não são suficientes para esta demanda de veraneio, lançando então, efluentes sem o tratamento adequado. O lançamento de efluentes sem tratamento (ou oriundos de tratamento inadequado) próximo às regiões de cultivo pode acarretar alguns problemas, impactando negativamente na qualidade do produto cultivado: a presença de bactérias patogênicas; metais traços; a alteração na relação nitrogênio e fósforo (N:P) do ambiente, favorecendo a floração de algumas espécies de fitoplâncton produtoras de toxinas; o aumento da carga de material orgânico, induzindo aos processos de decomposição e gerando anoxia na área de maricultura.

Mas, o impacto do meio ambiente sobre a malacocultura pode ocorrer também como resultado de processos naturais, como o intemperismo das rochas (RANJAN *et al.*, 2018), que liberam uma grande quantidade de substâncias (como fósforo e/ou metais traços) e podem atingir as áreas de cultivo, através dos aportes fluviais (BARBIERI, 2016; SHI *et al.*, 2018). Além disso, outras fontes de entrada destas substâncias também devem ser consideradas, por exemplo, a fonte atmosférica, que pode carrear alguns metais traços, adsorvidos às pequenas partículas em suspensão na camada atmosférica; e estes, podem ser depositados nos ambientes de cultivo ou nas suas proximidades (SODRÉ, 2012). O transporte atmosférico é menos representativo na sua eficiência, em termos de transporte destes metais traços, mas esta fonte é muito eficiente em transportar por distâncias bem maiores que o transporte fluvial. Assim, um ambiente de cultivo pode estar recebendo material particulado trazido pelos ventos de locais muito distantes.

As fontes de substâncias para os ambientes costeiros podem ser categorizadas em fontes pontuais ou difusas. Os efluentes da estação de tratamento de esgoto (ETE), domésticos ou industriais, tratados ou não, são exemplos de fontes pontuais. Já as fontes difusas, também denominadas de fontes não-pontuais, são mais difíceis de serem identificadas, ocorrem em extensas áreas, associadas à chuva e ao escoamento superficial resultante, chegando aos corpos de água de forma intermitente (BISHOP, 1983). Podemos citar, como exemplos de fontes difusas, a deposição atmosférica úmida (chuva) e seca (orvalho, nevoeiro, névoa), a lixiviação de compostos do solo e a drenagem de águas pluviais em ambientes rurais (escoamento agrícola) e urbanos (Fig. 3) (SODRÉ, 2012).

Os moluscos marinhos são conhecidos por absorver e acumular contaminantes antropogênicos do seu entorno, de forma eficiente (RIISGARD; KITTNER; SEERUP, 2003); e pela sua capacidade limitada de biotransformação de poluentes, em comparação com, por exemplo, peixes e outros vertebrados, tornando-se assim, um perigo em potencial, no caso da maricultura (ÁLVAREZ-IGLESIAS; RUBIO, 2008). A rota principal e os

IVIDES.org

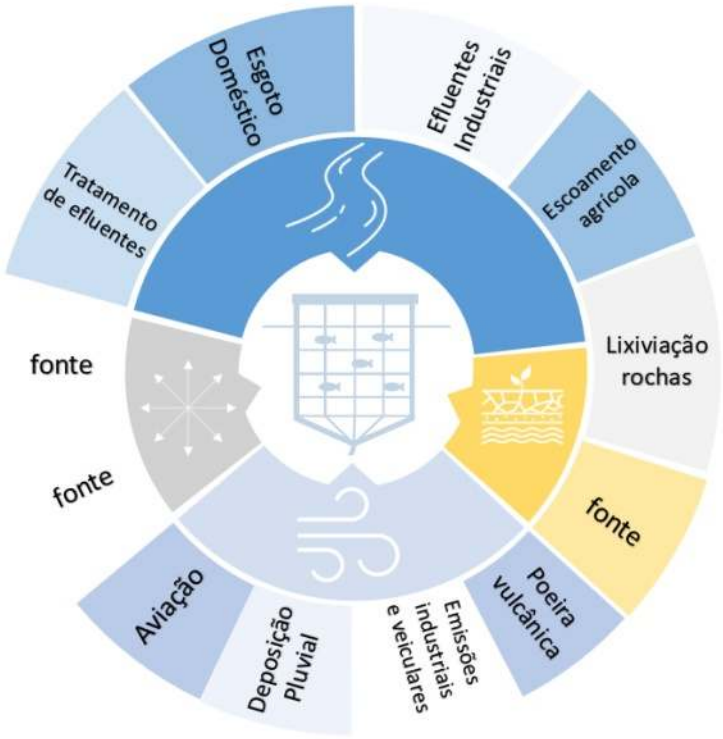


Figura 3 - Diagrama dos principais processos e atividades, naturais e antrópicos, de fontes difusas (porção inferior do diagrama) e pontuais (porção superior do diagrama), de substâncias para os ambientes costeiros. Elaborado pelos autores, a partir das informações de Bishop (1983) e Sodré (2012).

mecanismos para a absorção de produtos químicos nos moluscos dependem de uma série de fatores, incluindo: as propriedades físico-químicas da substância contaminante; as condições físico-químicas da água ambiente e vários fatores biológicos, relacionados com o próprio organismo (estágio de desenvolvimento, estresse biológico, período de reprodução). Enquanto a absorção de contaminantes orgânicos hidrofóbicos, como os bifenilas policlorados (PCBs) e os hidrocarbonetos poliaromáticos (PAHs), é considerada como um processo difusivo passivo/equilíbrio, outros (e mais complexos) mecanismos se aplicam a metais traços, pois seu acúmulo é influenciado por uma variedade de outros fatores, como: as múltiplas rotas de exposição (dieta e solução), especiação metálica, associações de ligantes e complexidade, composição química dos efeitos médios e fisiológicos (ou bioquímicos) circundantes sobre a biodisponibilidade (LUOMA, 1983; SIMKISS; TAYLOR, 1989). Existem, no entanto, vários fatores/processos, que controlam a perda/depuração de contaminantes nestes organismos. Estes, incluem troca respiratória, eliminação fecal, biotransformação (limitada) e diluição de crescimento. Um balanço complexo entre os processos de absorção e depuração de contaminantes irá definir se um poluente, a qualquer momento, se concentrará (ou depurará) no molusco (BEYER *et al.*, 2017). No caso de poluição fecal, o maior risco ao consumo de organismos cultivados está relacionado à presença de microrganismos patogênicos, podendo, no entanto, ser facilmente eliminado pela depuração ou inativado pelo cozimento (PEREIRA *et al.*, 2017; FLORINI *et al.*, 2020).

1.4 - METAIS TRAÇOS

O primeiro item que devemos discutir, quando falamos sobre os metais nos ambientes, é sobre o próprio termo utilizado para descrever estes elementos. Os “metais”, definidos quimicamente como “elementos que conduzem eletricidade, apresentam maleabilidade, formam cátions e apresentam uma base óxida” (ATKINS; JONES, 1997), são normalmente denominados nos estudos ambientais ou biológicos, como “metais pesados”, relacionado à sua densidade, ou “metais traços”, por apresentarem baixa concentração nos diversos reservatórios ambientais. O uso do termo mais adequado, apesar de ser discutido desde meados do século XX, ainda é inconclusivo (DUFFUS, 2007; BRADY *et al.*, 2015). No entanto, “metais pesados” é um termo muito impreciso porque, até o momento, nenhuma relação foi encontrada entre a densidade (gravidade específica) e a toxicidade ou ecotoxicida-

IVIDES.org

de, atribuída a "metais pesados", além de criar uma grande discussão sobre a partir de qual densidade o elemento será considerado um “metal pesado”. Assim, este termo deve ser definitivamente substituído, segundo Duffus (2007). Desta forma, neste capítulo, usaremos o termo “metais traços”, para denominar os metais que apresentam concentrações na ordem de “mg” do elemento por quilograma de substrato ($mg.kg^{-1}$) (BRADY *et al.*, 2015).

Assim, tendo definido o termo mais adequado para relatar estas substâncias, discutiremos sobre o seu ciclo e a relação com a maricultura. A reserva natural dos metais traços neste planeta está na composição dos minerais da crosta terrestre. O percurso que os metais traços fazem, se desprendendo desta crosta até o sedimento marinho (seu destino final), é decorrente de diversos processos, que ocorrem sequencialmente. Iniciando pela sua mobilização, resultado de processos de intemperismos físicos, químicos e biológicos; seguido do seu carreamento, através dos transportes fluviais, atmosféricos e/ou glaciais, este último, restrito às regiões de alta latitude e, finalmente, a deposição em diferentes reservatórios ambientais. Durante todo o trajeto, devido à sua elevada reatividade química, os metais traços sofrem diversos processos biogeoquímicos (adsorção, quelação, troca-iônica), interagindo com inúmeras substâncias e organismos, seja na camada atmosférica, na coluna d’água ou na camada sedimentar. Porém, entre todas as interações, a água e as substâncias nela presentes, principalmente, os íons H^+ e diversos oxidantes, são os principais agentes de interação, promovendo as reações de dissolução, hidratação, redução, oxidação e hidrólise, fazendo com que a umidade da atmosfera ou do solo sejam determinantes no dimensionamento destas interações e o meio aquático, o ambiente onde ocorrem as principais reações do metal traço. Após todas estas alterações, os ambientes costeiros e, especialmente, as camadas sedimentares são os maiores impactados com estes processos, os quais acabam armazenando a maior parte destes metais traços, pois estão no final desse trajeto (LIU *et al.*, 2019).

Estes metais apresentam concentrações traços nestes diversos ambientes, devido à sua elevada reatividade química, apresentando, portanto, baixo tempo de residência nos reservatórios, uma vez que, estes dois parâmetros (concentração e reatividade química) são inversamente proporcionais (WANGERSKY, 1986). Esta característica química é responsável pelas inúmeras interações observadas entre os metais traços e as substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no meio, tornando o comportamento destes metais extremamente dinâmico e complexo. Estas interações geram diferentes formas do metal, denominado de “especiação química”, os quais irão definir a sua biodisponibilidade e, portanto, a toxicidade deste metal aos organismos (GONG *et al*., 2008).

As atividades antrópicas influenciam em praticamente todos os processos ao longo desse trajeto, seja acelerando algumas destas etapas ou aumentando a concentração, podendo ainda, influenciar nos processos de interação, tornando-os mais biodisponíveis e aumentando assim, a sua toxicidade. Os efluentes domésticos e industriais, o escoamento superficial urbano e agrícola; e o tráfego marítimo (NIENCHESKI; BAUMGARTEN, 2000; ONTIVEROS-CUADRAS *et al*., 2019; JEONG *et al*., 2020) (Figura 3) contribuem com grandes quantidades de metais traços nos ambientes (STUMM; MORGAN, 1996).

Somado a todos estes processos, observa-se ainda, que a biosfera evoluiu, associado a estas substâncias, aproveitando a química de muitos metais traços para as suas funções bioquímicas essenciais, nos seus estágios de iniciais de evolução (SPIRO; STIGLIANI, 2009); sendo assim, necessários à sua viabilidade, mesmo que em concentrações muito pequenas. Quando a concentração deste metal traço é insuficiente, ele limita a viabilidade deste organismo; mas, quando em excesso, exerce efeitos tóxicos, limitando a sua viabilidade da mesma forma. Assim, há uma concentração ideal para cada metal traço, específico para cada organismo. Mas, nem todos os metais traços são essenciais aos organismos, sendo então, denominados de “metais traços não-essenciais”; e, para estes, não existe uma concentração ideal e qualquer presença no ambiente já provoca um efeito tóxico. O limite de tolerância é bem menor, ou seja, as concentrações que provocam o efeito tóxico são muito inferiores aos limites dos metais essenciais (BRADY *et al.*, 2015). Em geral, os metais que apresentam afinidade e formam complexos fortes (com bases nitrogenadas e/ou sulfatadas, as principais bases orgânicas) tendem a apresentar elevadas toxicidades, tais como: Pb, As, Hg, Se, Sn (SPIRO; STIGLIANI, 2009; STUMM; MORGAN, 1996).

O compartimento sedimentar das regiões costeiras se torna, portanto, um local onde se localizam as maiores concentrações dos metais traços (GONZALEZ-FERNANDEZ *et al.*, 2011), podendo impactar os organismos bentônicos e um risco à saúde humana, caso estes organismos façam parte da dieta alimentar. Assim, em ambientes costeiros, onde a maricultura está implantada, os riscos podem ser ampliados, uma vez que os moluscos são organismos filtradores e a bioacumulação é mais significativa. Portanto, o monitoramento, a avaliação da camada sedimentar e dos organismos, com relação a estas substâncias, se tornam imprescindíveis para a qualidade dos organismos cultivados e a manutenção da própria atividade.

IVIDES.org

Neste compartimento, os metais traços podem estar presentes naturalmente, fazendo parte da estrutura mineralógica do sedimento, ou adsorvidos, quelados, ligados externamente às estruturas mineralógicas, devido aos processos de interações que sofreram ao longo do seu trajeto de transporte, desde o processo intempérico sofrido, fragmentando-se da rocha original até a sua deposição nos ambientes costeiros. Estes metais, fracamente ligados à estrutura mineralógica, podem retornar à biosfera e ao ciclo biogeoquímico, resultado da ressuspensão desta camada sedimentar, influenciando, neste caso, os organismos e os processos da coluna da água (LIU *et al.*, 2003; KESKIN, 2012). A liberação destes metais vai ser controlada pelas propriedades físicas (circulação, correntes) e químicas (Eh, pH, salinidade) da coluna da água, onde estes processos de ressuspensão estiverem ocorrendo (BRADY *et al*., 2015); e, uma vez de volta à coluna da água, podem se tornar biodisponíveis, entrar na cadeia trófica e ser bioacumulados e biomagnificados, potencializando a sua toxicidade (CHAPMAN; WANG, 2001; NHON *et al*., 2021). Assim, é essencial que, ao avaliar o comportamento dos metais traços em um ambiente, esta especiação, ou seja, analisar em qual espécie o metal traço está presente, seja também avaliado.

Há vários procedimentos analíticos para a quantificação de metais traços nos sedimentos. Uma das etapas mais importantes nestes procedimentos está relacionada com a liberação dos metais traços presentes em amostras, para posterior leitura, no processo chamado de abertura da amostra (ou digestão), realizado em meio ácido e quente. Os diferentes procedimentos combinam proporções variadas de amostra sedimentar e solução ácida; usam diferentes ácidos (HNO_3, HF, HCl, H_2SO_4), tempo e temperaturas variadas, de acordo com os objetivos do estudo (WELZ; SPERLING, 1999). Esta abertura pode ser total, quando todos os metais traços presentes na amostra passam para a fase líquida; ou parcial, quando as aberturas são realizadas, por meio do uso sucessivo de ácidos para o rompimento específico das ligações. Assim, é possível saber a quantidade de metais traços adsorvidos ao material orgânico, às estruturas de carbonato, aos hidróxidos, entre outros, permitindo avaliar a biodisponibilidade dos metais traços presentes nos ambientes (TESSIER; CAMPBELL; BISSON, 1979). Apesar de permitir uma avaliação mais detalhada do metal traço, esta técnica recebe algumas críticas com relação à efetividade da especiação; sendo a mais importante, que esta técnica, além de muito trabalhosa, não permite avaliar de fato os metais biodisponíveis (BRADY *et al.*, 2015).

Uma solução tem sido o uso de índices geoquímicos, que permitem avaliar o grau de contaminação do sedimento, mas estes tendem a ser mais qualitativos, uma vez que a maior dificuldade na sua aplicação tem sido a determinação da linha de base, ou seja, a concentração do metal traço mineralógico. Nestes índices, são realizadas comparações entre a quantidade do metal total avaliado na amostra, pela concentração do mesmo metal na composição mineralógica. Assim, alguns trabalhos têm sido realizados, para determinar a composição média dos metais traços da crosta terrestre (TAYLOR, 1964; WEDEPOHL, 1995; RUDNICK; GAO, 2003).

Entre os diversos índices geoquímicos utilizados para a avaliação do grau de contaminação do sedimento (BRADY *et al*., 2015; BARBIERI, 2016; GONG *et al.*, 2008; HASAN *et al*., 2013; RANJAN *et al*., 2018), destacamos dois índices mais utilizados.

O primeiro deles, é o Fator de Enriquecimento (FE) (Eq. 1), que é determinado para padronizar o impacto das entradas terrestres, normalizando o elemento de interesse (metal traço), contra um elemento que não tem origem antrópica; ou se a concentração deste elemento é elevada, tornando irrelevante a contribuição antrópica, como o alumínio ou o ferro (BRADY *et al*., 2015). Uma das vantagens do seu uso é que o comportamento não conservador do sedimento e as variações naturais do sedimento serão minimizadas, resultando em um FE que, de fato, identifique as fontes antrópicas de poluição. Normalmente, os valores obtidos de FE maiores que um (FE > 1) indicam fonte antrópica, mas, devido às diferenças na composição média dos elementos na crosta terrestre, alguns autores tendem à uma nova interpretação (Tabela 1). A categorização pode variar de cinco a sete classes e os limites dos valores de FE também, dependendo da interpretação dos autores.

$$FE = \frac{\left(\frac{C_{met}}{C_{ref}}\right)_{amostra}}{\left(\frac{C_{met}}{C_{ref}}\right)_{crosta}} \quad (Equação\ 1)$$

Onde: Eq. 1, C_{met} equivale à concentração do metal analisado (seja na amostra ou na crosta terrestre); C_{ref} equivale à concentração do elemento de referência (seja alumínio ou ferro, na amostra ou na crosta terrestre).

IVIDES.org

Devido a estas variações, outros índices foram determinados, utilizando este mesmo FE, mas de forma mais ajustada, permitindo da mesma forma os ajustes para o comportamento não conservador do sedimento. Assim, surgiu o Índice Modificado de Poluição (MPI - do inglês *Modified Pollution Index*), utilizando os valores de Fator de Enriquecimento (FE), mas com limites mais ajustados (Eq. 2).

$$MPI = \sqrt{\frac{(FE_{med})^2 + (FE_{máx})^2}{2}} \quad (Equação 2)$$

No cálculo do MPI, utilizam-se os valores médio (FE_{med}) e máximo ($FE_{máx}$) de FE (Eq. 2), assim, mesmo que tenham variações na categorização do FE (Tabela 1), o valor de MPI se torna mais limitado e estarão mais ajustados neste índice, permitindo uma avaliação mais realista da qualidade do sedimento, levando em conta o comportamento complexo da camada sedimentar, principalmente, em regiões costeiras (BRADY *et al.*, 2015).

Tabela 1 - Classificação do sedimento utilizando o Fator de Enriquecimento (FE) e Índice de Poluição Modificado (MPI)

Classe	Qualificação do sedimento	FE[1]	FE[2]	FE[3]	MPI[4]
0	Não poluído	< 1	< 2	< 2	< 1
1	Levemente poluído	1< FE < 3	2 < FE < 4	2 < FE < 5	1 < MPI < 2
2	Moderadamente poluído	3< FE < 5	4 < FE < 16	5 < FE < 20	2 < MPI < 3
3	Moderado à fortemente poluído	5 < FE < 10			3 < MPI < 5
4	Fortemente poluído	10 < FE < 25	16 < FE < 32	20 < FE < 40	5 < MPI < 10
5	Forte à extremamente poluído	25 < FE < 50			
6	Extremamente poluído	FE > 50	FE > 32	FE > 40	MPI > 10

[1]Nhon et al. (2021); [2] Qingjie et al. (2008); [3] Ranjan et al. (2018); [4] Brady et al. (2015).

Elaborado pelos autores.

Diversos outros índices são propostos para avaliar a qualidade do sedimento, mas os que consideram a composição da crosta continental, como o FE, são os mais difundidos, para avaliar a influência específica de um metal traço; e o MPI foi desenvolvido para aprimorar a interpretação do uso destes FE, considerando a complexidade da camada sedimentar e as inúmeras relações que os metais traços podem provocar nesta camada.

1.5 - GASES DE EFEITO ESTUFA - GEE

Outro fator de preocupação mais recente sobre a maricultura, as mudanças climáticas provocadas pela produção de Gases de Efeito Estufa (GEE) lançadas na atmosfera, são resultado dos produtos originados em atividades antropogênicas, que chegam aos oceanos, principalmente, nas regiões costeiras, onde se localizam as atividades de maricultura. As mudanças climáticas estão diretamente associadas ao aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (IPCC, 2014). Estima-se que a temperatura atmosférica global aumentará entre 1,8 e 4,0°C, até 2100 (IPCC, 2014). Outro problema associado ao aumento de GEE é a acidificação oceânica (AO). Mais de um terço do dióxido de carbono (CO_2) atmosférico emitido desde a revolução industrial tem sido absorvido pelos oceanos (FEELY *et al.*, 2004, FABRY *et al.*, 2008); e, devido à elevada reatividade química deste gás e afinidade com a molécula da água, reage rapidamente, formando seus ácidos correspondentes (H_2CO_3 e HCO_3^-) e liberando o H^+ na água, sendo responsável pela acidificação. A AO pode diminuir a capacidade do oceano de absorver CO_2 atmosférico adicional, devido às alterações no processo de circulação vertical da água, pois, o aquecimento superficial favorece a estratificação da água, diminuindo a circulação vertical. Assim, a tendência é ter um acúmulo de CO_2 na camada de água superficial, diminuindo as trocas na interface atmosfera-água; e, portanto, reduzindo a absorção do CO_2 atmosférico pelos oceanos. Essa redução implica que futuras emissões de CO_2, provavelmente, levarão a um aquecimento global mais rápido, intensificando ainda mais, os

IVIDES.org

efeitos da AO (ROYAL SOCIETY, 2005). Além disso, segundo Orr e colaboradores (2005), a absorção do CO_2 será responsável pela diminuição do pH oceânico, dos atuais 8,1 para 7,8~7,7, até o final do século, devido ao acúmulo de CO_2 na água; e formação das suas formas ácidas correspondentes.

Nas regiões costeiras o problema da AO pode ainda ser intensificado, devido ao lançamento de efluentes semi-tratados e/ou sem tratamento contribuindo com o aporte de material orgânico para estas regiões. Este material orgânico termina a sua decomposição nos ambientes costeiros, tendo como produto desta oxidação, o CO_2 (um dos GEE), potencializando o efeito na acidificação (TURLEY *et al*., 2010). A questão é que este processo pode ser intensificado, pelo aumento da temperatura, resultado das mudanças climáticas, aumentando, não apenas a produção de CO_2, mas sobretudo, aumentando o consumo de O_2, levando à hipoxia e aumentando as áreas de concentração mínima de oxigênio dissolvido (BAKKER *et al*., 2014). Se estes processos acontecerem nas regiões costeiras com atividade de maricultura, os impactos podem ser ainda maiores, pois a presença massiva de organismos filtradores, aumentando a heterotrofia destes ambientes, pode potencializar a hipoxia regional.

A AO tem como grave consequência a alteração na razão da constante solubilização de aragonita/calcita, provocando a solubilização do carbonato existente, reduzindo a sua quantidade nos oceanos, o qual está diretamente associado à preservação das conchas de moluscos (WHITELEY, 2011). A diminuição da capacidade de precipitar $CaCO_3$ da água pode afetar a aptidão dos organismos, com impactos diretos na taxa de crescimento, reprodução, mortandade, fixação do bisso e sobrevivência dos moluscos (TAN; ZNEHG, 2020). Gazeau e colaboradores (2007) estimaram que a calcificação de moluscos pode diminuir cerca de 25%, até o final do século. Desta forma, a AO é um fator importante a ser considerado, com potencial dano econômico à produção de moluscos.

Desta forma, fica evidente que a atividade da maricultura impacta o ecossistema onde está inserido, da mesma forma que sofre impacto de agentes externos ao meio, devido à sua relação direta com o ambiente.

2 - ESTUDO DE CASO

2.1 - AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DA MARICULTURA NAS ÁREAS DE CULTIVO DO RIBEIRÃO DA ILHA, PALHOÇA E ENSEADA DO ITAPOCOROY

Para este estudo de caso, foram selecionadas três localidades de cultivo de moluscos, em três Parques Aquícolas (PA) de Santa Catarina. No PA Palhoça 01, o estudo foi realizado na Praia de Fora; no PA Florianópolis 05, a área de cultivo selecionada foi em Ribeirão da Ilha; e no PA Penha 01, na área de maricultura da Armação de Itapocoróy. As escolhas destas áreas de maricultura deveram-se à sua importância nos respectivos cultivos, sendo o PA Palhoça 01, responsável por 72% da produção de mexilhões; e o PA Florianópolis 05, a maior produtora de ostras do estado de Santa Catarina, responsável por 67% da produção do estado (CEDAP/EPAGRI, 2021). A terceira área de cultivo selecionada foi o da Armação de Itapocoróy, em Penha, que, na década de 90, teve a maior produção de mexilhão cultivado no estado e, nos últimos 10 anos, apresentou uma produção média superior a 1.700 ton/ano (CEDAP/EPAGRI, 2021). Apesar de ter reduzido a sua importância quantitativa na produção de mexilhões, é nesta área de cultivo, que está inserido o campo de estudo da Universidade do Vale do Itajaí (Univali), onde diversos experimentos são conduzidos, além de um sistema de monitoramento da qualidade da água, desde 1995. Além desse programa de monitoramento, novas tecnologias são elaboradas, aprimoradas e repassadas aos maricultores, sendo uma referência no repasse de tecnologia, no manejo de moluscos no estado.

A localidade de Armação de Itapocoróy, situada no município de Penha, é um local com hidrodinâmica complexa, devido à maior profundidade; e informações consistentes de monitoramento ambiental associadas à atividade de maricultura (RORIG *et al.*, 1998; MANZONI *et al.*, 2019). O cultivo é favorecido na região, por tratar-se de uma zona abrigada de ondas e ventos do quadrante Sul, ainda que exista uma grande interação com o mar aberto (SCHETTINI *et al.*, 1998). A enseada é caracterizada por um regime de micro maré e apresenta uma profundidade média de 8 m (SCHETTINI *et al.*, 1998). Não existe nenhum rio que deságue diretamente nesta enseada, no entanto, a mesma sofre influência da descarga do Rio Itajaí-Açu (SCHETTINI *et al.*, 1998), localizado mais a sul (Figura 4), que abrange a maior bacia hidrográfica do estado, com importantes e representativos polos industriais do estado.

IVIDES.org

Figura 4 – Mapa com as três áreas de maricultura avaliadas, Armação de Itapocoróy (PA Penha 01), Praia de Fora (PA Palhoça 01) e Ribeirão da Ilha (PA Florianópolis 05), estes dois últimos na Baia Sul da Ilha de Santa Catarina. Em cada local de estudo, foram monitorados um ponto controle (sem influência da maricultura) e pontos dentro da área de cultivo. Elaborado pelos autores.

Na costa de Santa Catarina, as principais forçantes da circulação por correntes marinhas são geradas pela oscilação da maré astronômica e as induzidas pela ação dos ventos. A maré astronômica pode gerar uma circulação em forma de elipse e o vento pode agir de forma local e não local. Quando local, o vento gera corrente na mesma direção de propagação e, quando considerado não local, o vento pode causar o transporte de Ekman, impulsionando as correntes em direção ao continente ou ao oceano aberto. Esses ventos podem promover o transporte de água do oceano aberto para a costa e causar o empilhamento da água junto à costa. No sul do Brasil, a maré meteorológica possui um efeito equivalente à maré astronômica (TRUCCOLO, 1998) e, sendo assim, as condições hidrodinâmicas variam bastante, de acordo com as condições meteorológicas, devendo-se sempre levar em consideração a associação dessas forçantes (PRUDÊNCIO, 2003).

A Baía Sul (onde estão localizadas as duas áreas de maricultura ao sul de Florianópolis, os PA Palhoça 01 e PA Florianópolis 05) é uma baía protegida, com um formato semelhante a um canal, que separa o continente da Ilha de Santa Catarina e se conecta ao Oceano Atlântico, por meio de um estreito canal na sua porção sul (MIZUTA *et al*., 2012; RUDORFF *et al.*, 2012). Apresenta uma área de 125km^2; os ventos, na região, são predominantemente de S-SE e N-NE (LOGULLO, 2005); suas águas estão sujeitas a um regime de micro maré inferior a 2 m, mas é exposto a correntes de marés mais intensos, devido à presença de canais de circulação profundos (RUDORFF *et al*., 2012).

Na Enseada do Itapocoróy (Penha), é uma baía semifechada, com uma área de 62.000m^2, profundidade média de 8 metros, com correntes inferiores a 0,1m.s^{-1} e maré astronômica com altura média de 0,8 m (SCHETTIN *et al.*, 1999); com ondas provenientes de nordeste predominando durante a maior parte do tempo (D'AQUINO; SCHETTINI; CARVALHO, 2006). Apesar de sua posição abrigada, a enseada recebe esporadicamente ondulações proveniente de leste, sendo este o sistema de ondas o mais energético que atua na dinâmica sedimentar da enseada. Gomes (2019) verificou ainda, a influência da maré astronômica e da direção do vento na circulação por correntes. Os processos de ressurgência costeira local foram observados nas áreas abrigadas, através de uma camada de Ekman de fundo (NASCIMENTO, 2017). Desta forma, esta baía evidencia uma hidrodinâmica

IVIDES.org

controlada pelos padrões de vento, com baixa taxa de renovação da água, proporcionando a manutenção da produção primária e, consequentemente, da atividade de maricultura neste ambiente (SCHETTIN; CARVALHO; TRUCCOLO, 1999).

Esta pesquisa foi desenvolvida pela Universidade do Vale do Itajaí (Univali), em parceria com a Embrapa Meio Ambiente, apoiada pela Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União. A amostragem ocorreu entre os meses de fevereiro e outubro de 2019, na Enseada da Armação do Itapocoroy (Penha), Ribeirão da Ilha (Florianópolis) e Praia de Fora (Palhoça), em locais com criação do mexilhão marrom (*Perna perna*), ostra-do-pacífico (*Crassostrea gigas*), ostra-do-mangue (*Crassostrea gasar*) e vieira (*Nodipecten nodosus*). As medições, análises e resultados apresentados aqui foram elaborados por um grupo formado por profissionais da Univali (Itajaí, SC) e da Embrapa Meio Ambiente (Jaguariúna, SP).

3 - PRINCIPAIS RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostragens de água e sedimento foram realizadas nas três áreas de cultivo (Figura 4), em fevereiro, junho e outubro de 2019. Em cada região, foram amostrados de dois a três pontos, dentro do cultivo; e um ponto mais externo, sem influência da maricultura, denominado de *controle*. Para avaliar os impactos ambientais da maricultura, nestas áreas de cultivo, foram analisados os parâmetros físico-químicos (nutrientes, compostos orgânicos e metais traços), geomorfológicos (granulometria, teor de matéria orgânica e de carbonatos) e a dinâmica oceanográfica.

As três áreas de maricultura avaliadas estão localizadas em ambientes costeiros de baixa profundidade, variando de 2,62 m (em Palhoça) a 8,89 m (em Penha) (Tabela 2), e as áreas *controle* estão localizadas em uma porção mais externa ao cultivo, com uma profundidade maior (com exceção do cultivo de Ribeirão, cuja área de controle está com uma profundidade média de 1,99 m, enquanto que o cultivo está localizado em uma região com 4,33 m de profundidade). Apesar das coletas terem sido sazonais, as temperaturas médias de todos os locais avaliados oscilaram entre o valor médio mínimo de 20,6 ± 0,6 ºC (observado em Armação de Itapocoróy, em junho) e o valor médio máximo de 24,2 ± 2,1ºC (observado em Armação de Itapocoróy, em fevereiro); e, mesmo durante uma campanha, foram observadas variações entre um local e outro, devido à entrada de frentes frias. Os valores médios de salinidade, oxigênio dissolvido e pH também apresentaram poucas variações, sendo registrados os valores médios de 29,7 ± 2,4 para salinidade, 8,17± 1,95 mg/L para OD e pH de 7,88 ± 0,11 (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios e respectivos desvios-padrões de profundidade (m), temperatura (ºC), salinidade, Oxigênio Dissolvido (OD; mg/L) e pH da água das três áreas de maricultura avaliados, Penha, Ribeirão e Palhoça

Locais	PROF (m)	TEMP (ºC)	SAL	OD (mg/L)	pH
Armação de Itapocoróy	**9,04**	**24,2 ± 2,1**	**29,8 ± 2,6**	**7,67 ± 2,21**	**7,84 ± 0,14**
cultivo	8,98	24,2 ± 2,0	30,1 ± 1,7	8,16 ± 2,13	7,87 ± 0,06
controle	13,54	23,8 ± 2,4	29,0 ± 5,2	7,77 ± 2,54	7,74 ± 0,29
Ribeirão da Ilha	**3,40**	**20,8 ± 0,8**	**30,0 ± 1,8**	**8,00 ± 1,84**	**7,91 ± 0,10**
cultivo	4,33	20,7 ± 0,8	30,1 ± 1,8	8,22 ± 1,87	7,91 ± 0,12
controle	1,90	21,2 ± 1,1	29,5 ± 2,1	8,18 ± 1,86	7,90 ± 0,12
Praia de Fora	**3,59**	**20,6 ± 0,6**	**29,7 ± 1,9**	**8,31 ± 1,33**	**7,91 ± 0,11**
cultivo	2,62	20,6 ± 0,6	29,7 ± 1,9	7,90 ± 1,30	7,94 ± 0,02
controle	7,24	20,4 ± 0,6	29,8 ± 2,0	8,79 ± 2,02	7,93 ± 0,04
Média	***6,43***	***21,8 ± 1,3***	***29,7 ± 2,4***	***8,17 ± 1,95***	***7,88 ± 0,11***

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

A distribuição espacial da clorofila-*a* e do fósforo orgânico total (POT) apresentaram um mesmo padrão (Figura 5), com os menores valores observados em Armação de Itapocoróy (1,06 ± 0,72 µg-Cla/L; 42,7 ± 30,13 µg P/L) e os maiores, na região de Praia de Fora (3,16 ± 0,72 µg Cla/L; 58,22 ± 59,0 µg P/L). Este padrão de distribuição, similar entre estes dois parâmetros, pode estar indicando que o fósforo orgânico está sendo representado pela biomassa fitoplanctônica (DILLON; RIGLER, 1974). No entanto, o POT pode ser representado pelo material orgânico vivo e não vivo, como fragmentos de partículas orgânicas, tecido vegetal ou animal e, até mesmo, agregados de substâncias orgânicas, muito lábeis, de fácil decomposição e, por isso, pode-se observar uma grande variação na sua concentração.

A avaliação das substâncias nitrogenadas inorgânicas (amônio, nitrito e nitrato) permite avaliar os processos de nitrificação, identificar a proximidade (ou não) de fontes de substâncias orgânicas e o grau de eutrofização de um ambiente. O amônio, sendo a substância mais reduzida, menos energética, é a forma normalmente excretada pelos organismos, durante o processo de decomposição bacteriana; e, portanto, a sua presença indica locais próximos destes processos de decomposição (ou próximos de fontes de material orgânico), favorecendo os processos de decomposição bacteriana. No outro extremo, temos o nitrato, a substância mais oxidada, mais estável no meio aquoso, que sofre o processo de nitrificação de amônio, passando pelo nitrito, até atingir o nitrato. Altas concentrações desta substância indicam ambientes mais distantes das fontes de material orgânico (ou águas mais velhas), com elevado tempo de residência, onde os processos oxidativos de nitrificação já ocorreram (HYLÉN *et al*., 2021). A avaliação dos processos de nitrificação, associado à redução de oxigênio dissolvido, também pode estar indicando a produção de N_2O (um dos GEE), por uma via paralela (YEVENES *et al*., 2019).

Observamos assim, que, entre os três ambientes, Armação de Itapocoróy apresentou um valor médio de NH_4^+ de 135,2 ± 213,1 µg N/L, representando 70% entre todas as formas inorgânicas de nitrogênio. Ribeirão da Ilha e Praia de Fora, ao contrário deste ambiente, apresentou a maior fração de nitrato, respectivamente, com valores de 352,6 ± 644,8 µg N/L (66% de substâncias nitrogenadas) e 525,1 ± 872,4 µg N/L (77%) (Figura 5). Este padrão de distribuição indica que Armação de Itapocoróy está localizado em uma área próximo de fonte de material orgânico, que foi decomposto recentemente, sem ter tempo de uma nitrificação completa. Por outro lado, Ribeirão da Ilha e Praia de Fora apresentam um padrão similar entre si, mas, diferente de Armação de Itapocoróy, em um ambiente onde o processo de nitrificação é completo, ou ainda, pode estar indicando um aporte de nitrato ao ambiente. Em todos os ambientes, o nitrito foi a fração menos representativa, indicando que o oxigênio dissolvido não deve estar limitando este processo de nitrificação, mesmo em Armação de Itapocoróy, onde foram ob-

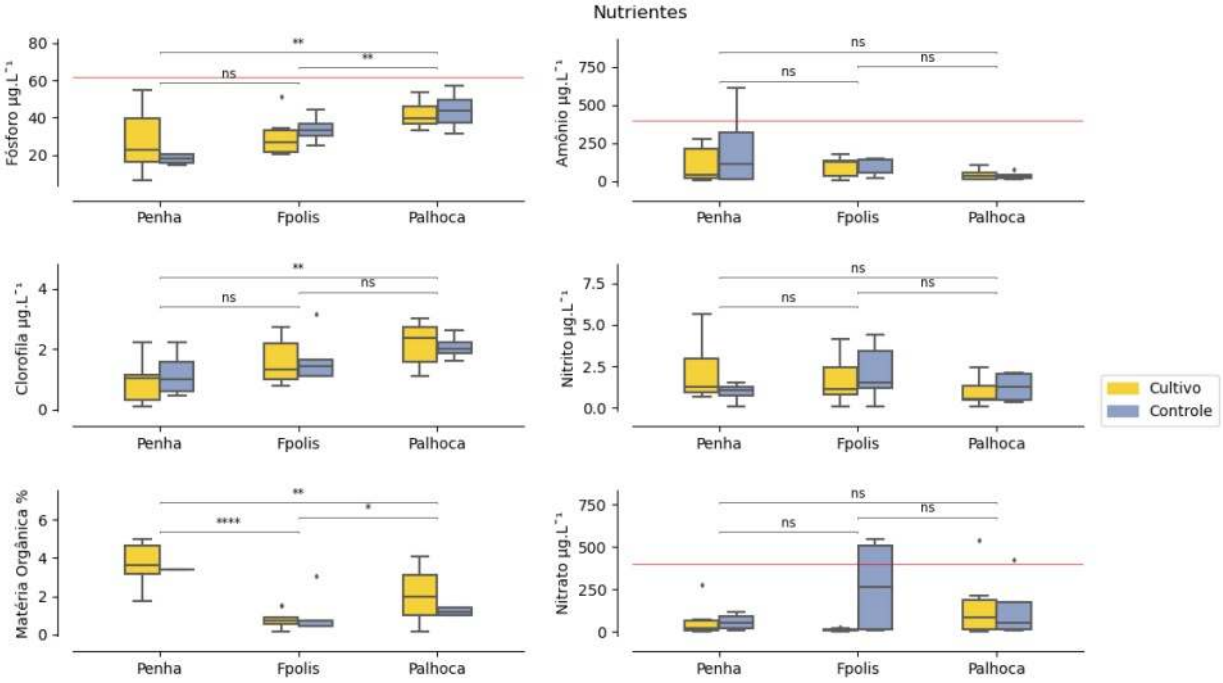


Figura 5 - Distribuição dos valores médios, respectivos desvios padrão de fósforo orgânico total; amônio, clorofila, nitrito, nitrato e material orgânico no sedimento nas três áreas de cultivo, discriminado entre os pontos de cultivo (amarelo) e controle (azul). Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

servados elevados valores de NH_4^+. Outro aspecto interessante é que não foi observada uma relação inversamente proporcional entre os compostos nitrogenados e clorofila, indicando que não deve estar acontecendo uma limitação no crescimento de biomassa fitoplanctônica por deficiência destes nutrientes.

Na camada sedimentar, observamos o maior teor de matéria orgânica na região de Armação de Itapocoróy, com 3,41 ± 1,3%; seguido de Praia de Fora, com 1,7 ± 1,1%; e Ribeirão da Ilha, com a menor proporção de material orgânico, com um valor médio de 1,3 ± 1,7% (Figura 5). A quantidade de material orgânico presente na camada sedimentar é resultado da combinação dos processos biogeoquímicos, que ocorrem na coluna d´água, da hidrodinâmica que rege o ambiente e a sedimentologia local, assim como, da própria atividade de maricultura (GRIGORAKIS; RIGOS, 2011). Normalmente, quanto mais baixa a profundidade, maiores são as interações entre as camadas sedimentar e a coluna d'água. Mas, neste caso, Penha foi o ambiente com a maior profundidade e a menor produção primária, indicando baixa produção de biomassa fitoplanctônica. Desta forma, o aumento no teor de material orgânico na camada sedimentar parece estar relacionado à uma hidrodinâmica local, controlando, não apenas a sedimentação do material particulado (incluindo as pseudofezes produzidas pelos moluscos cultivados), como também, a própria distribuição granulométrica.

De maneira geral, a distribuição granulométrica na Enseada de Itapocoróy guarda uma estreita relação com a profundidade e com a hidrodinâmica. Apesar da enseada ser um local parcialmente abrigado, no seu interior, operam processos hidrodinâmicos de alta energia, sendo os níveis energéticos mais intensos na área externa, onde as ondas desempenham o papel mais importante sobre a dinâmica dos sedimentos finos da enseada; e nos pontos marginais, próximos aos costões (D'AQUINO; SCHETTINI; CARVALHO, 2006), depósitos lamosos também estão presentes nas áreas mais abrigadas, onde a hidrodinâmica é reduzida. Sob as áreas de cultivo, deposita-se o carbonato de origem biodetrítica e, com relação à matéria orgânica, este componente não guarda relação com os cultivos. As maiores concentrações de matéria orgânica associam-se aos sedimentos finos arenosos e lamosos, nas áreas mais profundas da enseada.

Nas áreas de cultivo de moluscos do Ribeirão da Ilha (no município de Florianópolis) e da Praia de Fora (no município de Palhoça), ambas localizadas na Baía Sul, da Ilha de Santa Catarina, o fundo das regiões é composto por sedimentos arenosos (areia fina a muito fina) e sedimentos sílticos (silte grosso), que respondem a uma dinâmica mais elevada, em comparação com aqueles depositados na Enseada de Armação de Itapocoróy. A matéria orgânica e os carbonatos biodetríticos também estão presentes, mas em concentrações bem mais reduzidas que os níveis detectados em Armação de Itapocóoy, devido igualmente à maior dinâmica existente na Baía Sul, que promove o transporte deste material para outras áreas, para além dos cultivos.

Este padrão granulométrico reflete também na distribuição dos metais traços. Quanto maior a fração de sedimentos mais finos, maior a superfície de adsorção por volume de camada sedimentar, permitindo um maior acúmulo de metais traços (ROMERO-FREIRE *et al.*, 2020); e este acúmulo de sedimentos mais finos está relacionado diretamente com a hidrodinâmica local. Desta forma, a região de Armação de Itapocoróy, que apresentou sedimentos com uma granulometria mais fina do que os de Ribeirão da Ilha e Praia de Fora, apresentou também um maior acúmulo de metais traços, refletindo nos maiores valores de Fator de Enriquecimento (FE). Para todos os metais traços avaliados, os valores de FE foram maiores, variando de 1,2 ± 0,18, para o Pb; a 0,79 ± 0,11, para o Ni, enquanto Ribeirão da Ilha apresentou os menores valores de FE, para todos os metais avaliados, oscilando entre 0,19 ± 0,08, para o Pb; e 0,06 ± 0,02, para o Ni (Figura 6). O chumbo apresentou os maiores valores de FE nos três ambientes. Este metal traço é mais volátil e pode ser transportado através da atmosfera, vinculado às partículas presentes nesta camada e, assim, a sua dispersão é favorecida nas regiões distantes da sua fonte. Uma das atividades antrópicas, que contribuem para o lançamento de Pb no ambiente, é a atividade industrial e, apesar da proibição da adição deste metal traço na gasolina, o problema não se extinguiu por completo e a concentração do Pb em áreas urbanas ainda é observado (YOUYUAN *et al.*, 2020).

Este comportamento foi comprovado ainda, pelo Índice de Poluição Modificado (MPI), que apresentou os maiores valores para o Pb em todos os ambientes, oscilando entre 2,6 (para Armação de Itapocoróy) e 0,9 (para Praia de Fora); e, segundo a categorização de Brady e colaboradores (2015), estes resultados indicam um ambiente moderadamente poluído para Penha e ambientes não poluídos para os outros dois ambientes. No entanto, como a região de Penha é controlado por processos hidrodinâmicos de alta energia, a variabilidade e a sazonalidade são constante, necessitando de um monitoramento mais amplo.

A avaliação dos parâmetros físico-químicos da água e do sedimento, associado à hidrodinâmica e à composição sedimentar, mostrou que a maricultura não está impactando estes ambientes, apesar de diferentes processos serem responsáveis pelas características biogeoquímicas, principalmente, com relação aos processos do

IVIDES.org

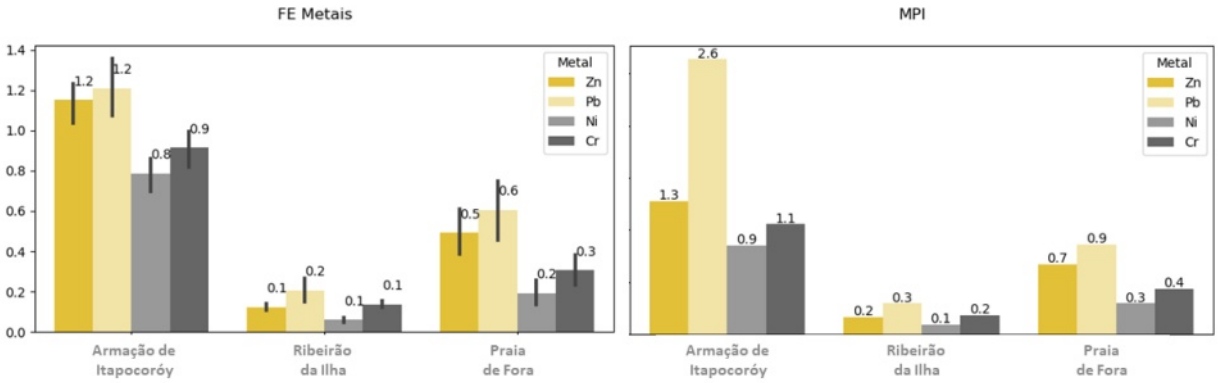


Figura 6 - Distribuição do Fator de Enriquecimento (FE) e Índice de Poluição Modificada (MPI) dos metais traços Zn, Pb, Ni e Cr, nas três áreas de cultivo Armação de Itapocoróy (PA Penha 01), Ribeirão da Ilha (PA Florianópolis 05) e Praia de Fora (PA Palhoça 01). Elaborado pelos autores.

ciclo do nitrogênio, como a nitrificação. Os processos hidrodinâmicos também são diferentes nestes três ambientes, refletindo em uma camada sedimentar mais arenosa na região de Praia de Fora e Ribeirão da Ilha, resultado de uma hidrodinâmica mais elevada nesta região, em relação à Armação de Itapocoróy, devido à presença de canais de circulação, presentes nesta região aumentando à exposição de correntes. Desta forma, em Armação de Itapocoróy, é observada uma deposição de sedimentos mais finos e, consequentemente, um acúmulo maior de metais traços.

Podemos observar, desta forma, que, por meio deste estudo de caso, as áreas de cultivo de Santa Catarina, em especial, as maricuturas de Praia de Fora (Palhoça), Ribeirão da Ilha e Armação de Itapocoróy, apesar de sofrerem impactos externos, sejam antrópicos (com o aporte de efluentes) ou naturais (pela lixiviação), até o momento, não têm apresentado impactos negativos na produção de moluscos. Da mesma forma, não foi observada a emissão de gases de efeitos estufa, tão pouco, impactos negativos em relação aos processos de sulfato redução e metanogênese.

4 - SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Atividades de maricultura são fortemente influenciadas pelas atividades antrópicas costeiras, as quais impactam integralmente o ambiente onde estas estão localizadas. Quanto menor a profundidade da coluna d'água onde as atividades de maricultura ocorrem, maiores são as interações entre a camada sedimentar e a coluna d´água e, consequentemente, maiores são as influências na maricultura (e vice-versa). Desta forma, para a compreensão integral da relação entre a maricultura e o ambiente onde este está implantada, é necessário a compreensão da avaliação quali-quantitativa dos processos antrópicos no seu entorno e o comportamento dos seus processos na água, no sedimento, na água intersticial e nos organismos cultivados.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ-IGLESIAS, P.; RUBIO, B. The degree of trace metal pyritization in subtidal sediments of a mariculture area: Application to the assessment of toxic risk. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 5, p. 973-983, 2008. ISSN 0025-326X. DOI: /10.1016/j.marpolbul.2008.01.026.

ATKINS, P.; JONES, L. **Chemistry - Molecules, Matter and Change**. 3. ed. New York: W. H. Freeman & Co, 1997.

BAKKER, D. C. E.; BANGE, H. W., GRUBER, N., JOHANNESSEN, T., UPSTILL-GODDARD, R. C., BORGES, A. V., DELILLE, B., LÖSCHER, C. R. S., NAQVI, W. A., OMAR, A. M.; SANTANA-CASIANO, J. M. **Air-Sea Interactions of Natural Long-Lived Greenhouse Gases (CO2, N2O, CH4) in a Changing Climate** *In*: LISS, P. e JOHNSON, M. T. (ed.). Ocean-Atmosphere Interactions of Gases and Particles. Norwik: Springer Open. 2014.

IVIDES.org

BARBIERI, M. The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination**. J Geol Geophys**, v.5, p. 1-4, 2016. DOI: 10.4172/2381-8719.1000237.

BEAUMORD, A.C. e DIEHL, F.L. Environmental Threats in the Central and Northern Coast of Santa Catarina State: an Overview. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p. 1017-1020, 2006. DOI: https://www.jstor.org/stable/25741733

BEYER, J.; GREEN, N.W.; BROOKS, S.; ALLAN, I.J.; RUUS, A.; GOMES, T.; BRÅTE, I.L.N.; SCHØYEN, M. Blue mussels (Mytilus edulis spp.) as sentinel organisms in coastal pollution monitoring: a review. **Marine Environmental Research**, v. 130, p. 338-365, 2017.

BISHOP, P. L. **Marine Pollution and Its Control**. Reino Unido: McGraw-Hill, 1983.

BRADY, J.P.; AYOKO, G. A.; MARTENS, W. N.; GOONETILLEKE, A. Development of a hybrid pollution index for heavy metals in marine and estuarine sediments. **Environ Monit Assess,** v. 187, p. 306, 2015. DOI: 10.1007/s10661-015-4563-x.

CARVALHO FILHO, J. Os números da aquicultura Brasileira em 2018. **Panorama da Aquicultura**. v. 29, p. 58-63, 2019.

CAVALLI, R.O. Mariculavatura. *In*: CASTELLO, J.P.; KRUG, L.C. (org.). **Introdução às Ciências do Mar**. Pelotas: Ed. Textos. p. 415-445, 2015.

CAVALLI, R.O.; FERREIRA, J.F. O Futuro da Pesca e da Aquicultura Marinha no Brasil: A Maricultura. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 3, p. 38-39, 2010.

CEDAP/EPAGRI (Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca / Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). **Dados estatísticos da aquicultura - Infoagro/SC**. Santa Catarina: [s.d.]. Disponível em: https://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php/estudos/#estatisticas. Acesso em: 01 abr. 2021.

CHAMBERLAIN, J. Impacts of biodeposits from suspended mussel (Mytilus edulis L.) culture on the surrounding surficial sediments. **ICES Journal of Marine Science**, v. 58, n. 2, p. 411-416, 2001.

CHAPMAN, P. M.; WANG, F. Annual Review ASSESSING SEDIMENT CONTAMINATION IN ESTUARIES **Environmental Toxicology and Chemistry,** v. 20, n. 1, p. 3-22, 2001.

D'AQUINO, C.A.; SCHETTINI, C.A.F.; CARVALHO, C.E.V. de. Dinâmica de sedimentos finos em zonas de cultivo de moluscos marinhos. **Atlântica**, v. 28, n. 2, p. 103-116, 2006.

DILLON, P. J.; RIGLER, F. H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 31, p. 1771-1778, 1974.

DUFFUS, J. H. "Heavy metals" - A meaningless term? (IUPAC Technical Report). **Pure Appl Chem,** v. 74, p. 793-807, 2007.

DUMBAULD, B.R.; RUESKIN, J.L.; RUMRILL, S.S. The ecological role of bivalve shellfish aquaculture in the estuarine environment: A review with application to oyster and clam culture in West Coast (USA) estuaries. **Aquaculture**, v. 290, n.3-4, p. 196-223, 2009.

EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). **Síntese Informativa da Maricultura 2017**. Santa Catarina: EPAGRI, 2018. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Estatistica-Sintese/Sintese-informativa-da-%20maricultura-2017.pdf. Acesso em: 01 abr. 2020.

FABRY, V. J.; SEIBEL, B. A.; FEELY, R. A.; ORR, J. C. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. **ICES Journal of Marine Science**, v. 65, n. 3, p. 414-432, 2008.

FEELY, R.; SABINE, C. L.; LEE, K.; BERELSON, W.; KLEYPAS, J.; FABRY, V. J.; MILLERO, F. J. Impact of Anthropogenic CO2 on the CaCO3 System in the Oceans. **Science**, v. 305, n. 5682, p. 362-366, 2004.

FLORINI, S.; SHAHSAVARI, E.; NGO, T.; ABURTO-MEDINA, A.; SMITH, D.J.; BALL, A.S. Factors Influencing the Concentration of Fecal Coliforms in Oysters in the River Blackwater Estuary, UK. **Water**, v. 12, p. 1-12, 2020. DOI: 10.3390/w1204108.

IVIDES.org

FLURY, S.; RØY, H.; DALE, A.W.; FOSSING, H.; TÓTH, Z.; SPIESS, V.; JENSEN, J.B.; JØRGENSEN, B.B. Controls on subsurface methane fluxes and shallow gas formation in Baltic Sea sediment (Aarhus Bay, Denmark). **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 188, p. 297-309, 2016.

GAZEAU, F.; QUIBLIER, C.; JANSEN, J.M.; GATTUSO, J.P.; MIDDELBURG, J.J.; HEIP, C.H.R. Impact of elevated CO2 on shellfish calcification, **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 7, p. 1-5, 2007.

GOMES, P. G. **Modelagem numérica da Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha- SC, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2019.

GONG, Q. J.; DENG, J.; XIANG, Y. C.; WANG, Q. F.; YANG, L. Q. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. **J China Univ Geosci,** v. 19, p. 230-241, 2008.

GONZALEZ-FERNANDEZ, O.; RIVERO, L.; QUERALT, I.; VALLET, M.V. Distribution of metals in vadose zone of the alluvial plain in a mining creek inferred from geochemical, mineralogical and geophysical studies: The beal wadi case (Cartagena-La Union mining district, SE Spain). **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 221, n. 1-4, p. 45–61, out. 2011.

GRIGORAKIS, K.; RIGOS, G. Aquaculture effects on environmental and public welfare - The case of Mediterranean mariculture. **Chemosphere**, v. 85, n.6, p. 899-919, 2011.

HASAN, A. B.; KABIR, S.; SELIM, A. H. M. H.; NAZIM, M. Z.; AHSAN, A.; RASHID, M. Enrichment factor and geo-accumulation index of trace metals in sediments of the ship breaking area of Sitakund Upazilla (Bhatiary-Kumira), Chittagong, Bangladesh. **J Geochemical Explor**, v. 125, p. 130-137, 2013. DOI: 10.1016/j.gexplo.2012.12.002.

HYLÉN, A.; TAYLOR, D.; KONONETS, M.; LINDEGARTH, M.; STEDT, A.; BONAGLIA, S.; BERGSTRÖM, P.. In situ characterization of benthic fluxes and denitrification efficiency in a newly re-established mussel farm. **Sci Total Environ**, v. 782, p. 146853, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146853

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **PPM - Pesquisa Pecuária Municipal 2020**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques. Acesso em: 01 nov. 2021

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151 p.

IVANOV, M.V.; LEIN, A.Y.; SAVVICHEV, A.S.; RUSANOV, I.I.; VESLOPOLOVA, W.F.; ZAKHAROVA, E.E.; PRUSAKOVA, T.S. Abundance and activity of microorganisms at the water-sediment interface and their effect on the carbon isotopic composition of suspended organic matter and sediments of the Kara Sea. **Microbiology**, v. 82, p. 735-742, 2013.

JANSEN, H.M.; VERDEGEM, M.C.J.; STRAND, Ø.; SMAAL, A.C. Seasonal variation in mineralization rates (C-N-P-Si) of mussel Mytilus edulis biodeposits. **Marine Biology,** v. 159, p. 1567-1580, 2012.

JEONG, H.; CHOI, J. Y.; LIM, J.; SHIM, W. J.; KIM, Y. O.; RA, K. Characterization of the contribution of road deposited sediments to the contamination of the close marine environment with trace metals: Case of the port city of Busan (South Korea). **Mar Pollut Bull,** v. 161, 111717, 2020. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111717.

KASPAR, H.F.; ASHER, R.A.; BOYER, I.C. Microbial nitrogen transformations in sediments and inorganic nitrogen fluxes across the sediment/water interface on the South Island West Coast, New Zealand. **Estuarine, Coastal an Shelf Science**, v. 21, n. 2, p. 245-255, 1985.

KESKIN, S. Distribution and accumulation ofheavy metals in the sediments of Akkaya Dam, Nigde, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 1, p. 449-460, 2012. DOI: 10.1007/s10661-011-1979-9.

LASSUDRIE, M.; HEGARET, H.; WIKFORS, G.; SILVA, P. M. da. Effects of marine Harmful Algal Blooms on bivalve cellular immunity and infectious diseases: a review. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 108, 103660, 2020. DOI: 10.1016/j.dci.2020.103660.hal-02880026.

IVIDES.org

LIU, D.; LIN, B.; KANDASAMY, S.; WANG. H.; LIU, Q.; ZOU, W.; ZHU, A.; ZOU J.; LOU, J.Y.; SHI, X. Geochemical appraisal of chemical weathering and metal contamination in coastal surface sediments, off Northwest Hainan Island, the Gulf of Tonkin. **Front. Mar. Sci.**, v. 6, p. 1-17, 2019. DOI: 10.3389/fmars.2019.00363.

LIU, W. X.; LI, X. D.; SHEN, Z. G.; WANG, D. C.; WAI, O. W. H.; LI, Y. S.. Multivariate statistical study of heavy metal enrichment in sediments of the Pearl River Estuary. **Environmental Pollution**, v. 121, n. 3, p. 377-388, 2003.

LOGULLO, R. T. A. **Influência das condições sanitárias sobre a qualidade das águas utilizadas para a maricultura no Ribeirão da Ilha – Florianópolis, SC**. 2005. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis, 2005.

LUOMA, S.N. Bioavailability of trace metals to aquatic organisms - A review. **Science of the Total Environment**, v. 28, n. 1-3, p. 1-22, 1983.

MANZONI, G.C.; MARENZI, A.W.C.; ABREU, J.G.N.; KUROSHIMA, K.N.; ALMEIDA, T.C.. **Monitoramento ambiental no Parque Aquicola da Enseada da Armação do Itapocoroi, Penha, SC - Uma abordagem multidisciplinar.** In: Estratégias de Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União.1 ed. Sao Paulo: Instituto de Pesca, v. 1, p. 72-75, 2019.

MIZUTA, D. D.; SILVEIRA-JÚNIOR, N.; FISHER, C. E.; LEMOS, D. Interannual variation in commercial oyster (Crassostrea gigas) farming in the sea (Florianópolis, Brazil, 27°44′ S; 48°33′ W) in relation to temperature, chlorophyll a and associated oceanographic conditions. **Aquaculture**, v. 366-367, p. 105-114, 2012.

NASCIMENTO, L. V. R. P. **Os processos hidrodinâmicos da Enseada de Itapocorói**. 2017. 148f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Centro de Ciências Físicas Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NHON, D. H.; THAO, N. van; LAN, T. D.; HA, N. M.; NGHI, D. T.; HA, T. M.; HAO, D. M.; CHIEN, N. van; THANH, T. D. Enrichment and distribution of metals in surface sediments of the Thanh Hoa coastal area, Viet Nam. **Reg Stud Mar Sci**, v. 41, p. 101574, 2021. DOI: 10.1016/j.rsma.2020.101574.

NIENCHESKI, L. F.; BAUMGARTEN, M. G. Z. Distribution of particulate trace metal in the southern part of the patos lagoon estuary. **Aquat Ecosyst Heal Manag**, v. 3, p. 515–520, 2000. DOI: 10.1080/14634980008650688.

ONTIVEROS-CUADRAS, J. F.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C.; PÉREZ-BERNAL, L. H.; SERRATO DE LA PEÑA, J. L.; SANCHEZ-CABEZA, J. A. Recent trace metal enrichment and sediment quality assessment in an anthropized coastal lagoon (SE Gulf of California) from 210Pb-dated sediment cores. **Mar Pollut Bull**, v. 149, p. 110653. 2019. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.110653.

ORR, J.C.; FABRY, V.J.; AUMONT, O.; BOPP, L.; DONEY, S.C.; FEELY, R.A.; GNANADISKAN, A.; GRUBER, N.; ISHIDA, A.; JHOOS, F.; KEY, R.M.; LINDSAY, K.; REIMER, W.M.; MATEAR, R.; MONFRAY, P.; MOUCHET, A.; NAJJAR, R.G.; PLATTNER, G.K.; RODGERS, B.; SABINE, C.L.; SARMIENTO, J.L.; SCHLITZER, R.; SLATER, R.D.; TOTTERDELL, I.J.; WEIRIG, M.F.; YMANAKA, Y.; YOOL, A. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. **Nature**, v. 437, p. 681-686, 2005.

PEREIRA, C., MOREIRINHA, C., TELES, L., ROCHA, R.J.M., CALADO, R., ROMALDE, J.L., NUNES, M.L., ALMEIDA, A., Application of phage therapy during bivalve depuration improves Escherichia coli decontamination. **Food Microbiology**, v. 61, p. 102-112, 2017. DOI: 10.1016/j.fm.2016.09.003.

PRUDÊNCIO, R. S. **Estudo numérico da circulação induzida pela maré na Baía de Florianópolis**. 2003. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

QINGJIE, G.; JUN, D.; YUNCHUAN, X.; QINGFEI, W.; LIQIANG, Y.. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. **Journal of China University of Geosciences**, v. 19, n. 3, p. 230-241, 2008.

IVIDES.org

RANJAN, P.; RAMANATHAN, A.L.; KUMAR, A.; SINGHAL, R.K.; DATTA, D.; VENKATESH, M.. Trace metal distribution, assessment and enrichment in the surface sediments of Sundarban mangrove ecosystem in India and Bangladesh. **Mar Pollut Bull**, v. 127, p. 541–547, 2018. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.11.047

RIISGARD, H.U.; KITTNER, C.; SEERUP, D.F. Regulation of opening state and filtration rate in filter-feeding bivalves (Cardium edule, Mytilus edulis, Mya arenaria) in response to low algal concentration. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 284, p. 105-127, 2003.

ROMERO-FREIRE, A; LASSOUED, J.; SILVA, E.; CALVO, S.; PÉREZ, F.F.; BEJAOUI, N.; BABARRO, J.M.F.; COBELO-GARCÍA, A. Trace metal accumulation in the commercial mussel M . galloprovincialis under future climate change scenarios. **Mar Chem,** v. 224, p. 103840, 2020. DOI: 10.1016/j.marchem.2020.103840.

RORIG, L.R.; GUIMARÃES, S.C.P.; LUGLI, D.O.; PROENÇA, L.A.O.; MANZONI, G.C.; MARENZI, A.C. monitorização de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura da enseada de Armação de Itapocoroy – Penha – SC. **Notas Técnicas Facimar**, v. 2, p. 71-79, 1998.

ROYAL SOCIETY. **Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide**. Policy document 12/05 Royal Society, London. Cardiff: The Clyvedon Press Ltd., 2005.

RUDNICK, R. L.; GAO, S. Composition of the Continental Crust. **Treatise in Geochemistry**. v. 3, p. 1-64, 2003. ISBN: 0-08-044338-9.

RUDORFF, N.; HAAGEN, M. van der; BONETTI, C.; BONETTI FILHO, J. B. Suspended Shellfish Culture Impacts On The Benthic Layer: A Case Study In Brazilian Subtropical Waters**. Brazilian Journal Of Oceanography** v. 60, n. 2, p. 219-232, 2012.

SANTA CATARINA. Ministério Público de Santa Catarina. **Saneamento Básico**. Santa Catarina: MPSC, [s.d.]. Disponível em: https://www.mpsc.mp.br/programas/saneamento-basico. Acesso em: 03 dez. 2021.

SCHETTINI, A.F.C.; KUROSHIMA, K.N.; PEREIRA-FILHO, J.; RORIG, L.W.; RESGALLA-JUNIOR, C. Oceanographic and Ecological Aspects of the Itajaí-Açu River Plume During a High Discharge. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, n. 2, p. 325-374, 1998.

SCHETTINI, C.A.F.; CARVALHO, J.L.B. de; TRUCCOLO, E.C. Aspectos hidrodinâmicos da enseada da Armação de Itapocoroy, SC. **Brazilian Journal Of Aquatic And Science Technology**, v. 3, n. 1, p. 99-109, 1999.

SEVASTYANOV, V.S.; FEDULOV, V.S.; FEDULOVA, V.Y.; KUZNETSOVA, O.V.; DUSHENKO, N.V.; NAIMUSHIN, S.G.; STENNIKOV, A.V.; KRIVENKO, A.P. Isotopic and Geochemical Study of Organic Matter in Marine Sediments from the Indigirka Delta to the Ice Shelf Border of the East-Siberian Sea. **Geochemistry International,** v. 57, p. 489-498, 2019.

SHI, J., LI, X., HE, T., WANG, J., WANG, Z., LI, P., LAI, Y., Sanganyado, E., LIU, W., Integrated assessment of heavy metal pollution using transplanted mussels in eastern Guangdong, China, **Environmental Pollution**, v. 18, Part A, p. 601-609, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.09.006.

SIMKISS, K.; TAYLOR, M. G. Metal fluxes across the membranes of aquatic organisms. **Health & Environmental Research Online**, v. 1, n. 1, p. 178-188, 1989.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Artigos Temáticos do AQUA**, v. 1, p. 9-16, 2012.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic Chemistry** - Chemical equilibria and rates in natural waters. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

TAN, K.; ZNEHG, H. Ocean acidification and adaptive bivalve farming. **Science of the Total Environment**, v. 701, p. 1-11, 2020.

TAYLOR, S. R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. **Geochim Cosmochim Acta,** v. 28, p. 1273-1285, 1964.

TESSIER, A., CAMPBELL, P. G. C., BISSON, M.. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. **Analytical Chemistry**, v. 51, n. 7, p. 844–851, 1979. DOI: 10.1021/ ac50043a017.

IVIDES.org

TRUCCOLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul SC. Florianópolis**. 1998. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

TURLEY, C.; BROWNLEE, C.; FINDLAY, H. S.; MANGI, S.; RIDGWELL, A.; SCHMIDT, D. N.; SCHROEDER, D. C. **Ocean Acidification in MCCIP** - Annual Report Card 2010-11, MCCIP Science Review, 2010. 27 p.

WANGERSKY, P. J. Biological control of trace metal residence time and. **Mar Chem,** v. 18, p. 269–297, 1986.

WEDEPOHL, K. H. The composition of the continental crust. **Geochim Cosmochim Acta**, v. 59, p. 1217-1232, 1995. DOI: 10.1016/0016-7037(95)00038-2.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 3. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999.

WHITELEY, N.M. Physiological and ecological responses of crustaceans to ocean acidification. **Marine Ecology Progress Series**, v. 430, p. 257-271, 2011.

YEVENES, M. A.; LAGOS, N. A.; FARÍAS, L.; VARGAS, C. A. Greenhouse gases, nutrients and the carbonate system in the Reloncaví Fjord (Northern Chilean Patagonia): Implications on aquaculture of the mussel, Mytilus chilensis, during an episodic volcanic eruption. **Sci Total Environ**, v. 669, p. 49-61, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.03.037

YOUYUAN, S.; TAO, Y.; WANG, K.; SIMIN, H.; WUZHI, Y.; QIN, F.G.F.. Soil heavy metal lead pollution and its stabilization remediation technology. **Energy Rep**, v. 6, p. 122-127, 2020.

IVIDES.org

28

DOI 10.5281/zenodo.6679753

RESERVAS DE SURF COMO FERRAMENTA DE GOVERNANÇA COSTEIRA*

Denis Moledo de Souza Abessa
Gabriela Cabrera
Francisco Arenhart da Veiga Lima
Mauro Figueiredo
Mauricio Duarte dos Santos
João Malavolta
Fabricio Basilio de Almeida
Iago Cardoso da Rosa Llantada

1 - A PROTEÇÃO DAS ONDAS NO CONTEXTO INTERNACIONAL

A temática de proteção das ondas constitui matéria ainda recente no escopo das políticas públicas de gestão territorial e das zonas costeiras ao redor do mundo, sendo assim, um tema ainda incipiente na literatura acadêmica (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019). Algumas dezenas de artigos científicos, dissertações e teses foram desenvolvidos, sobre o reconhecimento das ondas como um atributo socioambiental, econômico e cultural (SILVA; SANTOS; DUTRA, 2016; BRASIL; RAMOS; GODA, 2013; VEIGA LIMA, 2011; VEIGA LIMA *et al.*, 2012; MARTIN, 2010; SCARFE *et al.*, 2009; CARMO, 2009), além de pouquíssimas iniciativas vinculadas ao poder público direcionadas à proteção das ondas. Contudo, essas iniciativas são fundamentais na construção de um saber comum, na divulgação e no fortalecimento das ideias em prol da conservação marinho-costeira, com especial enfoque na manutenção da qualidade de renomados *surf breaks* ao redor do mundo.

Esta preocupação tem seu surgimento associado à percepção de ambientalistas, cientistas e surfistas, acerca das alterações sobre o ambiente costeiro, no que tange inicialmente à poluição das águas do mar e às mudanças ocorridas na linha de costa (como o aumento das construções na faixa costeira), que afetam diretamente a quebra das ondas (podendo ser de maneira positiva ou negativa) (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019). O crescente uso turístico e recreacional, somado ao aumento exponencial da população residente na zona costeira nas últimas décadas, são fatores que exemplificam o surgimento gradual das pressões sobre os recursos naturais no litoral, sendo um fenômeno percebido em nível mundial. Aproximadamente 40% da população mundial vive até 100 km da zona costeira, o que representa um total de 2.4 bilhões de pessoas (UN, 2017). Logo, a demanda por recursos provou-se algo próximo ao insustentável em larga escala.

O mal dimensionamento e gestão de atividades antrópicas ao longo da zona costeira, como a má destinação de resíduos sólidos e líquidos, provenientes de áreas urbanas e zonas industriais, assim como os derramamentos de óleo no mar e a modificação da linha de costa por obras, estão entre os principais fatores que

* Ao final do capítulo, dispõem-se: resumo, palavras-chave, *abstract* e *keywords*.

IVIDES.org

ameaçam ondas icônicas e seu entorno imediato (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019). Intervenções de engenharia costeira, como a instalação de infraestruturas portuárias, marinas ou a construção de avenidas e passeios marítimos (CORNE, 2009), assim como a retificação e dragagem de desembocaduras de rios alteram as características naturais das praias e do fundo do mar. Estas intervenções são responsáveis pela modificação ou até extinção de ondas ao redor do mundo. A exemplo, tem-se o ocorrido na famosa onda de Mundaka (Espanha), que, devido a uma sucessiva dragagem no rio que desemboca no mar e que atuava como fonte de sedimentos para a quebra da onda, afetou drasticamente sua qualidade, por um longo período de tempo (LIRA, 2010).

Outros exemplos recentes que têm chamado a atenção do público e da mídia internacional e que colaboram para a conscientização sobre a conservação das ondas e do ambiente marinho costeiro estão relacionadas ao projeto de extração de petróleo no sul da Austrália (HARO, 2018) e ao vazamento de material radioativo, proveniente de reatores nucleares da usina de Fukushima (Japão), após ocorrência de terremoto e tsunami, em 2011 (HEYDEN, 2019). O primeiro exemplo, caso concretizado, poderá contaminar o oceano e as águas costeiras em diversas praias, localizadas em uma das principais zonas de *surf* da Austrália. Já o segundo caso, gerou impactos gravíssimos e cumulativos em extensas áreas no litoral do Japão, ameaçando inclusive zonas costeiras a milhares de quilômetros de distância, trazendo enormes riscos à saúde humana (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

2 - O SURGIMENTO DAS RESERVAS DE SURF

Com o avanço da urbanização em direção ao litoral, praias antes intocadas e ondas, que eram surfadas por poucos surfistas aventureiros, começaram a ser exploradas e surfadas com maior frequência. Tomando consciência das ameaças, pelo aumento exponencial de construções na orla, e a consequente modificação do ambiente natural das ondas, surfistas no Havaí (EUA), liderados por John Kelly, fundaram na década de 1960 a organização não governamental (ONG) *Save Our Surf* (Salvem nosso Surf) (BERRY, 2010). Esta iniciativa, pioneira em nível global, foi responsável pela proteção de aproximadamente 100 praias e recifes de coral, ao longo do arquipélago havaiano, reconhecido internacionalmente como a Meca do Surf mundial. As zonas de surf protegidas incluíram Waikiki e o litoral norte da ilha de Oahu. A região de Waikiki (em Honolulu, costa sul da ilha de Oahu) representa a área onde as tradições ancestrais do surf foram mantidas pelos havaianos, apesar das proibições impostas pelos colonizadores; enquanto o litoral norte da ilha (conhecido internacionalmente como *North Shore*) concentra alguns dos principais picos de *surf* conhecidos, como Waimea Bay, Banzai Pipeline, Sunset Beach e muitas outras. A manutenção do estado natural das praias e suas ondas e o "freio" ao desenvolvimento urbano na faixa litoral foram as estratégias adotadas pela referida ONG, servindo como exemplo a ser seguido por todas as demais ONGs, que surgiram nas décadas seguintes, relacionadas com a cultura *surf* e a proteção das ondas (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

Passados 40 anos, surgiu no início dos anos 2000 o conceito de *Surfing Reserves* (Reservas de Surf), como uma estratégia de conservação das ondas para a prática do *surf* e do ambiente marinho costeiro do seu entorno. Esta iniciativa nasceu e vem se desenvolvendo com mais força e engajamento político e comunitário na Oceania, especificamente, na Austrália.

Segundo Andrew Short e Brad Farmer, fundadores da *National Surfing Reserves* (Reservas Nacionais de Surf) (NSR Austrália), a iniciativa teve início ainda na década de 1970, mas, somente em 2005, por meio do trabalho colaborativo e voluntário de surfistas, cientistas e ambientalistas, deram início à formalização e à governança de espaços costeiros, que integram os *surf breaks* reconhecidos e icônicos na costa australiana. Por definição, as reservas têm o objetivo de incentivar o engajamento comunitário, a educação e o ativismo socioambiental, o reconhecimento da cultura *surf* no país, além de estimular a adoção de ferramentas legais para a zona protegida do *surf break* (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

A NSR Austrália consiste em uma rede nacional de reservas, abrangendo as ondas de maior renome para o *surf* australiano. Adicionalmente à NSR, a iniciativa criou uma categoria que também poderia englobar ondas de menor reconhecimento, porém possuindo qualidades dignas para se tornarem parte da rede de reservas, constituindo as denominadas *Regional Surfing Reserves* (Reservas Regionais de Surf) (RSR Austrália). Hoje, a NSR Austrália conta com 22 ondas icônicas, nominadas com o título de Reservas Nacionais de Surf, a exemplo das praias da região de New South Wales (NSW), entre elas, Maroubra (em 2006), sendo esta, a primeira onda a receber o título e uma das mais importantes na cultura *surf* do país, Bondi Beach (em 2017) e North Narrabeen (em 2010), além das praias da região de Queensland (QLD), como Burleigh Heads (em 2012) e Snapper-Kirra (em

IVIDES.org

2012); e do oeste australiano (WA), como Margaret River (em 2010), entre outras. Já a RSR Austrália conta atualmente com 3 praias nominadas, das quais, Mid Coast (em 2014) já teve sua aprovação deferida, enquanto Encounter Bay (no sul da Austrália) e Cabarita (NSW) encontram-se em processo de aprovação (desde 2019).

Como fórmula para o sucesso, além do engajamento da população local, de políticos e da comunidade do surf, a iniciativa australiana conta com o apoio explícito e participativo de surfistas locais e ídolos de renome internacional, como o tricampeão mundial de surf, Mick Fanning (Austrália) e o 11 vezes campeão mundial de *surf*, Kelly Slater (EUA). O apoio de surfistas de renome colabora, ao trazer ainda mais relevância e visibilidade à discussão, em âmbitos nacional e internacional, na estratégia de proteção das ondas australianas (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

Em 2006, foi a vez do país vizinho, a Nova Zelândia (NZ), dar início à sua estratégia de proteção das ondas, por iniciativa do departamento de proteção costeira. Denominada *Surfbreak Protection Society* (Sociedade de Proteção dos Picos de Surf) (SPS), sua criação é devida à potencial ameaça do desenvolvimento territorial sobre uma onda caracterizada como um "tesouro" para a comunidade do *surf* neozelandês. Assim como na Austrália, diversos atores sociais (*stakeholders)* se uniram para formar um grupo auto-intitulado "os guardiões dos *surf breaks*". O objetivo comum era compartilhado com a iniciativa australiana, qual seja, a proteção e conservação dos atributos naturais, associados aos *surf breaks*, tais como, a qualidade das águas e dos ecossistemas marinho costeiros, concentrando-se ainda na diminuição de impactos nos acessos às praias. O programa propôs a proteção de 17 zonas de *surf*, tendo como base, os programas australiano e mundial (PERYMAN; SKELLERN, 2011).

Atualmente, a SPS vem desenvolvendo uma campanha de extensão nacional para a salvaguarda da onda de Mangamaunu, uma direita de *point break*, de qualidade internacional, localizada na ilha sul da Nova Zelândia, reconhecida como um dos tesouros do *surf* do país. A onda encontra-se ameaçada pelo projeto de construção de uma estrutura para ciclovia e área de estacionamento para carros, que margearia a linha de costa, o que poderia afetar diretamente a quebra das ondas. A obra está inserida num conjunto de ações do governo, que é parte do projeto de reconstrução da orla de Mangamaunu Bay, após terremotos que assolaram o país em 2016.

Na América Latina, destaca-se a *Ley de Rompientes* (*Ley 27280 - Ley de Preservación de las Rompientes Apropiadas para la Práctica Deportiva*), promulgada no Peru, em 2000, e regulamentada em 2013; que estabeleceu um marco legal importante, no âmbito internacional de proteção das ondas destinadas às práticas esportivas, sendo consideradas como um patrimônio nacional (CONGRESO DE LA REPUBLICA DEL PERU, 2000). Esta foi a primeira lei de proteção das ondas de *surf* em todo o mundo (SANTOS, 2018), tendo criado metas e regras para a proteção das ondas usadas para o *surf*. O programa se organiza em cinco etapas, que devem ser cumpridas para que um *surf break* possa ser reconhecido, sob o fundamento da *Ley de Rompientes,* e visa incluir 144 *surf breaks* peruanos, como espaços protegidos, com base nessa lei (SANTOS, 2021; MONTEFERRI; SCHESKE; MULLER, 2019).

Uma iniciativa similar foi proposta no Chile (FUNDACIÓN ROMPIENTES, 2020), partindo do pressuposto que Áreas Marinho-Costeiras Protegidas e Santuários Marinhos, que são estratégias bem conhecidas de conservação ambiental, seriam adequadas para buscar a proteção das ondas surfáveis do país, com base em valor para a recreação (FARIAS, 2017). Assim, a ONG chilena Fundación Rompientes também apresentou iniciativa para o reconhecimento dos *surf breaks,* como recursos a serem protegidos, e reuniu atores para elaboração de proposta de um programa, reunindo os atributos inerentes aos espaços de surfe e aos direitos territoriais de uso para pesca e áreas de manejo de recursos bentônicos. Essa iniciativa resultou na proteção de seis *surf breaks* chilenos, situados no recém criado Santuário Marinho de Piedra del Viento, área marinha protegida, aprovada pelo Conselho Ministerial do Meio Ambiente Chileno (MONTEFERRI; SCHESKE; MULLER, 2019). Também no Chile, uma iniciativa para implementar um modelo de conservação privado, por meio de Servidão Voluntária (SV), foi proposta para Punta de Lobos, *surf break* de alta qualidade e RMS. A proposta foi reconhecida, por meio da Lei nº 20.930 de 2016. A área de Mirador Punta de Lobos foi adquirida e transferida em caráter perpétuo à RMS Punta de Lobos (SANTOS, 2021).

Outros países têm também instituído ou planejado reservas de *surf* locais, como: Espanha, Indonésia, Fiji, Costa Rica, Libéria e outros, a partir de uma proposta conjunta das ONG Save the Waves Coalition e *Conservation International,* denominada de *Surf Conservation Partnership* (Parceria para Conservação do Surf), que visa estabelecer áreas protegidas de *surf* (*surf protected areas*) (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2020).

IVIDES.org

3 - GOVERNANÇA COSTEIRA E A IMPORTÂNCIA DO SURF PARA A GESTÃO COSTEIRA

As regiões costeiras mundiais abrangem aproximadamente 10% da superfície do planeta, concentrando, no entanto, mais de 50% da população mundial (BARRAGÁN, 2014; THIA-ENG, 1993). No Brasil, a zona costeira concentra aproximadamente 25% da população brasileira, o que corresponde a cerca de 45 milhões de pessoas (IBGE, 2010), incluindo inúmeras capitais, regiões metropolitanas e zonas portuárias. A zona costeira abrigara múltiplas atividades econômicas, como agropecuária, indústrias, turismo, exploração de minérios, petróleo e gás, pesca, aquicultura, entre outras, as quais causam impactos ambientais negativos e degradação ambiental (HALPERN *et al*., 2008) e conflitos de uso dos recursos.

Estes problemas são agravados pelo desenvolvimento econômico acelerado e rápida urbanização, muitas vezes, sem planejamento ou sem a respectiva implantação de infra-estrutura básica (SCHERER *et al*., 2011), e tendem a se tornar mais críticos em países em desenvolvimento, levando à piora de problemas preexistentes, tais como: fome, desemprego, pobreza, desigualdade social e crescimento populacional (THIA-ENG, 1993; BARRAGÁN, 2014). Por outro lado, especialmente nesses países em desenvolvimento, as atividades humanas dependem dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos existentes nas regiões costeiras (CHATWIN, 2007), de modo que há necessidade de se estabelecer formas racionais e planejadas para o uso das zonas costeiras nesses países.

O *surf*, nas suas diferentes modalidades, é uma das atividades humanas praticadas nas zonas costeiras, apresentando relevância, por necessitar de um ambiente equilibrado e ser um fator capaz de induzir e condicionar a ocupação e o uso da costa. O *surf* pode ser definido como um esporte, que consiste em deslizar sobre as ondas em pé sobre uma prancha (FILOSA, 1977), tendo sido inicialmente descrito nas ilhas da Polinésia, pelo navegador inglês James Cook, em 1778 (REZENDE, 2004). Também há relatos da prática no litoral peruano (Caballitos de Totora) e na costa africana (GORAYEB, 2003). Somente a partir do Século XX, o esporte se popularizou e se espalhou pelo mundo, inclusive no Brasil, onde, atualmente, é um dos mais praticados. Por envolver um contato intenso, direto e frequente com as águas, a prática do *surf* requer que os mares e praias estejam limpos. Além disso, é necessário que as ondas se formem com qualidade, o que, por sua vez, requer que os processos oceanográficos ocorram sem efeitos antropogênicos negativos. Por exemplo, bancos de areia podem ser afetados pela ocupação costeira ou pela existência de estruturas e obras, como dragagens e enrocamentos, capazes de provocar erosão costeira, assoreamento ou afetar negativamente a incidência de ondulações na costa. Além disso, a poluição marinha constitui ameaça aos banhistas e surfistas, afetando a prática do *surf* nos locais poluídos, pelos riscos à saúde individual e coletiva.

Conforme anteriormente exposto, a partir de meados da década de 2000, Reservas de Surf começaram a ser criadas ao redor do mundo, buscando proteger e manejar, de forma sustentável, áreas costeiras e marinhas, onde o esporte era praticado (SCHESKE *et al.*, 2019). O Programa Australiano de Reservas de Surf (NSR) foi desenvolvido por surfistas e ambientalistas, de modo a criar uma estratégia de gestão costeira em âmbito local (FARMER; SHORT, 2007; SHORT; FARMER, 2012). Esse programa dava importância ao *surf*, como um fator relacionado com o uso dos espaços e com a conservação costeira, colocando os surfistas como atores relevantes para a tomada de decisões. O programa também reconhecia a necessidade de haver uma gestão compartilhada, visando à proteção dos ambientes costeiros. Na mesma via, no âmbito global, em 2009, o programa de Reservas Mundiais de Surf (RMS), criado pela ONG *Save the Waves Coalition* (STW), em parceria com o NSR e a *International Surfing Association* (ISA), visa identificar e preservar zonas de *surf* e seus arredores, considerando critérios baseados na qualidade da onda (surfabilidade), grau de conservação, existência de ameaças, aspectos culturais, econômicos e de participação social. O programa tem tido êxito, tendo sido criadas 10 reservas de *surf* (e uma indicação), em vários continentes, conseguindo estabelecer parcerias com as administrações locais, organizações não governamentais e universidades (STW, s.d.). Segundo Ratten (2019), reservas de *surf* constituem inovações sociais, oferecendo formas diferentes para se alcançar a proteção ambiental e a melhora da qualidade de vida, estimulando a gestão compartilhada e participativa do ambiente.

Nesse contexto, as Reservas de Surf estão alinhadas com as discussões mais modernas sobre gestão sustentável das zonas costeiras. Uma das recomendações geradas durante a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), ocorrida na cidade do Rio de Janeiro, em 1992, foi a necessidade de que a gestão marinha e costeira, realizada no âmbito nacional, fosse integrada, participativa e baseada no princípio da precaução (CICIN-SAIN, 1993), estando suas diretrizes ajustadas aos princípios do Desenvolvimento Sustentável, con-

IVIDES.org

ceito também consolidado naquela conferência, e que, basicamente, envolve a noção de que o desenvolvimento econômico deve promover a melhora da qualidade de vida das pessoas, utilizar os recursos naturais de forma adequada, protegendo a diversidade biológica, os processos ecológicos e os sistemas de suporte à vida, com o fim de promover um desenvolvimento igualitário, sob os pontos de vista internacionais, intergeracionais e intra societais.

No Brasil, estes aspectos passaram a ser internalizados, por meio de uma série de normas, planos e programas, que incluem as políticas ambientais. O país já contava com um Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), recém aprovado à época (BRASIL, 1988), que visava "[...] orientar a utilização racional dos recursos da zona costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população, e a proteção de seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural" e era uma decorrência natural do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO), formulado pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), em 1987, o qual, por sua vez, visava lançar as bases para as ações de planejamento e gestão integrada, descentralizada e participativa da zona costeira (CAVALCANTE; ALOUFA, 2018).

De forma geral, o PNGC se articulava com outras políticas ambientais, definindo genericamente os limites da zona costeira e estabelecendo um viés conservacionista para a ocupação, o uso dos recursos ou a implantação de atividades econômicas na zona costeira nacional. Assim, o PNGC deveria desenvolver estratégias para gerir e administrar as regiões costeiras e seus recursos naturais, conciliando o uso desses espaços com a conservação do ambiente costeiro (MMA, 2010), enquanto Polette & Silva (2003) afirmaram que este deve ser um processo integrado e participativo, incluindo as demandas dos diferentes atores locais e setores econômicos, ambientais e sociais. Posteriormente, o PNGC foi revisado, com a publicação do PNGC-II, em 1997, da Resolução CIRM[1] nº 5, de 3 de dezembro de 1997. O PNGC-II tratou especialmente de elucidar a competência de municípios, estados e união, na formulação e execução de planos e ações, para a devida gestão da zona costeira, definir os instrumentos de gestão para a zona costeira e modernizar o plano anterior, incorporando conceitos mais modernos, como aqueles trazidos pela Rio-92.

Assim, a implementação da gestão costeira (e seus instrumentos) deve se dar de forma descentralizada, sendo que as políticas locais devem ser integradas com aquelas estabelecidas nos âmbitos estadual e federal. No entanto, nenhum estado ou município brasileiro conseguiu avançar na implementação efetiva da gestão costeira integrada, considerando seus instrumentos e a participação da sociedade na tomada de decisões (ANDRADE; SCHERER, 2014; CAVALCANTE; ALOUFA, 2018). Estas últimas autoras, em análise de 25 anos de Gerenciamento Costeiro no Brasil, identificaram diversas lacunas, falhas e dificuldades, em especial, quanto à integração das diferentes esferas de poder, implementação e operacionalização efetiva dos planos, participação social e fiscalização.

Nesse contexto, em que as políticas têm sido ineficazes, formas alternativas de gestão podem ser pensadas, visando garantir o cumprimento dos princípios estabelecidos para o desenvolvimento sustentável. A gestão participativa local, por meio de uma rede de atores e considerando os sistemas sócio-ecológicos, tem sido proposta, como uma forma mais efetiva de se buscar o desenvolvimento mais igualitário e capaz de considerar os processos ecológicos na tomada de decisão (HOLLING, 2001). Segundo esse autor, a sustentabilidade depende de interações entre fatores externos e internos, sendo que estes últimos podem ser aspectos sociais, políticos, ecológicos e econômicos, enquanto os fatores externos incluem, débitos, pobreza estrutural, problemas ambientais globais e conflitos de ordem social, política e econômica. Todos estes fatores estão interconectados, constituindo uma alta complexidade, a qual, segundo o autor, pode levar à auto-organização entre os elementos humanos e naturais, a qual se baseia no conhecimento local sobre os processos ecológicos e depende das relações sociais e da capacidade dos atores locais criarem acordos (HOLLING, 2001; JANSSEN *et al*., 2006).

Inovações sociais têm sido utilizadas em todo o mundo, buscando resolver problemas sociais por meio de soluções criativas (RATTEN, 2019). Estas inovações visam garantir inclusão social e combater a desigualdade (BOCK, 2016), por meio do empoderamento para co-produção e implementação de novos conhecimentos (HARRISON; KLEIN; BROWNE, 2011), que visam trazer mais qualidade de vida aos cidadãos de um determinado local. De acordo com Ratten (2019), muitas inovações sociais ocorrem em âmbito local, permitindo que as pessoas estabeleçam uma relação, a partir de um tema ou questão, que deve ser resolvida de forma diferente da usual. Assim, uma inovação social envolve essencialmente uma mudança nas relações sociais, abrangendo novas formas de fazer, organizar, saber e planejar (AVELINO *et al*., 2019), representando uma mudança nos conceitos e ideias sobre como uma sociedade deve progredir. Conforme discutido anteriormente, é neste contexto que as Reservas de Surf se inserem, visando conciliar os usos do ambiente marinho e costeiro, sua proteção, e os ganhos sociais e econômicos.

[1] Comissão Interministerial para os Recursos do Mar.

IVIDES.org

4 - O SURFISTA COMO ATOR SOCIAL IMPORTANTE NA GESTÃO COSTEIRA

De acordo com Scheske *et al.* (2019), os picos de surf (ou *surf breaks*) fazem parte do que se pode chamar de Ecossistemas de Surf, constituindo recursos naturais, que oferecem, além dos processos ecológicos, recreação, inspiração estética, identidade cultural e experiências espirituais ligadas à natureza, de modo que sua proteção representa oportunidade para perpetuar tais benefícios. Os efeitos positivos da proteção dos espaços marinhos podem inclusive alcançar a saúde física e mental, como demonstrado por White *et al*. (2016); Hignett *et al*. (2018) e Matos *et al*. (2017). Scheske *et al.* (2019) também destacam que alguns picos de surf integram importância cênica com uma forte cultura local relacionada com o surf, como acontece em Malibu (Califórnia, EUA), Jeffrey's Bay (África do Sul) e no litoral norte da ilha de Oahu (Hawai'i). Por fim, os autores destacam a importância econômica do *surf*, com aportes relevantes em diversos setores da economia, nos locais onde há a prática do esporte, podendo chegar a centenas de milhões de dólares (LAZAROW; MILLER; BLACKWELL, 2008). Estudo sobre "*surfonomics*" (economia relacionada ao surfe) estimou que o surf gera valores da ordem de 180 milhões de dólares na Gold Coast (Austrália) (LAZAROW, 2009). No Brasil, um estudo recente feito na Reserva Mundial de Surf da Praia da Guarda do Embaú, em Santa Catarina, mostrou que o *surf* contribui anualmente com cerca de 4,2 milhões de dólares para a economia local (BOSQUETTI; SOUZA, 2019), sendo que cada surfista gasta em média 61 dólares por dia.

Outros estudos têm demonstrado que os surfistas tendem a se engajar mais fortemente na proteção ambiental (HIGNETT *et al.*, 2018). Scheske *et al.* (2019) sugerem que tal engajamento decorra de alguns motivos, como as interações constantes, frequentes e longas dos surfistas com o meio marinho; e o fato de que impactos antropogênicos frequentemente degradam as ondas ou prejudiquem a prática do esporte, como por exemplo, a poluição por esgotos. Nesse sentido, surfistas ao redor do mundo têm participado ativamente ou liderado movimentos ambientalistas, visando proteger as áreas costeiras dos impactos humanos e garantir a qualidade das ondas.

No cenário internacional, várias organizações civis têm atuado na defesa das praias e dos picos de surf, como indicado no Quadro 1. Um exemplo mencionado por Gorayeb (2003), foi o da ONG *Surfrider Foundation*, criada em 1984, na Califórnia (EUA), por surfistas locais da praia de Malibu, descontentes com o despejo de esgoto na praia e a expansão urbana, que ameaçavam destruir o ambiente local. Entre as ações conduzidas pela ONG, estão a distribuição de *kits* para que surfistas e outros atores possam medir a qualidade das águas das praias (*Blue Water Test Force*), e o Dia Mundial de Limpeza de Praias (*Crystal Surf Day*). Mais recentemente, Veiga Lima e Santos (2019) compilaram a atuação de instituições e ONGs relacionadas ao *surf* e à proteção das ondas ao redor do mundo, destacando a atuação de várias delas, como a *Surfrider Foundation* (Estados Unidos), *Asociación para la conservación de las playas y olas del Perú* (Peru), *Conservamos por la Naturaleza* (Peru), *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental* (Peru), *Federación Nacional de Tabla* (Peru), *Fundación Rompientes* (Chile), *Fundación Punta de Lobos* (Chile), *Surfers Against the Sewage* (Inglaterra), *Surfbreak Protection Society* (Nova Zelândia), *Surfers Appreciating Natural Environment* (Austrália) e *Save The Waves Coalition* (Estados Unidos).

Ainda de acordo com os autores, a atuação destas e de outras instituições resultou em várias ações e políticas, no sentido da proteção das ondas e ecossistemas de *surf*, como campanhas contra o descarte de esgoto nas praias; o programa "*Hazla por tu ola*" e a aprovação da "*Ley de Preservación de las Rompientes Apropiadas para las prácticas deportivas*", no Peru, que são um marco na proteção das ondas para o *surf*; a inclusão da proteção dos *surf breaks* nas políticas de gestão da Nova Zelândia (por meio do *New Zealand Coastal Policy Statement*, NZCPS); a criação de uma *Surfing Recreation Reserve*, englobando a icônica praia de Bells, na Austrália, em 1971; e, posteriormente, do programa nacional de reservas de *surf* australiano (*National Surfing Reserves*). Estes esforços acabaram por inspirar e estimular a criação do programa mundial de Reservas de Surf, conforme descrito mais adiante neste capítulo.

No Brasil, Gorayeb (2003) mencionou casos emblemáticos, nos quais os surfistas lideraram movimentos de proteção ambiental das praias. O autor relatou que as ações de preservação de praias no Brasil começaram na praia Mole, em Florianópolis (SC), no final da década de 1980, onde havia um projeto para construção de um condomínio. Em 1989, a comunidade de surfistas locais iniciou um movimento, que foi denominado *SOS Praia Mole*, tendo sido conduzido, por meio da Associação Verde Futuro, uma ONG fundada pelos surfistas e frequentadores da praia. O movimento conseguiu impedir a construção do condomínio, mediante uma Ação Civil Pública, impetrada junto à Procuradoria da República, cujo motivo, foi a ameaça de destruição das dunas frontais da vegetação de restinga, existentes na Praia Mole. Pouco depois, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, surfistas, inspirados pelo caso da Praia Mole, iniciaram um movimento denominado *SOS Prainha*, que também visava im-

IVIDES.org

Quadro 1 - Exemplos de campanhas, organizações e iniciativas para a proteção de *surf breaks* e ambientes costeiros e marinhos adjacentes

Organização/iniciativa	**Período de atividade**	**Objetivo**
Surfrider Foundation (internacional)	1984–presente	Proteger ambientes marinhos e oceanos, incluindo *surf breaks* https://www.surfrider.org/
Surfers Against Sewage (Reino Unido)	1990–presente	Campanhas contra a destruição e as ameaças aos ecossistemas marinhos e *surf breaks* pela implantação de infraestruturas, despejo de esgoto, etc. https://www.sas.org.uk/
Association for the Conservation of Peruvian Waves and Beaches (Peru)	1992–2001	Proteger ondas emblemáticas no Peru. Teve papel fundamental na criação da legislação para proteção das ondas no Peru.
Surfers for Cetaceans (internacional)	2004–presente	Campanhas pela proteção de cetáceos ao redor do mundo. https://www.s4cglobal.org/
Save the Waves Coalition: World Surfing Reserves Program (internacional)	2009–presente	Criar uma rede de *surf breaks* protegidos ao redor do mundo, por meio de reservas mundiais de surf. https://www.savethewaves.org/
Surfbreak Protection Society (Nova Zelândia)	2012–presente	Conservação dos *surf breaks* emblemáticos da Nova Zelândia por meio da preservação das características naturais, qualidade da água, ecossistemas marinhos e acesso público de baixo impacto. http://www.surfbreak.org.nz/
HAZla por tu Ola (Act for your Wave) (Peru)	2015–presente	Campanha conduzida por cidadãos para a proteção dos *surf breaks* no Peru e sua inclusão na lista de surf breaks protegidos. http://hazlaportuola.pe/
Fundación Punta de Lobos (Chile)	2016–presente	Proteger as áreas terrestres ao redor dos picos de Punta de Lobos, em Pichilemu. http://puntadelobos.org/en/
Fundación Rompientes (Chile)	2017–presente	Buscar proteção legal aos *surf break*s do Chile. Combinar conservação marinha com abordagens baseadas nas comunidades locais. http://www.rompientes.org
Surf & Nature Alliance (internacional)	2017–presente	Campanhas para a proteção dos *surf breaks* assim como para o desenvolvimento costeiro sustentável https://surfnaturealliance.org/
Instituto APRENDER Ecologia	2000-presente	Fomentar a cidadania ecológica, simplificar o conhecimento científico à sociedade, inserir os surfistas como atores na tomada de decisões, incluir a proteção dos *surf breaks* nas políticas de conservação e gestão ambiental. https://www.aprender.org.br/
Instituto Ecosurf	2000-presente	Mobilizar a sociedade, em especial os surfistas, para participarem da tomada de decisões e da proteção dos *surf breaks* nas políticas de conservação e gestão ambiental; realizar campanhas de limpeza de praias. http://ecosurf.org.br/
Keep Da Ocean Clean	1998-presente	Promover ações de limpeza de praia e conscientização sobre a conservação costeira
Fundação SOS Mata Atlântica	1986-presente	Promover políticas públicas para a conservação do Bioma Mata Atlântica, incluindo os surf breaks e as áreas adjacentes às praias. https://www.sosma.org.br/
Instituto Linha D'água	2013-presente	Realizar investimento social em projetos de conservação da diversidade biológica e dos sistemas socioculturais do litoral brasileiro, incluindo os *surf breaks*. https://www.linhadagua.org.br/

Elaborado pelos autores, adaptado de Scheske *et al*. (2019).

IVIDES.org

pedir a instalação de um condomínio, ameaçando a Mata Atlântica e a paisagem natural da praia. Os surfistas também fundaram uma ONG, a Associação dos Amigos da Prainha (ASAP), com o objetivo e finalidade institucional de proteção do meio ambiente; do consumidor; do patrimônio artístico, estético, histórico e paisagístico; além da defesa dos interesses dos surfistas e dos usuários da Prainha, bem como, outros interesses coletivos e difusos. Somente em 2001, após intensa mobilização local, foi criado o Parque Municipal da Prainha, após uma permuta da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro com o proprietário do terreno. Houve a construção de uma sede (e de um Museu do Surf no local) e a garantia da preservação da Prainha para as futuras gerações. No litoral de São Paulo, a mobilização dos surfistas contra a construção de um condomínio na praia de Itaquitanduva, em São Vicente, acabou levando à criação do Parque Estadual Xixová-Japuí, que contribui para a proteção do local (SÃO PAULO, 2010).

Mais recentemente, destaca-se no Brasil a atuação de algumas ONGs, no sentido de planejar, elaborar, desenvolver e implementar um programa brasileiro de reservas de surf, com destaque para o Instituto APRENDER Ecologia, o Instituto ECOSURF, o Instituto Linha D'Água e a Fundação SOS Mata Atlântica (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019).

O Instituto APRENDER Ecologia foi fundado no ano 2000, em Florianópolis (SC), por um grupo de surfistas, iniciando seus trabalhos na região da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição. Desde o início, tem fomentado a interação de surfistas com o tema ambiental, tendo colaborado em processos de gestão e conservação da natureza e criado, em 2003, o projeto *Surf em Unidades de Conservação* (*Surf* em UCs), que visava transmitir à comunidade do *surf*, a necessidade da conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros, associados ao bioma Mata Atlântica. O instituto participou de iniciativas em relação ao *surf* e conservação no Brasil, com destaque para a cúpula dos povos, evento paralelo à Rio +20, que reuniu surfistas de diferentes regiões do Brasil e culminou na criação do Fórum Brasileiro de Surf e Sustentabilidade (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019). Durante o evento, foi proposta a inclusão das áreas de *surf* protegidas, no Projeto de Lei nº 6.969, que visa instituir a política de conservação e uso sustentável do bioma marinho brasileiro. Em 2018, o Instituto promoveu o I Seminário Temático sobre Reservas de Surf no Brasil, em parceria com o Laboratório de Gestão Costeira Integrada da UFSC (LAGECI) e o Instituto Ecosurf, durante o XI Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro (ENCOGERCO), realizado em Florianópolis (SC). Neste evento, o Instituto decidiu ser um dos criadores do Programa Brasileiro de Reservas de Surf.

O Instituto Ecosurf (IE) é uma organização da sociedade civil, criada por surfistas dedicados e comprometidos com a justiça social e ambiental e a cultura de paz (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019). As principais ações do Ecosurf envolvem projetos, campanhas de mobilização, pesquisa, políticas públicas (*advocacy*), educação e comunicação ambiental, buscando contribuir para a construção e o fortalecimento da cidadania entre os surfistas, mobilizando e articulando pessoas e grupos para intervir ativamente na proteção das praias, ondas, rios e oceanos. Também tem ocupado espaços de tomada de decisão, promovendo a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, o *surf* em áreas protegidas, monitorando e pesquisando a poluição nas praias e realizando ações de limpeza. Juntamente com o Instituto Aprender Ecologia, tem liderado as iniciativas de proteção aos *surf breaks* e a criação do PBRS.

Por sua vez, o Instituto Linha D'Água é uma organização privada sem fins lucrativos, fundada em 2013 e sediada em São Paulo (SP), cujo objetivo, é fazer investimento social privado, por meio do repasse voluntário de seus recursos para projetos de conservação da diversidade biológica e dos sistemas socioculturais do litoral brasileiro (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019). Por meio do fomento a arranjos inovadores, o Linha D'Água busca auxiliar na conscientização da sociedade, acerca da necessidade de conservação do ambiente costeiro e marinho e do enfrentamento às desigualdades sociais e regionais. Já a Fundação SOS Mata Atlântica, é uma organização ambientalista, que atua desde 1986 na promoção de políticas públicas para conservação do Bioma Mata Atlântica, incluindo a proteção do mar.

A partir da consolidação do conceito de Reserva de Surf, passou a haver um esforço mais direcionado para a proteção dos picos de *surf* ao redor do mundo, ainda sendo destacada a importância do *surf*, como fator relacionado ao uso do espaço e à conservação costeira, considerando o surfista como um ator de relevância nas decisões locais e reconhecendo a necessidade de gestão compartilhada para a preservação desses ambientes costeiros.

[2] Sediada na Califórnia (EUA), que já atuava na salvaguarda de ondas ameaçadas ao redor do mundo, como na Ilha da Madeira (Portugal).

IVIDES.org

5 - O PROGRAMA DE RESERVAS MUNDIAIS DE SURF

Reservas de surf podem ser entendidas como áreas costeiras específicas, voltadas a preservar ondas destinadas à prática do esporte e as regiões circunvizinhas, por meio do reconhecimento e da proteção de atributos chave, dos pontos de vista ambiental, cultural, econômico e das comunidades locais (STW, 2020).

Como já mencionado, estes espaços de gestão costeira em âmbito local começaram a ser esboçados, a partir de esforços de surfistas e ambientalistas. A partir das diversas iniciativas espalhadas ao redor do mundo (FARMER; SHORT, 2007; SHORT; FARMER, 2012), o conceito de proteção de ondas serviu como pontapé inicial para, alguns anos mais tarde, a ONG *Save The Waves Coalition* (STW)[2] criar o programa internacional *World Surfing Reserves* (WSR) (Reservas Mundiais de Surf, RMS). Idealizadas em parceria com a NSR Austrália e a *International Surfing Association* (ISA), as RMS têm sua origem em 2009 e estão embasadas na proposta da preservação do Patrimônio Mundial, da UNESCO, que busca proteger e preservar territórios, monumentos e sítios históricos, assim como formações naturais, biológicas e geológicas de alto valor para a humanidade, como patrimônio natural e cultural ao redor do mundo.

Neste sentido, as Reservas Mundiais de Surf surgiram com o objetivo de reconhecer a importância da formação das ondas e dos *surf breaks* de determinadas praias ou regiões costeiras de grande relevância internacional, sob o âmbito sociocultural, econômico e ambiental. A atribuição do título de RMS busca adicionar uma camada de proteção à onda e seu entorno, trazendo reconhecimento em nível internacional à região, tendo como diretrizes prioritárias, o fortalecimento e engajamento das comunidades locais, em prol da conservação e manutenção de todo o meio ambiente, no qual a onda está inserida. Desse modo, segundo Veiga Lima e Santos (2019), o título da reserva serve como mais um instrumento de governança da zona costeira, onde a praia/onda protegida se insere, auxiliando no processo de discussão e tomada de decisão, contra ameaças potenciais e/ou existentes, que podem interferir negativamente, ou até, vir a suprimir a quebra das ondas, como projetos de construção de molhes, muros de contenção (*seawalls*) ou infraestruturas portuárias, entre outros.

A exemplo das NSR da Austrália, as RMS contam com o apoio de surfistas de renome no mundo do surf. Existem 11 praias nominadas com o título de Reservas Mundiais de Surf, localizadas em 3 continentes e distribuídas entre Austrália, Estados Unidos, Portugal, México, Brasil, Peru, Chile e Costa Rica (STW, 2020), como mostrado na Figura 1. A mais recente delas é Playa Hermosa, na Costa Rica, a qual foi declarada como RMS, no final de setembro de 2020. Nota-se uma clara concentração da iniciativa das Reservas Mundiais de Surf no continente americano e na Oceania, principalmente, em países e regiões onde a cultura *surf* está estabelecida há mais tempo, como as costas leste da Austrália e oeste dos EUA. Nesse contexto, além de ser o país pioneiro com a temática, a Austrália possui o maior número de ondas reconhecidas como áreas de surf protegidas. No total, o país possui 3 Reservas Mundiais de Surf, 21 Reservas Nacionais de Surf e 3 Reservas Regionais de Surf (OZBEACHES, 2020), sendo que Manly-Freshwater (em 2010), Kirra (em 2012) e Noosa (em 2015) são reconhecidas, tanto como RMS quanto como NSR (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

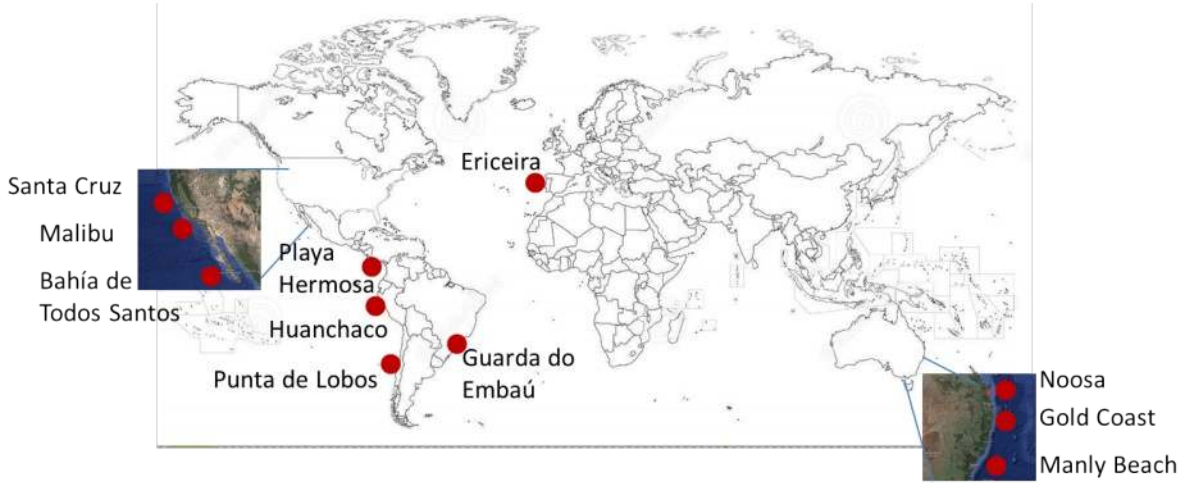


Figura 1 - Mapa mostrando a distribuição das Reservas Mundiais de Surf, atualmente reconhecidas. Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Ao traçar um paralelo com a localização das RMS e o cenário dos campeonatos de *surf* mundial, tem-se o seguinte cenário. Das 11 RMS, atualmente estabelecidas, apenas a Gold Coast, na Austrália, recebe uma etapa da primeira divisão do *surf* mundial (*World Tour,* WT). Já para a segunda divisão do *surf* mundial (*World Qualifying Series,* WQS), as praias de Noosa e Manly, na Austrália; Santa Cruz, nos Estados Unidos; e Ericeira, em Portugal, recebem ou já receberam etapas. A Bahía de Todos os Santos, no México, e Punta de Lobos, no Chile, fazem parte do calendário do mundial de ondas grandes, enquanto que a icônica praia de Malibu, na Califórnia (EUA), sedia uma etapa do mundial de *longboard*.

Em sua organização geral e gestão, as RMS são bastante semelhantes ao modelo da NSR Australia e, portanto, constituem um instrumento voluntário de gestão, para o qual as comunidades interessadas devem candidatar-se no respectivo processo de seleção. Além de fortalecer a governança ambiental sobre a região e incentivar o desenvolvimento do ecoturismo em nível local, a certificação das RMS é um primeiro passo para a mobilização das comunidades do *surf*, no sentido de organizarem seus próprios programas nacionais de reservas de *surf*. Essa mobilização também pode estimular as comunidades a estudar formas para regulamentar a proteção jurídica dos seus *surf breaks* (SILVA *et al*., 2016; SANTOS, 2018; FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019).

De acordo com o programa de RMS, apenas uma nova localidade é certificada anualmente como reserva (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019). Para que uma área seja reconhecida como RMS, três etapas devem ser cumpridas: 1) a nomeação da área de surf, que deve passar por uma avaliação junto ao conselho da entidade promotora; 2) a verificação de estudos socioambientais, embasada por quatro critérios previamente estabelecidos; e 3) a cerimônia de certificação e implementação do comitê gestor local da RMS.

O processo de seleção proposto pela STW funciona de forma semelhante à certificação de qualidade de praias Bandeira Azul, que aborda a acessibilidade e a qualidade ambiental das praias, por meio de indicadores socioambientais (VEIGA LIMA *et al*., 2012; SILVA *et al*., 2016; SANTOS, 2018). Quatro critérios fundamentais devem ser atendidos para que uma praia consiga vencer a segunda etapa da candidatura (LLANTADA, 2019), conforme indicado na Figura 2:

1. Qualidade das ondas e consistência da ondulação: consideram-se as direções da ondulação e do vento, predominantes na zona costeira; observa-se a possibilidade de desempenho que as ondas oferecem nas melhores condições do mar (surfabilidade); o número de *surf breaks* presentes; o fundo em que as ondas quebram; entre outros atributos oceanográficos que influenciam na prática do *surf*. Também é levado em consideração, o número de dias em que as condições do mar são consideradas ótimas para o surf;
2. Características socioambientais do entorno costeiro: este critério exige o detalhamento dos ecossistemas presentes no sistema marinho-costeiro, que compõem o ecossistema de *surf* e o entorno do *surf break*. Também devem ser identificadas as principais fragilidades dos ecossistemas, as principais ações em prol da conservação ambiental, as formas de uso e ordenamento do território e os conflitos que possam ocorrer em função da prática do *surf*;
3. Nível de reconhecimento e consagração da área de *surf* (cultura e história do *surf*): de acordo com este critério, é preciso conhecer o significado e o valor que a cultura do *surf* representa para a comunidade local e para o turismo regional; verifica-se a utilização do espaço para a realização de competições de *surf* profissional, a formação e o engajamento de atletas, além do valor econômico gerado pela cultura do *surf*, sobretudo, o ecoturismo voltado ao *surf*;
4. Apoio da comunidade (capacidade de envolvimento local): de modo similar à perspectiva de reconhecimento e consagração das áreas de *surf*, este critério tende a avaliar a aprovação das comunidades, diante da proposta de criação de uma nova categoria de proteção ambiental para o entorno costeiro, mensurando o nível de engajamento da população local, na missão de proteger os seus ecossistemas de *surf*.

Na prática, a candidatura de uma área potencial para criação de reserva de *surf* compreende 5 etapas (CABRERA, 2021): 1. Carta de solicitação, enviada à STW; 2. Resposta à carta; 3. Submissão da proposta completa; 4. Votação do conselho das RMS; e 5. Resposta à submissão, com divulgação dos resultados.

IVIDES.org

Figura 2 - Macro critérios, que devem ser atendidos para a criação de uma Reserva de Surf, de acordo com o Programa Brasileiro de Reservas de Surf (VEIGA LIMA; DOS SANTOS, 2019). Elaborado pelos autores.

Já os critérios específicos, incluem (CABRERA; ABESSA, 2020):

1. Qualidade e consistência da(s) onda(s): qualidade de onda (s); dias de *surf*/ano; *site* do campeonato profissional (Pro) e variedade de onda;
2. Características ambientais: *hotspot* de biodiversidade reconhecida; espécies ameaçadas presentes; conectado aos recursos hídricos; passada/presente ameaça a ser mitigada; designações protegidas; área desenvolvida; questão-chave identificada; avenida clara para proteção legal localmente; possibilidade de fornecimento de serviços ecossistêmicos chave;
3. Cultura e história do *surf*: sítio de significado cultural natural; importância na história do *surf*; local de significado regional; e
4. Capacidade de governança e apoio local: oportunidades de financiamento sustentável; quadros jurídicos ou políticos, disponíveis para a proteção e/ou suporte a longo prazo; embaixador de reserva claramente identificado; líderes comunitários capazes e instituições estabelecidas e dedicadas à gestão e coordenação da respectiva RMS.

6 - O PROGRAMA BRASILEIRO DE RESERVAS DE SURF - PBRS

O Programa Brasileiro de Reservas de Surf (PBRS) vem sendo construído de forma participativa e visa, não apenas reconhecer um determinado espaço territorial como reserva de *surf*, mas sim, criar e desenvolver uma identidade, que seja percebida e apropriada pela comunidade do surf local ao longo do tempo e contribua significativamente para a preservação da cultura *surf* e a sustentabilidade econômica e ambiental dos sítios, onde as reservas estão localizadas (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Sua elaboração vem sendo realizada de forma integrada e participativa. A proposta já foi discutida em *workshops* regionais, realizados entre 2019 e 2021, de forma presencial ou virtual, contando com representantes dos diferentes trechos do litoral brasileiro. O PBRS vem sendo planejado e desenvolvido com uma visão sistêmica, de modo a influenciar nos contextos político, social, econômico e ambiental, nos quais está relacionado. Essa visão sistêmica é necessária para que o PBRS estimule conexões e interações entre os atores, promovendo, não só a criação das Reservas de Surf, mas também, o desenvolvimento de interações com (e entre) instituições públicas e privadas e, especialmente, as comunidades locais do *surf*, visando o fortalecimento do programa.

Como o sucesso do programa depende também de sua autonomia administrativa e financeira, uma estrutura de governança deve ser imediatamente instituída, visando o sucesso do PBRS. Essa estrutura deverá estar baseada na gestão transparente, integrada, descentralizada e participativa, tendo uma estrutura operacional

IVIDES.org

autônoma, simplificada, horizontal, customizada, adaptativa e focada no propósito e nos objetivos do programa (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Seus mecanismos de gestão devem ser organizados, visando descentralizar, desconcentrar e desburocratizar os processos de planejamento e decisão, fomentar a cooperação institucional e o compartilhamento de recursos, além de estimular/facilitar o fluxo de informações.

7 - A ESTRUTURA DE GOVERNANÇA DO PBRS

Para viabilizar o PBRS, foi proposta a criação de instâncias colegiadas consultivas, deliberativas e executivas, com competências e responsabilidades definidas. Estas instâncias se relacionam entre si e são interdependentes aos âmbitos nacional e local, tendo como propósito, a efetivação do programa e o cumprimento de suas metas.

Conselho Estratégico

O Conselho Estratégico (CE) constitui um grupo consultivo, constituído por apoiadores do Programa, tais como, surfistas profissionais, empresários, artistas, jornalistas e pessoas ligadas à conservação da natureza. O CE é importante para agregar valor e proporcionar solidez e credibilidade institucional ao PBRS, além de ajudar na sua implementação e aprimoramento, com ideias e sugestões, bem como, para facilitar a penetração do PBRS na sociedade e nos meios de comunicação (FIGUEIREDO *et al*., 2019).

Conselho Deliberativo

O Conselho Deliberativo visa descentralizar as decisões, devendo incluir instituições (pessoas jurídicas), que possam contribuir positivamente no processo de discussão do PBRS. Este conselho terá, entre outras atribuições, as funções de acompanhar e avaliar o processo de implementação do PBRS; estabelecer, aprovar e ajudar a viabilizar estratégias de sustentabilidade ao PBRS; dar suporte e avaliar a atuação do Núcleo (ou Secretaria) Executivo; realizar a avaliação, reconhecimento, declaração e descredenciamento das Reservas; aprovar planos de gestão, elaborados pelas instâncias locais; avaliar e aprovar a gestão dos recursos financeiros do PBRS; selecionar projetos encaminhados ao Fundo Brasileiro de Reservas de Surf (FBRS), dentre outras (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019).

Núcleo Executivo Nacional/ Secretaria Executiva

O Núcleo Executivo é formado pelas organizações que deram origem ao programa (Institutos APRENDER Ecologia e Ecosurf) e deve ser responsável pela coordenação, representação e gestão operacional/ compartilhada do PBRS, envolvendo aspectos técnicos, administrativos, políticos, financeiros e burocráticos, tais como, articulação institucional, secretariado, divulgação e comunicação, regulamentação, captação de recursos, dentre outros (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019). Suas funções envolvem, portanto, facilitar processos e relacionamentos funcionais, no contexto do PBRS; fazer o planejamento para desenvolvimento do PBRS e estabelecer uma agenda de implementação; estabelecer procedimentos e etapas para candidaturas e reconhecimentos de reservas de *surf*; estabelecer diretrizes/orientações técnicas para a elaboração dos planos de gestão locais; realizar capacitações de recursos humanos e fortalecimento institucional; disseminar informações e conhecimentos sobre temas relacionados ao contexto do PBRS; estimular candidaturas de locais; formular/indicar critérios, procedimentos e métodos gerais para o reconhecimento das Reservas de Surf e elaboração dos planos de gestão locais; acompanhar a gestão das Reservas de Surf e proporcionar suporte administrativo, técnico, jurídico e logístico, quando necessário; promover e organizar campanhas, eventos e intercâmbios nacionais e internacionais; articular a Rede Brasileira de Reservas de Surf e conectá-la à Rede Mundial; identificar demandas e fontes de recursos financeiros, gerir e prestar contas dos recursos do FBRS; firmar parcerias e instrumentos jurídicos com entes públicos e privados; promover a integração e sinergia do PBRS com políticas, programas e planos governamentais, setoriais e intersetoriais, relacionados, dentre outros (FIGUEIREDO *et al*., 2019).

IVIDES.org

Comitê de Gestão Local

Cada Reserva Brasileira de Surf deve possuir uma estrutura de gestão local, em forma de comitê (ou associação), integrada por representantes da comunidade do *surf* local e outras representações de âmbito local/regional, que será responsável pela gestão democrática da reserva. Esse comitê deverá divulgar, discutir, articular, acompanhar, monitorar, fiscalizar, avaliar e deliberar sobre a implantação do conjunto de ações, referentes à gestão da Reserva. Deve garantir também que todos os critérios sejam cumpridos e que a implementação do plano se dê de forma participativa, por meio da elaboração e execução do plano de ação e gestão; das articulações institucionais local e regional; da execução de atividades de sensibilização pública, informação e divulgação sobre a reserva; captação de recursos, entre outros (FIGUEIREDO *et al*., 2019).

Processos e Procedimentos

O PBRS parte do princípio que a iniciativa da criação das Reservas de Surf deve se dar, a partir das comunidades interessadas. O sítio eletrônico do PBRS deverá conter e disponibilizar as informações necessárias e orientar os interessados, no sentido de ingressarem com o pedido. A primeira etapa da apresentação da candidatura deverá se dar por meio de uma carta de intenções da proponente. Após a triagem, feita a partir do atendimento a critérios formais exigidos na chamada para apresentação das candidaturas e uma avaliação técnica preliminar, a secretaria executiva deverá solicitar a inscrição formal das candidaturas. Após o envio das candidaturas formais, a secretaria executiva irá elaborar (diretamente ou por meio de consultores *ad hoc*) parecer técnico, avaliando o cumprimento dos critérios de seleção. Posteriormente, será preparada uma lista tríplice, com as três candidaturas melhor pontuadas, a qual será encaminhada ao conselho deliberativo, que terá a missão de selecionar a proposta eleita. As candidatas que não forem selecionadas poderão reapresentar sua candidatura nos anos seguintes (FIGUEIREDO; ALMEIDA, 2019).

Fundo Brasileiro para Reservas de Surf (FBRS)

O PBRS vem sendo planejado, de modo a poder se viabilizar no longo prazo, o que envolve dispor de recursos financeiros, que possam ser usados para permitir o cumprimento dos objetivos do programa. Nesse sentido, planeja-se criar um Fundo Brasileiro para Reservas de Surf (FBRS), com personalidade jurídica de direito privado, mas de interesse público.

O objetivo do fundo é captar recursos e fomentar processos e procedimentos, inerentes à estrutura de governança do programa e, especialmente, apoiar iniciativas e projetos dedicados à implementação das Reservas de Surf. Pretende-se dispor de variadas fontes de recursos para FBRS, mas destacando os recursos de origem privada, tanto de pessoas físicas como jurídicas. Os recursos privados poderão vir tanto de doações quanto de projetos desenvolvidos e captados pelas organizações, que compõem a secretaria executiva, organizações da sociedade civil ou empresas. Embora se entenda que o meio empresarial ligado ao *surf* seja um potencial investidor no PBRS, há empresas de outros setores, que, estando alinhadas aos princípios do programa, poderão investir recursos no fundo. Do mesmo modo, está previsto que as organizações locais envolvidas no contexto das reservas também terão autonomia para captação de recursos para a execução de projetos. Já as fontes de fundos e órgãos públicos são muito variadas e existem no Brasil e no Exterior, estando disponíveis, tanto por demanda espontânea quanto por chamadas públicas. Há também recursos que podem ser derivados de termos de ajustamento de condutas, compensação ambiental e outros mecanismos, envolvendo o fomento para a conservação ambiental.

É importante destacar que a estrutura de gestão do FBRS deverá estar diretamente ligada ao arranjo de governança do Programa. A secretária executiva terá a competência de tratar das atividades desse instrumento financeiro, com o apoio do conselho deliberativo, o qual deverá auxiliar na aprovação de projetos, orçamento e investimentos e ajudará a fomentar o caráter participativo da gestão, a transparência na prestação de contas sobre os processos, os gastos e o monitoramento dos resultados (FIGUEIREDO *et al*., 2019).

IVIDES.org

Seleção de critérios e parâmetros para o reconhecimento de áreas de *surf* protegidas no Brasil

A seleção dos locais (e suas ondas) que serão protegidos como Reserva de Surf depende necessariamente do uso de critérios, que embasarão sua escolha, em detrimento de outra área de *surf*, como já ocorre nos programas de Reservas Mundiais de Surf (RMS) e no NRS Austrália. O PBRS deverá adotar critérios similares àqueles usados nos demais programas. Assim, de modo geral, os critérios abrangem, além da qualidade, a consistência e a relevância das ondas; e o entorno do ambiente costeiro do *surf break*, a partir da identificação da presença de uma variedade e riqueza de recursos naturais, aspectos paisagísticos e biodiversidade. Incluem também fatores político-administrativos, relativos à gestão costeira e marinha, como a existência de outras categorias de proteção, como unidades de conservação, por exemplo (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

Outros fatores, envolvem os aspectos humanos: os pilares social, cultural e econômico, que também são considerados, por meio da identificação de uma cultura *surf* estabelecida no local e uma economia vinculada ao turismo de *surf* na região. Por fim, mas, não menos importante, o engajamento social, com a proposta de proteção do *surf break*, deve estar evidenciado, por meio do apoio explícito e massivo da comunidade do *surf*, da comunidade local e das instituições locais na reserva, o que é um ponto fundamental para a seleção das áreas de *surf* protegidas.

Quanto aos sítios em si, os *surf breaks* devem possuir características que preencham os seguintes requisitos (FIGUEIREDO *et al*., 2019):

1. Qualidade e consistência das ondas razoáveis (*surf break* de classe regional);
2. Características únicas do entorno costeiro;
3. Local considerado e reconhecido como especial, pela comunidade de *surf* local;
4. Usufruto, pela comunidade de *surf* local, das ondas, da praia ou dos recursos ambientais costeiros por um longo prazo.

Assim, o PBRS propõe basicamente os mesmos quatro aspectos avaliados no programa mundial, segundo os quais, as ondas e praias elegíveis precisam demonstrar que possuem as características e o engajamento requeridos.

8 - RMS GUARDA DO EMBAÚ

Atualmente, o Brasil conta com apenas uma Reserva Mundial de Surf, a praia da Guarda do Embaú (Figura 3), que recebeu o título em 2016, depois de duas tentativas em anos anteriores. Localizada na região sul do país, no município de Palhoça, distante aproximadamente 56 km de Florianópolis, capital de Santa Catarina, a praia da Guarda (como popularmente é conhecida) apresenta uma das ondas de maior prestígio do Brasil, sendo objeto de desejo de surfistas e apreciadores da natureza, desde a década de 1960. A abundância de recursos naturais e belezas paisagísticas, advindas do encontro das águas do rio da Madre com o Oceano Atlântico, e todo o seu entorno sustentam um estilo de vida pacato, diretamente ligado às atividades de pesca, prática do *surf* e de turismo de praia e sol, tornando a localidade, um requisitado destino turístico, atraindo milhares de pessoas na temporada de verão.

O projeto de criação da RMS da Guarda do Embaú foi proposto, entre outros fatores, de forma a resguardar a famosa onda da Guarda e as qualidades socioambientais do seu entorno, de um projeto imobiliário, que afetaria de maneira permanente a quebra da famosa onda da Guarda. O projeto pretendia construir um condomínio residencial em área interior à praia e contaria com uma marina para atracação de embarcações, o que demandaria a realização de obras de dragagem no leito do rio da Madre. Os efeitos da implementação de um projeto desse porte trariam prejuízos irreversíveis para o ambiente costeiro, sobretudo, na interface entre o rio e o oceano, modificando drasticamente suas características geográficas, geomorfológicas e ecológicas, com riscos para as ondas.

IVIDES.org

Figura 3 - Praia da Guarda do Embaú, em Palhoça (SC), única Reserva Mundial de Surf situada no Brasil. Acervo pessoal de Denis Abessa.

Assim, a criação da RMS da Guarda do Embaú ocorreu em meio a inúmeras discussões com a comunidade local, empresários e surfistas, o que culminou na construção de um cenário de forte engajamento comunitário, contando posteriormente com o apoio do poder executivo do município de Palhoça. A RMS teve como apoiadores, o campeão mundial de *surf* de 2015, Adriano de Souza (o "Mineirinho"), assim como, o famoso surfista local e reconhecido internacionalmente por suas habilidades em ondas tubulares e pesadas, Ricardo dos Santos (o "Ricardinho da Guarda"). O assassinato do surfista em 2015, em plena luz do dia, nas ruas da praia da Guarda, por um policial militar fora de serviço foi sentido por toda a comunidade internacional do *surf* e serviu como combustível para a comunidade local se organizar e buscar novamente o *status* de Reserva Mundial de Surf, que veio a se concretizar no ano seguinte (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019).

Atualmente, a RMS da Guarda vem desenvolvendo oficinas socioambientais comunitárias, com o objetivo de discutir qual o modelo mais adequado para a gestão e o tratamento dos resíduos sólidos e líquidos da região. Essa ação ganha ainda mais notoriedade e importância, devido ao *beach break* da Guarda ser regido, entre outros fatores, pela descarga de sedimentos do Rio da Madre; e devido à qualidade das águas do rio que aportam na praia, que vem apresentando índices de contaminantes bastante superiores aos padrões estabelecidos pela legislação. Logo, com o exemplo da Guarda, pode-se ver *in loco* que a gestão das reservas perpassa além da preocupação com a manutenção da qualidade da quebra da onda em si, devendo atuar sobre todos os fatores que envolvem o meio ambiente e a cultura *surf* deste setor costeiro. Recentemente, importantes ações vêm sendo conduzidas pela associação local, como o desassoreamento da barra do rio da Madre, o monitoramento e a realização de estudos para implementação da coleta e tratamento dos esgotos, além de esforços para o reconhecimento como RMS.

9 - O SURF NO BRASIL E O POTENCIAL NACIONAL PARA NOVAS RESERVAS

O litoral brasileiro possui pouco mais de 7.300 Km de extensão, abrangendo diferentes regiões biogeográficas, de 17 estados (RS, SC, PR, SP, RJ, ES, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI, MA, PA, AP), além de ilhas oceânicas, como Trindade e Martin Vaz e o Arquipélago de Fernando de Noronha. Em boa parte da costa, existem condições adequadas para a prática do *surf*, com ondas se formando sob diferentes condições (BORGES; BOSQUÊ-RUY, 2005; CARVALHO, 2000). O *surf* é praticado em inúmeras praias, havendo ainda, locais considerados secretos, ondas a serem descobertas e praias menos surfadas, devido à dificuldade de acesso.

Nos litorais sul e sudeste do Brasil, a formação das ondas está condicionada à passagem de sistemas de baixa pressão ao largo da costa, geralmente associados com frentes frias. Porém, podem também estar relacionados com ciclones extratropicais e subtropicais, capazes de gerar grandes ondulações, principalmente, entre o ou-

IVIDES.org

tono e a primavera. No entanto, grandes ondas, acima de 2 m de altura, podem ocorrer durante todo o ano. A direção das ondas varia de SW a NE, com predomínio das ondas vindas de SE (BORGES; BOSQUÊ-RUY, 2005). Neste trecho do litoral, ondas de vento são pouco comuns, porém podem ocorrer, em geral, vindas das direções de SE e E, e tendo tamanho pequeno. Nessas regiões, os *beach breaks*[3] são os mais encontrados, embora existam ondas quebrando sobre lajes e parcéis rochosos (*reef breaks*), pontas rochosas (*point breaks*) e bocas de rio (barras ou *river mouths).*

Região Sul

No Rio Grande do Sul, as praias mais surfadas são Imbé, Capão da Canoa e Cidreira, as plataformas de pesca de Atlântida (Xangri-lá) e Tramandaí, e as praias de Cal, Molhes e Guarita, em Torres. Ao norte, o estado de Santa Catarina se destaca pela quantidade e qualidade das ondas. No sul do estado, as praias do Cardoso, Cigana e Santa Marta (Farol de Santa Marta), Rosa, Vila e Porto (Imbituba, SC), Silveira e Ferrugem (Garopaba, SC), são conhecidas pela qualidade e constância. Nesta região situa-se a Reserva Mundial de Surf da Guarda do Embaú (Palhoça, SC), única reserva de *surf* em território nacional até o momento (Figura 3). Nessa região, localiza-se a Laje da Jaguaruna, um *reef break* que funciona com ondas enormes. Na capital (Florianópolis), as praias mais conhecidas são: Joaquina, Mole, Campeche, Morro das Pedras, Moçambique, Santinho e Barra da Lagoa, sendo que Joaquina tem sido palco de inúmeros campeonatos nacionais e internacionais. No litoral norte, há boas ondas em vários lugares, como em Quatro Ilhas e Mariscal (Bombinhas, SC), Atalaia e Brava (Itajaí), Prainha e Praia Grande (São Francisco do Sul), entre outras. Já no Paraná, destacam-se o pico de Matinhos (*point break* de direitas de excelente qualidade) e as praias da Ilha do Mel (Paralelas, Praia Grande e Praia de Fora) (Figura 4).

Figura 4 - Praia de Paralelas, na Ilha do Mel (PR), em um dia de boas ondas. Fonte: Victor Valentim. Nota: o estudo de Llantada (2019) avaliou os picos da Ilha do Mel e apontou a viabilidade de criação de uma Reserva de Surf, englobando as diversas ondas existentes.

Região Sudeste

Em São Paulo, boas ondas ocorrem em, praticamente, toda a extensão do litoral. A costa sul do estado apresenta várias unidades de conservação, o que, de certa forma, restringe o acesso a algumas praias, em alguns casos, mas, por outro, garante a proteção das praias. Nesse trecho, existem vários picos (locais) com boas ondas, muitos deles pouco conhecidos. Na porção central, predominam as praias longas e expostas, com ondas frequentes, mas com formação, geralmente, mais cheia e arrebentação distante da areia, principalmente nos dias de maio-

[3] Ondas que quebram sobre bancos de areia.

IVIDES.org

res ondas. Essas características são vistas nas praias dos Pescadores (Itanhaém), na plataforma de pesca (Mongaguá), além de quase todo o trecho entre Peruíbe e Praia Grande, como também, em Bertioga. Nessa região, Santos se destaca, por ter sido o local onde o *surf* foi introduzido no Brasil (na década de 1930) e pelas ondas longas e cheias, que ocorrem no Quebra-Mar. Já em São Vicente, o destaque são as ondas que se formam na saída do estuário, na Garganta do Diabo (*outside*[4]) e na Porta do Sol *(inside*[5]), onde, nos dias de maiores alturas de onda, podem quebrar ondas oceânicas. As melhores ondas do litoral central de SP ocorrem no Guarujá, onde a direção da linha de costa favorece a chegada das ondas de diferentes direções e tamanhos. As praias mais famosas, que historicamente têm recebido campeonatos nacionais e internacionais (e revelado atletas), são: Pitangueiras, Astúrias, Tombo, Enseada, Pernambuco e Praia Branca. No litoral norte, ao sul de São Sebastião, entre as praias da Juréia e Guaecá, a costa está voltada para sul, recebendo diretamente as ondulações de SW-SE, e o vento leste sopra terral, favorecendo a formação de tubos. Destacam-se neste trecho as praias de Camburi, Maresias (Figura 5) e Paúba, além de algumas lajes e *point-breaks*. Mais ao norte, Ubatuba é considerada a "capital do surf", com muitas praias apresentando ondas boas, tais como Praia Grande, Toninhas, Vermelhas do Centro e do Norte, Felix e Itamambuca, entre outras. O litoral norte paulista também apresenta boas condições para o *surf* em Caraguatatuba e Ilhabela, além de uma infinidade de lajes e ondas pouco conhecidas.

Figura 5 - Praia de Maresias, em São Sebastião (SP). Localizada no litoral norte do estado, possui ondas fortes e tubulares, apresentando condições em potencial para ser uma futura reserva de *surf*. Acervo pessoal de Denis Abessa.

No estado do Rio de Janeiro, também há diversos locais, onde quebram ondas com bom tamanho, formação e frequência. No extremo sul do estado, em Parati, a região de Trindade concentra vários bons picos (locais), sendo a Ponta do Cepilho, o mais conhecido. As praias da Ilha Grande também se destacam, como Lopes Mendes, onde ocorre a maioria dos campeonatos locais, entre outros. Na Baía de Ilha Grande, entre Angra dos Reis e Mangaratiba, há boas ondas na praia Brava de Angra, em Mambucaba, e diversos *reef-breaks*, capazes de suportar grandes ondulações. Na capital, muitos *beach breaks* são famosos, como Prainha, Macumba, Grumari, Recreio, Barra da Tijuca, São Conrado, Leblon, Arpoador, Copacabana e Leme, sendo que alguns, seguram ondulações grandes. Também há muitas lajes, como a do Postinho (na Barra), do Sheraton (no Leblon), de Copacabana, de Ipanema, da Besta (na entrada da Baía da Guanabra) e ainda, o Baixio, um banco de areia localizado no *outside* de Copacabana, que só quebra com grandes ondulações. A capital tem uma longa tradição relacionada ao *surf*, formando gerações de atletas e recebendo inúmeros campeonatos nacionais e internacionais. Niterói tem excelentes ondas em Itacoatiara, praia com ondas tubulares e que recebe algumas das maiores ondulações que chegam ao litoral, tendo também a laje do Shock, no *outside*. Nos dias de maiores ondas, com *swell*[6] de Sudeste,

[4] *outside* é o local além da zona de arrebentação das ondas, na direção do mar.

[5] *inside* corresponde ao local da primeira arrebentação das ondas, mais próximo à praia.

[6] *swell* é um tipo de onda gravitacional que se origina no oceano, também denominada como marulho (MUNK, 1963).

IVIDES.org

geralmente quebra um excelente *point break* de direitas, na praia de Itapuca, além de um intenso *reef break* na Ilha Mãe. A Região dos Lagos possui excelentes ondas em diferentes condições de vento e *swell*. Em Arraial do Cabo (Praias Grande e Brava), a costa permite receber melhores ondulações de sul e sudeste, com vento leste, terral. Já em Cabo Frio (Praias do Foguete, das Dunas, do Foguete, Brava, das Conchas e Peró, além do Baixio), as melhores ondulações vêm de leste e sudeste, assim como, em Búzios (Geribá e Tucuns). Porém, as melhores ondas ficam em Saquarema, onde há algumas lajes em Jaconé, *beach breaks* espalhados pela região, além das esquerdas tubulares que quebram no canto esquerdo da praia da Vila. Já Itaúna, é conhecida como "Meca" do surfe, onde diferentes ondas podem quebrar, dependendo da direção das ondulações e do seu tamanho. No lado direito da praia, na saída da Lagoa de Saquarema, está a Barrinha, com grandes ondas tubulares, muito intensas. No meio da praia, há bons bancos de areia, que geram ondas para os dois lados, quando as ondulações estão pequenas. No lado esquerdo, há a famosa Laje de Saquarema, que gera esquerdas grandes, longas e fortes, quando o *swell* vem de leste ou sudeste.

No estado do Espírito Santo, há também boas ondas, quebrando em fundos variados, de *beach breaks* a fundos de coral. O *surf* é bastante praticado em Guarapari e Vila Velha, em praias como: Setiba, Barra do Jucú, Ponta da Fruta e Ponta da Belina. Em Vila Velha, há também vários fundos de pedra ou coral, que produzem ondas tubulares e perigosas, como as lajes do D2 e Bin Laden. Mais ao Norte, a região de Manguinhos e Aracruz possui bons *beach breaks* e fundos de coral, porém, o destaque do litoral capixaba é a Praia da Regência. Nessa praia, o vento leste também é terral, e o *surf* pode ser praticado no meio da praia, onde há vários picos (locais), onde quebram direitas e esquerdas, e na Barra do Rio Doce, onde os bancos de areia geram ondas longas e tubulares, de qualidade internacional.

Região Nordeste - Costa Leste

O litoral do nordeste brasileiro pode ser dividido em duas regiões principais: a costa leste e a costa norte. A costa leste vai da Bahia ao sul do Rio Grande do Norte, e, nesse trecho, a formação das ondas depende tanto dos ventos alísios, que geram ondulações "de vento" pequenas e constantes, como também, da entrada de sistemas de baixa-pressão, principalmente, entre o outono e a primavera, pois alguns desses sistemas conseguem avançar e gerar ondas consistentes e de bom tamanho. Entretanto, a ação dos ventos, frequentemente, afeta negativamente a qualidade das ondas.

Na Bahia, duas regiões têm tido importância para o *surf*, embora o litoral, de quase 1.200 km de extensão, esconda muitos tesouros pouco conhecidos. No litoral sul, o trecho entre Olivença e Itacaré é bastante popular, pelas boas ondas e atletas. Em Olivença, o pico (local) mais conhecido é o Backdoor, um *point break* com fundo misto de areia e pedras, que produz longas direitas. Perto dali, em Ilhéus, as praias do Sul e do Norte apresentam boas condições, com múltiplos picos. Ao norte dessa região, Itacaré se tornou uma vila voltada ao *surf* e o esporte é praticado em várias praias, destacando-se a Tiririca e a Boca da Barra, localizada na foz do rio de Contas. Na região de Salvador, estendendo-se na direção norte, o *surf* também é bastante praticado. Na capital, os picos mais famosos são o Farol da Barra, com longas esquerdas com ondulação de sul; o Farol de Itapoã, onde uma esquerda grande quebra sobre recife de coral; e a região da praia de Stella Maris, onde há fundos de areia e de coral e onde a maioria dos campeonatos é realizada. Ao norte, há excelentes ondas sobre fundo de coral, das quais, as mais famosas são: Scar Reef, Itacimirim e, na Praia do Forte, o Papa Gente, onde quebram uma esquerda e uma direita de qualidade internacional, separadas por um canal. Nesta região, seguindo até a divisa com o estado de Sergipe, existem muitas ondas pouco conhecidas, mas de excelente qualidade. Em Sergipe, o pico mais popular é a Praia de Atalaia, localizada na capital. Porém, as melhores ondas quebram em locais pouco conhecidos ou de difícil acesso, como por exemplo, a Ponta dos Mangues, no litoral norte. Já em AL, o *surf* se concentra na Praia do Francês, no município de Marechal Deodoro. A praia é um *beach break* com ondas constantes e tubulares, mas que podem ultrapassar os 2 m, sendo um dos melhores picos (locais) de *surf* da Região Nordeste. Há também picos de surf populares em Maceió, como Cruz das Almas, Jacarecica e Pontal da Barra, além de alguns *reef breaks*. Já o litoral de PE concentra os principais picos de *surf*, na região de Porto de Galinhas. Ao sul, Serrambi possui bancadas de coral com ondas de qualidade internacional, com ao menos três picos bastante surfados. Há também ondas boas nas praias de Maracaípe e Cupe, além de um *reef break* (Laje de Porto). Na capital, desequilíbrios ambientais têm sido relacionados a ataques de tubarão e, por isso, a prática do *surf* não é permitida. Na Paraíba, embora as barreiras de coral próximas da costa dificultem a entrada das ondas, o surf é praticado em alguns *beach breaks*, como nas praias do Mar dos Macacos, Dique de Cabedelo e Tambaba.

IVIDES.org

Região Nordeste - Costa Norte

A costa norte da Região Nordeste recebe ondulações de vento, pequenas e constantes, e também os *swells* de norte, formados nas tempestades de outono e inverno do hemisfério norte.

No entanto, PE abriga também o Arquipélago de Fernando de Noronha, cujas praias localizadas no Mar de Dentro recebem ondulações oceânicas, gerando ondas fortes e perfeitas (Figura 6). Não à toa, o arquipélago é chamado por muitos de Hawaii brasileiro. Na ilha principal, há diversas ondas de qualidade internacional, incluindo *beach breaks*, como as praias do Cachorro e da Conceição, e um fundo misto de areia e pedras, junto ao Morro Dois Irmãos, na Cacimba do Padre; *reef breaks*, como o Boldró, Bode, Laje da Cacimba, Ruro e Quixaba, e um *point break* com uma longa esquerda (Abras). As ondulações são do quadrante norte e as condições podem chegar facilmente a 10 pés. Há também picos que suportam ondas maiores, como o *outside* da praia da Biboca, a praia do Porto, e a laje da Ilha Rata, onde uma direita volumosa e tubular aparece nos dias de maiores ondas.

Figura 6 - O arquipélago de Fernando de Noronha (PE) é considerado o Hawaii brasileiro. Recebe fortes ondulações do quadrante norte, formadas por tempestades no Hemisfério Norte e que conseguem atravessar a linha do Equador, em geral, entre outubro e março. Pico do Abras. Acervo pessoal de Denis Abessa.

No Rio Grande do Norte, o sul do estado concentra excelentes picos, com a vantagem dessa região receber tanto as ondulações de vento e das frentes frias vindas de sul e sudeste, como as ondulações de norte. Em Baía Formosa, dois *point breaks* de direita possuem qualidade internacional, sendo o Pontal, uma onda mais constante, e o Porto, uma onda mais rápida e tubular (Figura 7). Na região de Pipa, há excelentes *reef breaks*, como lajão e lajinha, e *beach breaks*, como a Praia do Amor, produzindo ondas constantes e de qualidade. Na região de Natal, há picos bem populares, como Ponta Negra, Praia dos Artistas, Tabatinga, entre outras. Na costa norte, há diversos picos pouco conhecidos, mas que exibem uma grande variedade de ondas, em *beach breaks*, *reef breaks* e *point breaks*. Na região, destacam-se as urcas, bancadas de coral localizadas em mar aberto, onde quebram ondas grandes, durante as ondulações de norte; algumas, são já relativamente bem conhecidas, como as urcas do Minhoto, da Conceição e do Tubarão, porém, a região toda ainda precisa ser bem mais explorada. No litoral do Ceará, predominam os *beach breaks* e as saídas de rio, sendo as praias do Futuro, Beach Park, Havaizinho, Titanzinho (Figura 7), Iparana, Icaraí e Taíba, as mais surfadas na região central, entre outras. Destaca-se o município de Paracuru, onde há bons *point breaks* para a direita, como Ronco do Mar, Curral e Pedra do Meio, e *beach breaks*, como Havaizinho. No Piauí, o litoral é pouco extenso, mas o *surf* pode ser praticado em várias praias, como Atalaia e praia do Coqueiro (em Luís Correia), Pedra do Sal, berço do *surf* piauiense, e Canto do Vieira (considerada a melhor onda do Piauí), ambas localizadas em Parnaíba. No Maranhão, os principais picos se localizam em São Luís, como os *beach breaks* de São Marcos, Ponta de Areia e Olho D'Água. Entretanto, na região dos Lençóis Maranhenses, há boas ondas, embora relativamente menos frequentadas.

IVIDES.org

Figura 7 - À esquerda, Praia do Titanzinho, em Fortaleza (CE); e à direita, Praia do Porto, em Baia Formosa (RN), mostrando que os estados do nordeste brasileiro possuem boas ondas e bom potencial para abrigar reservas de *surf*. Acervo pessoal de Denis Abessa.

Região Norte

Entre o Piauí e o Amapá, as condições geográficas e oceanográficas se modificam, havendo maior amplitude de marés, que influenciam na formação das ondas e correntes. Nesse trecho, o inverno do hemisfério norte traz ondulações de norte, com longo período, muitas vezes, com vento terral, favorecendo a formação das ondas. No verão do hemisfério norte, os ventos alísios se intensificam na altura do litoral brasileiro, gerando ondas de vento, que podem ultrapassar 1,5 m de altura, embora com a formação prejudicada, pois esse vento é maral.

No Pará, os principais picos estão em Salinas, como Farol Velho e Atalaia, na Ilha do Algodoal, e em Bragança (Ponta do Camaraçu). Também quebram ondas de água doce no Pará, na Ilha do Mosqueiro, que é banhada pelo Rio Pará; estas ondas são geradas pelos ventos alísios e alguns picos famosos são: Praia do Cachimbo e Marahú. Nessa região e também no Amapá, o *surf* tem sido praticado ainda nas pororocas, também em água doce. As ondas de maré, produzidas durante marés de sizígia (luas cheia e nova), geram, a cada ciclo, uma onda que adentra os rios, podendo quebrar por vários quilómetros. As pororocas mais conhecidas e regularmente surfadas são as dos rios Mearim-Arari (no Maranhão), rio Capim (no Pará), rio Araguari (no Amapá), esta última, detendo o recorde de onda mais longa já surfada (cerca de 10,5 km, em pouco mais de 33 minutos).

Propostas e estudos sobre Reservas de Surf no Brasil

Além da Guarda do Embaú, outros locais já apresentaram propostas para alcançar o título de Reserva Mundial de Surf. Recentemente, a proposta da criação da Reserva Mundial de Surf de Floripa, município de Florianópolis, também no litoral de Santa Catarina, foi preterida pela comissão avaliadora. A proposta englobou a Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição (famoso destino turístico), composta pelas praias do Moçambique, Barra da Lagoa, Galheta, Mole e Joaquina, além dos parques Dunas da Lagoa e do Rio Vermelho. Floripa, como a cidade de Florianópolis é carinhosamente denominada, é reconhecida nacional e internacionalmente como uma *surf city*[7], possuindo ondas de prestígio, que já sediaram dezenas de eventos do campeonato mundial de *surf*, entre eles, o histórico campeonato *Hang Loose Pro Contest (*Figura 9), que marcou época no *surf* brasileiro, na década de 1980, e foi reeditado recentemente, em 2016 (VEIGA LIMA; SANTOS, 2019). Segundo os idealizadores da proposta, a campanha deve ser retomada e aperfeiçoada para concorrer nas próximas chamadas da STW e RMS, ou ao Programa Brasileiro de Reservas de Surf.

[7] Conceito utilizado para denominar cidades que possuem características e uma atmosfera diretamente associadas à cultura *surf*. De acordo com a revista especializada Surfer, entre as 10 melhores *surfcities*, podem ser citadas, como exemplo: Honolulu (EUA, Havaí), San Francisco (EUA, Califórnia) e Sydney (Austrália). Fonte: https://www.surfer.com/the-10-best-surf-cities-in-the-world/.

IVIDES.org

Figura 8 - Encarte da etapa do campeonato mundial de *surf*, de 1986, na praia da Joaquina (Florianópolis, SC). Fonte: Revista Inside (1987).

A praia da Joaquina também foi objeto de estudo, relacionado à avaliação do seu potencial para a criação de uma Reserva Mundial de Surf. Veiga Lima (2011) e Veiga Lima *et al.* (2012) desenvolveram um extenso diagnóstico sobre o trecho costeiro que abrange a praia da Joaquina, além de um detalhamento e definição de subcritérios de avaliação, para escolha das praias aptas a se tornarem Reservas Mundiais de Surf, de modo a tornar o processo proposto de análise pela Save the Waves mais objetivo. Os autores também realizaram questionários com *stakeholders* locais, a fim de avaliar o nível de aceitação de uma potencial candidatura da praia da Joaquina, além de proporem uma área de gestão hipotética da reserva (Figura 9).

Figura 9 - Área hipotética da proposta de Reserva Mundial de Surf da praia da Joaquina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Elaboração: Veiga Lima (2011).

IVIDES.org

Segundo Figueiredo *et al*. (2019), houve também uma iniciativa visando criar uma RMS em Saquarema, uma das mecas do surf brasileiro, devido a suas ondas excelentes e sua profunda e extensa história e cultura *surf*. De acordo com os autores, a qualidade de vida na cidade hoje está em risco, devido à expansão urbana desordenada; além disso, projetos de instalações portuárias colocam em risco as ondas de algumas praias.

Outras praias vêm sendo estudadas, visando à estruturação de propostas para candidaturas aos programas mundial e nacional de reservas de *surf*, considerando basicamente os mesmos critérios para seleção de reservas ao redor do mundo: qualidade e consistência das ondas, características socioambientais do entorno, história do *surf* e apoio das comunidades locais. O potencial das praias da Ilha do Mel, litoral do Paraná, foi avaliado com detalhe por Llantada (2019), sendo que o local possui uma série de aspectos, que favorecem a criação de uma reserva (Figuras 4). Cabrera (2021) desenvolveu sua pesquisa para um recorte geográfico mais amplo, buscando indicar, dentre várias praias do litoral paulista, algumas com maior potencial para se tornarem reservas de *surf*. Em São Paulo, embora várias praias apresentem potencial, Itamambuca, em Ubatuba (Figura 10), foi aquela que obteve melhor pontuação, não só pelos critérios envolvendo os diagnósticos oceanográficos, ambientais e histórico-culturais, mas também, pelo apoio da comunidade local (CABRERA; ABESSA, 2020). Além destas, há pesquisas sendo realizadas, visando avaliar Saquarema (RJ) e Regência (ES), como potenciais candidatas a reservas de *surf*. De todo modo, as pesquisas já concluídas e aquelas outras em andamento confirmam o alto potencial de criação de reservas de *surf*, ao longo das costas sul e sudeste do Brasil.

Figura 10 - Itamambuca, em Ubatuba (SP) (acima); e Regência, em Linhares (ES) (abaixo), são praias brasileiras com estudos em andamento, visando à criação de Reservas de Surf. Fontes: acervos pessoais de (A) Janaína Pedroso e (B) Denis Abessa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.; SCHERER, M.E.G. **Decálogo da gestão costeira para Santa Catarina**: avaliando a estrutura estadual para o desenvolvimento do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 29, p. 139-154, 2014.

AVELINO, F.; WITTMAYER, J.M.; PEL, B.; WEAVER, P.; DUMITRIU, A.; HAXELTINE, A.; KEMP, R.; JORGENSEN, M.S.; BAULER, T.; RUIJSINK, S.; O'RIORDAN, T. Transformative social innovation and (dis) empowerment. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 145, p. 195-206, ago. 2019.

BARRAGÁN, J.M. **Política, Gestión y Litoral:** Una nueva visión de la Gestión Integrada de áreas Litorales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación , la Ciência y la Cultura (UNESCO). Oficina regional de ciência para América Latina y el Caribe. Editorial Tébar Flores, 2014. 685 p.

BERRY, J. Ejemplos prácticos de la importancia de las olas como recurso recreativo, económico y natural. **Jornadas sobre la protección de las olas como recurso natural, económico y recreativo**, 1., Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España, 25 fev. 2010.

BOCK, B.B. Rural marginalization and the role of social innovation: a turn towards nexogenous development and rural reconnection. **Sociologia Ruralis**, v. 56, n. 4, p. 552-573, 2016.

BORGES, M., BOSQUÊ-RUY, B. 2005. **Surf Guia Brasil – Litoral Sul e Sudeste**. Florianópolis, SC: Editora Resgate, 2005. 178 p.

BOSQUETTI, M.A.; SOUZA, M.A. **Surfonomics Guarda do Embaú, Brazil**: the economic impact of surf tourism on the local economy. 1. ed. Florianópolis, SC: UFSC, 2019. 25 p.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. **Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mai. 1988.

BRASIL, V.Z.; RAMOS, V.; GODA, C. A produção científica sobre surf: uma análise a partir das publicações entre 2000- 2011. **Pensar a Prática**, Goiânia, v. 16, n. 3, p. 619-955, jul./set. 2013. https://doi.org/10.5216/rpp.v16i3.19466.

CABRERA, G. **Reservas de Surf**: Análise diagnóstica de áreas potenciais no Litoral do Estado de São Paulo. 2021. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas com Habilitação em Gerenciamento Costeiro). Universidade Estadual Paulista, Campus do Litoral Paulista, Instituto de Biociências, São Vicente, SP, 2021.

CABRERA, G.; ABESSA, D.M.S. Auto-diagnóstico para seleção de Reservas de Surf: um protocolo de análise. **Revista Costas**, v. 2, n. 2, p. 149-168, 2020. DOI: https://doi.org/10.26359/costas.1402

CARMO, J. A. do. Proteção costeira, prática de surf & valorização ambiental. **Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa**, 5., 30 set.-02 out. 2009, Santa Catarina, Brasil.

CARVALHO, K. **Guia do Litoral Sudeste e Sul Hardcore**. São Paulo, SP: BWE, 2000. 64 p.

CAVALCANTE, J.S.I.; ALOUFA, M.A.I. Gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise quantitativa do plano nacional de gerenciamento costeiro. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 8, n. 2, p. 89-107, 2018.

CHATWIN, A. **Priorities for coastal and marine conservation in south america**. Arlington, USA: The Nature Conservancy, 2007.

CICIN-SAIN, B. Sustainable Development and Integrated Coastal Management. **Ocean & Coastal Management**, v. 21, p. 11-43, 1993.

CONGRESO DE LA REPUBLICA DEL PERU. **Ley 27280**: Ley de Preservación de las Rompientes apropiadas para la Práctica Deportiva. 16 mai. 2000. Disponível em: http://www.ipd.gob.pe/images/documentos/normas/sector/Ley%20N%2027280.pdf. Acesso em: 31 out. 2020.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **The Surf Conservation Partnership Protecting world-class waves and vital marine ecosystems**. CI, 2020. Disponível em: https://www.conservation.org/priorities/the-surf-conservation-partnership. Acesso em: 12 out. 2020.

IVIDES.org

CORNE, N. P. The Implications of Coastal Protection and Development on Surfing. **Journal of Coastal Research**, v. 25, n. 2, 2009.

FARIAS, R. 2017. **Legal protection of waves Due to its Recreational and Aesthetic Value**: The case of Chile. Summary for the workshop at 4th International Marine Protected Areas Congress, La Serena-Coquimbo, Chile, 2017, p. 2.

FARMER, B., SHORT, A. D. Australian National Surfing Reserves – rationale and process for recognising iconic surfing locations. **Journal of Coastal Research**, SI 50, p. 99-103, 2007.

FIGUEIREDO, M.F.; ALMEIDA, F.B. **O Estado da arte sobre as Reservas de Surf**: uma visão escalar, do global à proposta de um programa nacional. Florianópolis, SC: Instituto APRENDER Ecologia, 2019. 90 p.

FIGUEIREDO, M.F.; ALMEIDA, F.B.; MALAVOLTA, J.; MARTINEZ, D.I.; VEIGA LIMA, F.A.; SANTOS, M.D.; COSTA, R.G. O Estado da arte sobre as Reservas de Surf: uma visão escalar, do global à proposta de um programa nacional. **Workshop da Região Sudeste**. Florianópolis, SC: Instituto APRENDER Ecologia; Instituto Ecosurf; Instituto Linha D'Água; SOS Mata Atlântica, 2019. 34 p.

FILOSA, G.F. **The surfer's almanac**: An international surfing guide. New York: Dutton, 1977.

FUNDACIÓN ROMPIENTES. **Ley de Rompientes**: protejamos nuestras olas para siempre. Disponível em: https://leyderompientes.cl/. Acesso em: 31 out. 2020.

MATOS, M.G. de;, SANTOS, A.;, FAUVELET, C.; MARTA, F.; EVANGELISTA, E.S.; FERREIRA, J.; MOITA, M.; CONIBEAR, T.; MATTILA, M. Surfing for social integration: Mental health and well-being promotion through surf therapy among institutionalized young people. **Journal of Community Medicine & Public Health Care**, v. 4, 026, 2017. DOI: https:/doi.org/10.24966/CMPH-1978/100026

GORAYEB, M.A. **O surfista como ator no processo de construção da sustentabilidade**: uma proposta participativa. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

HALPERN, B.S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K.A.; KAPPEL, C.V.; MICHELI, F.; D'AGROSA, C.; BRUNO, J.B.; CASEY, K.S.; EBERT, C.; FOX, H.E.; FUJITA, R.; HEINEMANN, D.; LENIHAN,H.S.; MADIN, E.M.P.; PERRY, M.T.; SELIG, E.R.; SPALDING, M.; STENECK, R.; WATSON, R. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, v. 319, p. 948–952, 2008.

HARO, A. (ed.). This Is the Re-Birth of Fukushima Surfing. **The Inertia**, aug. 2018. Disponível em: https://www.theinertia.com/surf/fukushima-nucluear-meltdown-olympic-surf/. Acesso em: 01 mar. 2021.

HARRISON, D.; KLEIN, J.-L.; BROWNE, P.L. Social innovation, social enterprise and services. *In:* GALLOUJ, F. and DJELLAL, F. (ed.). **Handbook of Innovation and Services**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2011. p. 197-221.

HEYDEN, D. (ed.). Big Oil Threatens U.S. and Australian Coasts; Surfers Fight Back. **The Inertia**, mar. 2019. Disponível em: https://www.theinertia.com/environment/big-oil-dont-surf-australia-united-states-environment-bight-coastal-waters-protest/. Acesso em: 01 mar. 2021.

HIGNETT, A.; WHITE, M.P.; PAHL, S.; JENKIN, R.; LE FROY, M. 2018. Evaluation of a surfing programme designed to increase personal well-being and connectedness to the natural environment among 'at risk' young people. **Journal of Adventure Education and Outdoor Learning,** v. 18, p. 53-69, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1080/14729679.2017.1326829. Acesso em: 02 mar. 2021.

HOLLING, C.S. Understanding the complexity of economic, ecologic and social systems. **Ecosystems**, v. 4, p. 390-405, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo 2010.** Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados. Acesso em: 16 jun. 2021.

JANSSEN, M.A.; BODIN, Ö.; ANDERIES, J M.; ELMQVIST, T.; ERNSTSON, H.; MCALLISTER, R.R.J.; OLSSON, P.; RYAN, P.. 2006. A network perspective on the resilience of social-ecological systems. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, [n.p.], 2006. Disponível em: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art15/. Acesso em: 02 mar. 2021.

IVIDES.org

LAZAROW, N. Using observed market expenditure to estimate the value of recreational surfing to the Gold Coast. Australia. **Journal of Coastal Research**, SI 56, Proceedings of the 10th International Coastal Symposium ICS, 2., 2009. p. 1130–1134.

LAZAROW, N.; MILLER, M.L.; BLACKWELL, B. The value of recreational surfing to society. **Tourism in Marine Environments**, v. 5, n. 2-3, p. 145–158, 2008. DOI: https://doi.org/10.3727/154427308787716749.

LIRA, P. (org.). AZTI Tecnalia. **Jornadas sobre la protección de las olas como recurso natural, económico y recreativo**, 1., Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España, 24-25 fev. 2010.

LLANTADA, I.C.R. **Reservas de Surfe no Brasil**: análise do potencial de certificação da Ilha do Mel, litoral do Paraná. 2019. 115 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Paraná, 2019.

MARTIN, S. A. The Conservation of Coastal Surfing Resources in Thailand: The Andaman Sea. **ICENR 2010 "The Changing Environment: Challenges for Society"**, 10-12 nov. 2010, Mahidol University, Salaya Campus, Bangkok, Thailand.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao27072011042233.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

MONTEFERRI, B., SCHESKE, C., MULLER, M. R. La protección legal de rompientes de surf: una opción para la conservación y desarrollo". *In*: MULLER, M. R.; OYANEDEL, R.; MONTEFERRI, B. (ed.). **Mar, costas y pesquerías**: una mirada comparativa desde Chile, México y Perú. Chile: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 1. ed., 2019. p. 201-213.

MUNK, W.H.; MILLER, G.R.; SNODGRASS, F.E.; BARBER, N.F. **Directional recording of swell from distant storms**. London: Phil. Trans. Royal Soc., v. 255, p. 505-584, 1963.

OZBEACHES. **National Surfing Reserves of Australia**. 2020. Disponível em: https://www.ozbeaches.com.au/pages/national-surfing-reserves-of-australia. Acesso em: 12 out. 2020.

PERYMAN, B., SKELLERN, M. Planning tools for surfing breaks. **Coastal News**, v. 46, p. 1-3, 2011. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/56362083.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

POLETTE, M.; SILVA, L.P. GESAMP, ICAM e PNGC: Análise comparativa entre as metodologias de gerenciamento costeiro integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 27- 31, 2003.

RATTEN, V. Social innovation in sport: the creation of Santa Cruz as a world surfing reserve. **International Journal of Innovation Science**, v. 11, n. 1, p. 20-30, 2019.

REZENDE, M. 2004. **A história do surf e o perfil dos surfistas do litoral norte paulista**. 2004. 59 f. Monografia de Conclusão de Curso (Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, M. D. dos. **Reservas de surfe**: uma análise jurídica da governança do espaço marinho-costeiro. 2018. 179 f. Tese (Direito Político e Econômico) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

SANTOS, M. D. dos. Uso Recreativo na Estratégia de Gestão do Sistema Costeiro-Marinho: o Exemplo da Proteção dos Surf Breaks. *In*: OLIVEIRA, C.C. *et al.* (org.). **Meio Ambiente Marinho, Sustentabilidade e Direito**. v. 2. A conservação e o uso sustentável dos recursos marinhos na zona costeira, na plataforma continental e nos fundos marinhos. Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro, RJ, 2021. p. 47-75.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de Manejo do Parque Estadual Xixová-Japuí**. São Paulo, SP: Fundação Florestal, 2010. 544 p. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2012/01/PE_XIXOVA-JAPUI/PEXJ-Principal.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

SCARFE, B.E.; HEALY, T.R.; RENNIE, H.G.; MEAD, S.T.l. Sustainable management of surfing breaks: case studies and recommendations. **Journal of Coastal Research,** v. 25, n. 2, p. 684-703, 2009.

SCHERER, M.; ASMUS, M.; FILET, M.; SANCHEZ, M.; POLETI, E.A. El manejo costero en Brasil: análisis de la situación y propuestas para una posible mejora. *In*: FARINÓS DASÍ, J. (ed. y coord.). **La Gestión Integrada de Zonas Costeras** ¿Algo más que una Ordenación del Litoral Revisada? La GIZC como evolución de las prácticas de planificación y gobernanza territoriales. n. 9. Valencia: PUV/IIDL, 2011. (Colección "Desarrollo Territorial").

SCHESKE, C.; RODRIGUEZ, M.A.; BUTTAZZONI, J.E.; STRONG-CVETICH, N.; GELCICH, S.; MONTEFERRI, B.; RODRÍGUEZ, L.F.; RUIZ, M. Surfing and marine conservation: Exploring surf-break protection as IUCN protected area categories and other effective area-based conservation measures. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 29, n. 52, p. 195-211, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1002/aqc.3054. Acesso em: 02 mar. 2021.

SHORT, A.D.; FARMER, B. Surfing reserves: recognition for the world's surfing breaks. **Reef Journal**, v. 2, p. 1-14, 2012.

SILVA, S.T.; SANTOS, M.D.; DUTRA, C. Reservas de surf e a proteção da sociobiodiversidade. Nomos: **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 345-367, jul/dez. 2016.

STW (Save the Waves Coalition). **World Surfing Reserves**. Disponível em: https://www.savethewaves.org/wsr/. Acesso em: 12 out. 2020.

THIA-ENG, C. Essential elements of Integrated Coastal Zone Management. **Ocean & Coastal Management**, v. 21, p. 81-108, 1993.

UN (United Nations). **Factsheet**: People and Oceans. The Ocean Conference, New York, jun. 2017.

VEIGA LIMA, F. A. **Estudio para la creación de una Reserva Mundial de Surf en la Playa de Joaquina - Isla de Santa Catarina, SC, Brasil.** 2011. 117 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Costeira) – Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Espanha, 2011.

VEIGA LIMA, F. A. *et al*. Análisis de parámetros para la creación de una Reserva Mundial de Surf en la Playa de Joaquina - Isla de Santa Catarina, SC, Brasil. **1º GIAL – Congresso Ibero-americano de Gestão de Áreas Litorais**, Cádiz, Espanha, 25-27 jan. 2012.

VEIGA LIMA, F. A..; SANTOS, M. D. dos. O início da proteção das ondas e as ameaças ao meio ambiente marinho costeiro. *In*: FIGUEIREDO, M. F.; ALMEIDA, F. B. (org.). **O Estado da arte sobre as Reservas de Surf**: uma visão escalar, do global à proposta de um programa nacional. Florianópolis, SC: Instituto APRENDER Ecologia, 2019. p. 18-48.

WHITE, M.P.; PAHL, S.; WHEELER, B.W.; FLEMING, L.E.F.; DEPLEDGE, M.H. The 'Blue Gym': What can blue space do for you and what can you do for blue space? **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, p. 5-12, 2016.

IVIDES.org

*RESUMO

A gestão costeira integrada visa orientar a utilização sustentável dos recursos costeiros, em âmbitos locais, municipais, estaduais e federais de forma coordenada, com objetivo de conciliar o uso dos espaços e recursos naturais com a conservação e manutenção dos ambientes marinho-costeiros. Nesse contexto, os surfistas desenvolvem importante papel como atores, pelo fato de constituírem um grupo numeroso, formador de opinião, capaz de interferir nas dinâmicas territoriais, e ao mesmo tempo demandando ações que visem proteger as ondas e garantir uma boa qualidade ambiental. As reservas de surf surgem como áreas destinadas à preservação e reconhecimento das ondas, das zonas de surf e dos ambientes naturais adjacentes, como bens ou patrimônios a serem protegidos, para o uso desportivo, cultural, ecológico e socioeconômico. Há iniciativas internacionais de criação e gestão de reservas de surf, como as Reservas Mundiais de Surf (RMS), criada em 2009, e que conta atualmente com 11 reservas espalhadas em três continentes, e as Reservas de Surf Nacionais da Austrália. As reservas devem contar com mobilização e planos de gestão locais visando não só a proteção das zonas de surf, mas também o ordenamento das atividades econômicas locais e o controle ou mitigação das ameaças. Ao mesmo tempo, surgem como iniciativas de empoderamento das comunidades locais, inibindo a exploração dos recursos por práticas predatórias, e dando voz a essas comunidades nas tomadas de decisão. Recentemente o Brasil vem organizando e discutindo o Programa Brasileiro de Reservas de Surf, considerando as características socioambientais e as dimensões do litoral, as condições para a prática do esporte nos 17 estados litorâneos, e os aspectos históricos e culturais que envolvem a prática do surf. Nesse sentido, já há esforços direcionados à criação de reservas de surf nacionais, que se somariam à Praia da Guarda do Embaú, em Santa Catarina, como a única RMS brasileira, e que representa um exemplo de sucesso no sentido da implementação de estratégias locais de governança costeira. Sendo assim, a consolidação do Programa Brasileirode Reservas de Surf deve fortalecer a implementação de ações de gestão dos espaços costeiros de grande valor não somente para o usufruto no âmbito do surf, como também para o turismo, recreação e conservação ambiental. Além de ter o potencial de articulação e compatibilização com demais políticas, planos e instrumentos de gerenciamento costeiro no âmbito multi-escalar.

Palavras Chave: Gestão participativa; Surf, Redes sócio-técnicas; Conservação costeira

ABSTRACT

The integrated coastal management aims to ordinate the sustainable use of coastal resources, at federal, state and municipal levels, with the objective of harmonize the use of spaces and natural resources with the conservation of the coastal and marine environments. In this context, surfers play an important role as stakeholders, because they are a large group, capable to influence the general opinion, and at the same time they demand actions to protect the waves and assure a good environmental quality. Surf reserves appear as areas aimed to the preservation and acknowledge of waves, the surf zones and the adjacent natural environments as goods or heritage to be protected for multiple uses such as sports, culture, ecology and socio-economy. Relevant initiatives to the create and manage surf reserves can be exemplified by the National Surf Reserves of Australia, and the World Surfing Reserves (WSR), from 2009, which currently has 11 reserves spread in three continents. These reserves should have their own social mobilization as well as local management plans aiming not only to assure the surf zones protection but also to organize the local economic activities and control or mitigate the threats. The surf reserves also consist of initiatives for the empowerment of local communities, inhibiting the exploration of natural resources through predatory ways, and providing leadership to the communities along the decision making. In the recent years, there are initiatives in Brazil to discuss, organize and implement the Brazilian Program of Surf Reserves, taking into account the local socio-environmental characteristics, the coastal dimensions and the condition to the practice of this sport in the 17 national coastal states, and the historical and cultural aspects involving the surfing. There are ongoing efforts to create national surfing reserves, which would join to the Guarda do Embaú Beach, in Santa Catarina, that is the only WSR in Brazil and represents a case of success for implementing local strategies for coastal governance. Thus, the consolidation of a Brazilian Program of Surf Reserves should strengthen the implementation of local efforts to manage the highly valuable coastal spaces not only for the surfers, but also for the tourism, recreation and environmental conservation. Moreover, these reserves can be articulated and compatible with other policies, plans and tools for the coastal management at multi-scale level.

Key words: Participative Management; Surf, Socio-technical Network; Coastal Conservation

IVIDES.org

29

DOI 10.5281/zenodo.6679785

ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO (ICE) COMO SUPORTE À PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA GERENCIAMENTO DE ÁREAS COSTEIRAS. ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA RATONES

Alexandre dos Santos
Patricia Kazue Uda
Claudinei J. Rodrigues
Priscilla Kern

1 - INTRODUÇÃO

O manejo sustentável das áreas costeiras é um grande desafio ambiental global, visto o crescimento antropogênico acelerado nestas áreas. Estima-se que mais de 40% da população mundial ocupa as zonas costeiras, adensadas em grandes aglomerados urbanos, desenvolvendo diversas atividades econômicas (GERLING *et al*., 2016).

No Brasil, a ocupação litorânea é relevante e segue a tendência mundial, abrigando 26,6% da população total, com densidade demográfica média de 87 habitantes/km², em contraste com a média nacional, de 17 habitantes/km². A maior parte dessa população exerce atividades ligadas direta e indiretamente ao turismo, à pesca e à produção de petróleo e gás (IBGE, 2011). O principal desafio relacionado à ocupação da zona costeira brasileira é a falta de planejamento e controle, por parte dos gestores, resultando na degradação da qualidade dos ecossistemas presentes na região. As áreas urbanas, desenvolvidas sem controle e planejamento vêm ocasionando impactos relevantes, com o grande aumento dos níveis de contaminação dos corpos hídricos com esgoto sanitário sem tratamento, pelas ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem pluvial e pelos resíduos sólidos (SCHERER; SANCHES; NEGREIROS, 2010; TUCCI; BERTONI, 2003). A impermeabilização do solo também é um impacto importante e resulta em maior volume de escoamento superficial, maiores picos de vazão, além de uma resposta mais rápida da bacia à precipitação, que atinge a bacia. Neste processo, as áreas permeáveis da bacia são, em sua maioria, substituídas por coberturas com matérias, cuja capacidade de infiltração está reduzida, tais como: telhados, asfaltos e estacionamentos (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013), que carreiam contaminantes rapidamente para os corpos hídricos.

A zona costeira está conectada de forma direta e indireta com o ambiente marinho e com a parte terrestre do continente. Logo, qualquer atividade desenvolvida nestes ambientes tem reflexo direto sobre o outro. A zona costeira interage com a bacia hidrográfica. por meio de fluxos hidrológicos de água doce, sedimentos e substâncias dissolvidas, originando um curso contínuo fluvial-marinho costeiro. Essas áreas constituem sistemas complexos, de diversidade elevada e alta produtividade biológica, especialmente, em regiões intertropicais, onde estão associadas à presença de mangues e marismas (GERLING *et al*., 2016).

IVIDES.org

Para minimizar os impactos da poluição e disciplinar os diferentes usos da água, gestores de diversos países criaram leis ambientais, que estabelecem conceitos e padrões de qualidade, a serem seguidos. No Brasil, as leis ambientais são recentes, datam dos anos 80, com a promulgação da Lei nº 8.938, de 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, e que é considerada a mais importante lei ambiental do país (FUZINATTO, 2009). No Brasil, em relação à legislação sobre recursos hídricos, a Lei Federal n° 9.433, de oito de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que institucionaliza o gerenciamento dos recursos hídricos nacionais, a partir de uma visão integrada e de usos múltiplos (ANA, 2020). Dentre os instrumentos da PNRH, pode-se citar o enquadramento dos corpos de água em classes, com base nos usos preponderantes da água (BRASIL, 1997). Na Seção II, dos instrumentos, o Art. 9º versa sobre o enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes, os quais visam: i) Assegurar às águas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; e ii) Diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas.

Neste cenário, a resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, aparece como apoio da PNRH e estipula uma classificação para os corpos hídricos, com base nos parâmetros de qualidade da água e determina o uso preterido. O enquadramento dos corpos de água é o instrumento de planejamento, que estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido, ao longo do tempo (ANA, 2020). Amaro (2009) sugere que o enquadramento é um dos instrumentos fundamentais dos gestores para o planejamento ambiental dos recursos hídricos, no que se refere à gestão integrada de quantidade e qualidade da água. Ao enquadrar os corpos hídricos em classes de uso, é possível realizar uma articulação com a gestão territorial, pois, ao se definir os objetivos da qualidade da água, haverá um direcionamento das ações da gestão territorial, nos pontos que os gestores entenderem por críticos (PORTO; PORTO, 2008).

Na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis (SC), a bacia hidrográfica costeira do Ratones drena suas águas pluviais e fluviais para o manguezal, que é uma área de preservação ambiental federal, constituindo a Estação Ecológica de Carijós (ESEC). A ESEC foi estabelecida pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), sendo bem restritiva em relação aos usos no interior da unidade, devido ao grau de importância ecológica. Estes manguezais são de grande relevância ambiental para a região e estão protegidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Porém, a exemplo do que é observado ao longo de toda costa brasileira, as bacias do Ratones e do Saco Grande apresentam baixos níveis de coleta e tratamento do esgoto sanitário produzido pela população, somados à ligações clandestinas, em canais de drenagem urbana e em córregos, desaguando na ESEC, degradando a qualidade do ecossistema no interior da unidade.

A informação dos níveis de concentração dos poluentes em corpos hídricos tem nenhum ou pouco significado para o público em geral, devido às dificuldades técnicas envolvidas na interpretação deste tipo de informação (VON SPERLING, 2007). A preocupação social, relacionada com os aspectos ambientais do desenvolvimento, resultou na criação de índices e indicadores ambientais com diferentes níveis de informações e complexidade. Os índices e indicadores tornaram-se fundamentais para auxiliar os gestores, na tomada de decisão, nas políticas públicas e nos seus desdobramentos (CETESB, 2014). Assim, quando se objetiva acompanhar e avaliar a situação de um corpo hídrico em relação à sua qualidade física, química e biológica, permitindo inferências sobre a biodiversidade ou toxicidade da água, é útil a aplicação de índices de qualidade da água.

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), desenvolvido em 1997, pelo Conselho Canadense de Ministros do Meio Ambiente, tem o propósito de avaliar a condição de um corpo hídrico, em relação a determinados objetivos de qualidade da água, por meio de um valor, que sintetiza as informações oriundas das variáveis de qualidade da água observadas em um local, medindo a distância entre a condição atual do corpo d'água e a meta de qualidade estabelecida pelo enquadramento apresentado em legislação (CCME, 2001). Assim, o presente estudo apresenta o ICE, como ferramenta potencial para identificar pontos, cuja qualidade da água está em constante desconformidade ao seu enquadramento e auxiliar a tomada de decisão, no gerenciamento de bacias costeiras. O estudo de caso tem como objetivo avaliar a situação dos corpos hídricos presentes na bacia hidrográfica do Ratones, para o período de 2008 a 2018, com exceção dos anos de 2010 e 2012, com base no enquadramento vigente na Resolução CONAMA nº 357/2005, por meio do ICE. O índice permite a identificação de pontos, que necessitam de maior controle, fornecendo informações assimiláveis aos gestores, a fim de disciplinar a ocupação do solo e os seus impactos, identificando os pontos críticos relativos à ausência de saneamento básico, visando ao atendimento à legislação de enquadramento e assegurando usos múltiplos das águas. Por fim, será realizada uma análise integrada dos resultados e discutida a relação dos possíveis interferentes nos resultados do ICE, para os corpos hídricos da bacia do Ratones, em Florianópolis (SC).

IVIDES.org

2 - INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE ÁREAS COSTEIRAS

Embora haja registro do uso de indicadores, como ferramenta de apoio a processos de tomada de decisão (MALHEIROS; COUTINHO; PHILIPPI JUNIOR, 2013), somente nas décadas mais recentes, esforços vêm sendo desenvolvidos para a construção, a aplicação e a consolidação do uso desses instrumentos. Pode-se notar que esse movimento teve grande crescimento, principalmente, no meio acadêmico, a partir da década de 1990, com o surgimento da Agenda 21, documento que alertou a comunidade mundial para a necessidade e importância da utilização de indicadores para monitorar e avaliar mudanças nas dimensões econômica, social e ambiental, rumo ao desenvolvimento sustentável (CARVALHO, 2017). Os indicadores agrupam em si informações de caráter quanti-qualitativo, que permitem que um componente ou um fenômeno seja descrito, facilitam a compreensão dos dados, melhorando a qualidade de pesquisas, como ferramenta de auxílio à decisão. São modelos simplificados da realidade (HAMMOND *et al*., 1995), com a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, e permitindo o acompanhamento dinâmico dessa realidade (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007). Habilitando os tomadores de decisão a avaliar a necessidade ou oportunidade de uma intervenção corretiva e/ou estimar o progresso rumo aos resultados, metas e produtos perseguidos, ou ainda, os impactos de uma determinada ação (CARVALHO, 2017).

Assim, os indicadores ambientais ou de sustentabilidade são fundamentais para avaliar os resultados, obtidos mediante os mais diversos procedimentos, o estado de um recurso ambiental ou a situação relativa ao mesmo, descrever um efeito ou as tendências, num contexto específico, se estiverem baseados em metodologias consistentes (OECD, 2000). Pode-se dizer que os indicadores possuem função de diagnosticar a saúde de um ecossistema e são uma ferramenta para monitorar a situação atual e as mudanças ambientais, ao longo do tempo (SCARNECCHIA; JORGENSEN, 1995).

Existe atualmente uma grande variedade de indicadores ambientais, que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. Em geral, utiliza-se indicadores específicos para determinados usos pretendidos, como o abastecimento doméstico, industrial, a preservação da vida aquática etc. (ANA, 2012). Os índices de qualidade da água podem ser entendidos como “notas”, as quais retratam, de forma simplificada, as condições ambientais dos corpos d’água (podendo ser expressas de “muito ruim” a “excelente”) ou que permitam inferências sobre aspectos relacionados à biodiversidade ou à toxicidade (VON SPERLING, 2007). A utilização de índices traduz a informação de uma forma facilitada para o público leigo no assunto, fornecendo um valor representativo de um conjunto de dados para possíveis caracterizações e interpretações (CETESB, 2014).

Cabe destacar que, de modo geral, os indicadores são tão diversificados quanto os fenômenos, processos e fatos que eles avaliam, pois se originam de diferentes fontes. No entanto, devem possuir qualidades que justifiquem sua seleção. Dentre as características desejáveis e mais importantes de um bom indicador, destacam-se: ser capaz de realizar uma simplificação das diversas informações (ser compreendido por diferentes setores sociais), ser mensurável, objetivo, confiável, flexível e relevante, permitir o uso de dados obtidos por coletas e análises de baixo custo, ter credibilidade e fundamentação técnico – científica, ter consistência analítica, ser limitado em números, gerar interesse, ser objeto de agregação (ser aplicável a nível nacional e regional), ter abordagem holística (visão representativa das condições ambientais e respostas sociais), ser aceito politicamente, ser comparável a outros indicadores (BARRERA-ROLDAN; SALDÍVARVALDEZ, 2002; OECD, 1993; STANKEY *et al*., 1985; HADIR; ZDAN, 1997; MEADOWS, 1998; BOSSSEL, 1998; TWINING-WARD e BUTTER, 2002; VALETIN e SPANGENBERG, 2000; REEDE *et al*., 2006).

Sabe-se que cada sistema aquático possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer ambiente hídrico. Neste sentido, deve-se buscar a obtenção de indicadores de qualidade de água, que reflitam resumidamente e objetivamente as alterações, com ênfase nas intervenções humanas (COUILLARD; LEFEBVRE, 1985). O uso de indicadores de qualidade da água torna-se, sob este ponto de vista, um importante aliado no gerenciamento e no planejamento de programas e projetos, que busquem a utilização de uma bacia hidrográfica ou de um determinado recurso hídrico. Além disso, sua utilização pode fornecer informações sobre alterações que ocorrem e indicar as suas origens (CARVALHO, 2017). Assim, seguramente, o uso de indicadores deverá ocupar um lugar destaque na gestão de recursos hídricos, visto que ajudam a monitorar processos e tendências, são fáceis de serem entendidos, podem englobar uma enorme complexidade de interações em uma única informação. Isso, porque as interações entre os diversos parâmetros estudados numa

IVIDES.org

amostra de água são o ponto de partida para a avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas, a partir de uma distribuição espacial e temporal das variáveis no sistema a ser estudado (HARMANCIOGLU; OZKUL; ALPASLAN, 1998).

Um índice de qualidade de água (IQA) é um indicador do estado qualitativo de um recurso hídrico, que consiste em uma expressão simples da combinação de um conjunto de parâmetros, que caracterizam a qualidade da água. Existem diversos índices de qualidade, desenvolvidos por diferentes entidades e com objetivos distintos, tais como: o Índice de Qualidade da Água (IQA), o Índice de Toxicidade (IT), o Índice de Estado Trófico (IET), o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), entre outros (ANA, 2012; CETESB, 2014; VON SPERLING, 2007). Em geral, tais índices são polêmicos, por representarem reduções, ao sintetizar a informação de um conjunto de dados, podendo mascarar a multiplicidade de condições que ocorrem em um curso d'água. Entretanto, essa capacidade sintetizadora dos índices fornece uma forma objetiva de comunicação com o público, por parte dos gestores, desde que sejam entendidas as suas limitações (VON SPERLING, 2007). Suas aplicações são diversas e, com base em Carvalho, Schlittler e Tornisielo (2000); Ide *et al*., (2000) e Ott (1978), destacam-se:

- Distribuição de recursos: alocar fundos e determinar prioridades;
- Classificação de áreas: comparar o estado de recursos hídricos em diferentes áreas geográficas e locais;
- Análise de tendência: verificar a degradação ou a melhora na qualidade das águas;
- Informação pública: auxiliar em ações de sensibilização e de educação ambiental;
- Pesquisa científica: simplificar uma grande quantidade de dados, de forma que se possa analisá-los facilmente, fornecendo uma visão dos fenômenos ambientais;
- Gestão de Recursos: fornecer informações para tomadores de decisões, sobre as prioridades de recursos;
- Aplicação de legislação: determinar se a qualidade está atendendo às normas ambientais e de políticas existentes.

2.1 - ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO

O uso de índices para avaliar a qualidade da água facilita a comunicação e compreensão por especialistas e pelo público em geral. Diferencia-se dos demais índices de qualidade das águas utilizados, pelo fato de medir a distância entre a condição atual de um corpo d'água e a meta de qualidade estabelecida pelo enquadramento (ANA, 2013b; CETESB, 2014). É uma representação do número de parâmetros que superam os limites (estabelecidos pela legislação ou com critérios de qualidade de água fundamentados no meio cientifico), bem como a frequência e a magnitude dessas superações (AMARO, 2009; CCME, 2017; COSTA, 2016). O objetivo deste índice é fornecer uma ferramenta para avaliação dos dados de qualidade das águas, sem que se tenha parâmetros pré-definidos para o cálculo, sendo que os gestores definem quais parâmetros de qualidade da água são de interesse para calcular o índice. Entretanto, é recomendável a utilização de, no mínimo, quatro parâmetros e quatro campanhas amostrais para análise de algum ponto (BORTOLIN *et al*., 2013; SILVA, 2017). O ICE destaca-se, devido à flexibilidade na seleção de variáveis a considerar e, por isso, é um dos índices mais utilizados (ESPINOSA; HIDALGO, 2014). É aplicado em vários países, como Brasil, Canadá, Índia, Cuba, Colômbia, Argentina, México, Chile, Espanha, Iran, Nigéria, Turquia (CARVALHO, 2017).

Bortolin *et al*. (2018) utilizaram o ICE para avaliar a situação de um trecho da bacia hidrográfica do Rio São Marcos, no Rio Grande do Sul, e comparar com a qualidade planejada para 10 e 20 anos, definida com base no enquadramento vigente. Os resultados evidenciaram o impacto das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia, principalmente, pelo lançamento de efluentes sem tratamento, demonstrando a necessidade de investimentos de longo prazo na área estudada, com o intuito de acompanhar as metas do enquadramento vigente. Ferreira (2009) utilizou o ICE como instrumento de apoio à carcinicultura marinha. O objetivo desse trabalho foi demonstrar a importância da aplicação do índice, em fazendas de camarões marinhos e áreas adjacentes, no município de Barra do Sul, litoral norte de Santa Catarina. Já Menezes, Silva Júnior e Prado (2013), realizaram um exaustivo trabalho em bacias hidrográficas no estado do Rio de janeiro, utilizando o ICE, com o objetivo de avaliar a qualidade das águas subterrâneas de dezesseis municípios desse estado.

IVIDES.org

Oliveira *et al*. (2018) analisaram o atendimento às metas de enquadramento, em quatro reservatórios no estado de Pernambuco, relacionando os resultados obtidos ao comportamento pluviométrico e ao uso e ocupação do solo. Santos *et al*. (2018) verificaram o atendimento à proposta de enquadramento atual e a influência do lançamento de efluentes, na qualidade da água do rio Pitanga, em Sergipe, a montante e a jusante do lançamento de efluentes.

Além de trabalhos acadêmicos, o ICE vem sendo utilizado por órgãos gestores dos recursos hídricos, com o intuito, em geral, de verificar a sua aplicabilidade e comparar os resultados com outros índices já utilizados. O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) adaptou o ICE, com o objetivo de representar os fatores de pressão, identificados nas bacias hidrográficas monitoradas no Programa Águas de Minas. Para cada bacia hidrográfica, foram definidos parâmetros distintos, com base nos usos preponderantes na bacia. Os resultados demonstraram que a maior parte dos corpos hídricos estão em desacordo com o enquadramento proposto e os piores pontos ocorreram próximo às áreas urbanas, indicando a degradação de qualidade da água, pelo lançamento de esgoto doméstico *in natura* nos corpos d'água (IGAM, 2014). A Agência Nacional das Águas (ANA) utilizou o ICE para acompanhamento da qualidade de água, em relação às metas de enquadramento. Para o cálculo, foram considerados apenas pontos com, ao menos, quatro coletas de parâmetros, que possuem limites preconizados pela Resolução Conama nº 357/2005: pH, OD, DBO, Pt, turbidez e coliformes termotolerantes. Por meio do cálculo do ICE, foi possível observar que, na maior parte dos casos, os pontos em piores condições se concentram próximo aos centros urbanos, como consequência do lançamento de efluentes domésticos. Porém, pontos com ICE baixo também são observados em bacias rurais, indicando que estas áreas são sensíveis à poluição difusa. Os resultados evidenciaram a necessidade de implantação de programas de efetivação de enquadramento em todo o país, para serem mecanismos de comando e controle e de disciplinamento econômico; e a construção de Estações de Tratamento de Esgotos (ANA, 2012).

Coneglian (2020) e Lozada, Vélez e Patiño (2009) revisaram e analisaram os índices de qualidade das águas mais utilizados no mundo e constataram que muitos países têm desenvolvido estudos e indicadores para aplicar critérios próprios de avaliação, de modo que corresponda às suas necessidades. De acordo com estes autores, dadas a flexibilidade em seus parâmetros e as diretrizes adotadas, o ICE permite avaliar a qualidade das águas destinadas a diversos usos, como o consumo humano após tratamento (COSTA, 2016), o cumprimento das metas de enquadramento dos corpos hídricos (OLIVEIRA *et al*., 2018; PINTO *et al*., 2016), além da influência do lançamento de efluentes na qualidade da água do rio (SANTOS *et al*., 2018).

3 - ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA COSTEIRA DO RATONES

Este estudo está estruturado em três sessões: a) aquisição, refinamento e análise do enquadramento dos dados de qualidade da água da bacia hidrográfica; b) cálculo do ICE para todos os dados refinados; c) análise da relação de possíveis interferentes antrópicos nos resultados do ICE e, por fim, as considerações finais, com base no enfoque teórico metodológico e nos resultados obtidos. A Figura 1 apresenta a síntese das etapas realizadas neste estudo.

O presente estudo de caso trata-se de uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa. Primeiramente, foi realizada a caracterização da área de estudo com base na literatura. Os resultados de ensaios das variáveis de qualidade das águas foram obtidos a partir de consulta ao banco de dados de qualidade de água da Estação Ecológica de Carijós, que é composto por dados monitorados pela equipe do Laboratório de Análises Ambientais (LAA) e por dados secundários, provenientes de parcerias com pesquisadores acadêmicos.

Os dados levantados foram digitados em planilhas do Microsoft Excel® e organizados para visualização e elaboração de gráficos com o auxílio do *software* Statistic®. Os resultados das análises foram submetidos a tratamento e identificação das variáveis em desacordo. Foram utilizados como critério de análise, os valores correspondentes aos limites inferiores das variáveis de qualidade da água para corpos hídricos, classe 2, definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Assim, foi possível verificar quantas amostras do total analisado está em conformidade com o enquadramento vigente.

O ICE foi estimado para todos os 31 pontos dentro da bacia hidrográfica do Ratones. Para avaliar o impacto da urbanização na qualidade da água dos rios, foi feita uma análise temporal da dinâmica do ICE, ao longo dos anos, nos principais rios da bacia hidrográfica. Também foi analisada a influência da localização dos pontos

IVIDES.org

dentro da bacia, no resultado do ICE. Para tal, foi realizada uma análise espacial com os pontos de cada rio, para verificar se a localização dos pontos de monitoramento (a montante ou a jusante de uma área urbana) tem influência no valor do ICE.

Para a verificação da influência da população flutuante, foram definidos os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, como representativos da alta temporada, e os meses compreendidos no período de maio a outubro, como representativos da baixa temporada. Assim, os valores do ICE de baixa e alta temporada foram comparados entre si, por meio de testes estatísticos.

Como a bacia está inserida em uma região costeira e estuarina, com presença de manguezal e influência oceânica, verificou-se o impacto da influência da salinidade nos resultados do ICE, realizando uma regressão linear, com o objetivo de observar o comportamento do ICE, frente aos valores de salinidade, por meio dos valores médios de salinidade e do ICE. Tal análise, foi realizada apenas para o rio Papaquara, pois é o rio com o maior número de observações ao longo dos anos com o monitoramento de salinidade (dados disponíveis para os anos de 2008, 2009, 2011, 2013, 2014 e 2015).

Figura 1 - Fluxograma metodológico do estudo de caso. Elaborado pelos autores.

3.1 - ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Ratones está localizada na Ilha de Santa Catarina, no munícipio de Florianópolis (Santa Catarina). A densidade demográfica de Florianópolis é de, aproximadamente, 624 hab./km² e uma população de 421.240 pessoas, segundo o censo de 2010, realizado pelo IBGE. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal é de 0,847 para o mesmo ano, sendo considerado muito alto, em comparação ao Brasil. Segundo o *Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas* (ANA, 2013a), o munícipio de Florianópolis apresenta um índice de 91,69% de atendimento de coleta e tratamento de esgoto sanitário; desse percentual, 35,69% são soluções individuais, que não são fiscalizadas.

A costa de Santa Catarina é caracterizada por longas linhas de praias e restingas e está classificada como de alta importância biológica e de áreas prioritárias para a conservação. O município de Florianópolis está inserido na Região Hidrográfica Litoral Centro do Estado de Santa Catarina, na Ilha de Santa Catarina, as principais bacias hidrográficas são referentes aos rios: Ratones, Saco Grande, Lagoa da Conceição, Itacorubi, Tavares e da Lagoa do Peri (SILVA, 2019).

IVIDES.org

A ação antrópica na ilha de Santa Catarina, na capital do estado, ao longo do tempo, tem degradado esses biomas, sobretudo, os manguezais. Os remanescentes de manguezais da Ilha estão presentes em áreas urbanas e, com o crescimento da cidade, são invadidos e recebem uma grande carga de esgotos domésticos e sedimentos vindos da costa (CAMPANARIO, 2007). No período de 1949 a 1965, ocorreram grandes intervenções no interior da bacia, com a retilinização de canais, incorporação de outras bacias, construção de canais em áreas alagadas e a implantação de comportas, e, como consequência, tais intervenções reduziram a profundidade média e a extensão do rio Ratones (FIDÉLIS FILHO, 1998).

A bacia hidrográfica do Ratones está localizada no Norte da Ilha de Santa Catarina, é a bacia mais extensa da Ilha, com uma área de 92,1 km². No interior da bacia, quase no exutório do rio principal, encontra-se a ESEC Carijós, uma unidade de conservação (UC), que se caracteriza por ser uma unidade de proteção integral e que tem como objetivo a preservação da natureza, da biodiversidade e a realização de pesquisa científica (ICMBio, 2010). A administração da ESEC Carijós é realizada pelo ICMBio.

O rio principal da bacia é o rio Ratones, que tem como principais afluentes, o rio Papaquara, na margem direita, e o rio Veríssimo, na margem esquerda (RODRIGUES, 2016). A bacia tem uma grande heterogeneidade ambiental, composta por balneários, manguezais, restinga, florestas, área urbana e rural, contribuindo para a diversidade econômica e social na região (IPUF, 2006). A cobertura vegetal da bacia hidrográfica é composta por três formações principais: Floresta Ombrófila Densa, Vegetação de Restinga e Manguezais. Essas formações fitogeográficas apresentam grande riqueza de espécies.

O clima da região é classificado como mesotérmico úmido (Cfa), segundo a classificação climática de Koeppen, caracterizando a região como sendo de clima subtropical constantemente úmido, não apresentando estação seca, com temperatura média do mês mais frio menor que 18°C e temperatura média do mês mais quente acima de 22ºC, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (PANDOLFO *et al.*, 2002).

O relevo da bacia do Ratones, em quase sua totalidade, é plano, com altitude predominante de 2 m a 20 m e com altitude máxima de 439m. O terreno apresenta baixa elevação, com predominância de elevações próximas a 2 m, na região central da bacia. As maiores altitudes são observadas nas regiões de morros e áreas de preservação permanente (APPs). A BH do Ratones apresenta baixa declividade, principalmente, nas regiões antropizadas e na ESEC. A declividade do relevo varia majoritariamente entre Plano (0 a 3%) e Suave Ondulado (3% a 8%), nas regiões centrais da bacia até a sua foz. Nas regiões de morros e APPs, a declividade do terreno varia de Forte Ondulado (20% a 45%) a Montanhoso (45% a 75%).

A bacia hidrográfica do Ratones apresenta um percentual de 12,3% de área urbanizada (LOPES, 2020). A taxa de crescimento da população fixa é de 6,3% ao ano e, durante o período de veraneio (primeira quinzena de dezembro até o fim do carnaval), a população aumenta em 1,9 vezes (RODRIGUES, 2016).

A Figura 2 destaca os principais rios da bacia hidrográfica Ratones, assim como apresenta os pontos amostrais que serão avaliados no presente estudo, a área urbana para o ano de 2016 e a rede de coleta do esgoto sanitário.

3.2 - DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RATONES

Para a bacia hidrográfica do Ratones, dados de qualidade de água foram adquiridos junto ao banco de dados do Laboratório de Análises Ambientais (LAA), instalado no interior da Estação Ecológica de Carijós (ESEC). O laboratório foi criado em 2005, com o intuito de avaliar os efeitos da ocupação e do crescimento populacional, sobre a qualidade das águas no entorno da UC. Desde então, foram realizadas diferentes campanhas de monitoramento, com diferentes objetivos. Os dados que compõem o banco de dados de qualidade de água da Estação Ecológica de Carijós originam-se do monitoramento realizado pela equipe do LAA e por dados secundários, provenientes de parcerias com pesquisadores acadêmicos. Os dados são constituídos da seguinte forma:

i. Dados levantados pelo ICMBio e que geraram alguns trabalhos acadêmicos: Brentano e Rosa (2013), Gomes (2010), Rodrigues (2016; 2021), Silva *et al.* (2013), Vitorette (2008);

ii. Dados de trabalhos acadêmicos, que contaram com a colaboração do ICMBio: Cabral *et al.* (2020), Freitas (2020), Silva (2015) e Silva *et al.* (2016);

IVIDES.org

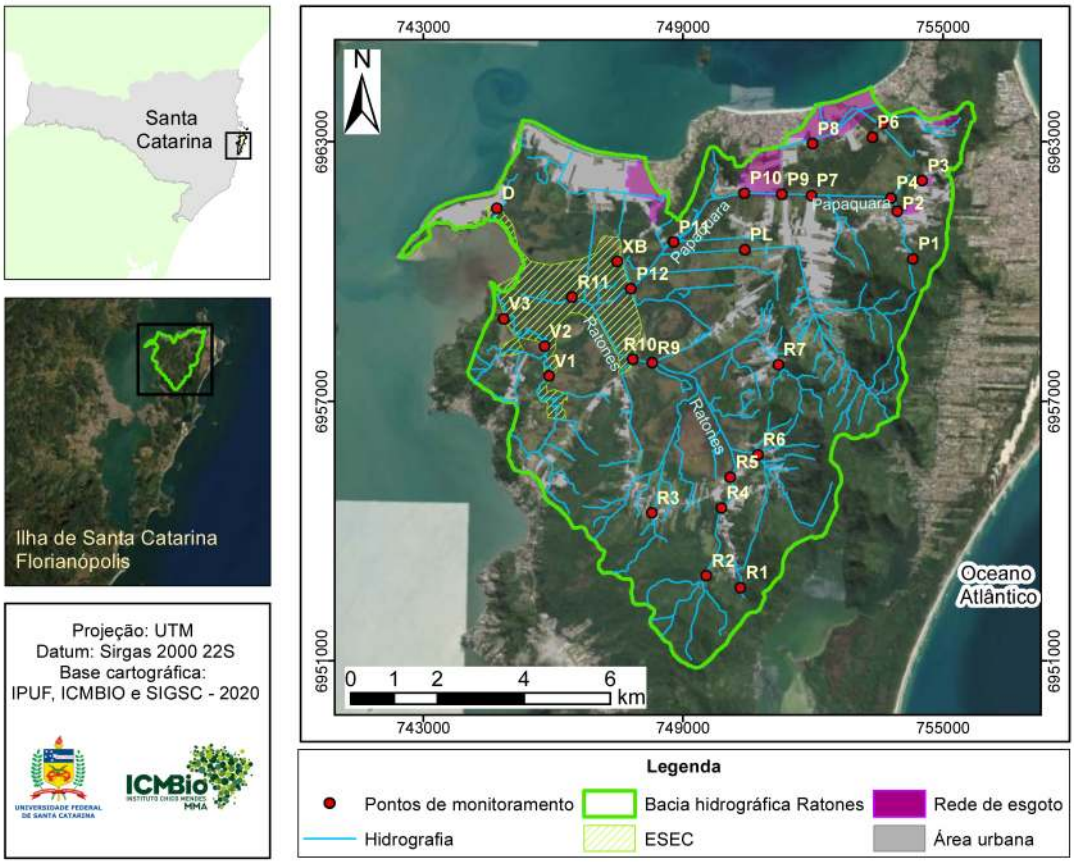


Figura 2 – Mapa da área de estudo, bacia hidrográfica do Ratones. São destacados os principais rios da bacia, a área urbana, a rede de esgoto, a hidrografia e os pontos amostrais. Elaborado pelos autores.

iii. Dados extraídos de trabalhos acadêmicos, que não contaram com a participação do ICMBio: Fuzinatto (2009) e Parizotto (2009);

iv. Dados provenientes de processos administrativos ou judiciais: Monitoramento do Sapiens Park, da CASAN, da Habitasul.

A Tabela 1 apresenta uma visão geral dos dados filtrados e utilizados para a elaboração deste trabalho.

Tabela 1 - Dados utilizados no estudo com a bacia hidrográfica do Ratones

Corpo Hídrico	Período	Nº Pontos	Nº de Campanhas	Nº de Parâmetros	Nº de Amostras
Rio Papaquara	2008-2009; 2011; 2013-2018	12	105	9	2.796
Rio Ratones	2008-2009; 2011; 2014-2015; 2018	10	46	9	853
Rio Veríssimo	2008; 2011	3	18	6	177
Canal das Algas	2011; 2013-2018	2	91	9	1.281
Canal Jurerê	2011	1	12	6	70
Canal Daniela	2011	1	12	6	71
Canal do Xavier	2011	1	12	6	66
Canal do Palha	2014	1	12	8	71
TOTAL	-	31	-	-	5.385

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

Para as 5.385 amostras coletadas nos 31 pontos de monitoramento, foram definidos os parâmetros que melhor representavam a contaminação dos corpos hídricos, via despejo de efluentes domésticos, para a estimativa do ICE, visto que as classes de enquadramento estão relacionadas com os usos da água na bacia, além de garantir que todos os valores do ICE fossem obtidos sob as mesmas características. Os parâmetros utilizados na estimativa do ICE foram: pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), fósforo total (PT), nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), amônia (NH_4), turbidez (Tu) e coliformes termotolerantes (CT).

3.3 - ANÁLISE DO ENQUADRAMENTO À RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005

Em 2008, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos adotou a classificação estabelecida pela resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), até a aprovação de novos enquadramentos. Assim, as águas superficiais da Ilha são classificadas como classe 2, para água doce, e classe 1, para águas salobras. Nesta análise, apesar de alguns pontos, próximos ao exutório do Rio Ratones, apresentarem características salobras, a fim de uniformizar os corpos hídricos, foram considerados os limites estabelecidos para os corpos hídricos classificados na classe 2. Ainda segundo a resolução CONAMA nº 357/2005, a classe especial é destinada para "[...] *preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral* e *à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas*". Portanto, a resolução define que os corpos hídricos presentes ou que drenam em unidades de conservação são enquadrados como especial, pois são essenciais para a preservação do ambiente. Portanto, o rio Ratones, assim como diversos outros rios da ilha, que deságuam em manguezais, deveria ser classificado e protegido como classe especial e não, como classe 2.

A Tabela 2 fornece a síntese do número total dos parâmetros de qualidade da água monitorados, o número e o percentual de amostras, que resultaram em não conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, para a bacia hidrográfica do Ratones. Nesta bacia, foram considerados todos os pontos presentes em seu interior, sem distinção dos corpos hídricos que compõem a mesma. Foram avaliados um total de 5.315 amostras, sendo que 1.892 estiveram em desacordo com a legislação, demonstrando que mais de 1/3 (35,6%) das amostras estiveram em desconformidade com o enquadramento proposto para os rios da bacia. É possível identificar que os principais parâmetros em desacordo estão relacionados com o despejo de efluentes domésticos, OD (64%), $DBO_{5,20}$ (68%), PT (72%), NO_2 (27%), NH_4 (19%) e CT (53%), o que evidencia a alta concentração de matéria orgânica nos corpos hídricos da bacia. Destaca-se que o principal efeito ecológico da poluição orgânica em corpos hídricos é a redução da concentração de OD disponível, pois as bactérias utilizam o oxigênio presente no meio, em processos respiratórios, durante a estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2018).

Para buscar um entendimento melhor do comportamento dos parâmetros, optou-se pela análise dos parâmetros para dois corpos hídricos presentes na bacia hidrográfica do Ratones, sendo eles, o rio Papaquara e o rio Ratones. A escolha por estes corpos hídricos deve-se ao grande volume de dados disponíveis.

Tabela 2 - Relação entre o número total de parâmetros, o número de amostras não conformes e o percentual de amostras não conformes para a bacia hidrográfica do Ratones.

Parâmetros	Nº de Amostras	Nº de Amostras Não Conforme	% Amostras Não Conforme
pH	812	36	4,43
Oxigênio Dissolvido (OD)	754	483	64,04
$DBO_{5,20}$	670	456	68,06
Fósforo Total (PT)	562	407	72,42
Nitrato (NO_3)	416	3	0,72
Nitrito (NO_2)	368	99	26,90
Amônia (NH_4)	391	75	19,18
Turbidez (Tu)	731	11	1,52
Coliformes Termotolerantes (CT)	611	322	52,70
TOTAL	5.315	1.892	35,60

Elaborado pelos autores.

IVIDES.org

A Tabela 3 fornece os parâmetros utilizados para os dois rios. O rio Papaquara concentra mais da metade das amostras avaliadas para a bacia hidrográfica do Ratones, com um volume total de amostras de 2.796 e, deste total, 41% (1.153) das amostras estão em desconformidade com a legislação. O rio Ratones, apesar de ser o rio principal da bacia, apresenta um número total de amostras reduzido, quando comparado com o rio Papaquara, com apenas 853 e, deste total, 209 (24,5%) estão em desacordo com a legislação. Na Tabela 3, são destacados em vermelho os parâmetros, que apresentaram mais de 50% das amostras em não conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Tabela 3 - Relação do número total de parâmetros, do número de amostras não conformes e do percentual de amostras não conformes para o rio Papaquara e o Rio Ratones.

	Rio Papaquara			Rio Ratones		
Parâmetro	Nº de Amostras	Amostras Não Conforme	% Não Conforme	Nº de Amostras	Amostras Não Conforme	% Não Conforme
pH	431	15	3,5	145	18	12,4
OD	384	308	80,2	138	14	10,1
$DBO_{5,20}$	310	199	64,2	134	98	73,1
PT	275	241	87,6	52	22	42,3
NO_3	242	2	0,8	22	1	4,6
NO_2	293	98	33,5	70	1	1,4
NH_4	212	74	34,9	22	1	4,6
Tu	365	11	3,0	130	0	0
CT	284	206	72,5	140	54	38,6
TOTAL	2.796	1.153	41,3	853	209	24,5

Elaborado pelos autores.

3.4 - APLICAÇÃO DO ICE PARA A VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO

O ICE é uma metodologia matemática estatística, desenvolvida com base na medida da *abrangência (F1)*, da *frequência (F2)* e da *amplitude (F3)* dos valores que caracterizam a qualidade da água e que estão fora dos limites estabelecidos pela legislação local (CARVALHO, 2017). A formulação é desenvolvida, com base no número de amostras fora do padrão, na frequência com que os valores das análises se apresentam fora do padrão e o quanto esses valores se distanciam dos valores limites (BORTOLIN *et al.*,2013). A combinação destes fatores (F1, F2 e F3) cria um vetor no espaço tridimensional e cada um corresponde a um dos componentes do vetor (AMARO, 2009). A Figura 3 representa o modelo conceitual do ICE.

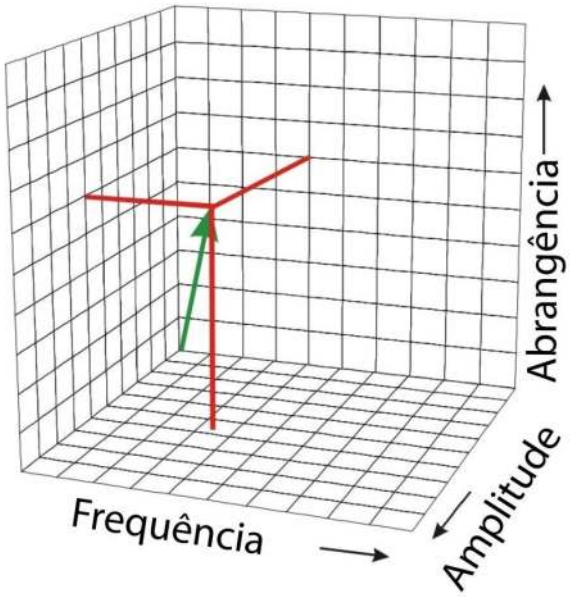


Figura 3 - Modelo conceitual do índice de conformidade ao enquadramento (ICE). Elaborado pelos autores, adaptado de CCME (2017).

IVIDES.org

A combinação de F1, F2 e F3 gera um vetor, com comprimento que pode variar de zero (0) a cem (100). O cálculo do ICE, conforme proposto pelo CCME, é realizado por meio da determinação dos três fatores, conforme a seguir.

Fator 1 – Abrangência*:* representa a abrangência das desconformidades, ou seja, o número de parâmetros de qualidade da água (variáveis), que não cumprem os limites desejáveis, pelo menos uma vez, no período de observação. E é calculado por meio da Equação 1.

$$F1 = \left(\frac{Número\ de\ variáveis\ fora\ do\ padrão}{Número\ total\ de\ variáveis} \right) * 100 \quad \text{(Eq. 1)}$$

Fator 2 – Frequência*:* representa a porcentagem de vezes que as variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade à legislação, em relação ao número total de observações. Ele é calculado por meio da Equação 2.

$$F2 = \left(\frac{Número\ de\ medições\ fora\ do\ padrão}{Número\ total\ de\ medições} \right) * 100 \quad \text{(Eq. 2)}$$

Fator 3 – Amplitude*:* representa a quantidade pela qual o valor testado falhou, ou seja, a diferença entre o valor do parâmetro medido e o limite da classe, em conformidade com o objetivo pretendido da qualidade da água, calculando-se em três etapas:

i) O número de vezes em que a concentração da variável observada é maior que o limite estabelecido (ou menor que, quando o objetivo desejado é um valor mínimo).

$$\Delta V_{maior} = \left(\frac{Valor\ obs}{Limite\ est} \right) - 1 \quad \text{ou} \quad \Delta V_{menor} = \left(\frac{Limite\ est}{Valor\ obs} \right) - 1 \quad \text{(Eq. 3)}$$

ii) O número de vezes que os testes realizados estão em desacordo com o limite legal estabelecido; sendo calculado por meio da soma de todas as variações individuais dos testes desconformes, dividida pelo número total de testes, sendo denominada pela soma normatizada das variações. O cálculo é realizado pela Equação 4.

$$snv = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta V}{Número\ total\ de\ testes} \quad \text{(Eq. 4)}$$

iii) O valor desta etapa é calculado por meio da relação entre os limites estabelecidos, com valores reduzidos a uma variável entre 0 e 100, segundo a Equação 5.

$$F3 = \left(\frac{snv}{0{,}01 * snv + 0{,}01} \right) \quad \text{(Eq. 5)}$$

Então, o valor do ICE é calculado normalizando os três fatores pela Equação 6.

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1{,}732} \right) \quad \text{(Eq. 6)}$$

O valor de 1,732 é utilizado para normalizar os fatores F1, F2 e F3, pois cada fator pode chegar ao valor de 100. Logo, o alcance máximo do vetor ICE é:

$$\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2} = \sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173{,}2 \quad \text{(Eq. 7)}$$

A divisão deste valor por 1,732 faz com que o comprimento do vetor não ultrapasse o valor de 100, limitando o ICE ao valor de 100.

IVIDES.org

O ICE, assim como o IQA, classifica o corpo hídrico, com base em uma escala de notas, que variam de 0 (muito ruim) a 100 (muito bom). Quanto mais o ICE estiver próximo de 100, mais o ponto de monitoramento estará de acordo com o enquadramento do curso d'água; por outro lado, quanto mais o ICE estiver próximo de 0, mais o enquadramento está sendo desrespeitado (ANA, 2012). Neste trabalho, será utilizada a classificação proposta por Amaro (2009), visto que a autora propôs uma reformulação das faixas de classificação, para uma melhor adequação da análise dos resultados, em relação ao enquadramento dos corpos hídricos brasileiros, com base na classificação original proposta pela CCME. O Quadro 1 apresenta a classificação reformulada.

Quadro 1 - Faixas de classificação do ICE utilizada neste estudo

80 ≤ ICE ≤ 100 Conforme	A maioria ou todas as medições estão dentro dos padrões de qualidade da água.
45 ≤ ICE ≤ 80 Afastado	As medições estão frequentemente em desacordo com os padrões de qualidade da água.
ICE ≤ 45 Não Conforme	A maioria ou a totalidade das medições está violando os limites da classe de enquadramento.

Fonte: Amaro (2009).

4 - DIAGNÓSTICO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RATONES POR MEIO DO ICE

4.1 - INFLUÊNCIAS TEMPORAL E ESPACIAL DA URBANIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do Ratones é composta por diversos canais de drenagem, rios e córregos. Por meio da Figura 4a, é possível verificar a dinâmica temporal da distribuição dos valores do ICE de todos os pontos monitorados dentro da bacia hidrográfica. Neste momento, não se analisou a influência da localização dos pontos dentro da bacia no resultado do ICE. Já a distribuição espacial dos valores de ICE, dos principais corpos hídricos que compõem a bacia do Ratones, pode ser observada na Figura 4b.

Por meio da Figura 4a, é perceptível que as águas da bacia do Ratones encontram-se impactadas de forma negativa. Os valores medianos do ICE, ao longo dos anos, estiveram, em sua maioria, em desconformidade com os padrões estabelecidos, estando classificados como *Não Conforme e Afastado*, com alguns pontos *outliers* apresentando-se *Conformes* para o ano de 2008. Os valores medianos do ICE ficaram entre 34 (2017) e 68 (2013), mas, em sua maioria, ficaram estabelecidos entre 40 e 55, indicando uma péssima qualidade da água na bacia, na última década.

Na análise da bacia hidrográfica do Ratones, foram utilizados 8 corpos hídricos. Dentre esses corpos hídricos, tem-se os 3 rios principais (Papaquara, Ratones e Veríssimo), que formam a bacia, e os canais afluentes dos rios principais, sendo que alguns são naturais e outros, artificiais. O período de dados considerado foi do ano de 2008 a 2018, com exceção dos anos de 2010 e 2012, para os quais, não houve campanhas de coleta e monitoramento dos parâmetros indicadores de qualidade da água.

Quando o olhar é voltado para os corpos hídricos na bacia, é possível identificar que os dados estão distribuídos principalmente entre os rios principais (Figura 4b). O resultado dos corpos hídricos reflete a avaliação realizada para a bacia ao longo dos anos, com os corpos d'água classificados como *Afastado e Não Conforme.*

Foi realizada a análise espacial dos valores de ICE, a fim de verificar se a localização dos pontos de determinados rios, a montante ou a jusante de uma área urbana, tem influência no valor do ICE.

IVIDES.org

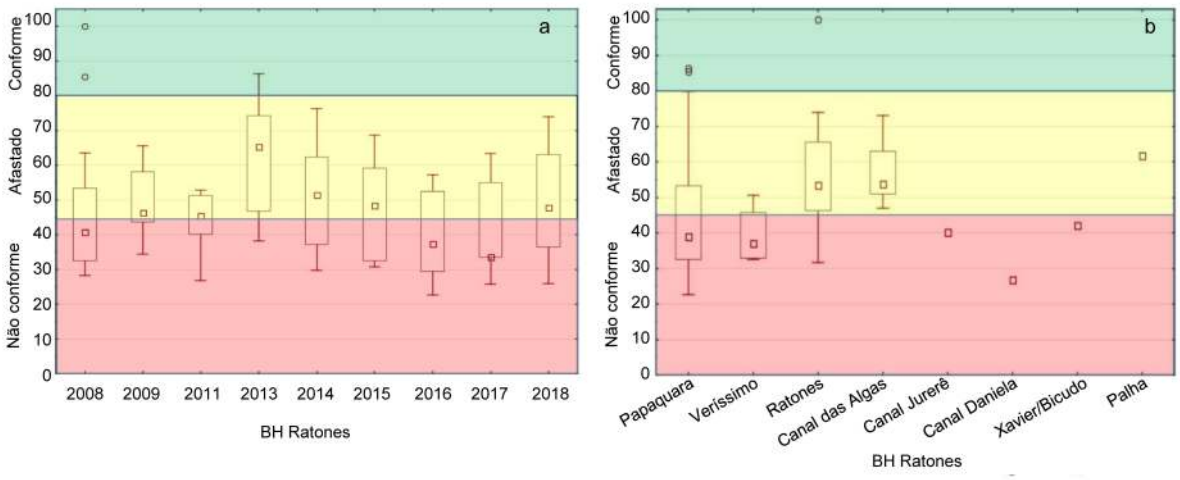


Figura 4 - Gráficos *box-plot* com os resultados do ICE, calculados para todo o conjunto de dados da bacia hidrográfica do Ratones: (a) resultado por ano e (b) resultado para o conjunto de dados, para cada rio da bacia hidrográfica.

A Figura 5a representa a distribuição temporal do ICE, como uma série histórica e um compilado dos valores referentes aos pontos avaliados ao longo dos anos para o rio Papaquara. É possível aferir que o problema de qualidade de água neste corpo hídrico não é pontual e já vem ocorrendo impactos negativos ao longo da última década, degradando a qualidade do ambiente. Historicamente, o rio Papaquara apresenta uma condição crítica, em relação à qualidade da água, apresentando o valor mediano das amostras, em oito dos nove anos avaliados, na pior classificação de conformidade em relação ao enquadramento, além de apresentar pouca variação nas outras faixas de classificação do índice. Para os anos de 2008, 2009 e 2011, o índice foi classificado como *Não Conforme,* apresentando uma melhora significativa para o ano de 2013, com valores variando até a faixa de conformidade, mas com valor mediano fixado como *Afastado.* A partir de 2013, os valores foram decaindo ao longo dos anos. Os valores determinados para o ICE apontam que, historicamente, a condição da qualidade da água vem sofrendo impactos negativos e que este corpo hídrico apresentou 12 pontos de monitoramento, com níveis distintos da influência urbana; o valor mediano do índice esteve enquadrado como *Não Conforme,* em oito dos nove anos avaliados, sendo o ano de 2013, o único com valor mediano classificado na faixa intermediária de qualidade (*Afastado*).

Com a análise espacial (Figura 5b), é possível afirmar que os pontos localizados entre P2 e P9 (região central da sub-bacia do papaquara) estão classificados como *Não Conforme* e são os pontos que recebem a maior contribuição antropogênica da sub-bacia. O ponto P1, localizado em uma região a montante da contribuição antropogênica, é o ponto com os melhores valores de ICE, de forma geral. Os pontos P10, P11, P12 são os pontos que apresentam maior variabilidade, flutuando de valores *Não Conforme* e *Conforme,* mas apresentam valores medianos classificados como *Afastado.* De modo geral, o rio Papaquara apresenta bons valores, no ponto próximo à nascente (P1), valores péssimos, na região antropizada (P2 a P10), e uma melhora significativa dos valores mais a jusante, já com possível influência da UC (P11 e P12).

O rio Papaquara recebe o lançamento de efluentes tratados, provenientes da ETE de Canasvieiras. Esses efluentes percorrem um canal artificial de drenagem, por aproximadamente 1.600 m, até desaguar no rio Papaquara, entre os pontos P5 e P7, que, por sua vez, é afluente do rio Ratones (PMF, s.d.). Rodrigues (2016) verificou que a bacia do rio Papaquara tem 32,3 km², com um nível de 18,8% de área urbana, apresentado 38% de rede coletora de esgoto. A baixa vazão do rio Papaquara e o lançamento do efluente tratado da ETE de Canasvieiras, somado ao sistema de esgotamento doméstico insuficiente na bacia, resulta em concentrações de nutrientes elevadas, contaminação bacteriana e diminuição nas concentrações de oxigênio, gerando impactos negativos para o ambiente.

Rodrigues (2016) quantificou a concentração dos parâmetros no lançamento de efluentes tratados da ETE no rio Papaquara, e segundo ele, por mais que os parâmetros estejam de acordo com a legislação, o volume lançado resulta em uma elevada carga de nutrientes e matéria orgânica, superando a capacidade de autodepuração do corpo hídrico, indo ao encontro com o que foi determinado, por meio das análises dos parâmetros e do ICE deste estudo. Ainda segundo o autor, ao longo do ano de 2015, a ETE superou em 55% as vazões de projeto, indicando que, na época, a estação já estava subdimensionada, sendo um problema crônico para as águas do rio Papaquara.

IVIDES.org

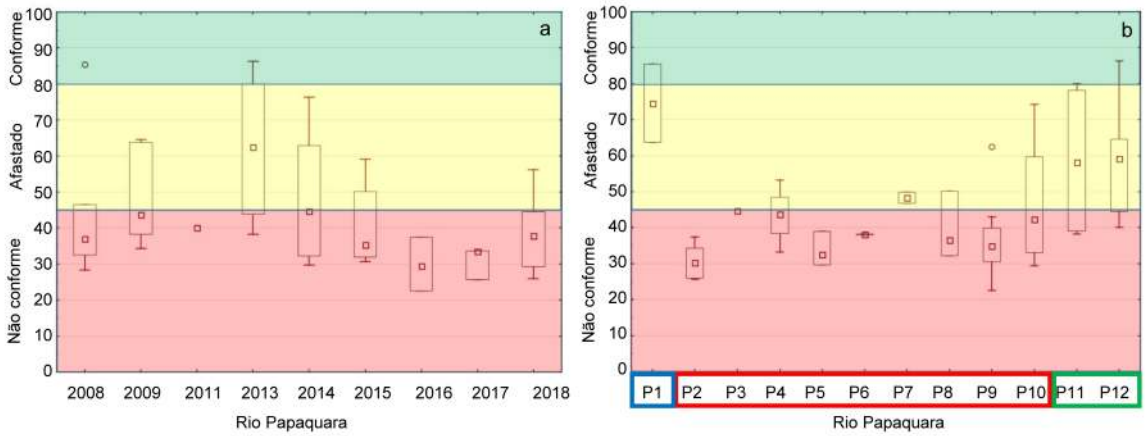


Figura 5 - Análise dos valores de ICE para o rio Papaquara: (a) resultado por ano para o conjunto de dados e (b) resultado para cada ponto monitorado do rio Papaquara. Cores azul, vermelho e verde, respectivamente: pontos a montante da região antropizada; na zona antrópica e a jusante da região antropizada (inseridos dentro da UC).

A bacia do rio Ratones apresenta uma área de 35,2 km², com 8,4% de área urbana, e não apresenta rede coletora de esgoto (RODRIGUES, 2016). Pagliosa (2004) constatou a influência negativa da dinâmica urbana para o rio Ratones, seu curso natural foi desviado para que fosse possível drenar áreas alagáveis, com um grande canal retificado tornando-se via de fluxo das águas, além de encontrar teores elevados de silicato. Segundo Fidelis (1998), essas intervenções nos cursos naturais reduziram a profundidade média e a extensão dos rios.

Por meio da Figura 6a, é possível inferir que o rio Ratones apresentou pouca variação de valores do ICE na série histórica, sendo 2008, o ano com a maior flutuação de valores. Os valores do ICE para este corpo hídrico, no decorrer dos anos, manteve-se na mesma faixa de classificação. A partir de 2014, os valores apresentaram uma melhora, mas nada muito significativo, a ponto de alterar a classificação. De forma geral, o rio Ratones está classificado na faixa de *Afastado*, caracterizando o corpo hídrico como frequentemente fora dos padrões estabelecidos. Na avaliação da distribuição de dados para o rio Ratones ao longo dos anos, é possível verificar a falta de continuidade no monitoramento do corpo hídrico, havendo buracos na série de dados (*e.g.*, entre 2015 e 2018, houve monitoramento apenas em 2015 e 2018). Ao longo dos anos, os dados estiveram majoritariamente concentrados na faixa de classificação de *Afastado*, com valores medianos variando de 46 a 69 (Figura 6a).

Ao verificar a distribuição do ICE nos pontos, verificou-se que a melhor condição foi encontrada para R1, região de nascente e pouco antropizada, os piores valores (R5, R6 e R7) foram encontrados na região com maior influência da área urbana (Figura 6b).

Avaliando a resposta do índice, em conjunto com a situação dos parâmetros e a falta de rede coletora para o rio Ratones, é possível inferir que a principal fonte de poluição é proveniente do lançamento de efluentes *in nautra*. Essa análise corrobora com a análise realizada anteriormente para o rio Ratones, pelos seguintes autores: Fuzinatto (2009), Pagliosa (2004), Parizotto (2009) e Rodrigues (2016).

Os pontos do rio Ratones, bem como o corpo hídrico de forma geral, apresentam uma condição frequente de não cumprimento dos padrões de qualidade de água, estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/2005, para corpos hídricos de Classe 2. A Figura 6a representa os valores da série histórica do ICE para o rio e a Figura 6b, a distribuição do ICE para os pontos de monitoramento.

A análise dos corpos hídricos, separadamente, segue o mesmo padrão encontrado para a bacia hidrográfica do Ratones como um todo: os principais parâmetros em desacordo se repetem e indicam uma contaminação crônica por fontes pontuais e difusas, por matéria orgânica e nutrientes e, provavelmente, estão associadas aos baixos níveis de saneamento, à ocupação urbana e ao adensamento populacional, sem planejamento prévios.

IVIDES.org

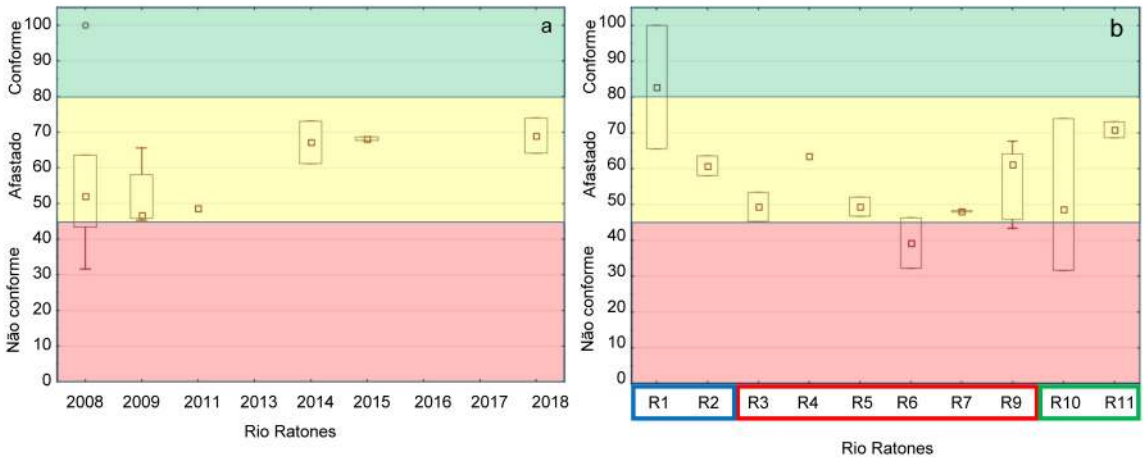


Figura 6 - Análise dos valores de ICE para o rio Ratones. A figura (a) apresenta o resultado por ano para o conjunto de dados e (b) para cada ponto monitorado do rio Ratones. Cores azul, vermelho e verde, respectivamente: pontos a montante da região antropizada, na zona antrópica e a jusante da região antropizada (inseridos dentro da UC).

4.2 - INFLUÊNCIA DA POPULAÇÃO FLUTUANTE

Segundo Rodrigues (2016), durante o período de veraneio (alta temporada), a população da bacia hidrográfica do Ratones praticamente dobra, com um incremento de 1,9 vezes.

Os valores do ICE de baixa (maio a outubro) e alta (dezembro a janeiro) temporadas foram comparados entre si, utilizando o teste de significância t de Student, para um nível de significância de 5%. A hipótese nula considerada foi que as médias dos valores do ICE são iguais, tanto para a baixa quanto para a alta temporada. A hipótese alternativa considerada foi que as médias são diferentes. O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi aplicado, para verificação da premissa de normalidade dos dados de cada conjunto amostral (ICE para baixa temporada e ICE para alta temporada). Desta maneira, caso a hipótese nula fosse confirmada, considerou-se que os valores médios de ICE para baixa e alta temporada eram iguais e, portanto, que não há influência da população flutuante no comportamento do ICE para estas duas condições.

Para a verificação da influência da população flutuante na alta temporada (verão), nos valores do ICE, além da análise usando todos os pontos monitorados no interior da mesma, foi realizada a análise para dois cursos d'água específicos: Papaquara e Ratones. A análise dos dois corpos hídricos foi feita para verificar a hipótese de que alguns cursos de água pudessem apresentar comportamento do ICE diferente do comportamento considerando a bacia como um todo. Somado a isto, justifica-se a escolha em função de serem os dois ou três maiores cursos de água na bacia do rio Ratones, além de estarem inseridos em áreas com níveis distintos de urbanização e de apresentarem coletas de amostras de água e de análise de seus parâmetros, em número suficiente para realização do teste estatístico *t* de Student.

A Tabela 4 apresenta o resultado do teste *t* para cada corpo hídrico, a aplicação do teste foi condicionada primeiramente pela premissa da normalidade, os dois conjuntos de dados foram normais e, com o auxílio desta tabela, é possível verificar o tamanho da amostra N, utilizada na comparação das médias amostrais, além dos valores de significância (p) para o rio Papaquara e para o rio Ratones.

O rio Papaquara apresenta o maior volume de amostras (N = 51), com pouca variação dos valores médios de alta e baixa temporada, com valor médio de ICE de 52 e 49, respectivamente. Para este corpo hídrico, não existem diferenças significativas (p = 0,457) entre os períodos de alta e baixa temporadas. O rio Ratones tem N = 23 e também apresenta pouca diferença no valor médio do ICE, para alta (65) e baixa (62) temporada. Neste corpo hídrico, não foi identificada uma diferença estatisticamente significativa (p = 0,578).

Os valores da avaliação acerca da existência de diferenças significativas dos valores do ICE para os corpos hídricos que compõem a bacia hidrográfica do Ratones, corroboram com os valores da análise de significância para todos os pontos e não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre alta e baixa

IVIDES.org

temporadas. Rodrigues (2016) também não encontrou uma relação da qualidade da água com a flutuação da população intra e inter anuais e sim, devido às variáveis físicas e de impermeabilização das bacias do Ratones e Saco Grande.

Tabela 4 - Resumo dos resultados obtidos para o teste *t de Student* para todos os valores do ICE, para alta (AT) e baixa temporada (BT), para o rio Papaquara e o rio Ratones

Grupos AT vs BT	N	Média AT	Média BT	t-valor	df	p	Desv. Padrão AT	Desv. Padrão BT	F	Variância P
Papaquara	51	52	49	0,746	100	0,457	22	18	1,623	0,089
Ratones	23	65	62	0,56	44	0,578	18	17	1,113	0,803

Elaborado pelos autores.

Apesar dos resultados aqui obtidos, Cabral *et al.* (2020) relataram que os piores cenários dos corpos hídricos foram encontrados no verão e no outono, associados a entradas de esgoto e impulsionadas pelas chuvas e pelo turismo de massa na bacia do Ratones.

4.3 - INFLUÊNCIA DA SALINIDADE

Para compreender os possíveis alteradores da qualidade de água dos corpos hídricos, faz-se necessário uma análise mais aprofundada de outros parâmetros, por exemplo, da possível influência da salinidade, devido à variação da maré.

Segundo a resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), os corpos hídricos com salinidades superiores a $0{,}5\%_0$ devem ser considerados como salobros e devem ser enquadrados de acordo com a salinidade. No rio Papaquara, os pontos PB, P9, P10, P11 e P12 apresentaram salinidade média na faixa de classificação de águas salobras, com os valores crescentes, de montante para jusante, indicando uma influência do mar nos corpos hídricos da bacia. Esse comportamento também é observado no rio Veríssimo e no Ratones, para os pontos mais a jusante da bacia.

A Figura 7 apresenta a regressão para o rio Papaquara. Na elaboração da figura, foram separados os dois períodos de monitoramento, de 2008 a 2011 e de 2013 a 2015, pois eles apresentam comportamentos distintos. É possível deduzir, a partir da distribuição dos valores, das linhas de tendência, bem como, a partir das equações das retas, que, para o segundo período, a salinidade tem aproximadamente 6 vezes mais influência sobre o resultado do ICE do que no primeiro período.

A análise dos dados de salinidade mostra que a concentração de sais dissolvidos nas águas do rio Papaquara é maior que o limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005, para a classe doce, de 0,5‰. Este fato é justificado pelos pontos P9, P10, P11 e P12. Os pontos P11 e P12, que apresentam os maiores teores de salinidades, encontram-se próximos à Estação Ecológica de Carijós, que é uma zona estuarina. A mistura estuarina apresenta, por um lado, a descarga de água doce continental e, do outro, a ação de ondas e marés com água salgada. Esta dinâmica gera um gradiente de salinidade, do continente em direção ao oceano. Se a descarga continental diminui, a ação marinha se acentua, aumentando a área estuarina ou a concentração de sais na região interior do estuário. Se a descarga continental aumenta, a mistura se desloca em direção ao oceano (LOITZENBAUER; MENDES, 2011). A Figura 7 indica que o aumento da salinidade deve-se à influência do oceano no corpo hídrico e não, ao despejo de efluentes domésticos, pois o ICE melhora com o aumento da salinidade. Porém, quanto maior o avanço do mar no continente, menor é a disponibilidade de água doce na zona costeira, que, devido à mistura com a água do mar, torna-se salgada – salobra. Se este processo se tornar contínuo, danos permanentes podem ser causados para a irrigação e para os ecossistemas especializados.

IVIDES.org

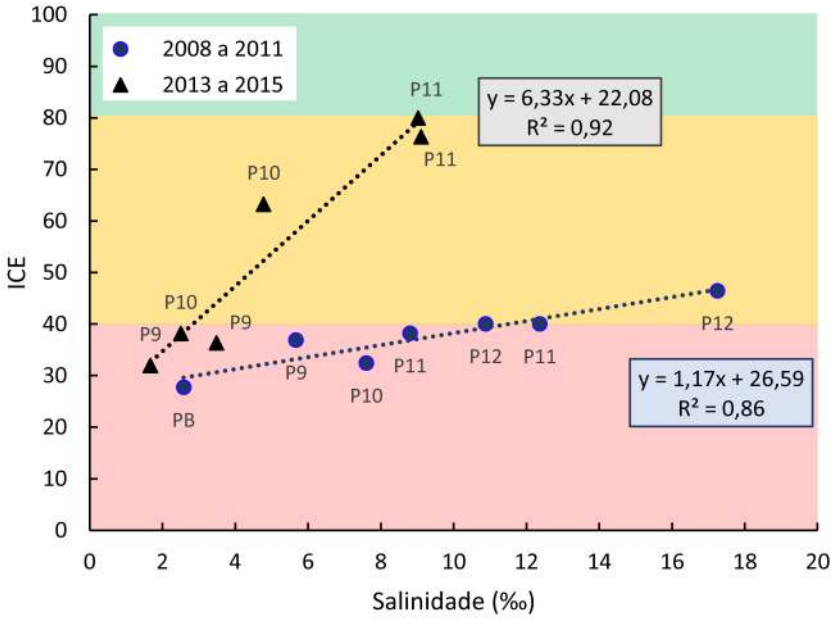


Figura 7 - Regressão linear entre a salinidade e o valor do ICE, calculado para os pontos de monitoramento do rio Papaquara. Os círculos verdes representam os valores do período de 2008 a 2011, enquanto os triângulos azuis representam os valores de 2013 a 2015. O R^2 para ambas as retas é superior a 0,86, ou seja, 86% da variação do ICE é explicada pela reta de regressão.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia do ICE é de fácil aplicação e possibilita a avaliação por diversas perspectivas, de acordo com o interesse do usuário, pois a única premissa do método é que se tenha minimamente quatro coletas de água e quatro parâmetros analisados e eles estejam referenciados em alguma norma, a fim de que seja possível aplicá-lo. O resultado mostra que o ICE pode ser utilizado em programas de monitoramento da qualidade da água, bem como, para avaliar a água para diferentes usos. O índice é uma ferramenta essencial para verificar conformidades ao enquadramento da qualidade dos recursos hídricos, em função da robustez e versatilidade.

O uso do ICE mostrou-se promissor para a produção de informações úteis ao gerenciamento de áreas costeiras, permitindo a construção de um diagnóstico da qualidade das águas, associado ao enquadramento das mesmas. Esta construção é extremamente relevante, pois possibilita conhecer a situação pregressa e atual dos corpos hídricos, quais os fatores influenciadores naturais e antrópicos, que são informações chaves, no planejamento de ações focadas para alcançar os padrões de qualidade, previstos no enquadramento estabelecido em legislação.

O enquadramento vigente para a bacias do Ratones é classe 2, para rios de água doce. Entretanto, cabe ressaltar que, em uma região costeira, com influência direta do oceano, a entrada de salinidade é evidente e influencia a dinâmica das águas nas bacias. Isto significa que alguns pontos dentro dessas bacias costeiras poderiam ser considerados como de águas salobras, segundo a resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), o que alteraria o enquadramento da mesma e, consequentemente, os limites dos parâmetros de qualidade da água. Isto foi observado na Bacia do Ratones, bem como, a influência da salinidade nos valores do ICE. Além disso, a bacia apresenta em sua foz uma área de manguezal, protegida pela Estação Ecológica de Carijós. Trata-se de uma variação dos tipos de unidades de conservação (UC) federais e, por isso, na região, há restrições em relação aos usos no interior da unidade, devido ao grau de importância ecológica do ecossistema local. Como os rios que compõem as bacias drenam suas águas para a UC, estas regiões não estão totalmente livres da dinâmica urbana no seu entorno. Este fato foi evidenciado neste estudo, a dinâmica da ocupação urbana tem impactado diretamente a qualidade das águas da UC. Esta UC representa a maior reserva de manguezal, no seu limite de distribuição geográfica, na costa Atlântica da América do Sul. Como a UC não engloba toda a bacia hidrográfica, na qual está inserida, os impactos na UC são mais difíceis de serem controlados. Por exemplo, a maior parte dos rios e canais presentes na bacia não estão dentro do limite da UC, limitando as ações dos gestores da unidade.

IVIDES.org

Ainda, a Resolução CONAMA nº 357/2005 classifica as águas que são destinadas "[...] à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral", como sendo águas de Classe Especial, para as quais, não existem padrões de qualidade de água para os parâmetros. Visto que ambas as bacias abrangem a UC, fica evidente que é necessário repensar o enquadramento dos corpos hídricos das mesmas e que os gestores devem adequar seus planejamentos e suas ações à realidade na qual estão inseridos, a fim de garantir a destinação prevista na resolução CONAMA nº 357/2005. O enquadramento atual, para a Classe 2, é pouco restritivo e, mesmo assim, a situação dos corpos hídricos é bem preocupante, sendo um problema crônico, que vem ocorrendo ao longo dos últimos anos. Portanto, é difícil imaginar um cenário positivo, se esta situação persistir. O modelo de desenvolvimento adotado nesta região tem sido baseado na negligência e na exploração dos recursos naturais, fato que compromete a sustentabilidade dos recursos naturais desta bacia.

Para estudos futuros, sugere-se a ampliação do monitoramento das bacias, com a formulação de um plano de monitoramento, incluindo os principais corpos hídricos formadores das mesmas, com, no mínimo, três pontos de monitoramento por rio (um próximo à nascente, outro, com influência da área urbana, e o terceiro, mais próximo à foz), para a verificação efetiva da influência urbana na dinâmica das águas, ressaltando os pontos onde devem ocorrer intervenções e fiscalizações. A sugestão de parâmetros é: salinidade, pH, OD, $DBO_{5,20}$, fósforo, nitrogênio, turbidez, coliformes termotolerantes, além da inclusão de parâmetros relativos a metais e outros componentes inorgânicos, para tentar identificar outras fontes de poluição, que não estejam associadas aos efluentes domésticos. É necessário ainda, o registro do horário de coleta das amostras e das anotações sobre o clima, no momento da amostragem, permitindo assim, a análise da influência da precipitação que precedeu a coleta (em escala horária). Como este índice é flexível, com a entrada de parâmetros e dos limites padronizados na legislação, as análises podem ser divididas entre água doce e águas salobras para a porção que estiver com salinidade acima do limite proposto para água doce e, posteriormente, verificada junto aos padrões, para o enquadramento no qual se encaixa.

Por fim, a bacia hidrográfica deve ser pensada como uma unidade de gestão territorial e não, simplesmente como uma titulação, as ações devem ser pensadas para adequar-se aos usos mais exigentes que as bacias demandam. Os resultados obtidos neste estudo condensam diversos anos de análises, realizadas por diferentes instituições, e evidenciam a necessidade de intervenção, em busca da melhoria da qualidade da água dos rios, principalmente, nas áreas com maior adensamento urbano.

O monitoramento contínuo serve de base para uma análise sólida das respostas abióticas e bióticas, frente às perturbações naturais e antrópicas em curso nesse ecossistema. O ICE foi capaz de informar de forma clara e objetiva a situação do corpo hídrico, em relação à meta de qualidade da água sugerida. Os resultados mostram o comportamento dos rios, ao longo do espaço e do tempo, em relação à sua condição hídrica, permitindo a localização dos pontos da bacia, que precisam de maior controle, a fim de atender os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Este estudo de caso deve ser utilizado pelos gestores públicos, facilitando o diálogo, em temas como gestão dos ecossistemas e uso eficiente de recursos. Os dados podem ser utilizados como incentivo a programas de conscientização social e monitoramento ambiental participativo, incentivando a discussão e o espirito crítico dos moradores da bacia hidrográfica, transformando mentalidades, conceitos, hábitos e práticas, favorecendo a compreensão ampla da realidade ambiental da região.

Sugere-se a implantação de sistema de gerenciamento e planejamento ambiental efetivo na microbacia hidrográfica, com a definição dos diversos usos compatíveis com a infraestrutura e com a capacidade suporte dos ecossistemas, a fim de absorver as cargas poluidoras, como forma de prevenir a poluição. Também, que se estabeleçam periodicamente diagnósticos da qualidade da água, dando continuidade a este estudo, buscando manter um banco de dados atualizado e disponível para a sociedade e os gestores públicos consultarem, nos momentos de tomada de decisões e de implantação de políticas. E, por fim, a promoção de políticas públicas efetivas que reforcem os quadros institucionais, pressionando para que sejam desenvolvidas ações estratégicas de curto e longo prazo, na luta contra a degradação e a poluição.

IVIDES.org

REFERÊNCIAS

AMARO, C. A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento**. 2009. 224 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-121147/pt-br.php. Acesso em: 30 set. 2020.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Atlas Esgotos**: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, DF: ANA, 2013a. Disponível em: http://atlasesgotos.ana.gov.br/. Acesso em: 03 mar. 2021.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013**. Brasília, DF: ANA, 2013b. 432 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual. 2018. Brasília, DF: ANA, 2018. 72 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Enquadramento dos corpos d'água em classes.** Brasilia, DF: ANA, 2020. 57 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012.** Brasilia, DF: ANA, 2012. 264 p.

BARRERA-ROLDÁN, A.; SALDÍVAR-VALDÉS, A. Proposal and application of a Sustainable Development Index. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 251-256, 2002.

BORTOLIN, T. A. *et al*. Avaliação do Índice de Conformidade ao Enquadramento em um Trecho da Bacia do rio São Marcos. *In:* **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 20., 17 a 22 de novembro de 2013, Bento Gonçalves, RS, 2013.

BOSSEL, H. **Earth at a Crossroads**: Paths to a Sustainable Future. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BRASIL. **Lei Federal n° 9.433, de oito de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei. Brasília, DF, Diário Oficial da União, 09 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 06 out. 2020.

BRENTANO, D. M.; ROSA, G. C. Avaliação da toxicidade aguda do efluente de atividades potencialmente poluidoras situadas no entorno da ESEG Carijós. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 1, n. 2, p. 42, 2013.

CABRAL, A. *et al*. Water masses seasonality and meteorological patterns drive the biogeochemical processes of a subtropical and urbanized watershed-bay-shelf continuum. **Science of The Total Environment**, v. 749, 141553, 2020.

CAMPANARIO, P. **Florianópolis**: dinâmica demográfica e projeção da população por sexo, grupos etários, distritos e bairros (1950 - 2050). Florianópolis: IPUF, 2007.

CARVALHO, A. P. **Utilização do Índice de Qualidade da água (iqa–ccme) para verificação de conformidade ao enquadramento no Ribeirão São João em Porto Nacional – TO.** 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Recursos Hídricos) - Pós-Graduação Profissional em Engenharia Ambiental, Campus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, 2017.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, n. 5, 2000.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life:** CCME Water Quality Index User's Manual. Canadian environmental quality guidelines (CEQGs). Winnipeg, CA: CCME, 2001.

IVIDES.org

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life:** CCME Water Quality Index User's Manual 2017 update. Canadian environmental quality guidelines (CEQGs). Winnipeg, CA: CCME, 2017.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das Águas Salinas e Salobras no Estado de São Paulo 2013.** 2º Parte do relatório de águas superficiais. Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte2.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. v. 1. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. 336 p.

CONEGLIAN, M. G. **Avaliação dos índices de qualidade da água bruta de um manancial em área urbana**. 2020. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2020.

COSTA, H. F. **Monitoramento da qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015**. 2016. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **Journal of Environmental Management**, v. 21, n. 2, 1985.

ESPINOSA, B. C.; HIDALGO, Y. G. Índice canadiense de calidad de las aguas para la cuenca del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 23, n. 3, 2014.

FERREIRA, N. C. **Aplicação de Índices de Qualidade de Água (IQA) como apoio à carcinicultura marinha**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC, 2009.

FIDÉLIS FILHO, N. L. **Uma abordagem sobre as profundas modificações na morfometria fluvial da bacia hidrográfica do Rio Ratones-Florianópolis/SC, num periodo de quarenta anos, e suas possíveis conseqüências**. 1998. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

FREITAS, A. M. V. de. **Efeito de eventos meteo-oceanográficos na qualidade da água e no transporte de materiais em um pequeno estuário subtropical**. 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado profissional em perícias ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. 2009. 243 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GERLING, C. *et al*. **Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores**. Santos, SP: Editora Comunicar, 2016.

GOMES, G. A. **Qualidade da água e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Papaquara, Florianópolis**. 2010. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

HAMMOND, A. *et al*. **Environmental indicators**: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington, DC: World Research Institute, 1995.

HARDIR, P.; ZDAN, T. (ed.). **Assessing sustainable development:** principles in practice. Canada: International Institute for Sustainable Development, 1997.

HARMANCIOGLU, N. B.; OZKUL, S. D.; ALPASLAN, M. N. Water Quality Monitoring and Network Design. cap. 4. *In*: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. **Environmental Data Management**. [*S.l*]: Springer Science; Business Media Dordrecht, 1998. p. 61-106. (Water Science and Technology Library book series; 27)

IVIDES.org

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Autorização de dragagem canal Av. das Algas**. 2010. (Processo Administrativo nº 02127.000487/2010-18, Interessado: Habitasul Jurerê Internacional).

IDE, C. N. *et al*. IQAS para Mato Grosso do Sul: quais refletem a situação real? *In*: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental., 17., Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, [**Anais**...], 2000.

IGAM(Instituto Mineiro de Gestão das Águas). **Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013:** resumo executivo. Belo Horizonte, MG: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2014. 68 p. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/resumo-executivo-2013.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

IPUF (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Florianópolis). **Atlas de Florianópolis.** Florianópolis: IPUF, 2006.

LOITZENBAUER, E.; MENDES, C. A. B. A dinâmica da salinidade como uma ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos na zona costeira: uma aplicação à realidade brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 2, p. 233–245, 2011.

LOPES, M. **A evolução urbana da Ilha de Santa Catarina e sua influência na hidroquímica e pressão de CO2 de riachos subtropicais**. 2020. 91 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Programa de Pós Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

LOZADA, P. T.; VÉLEZ, C. H. C.; PATIÑO, P. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. **Revista de Ingenierías Universidad de Medellín**, v. 8, n. 15, p. 3, 2009.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos:** realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 686 p.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILIPPI JUNIOR, A. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T.F. **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2013.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**. USA: The Sustainability Institute, Hartland Four Corners, 1998. 78 p.

MENEZES, J. M.; SILVA JÚNIOR da, G. C.; PRADO, R. B. Índice de Qualidade de Água (IQACCME) aplicado à avaliação de aquíferos do estado do Rio de Janeiro. **Águas Subterrâneas**, v. 27, n. 2, 2013.

OECD (Organization for Economic Co-operation on Development). **Environmental Indicators: concets and terminology**. Paris: Group on the state of the environment, OECD, 1993.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). **To measure sustainable development**. Paris: Organization for Economic Co-operation on Development, 2000.

OLIVEIRA, I. da S. *et al*. Índice de Conformidade ao Enquadramento nos Reservatórios Jucazinho, Bituri, Botafogo e Pirapama, em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, 2018.

OTT, W. R. **Environmental indices:** theory and practice. v. 8. Michigan, USA: Ann Arbor Science Publishers, 1978. 371 p.

PAGLIOSA, R. P. **Variação espacial nas características da água, dos sedimentos e da macrofauna bentônica em áreas urbanizadas e em unidades de conservação na Baía da Ilha de Santa Catarina**. 2004. 100 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PANDOLFO, C. *et al*. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. v. 1. Florianópolis: Epagri, 2002.

IVIDES.org

PARIZOTTO, B. A. D. M. **Qualidade da água e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina (Brasil)**. 2009. 147 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PINTO, C. *et al*. Análise dos valores do Índice de Conformidade ao Enquadramento no baixo do Rio das Velhas, situado na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. *In:* **Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**, Juazeiro, PA, 5 a 9 de junho de 2016.

PMF (Prefeitura Municipal de Florianópolis). **Plano Integrado de Saneamento Básico**. Florianópolis: Secretaria Municipal de Infraestrutura, Superintendência de Habitação e Saneamento, [*S.l.*], [s.d.]. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/infraestrutura/index.php?cms=plano+integrado+de+saneamento+basico. Acesso em: 03 mar. 2021.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avancados**, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

REED, M .S.; FRASER, E. D. G.; DOUGILL, A. J. An adaptive learning process fordeveloping and applying sustainability indicators with local commu-nities. **Ecological Economics**, n. 59, p. 406–418, 2006.

RODRIGUES, C. J. **Águas de Carijós:** Passado, Presente, Futuro e seus Impactos. 2016. 153 f. Dissertação (Mestrado profissional em perícias ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

RODRIGUES, C. J.; FRANCO, D.; FONSECA, A. L. O.; LEITE, N. K.; GARBOSSA, L. H. P.; SILVA, A. R. Change in the dynamics of salinity and water quality of an island estuary by the discharge of effluents. **RBRH**, v. 26, e25, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-0331.2621202100263.

SANTOS, K. M. S. et al. Avaliação do Comportamento Sazonal da Qualidade da Água do Rio Pitanga, Sergipe. *In:* **XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, Maceió, Alagoas, 20-24 nov. 2018.

SANTOS, R. C. L. *et al*. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, p. 33–46, 2018.

SCARNECCHIA, D. L.; JORGENSEN, S. E. Fundamentals of Ecological Modelling. **Journal of Range Management**, v. 48, n. 6, 1995.

SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. H. de. Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas no Brasil: um diagnóstico. *In*: BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. (coord.). **Manejo costero integrado y política pública en Iberoamérica:** Un diagnóstico. Necesidad de cambio. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), 2010. p. 291–330.

SILVA, A. R. da. **Avaliação da qualidade ambiental e do processo de eutrofização na bacia hidrográfica do Papaquara, Ilha de Santa Catarina, SC**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

SILVA, A. R. da. **Avaliação do Processo de Eutrofização das Águas Superficiais, do Cenário Nacional ao Local:** Estudo de Caso nas Bacias Hidrográficas Costeiras dos Rios Ratones, Itacorubi e Tavares (Ilha de Santa Catarina, Brasil). 2019. 309 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciência Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SILVA, A. R. da *et al.* Aplicação do modelo TRIX para avaliação da qualidade da água dos rios que drenam para Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis, SC, Brasil. *In*: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 20., Florianópolis, SC, 2013.

SILVA, A. R. da *et al.* Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period. **RBRH**, v. 21, n. 3, p. 537–548, 2016.

SILVA, M. T. L. **Adaptação e aplicação do índice de conformidade ao enquadramento (ICE) de curso d'água.** 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Recursos Hídricos) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2017.

IVIDES.org

STANKEY, G.H. *et al.* The Limits of Acceptable Change (LAC) system for wilderness planning. EUA: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1985. 39 p. (General Technical Report INT, 176)

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. v. 1. [*S.l.*]: Edição dos Autores, 2003.

TWINING-WARD, L.; BUTLER, R. Implementing STD on a Small Island: development and use of sustainable tourism development indicators in Samoa. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 10, n. 5, p. 363-387, 2002.

VALENTIN, A.; SPANGENBERG, J.H. A guide to community sustainability indicators. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 20, p. 381–392, 2000.

VITORETTE, T. **Avaliação da Qualidade da Água do entorno da ESEC Carijós**: Rio Papaquara, Município de Florianópolis/SC. 2008. Iniciação Científica (Graduação em Curso Técnico de Meio Ambiente) -Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007.

IVIDES.org

DOI 10.5281/zenodo.6672709

POSFÁCIO

Raquel Dezidério Souto

Nas regiões costeiro-marinhas, ao longo do tempo, a humanidade tem estabelecido seus assentamentos e desenvolvido suas atividades, por serem espaços que agregam a possibilidade de uso dos recursos naturais e o desfrute das amenidades locais. As percepções sobre as amenidades variam bastante, tendo a pesquisa de Schaeffer e Dissart (2018) destacado cinquenta diferentes definições para amenidade em publicações científicas, todas elas, notadamente, remetendo à ideia de usufruto da Natureza pelo Homem. O movimento ambientalista, característico das décadas de 1960 e 1970, alertou para o uso inconsequente dos recursos naturais e para os efeitos da poluição industrial para a saúde humana e como fator de desequilíbrio do ecossistema. Mesmo antes disto, no Brasil imperial, José Bonifácio e outros criticaram os danos causados pela mineração do ouro, influenciando a publicação da primeira Lei de Terras do Brasil, em 1850, com a previsão de penalidades aos infratores (MARTINS e AMORIM, 2007). Assim, nasceu no Brasil, uma norma legal que já contemplava a ideia do "poluidor pagador", como forma de compensação pelos danos causados ao ambiente. Esse caráter compensatório na gestão ambiental ganha força nos anos seguintes, chegando aos dias atuais, mas com uma outra faceta: do pagamento popular de evetuais aumentos de tarifas, taxas e afins, para coibir o uso dos recursos naturais, especialmente, o uso da energia, seguindo a lógica dos limites do crescimento (*The Limits to Growth*)[1].

A visão da economia clássica considera aqueles recursos naturais, que sejam relacionados à manutenção da vida (água, ar, florestas etc), como bens comuns da humanidade, não considerando a monetização dos mesmos (considerando-os como bens livres). Já na segunda metade do século XX, em 1972, a publicação do Relatório do Clube de Roma e a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (ou Conferência de Estocolmo) marcam a inserção da dimensão ambiental no debate econômico, exemplificado pelas correntes da economia ambiental e da economia ecológica (ou bioeconomia). Na visão da economia ambiental, as ferramentas da economia são aplicadas, na tentativa de solução dos problemas ecológicos e considerando que os recursos são infinitos. Com a emergência da economia ecológica, surgem conceitos transdisciplinares (conceitos próprios da economia que são apropriados e modificados pela ecologia e vice-versa), como o *transumo*, cujo termo foi cunhado pelo matemático Georgescu-Roegen, aplicado na tentativa de traduzir o termo inglês *throughput* e entendido como "[...] o fluxo metabólico de matéria e energia que entra e sai da economia para o ecossistema" (MAY, 2010, p. vii). Conceitos relacionados à entropia também foram utilizados pelo ecólogo Eugene Odum, na modelagem dos sistemas ecológicos, considerando o ser humano como um potente modificador do meio e abordando os problemas ecológicos, do ponto de vista energético (ODUM, 2001). A economia ecológica marca a monetização da Natureza, com duas vertentes, da *sustentabilidade forte* e da *sustentabilidade fraca*, sendo que, na visão da primeira, o capital natural é insubstituível (em maior ou menor sentido); e na visão da segunda vertente, o capital natural pode ser completamente substituído pelo capital construído (pelos humanos). A visão da sustentabilidade forte se fundamenta especialmente nos fatos de que a humanidade depende dos recursos naturais para viver e que nem tudo pode ser substituído pelo capital construído. Por outro lado, a visão da sustentabilidade fraca alinha-se à razão utilitarista, considerando que tudo quanto há na Natureza pode ser substituído, dada a racionalidade e inventividade humanas, e considerando que pode ser dada *nova* utilidade ao meio e aos recursos. Mesmo internamente à sustentabilidade forte, há ainda dois pensamentos, a respeito da preservação do capital natural - um deles, considera que o capital natural poderia ser substituído, em certa medida, com a compensação pela exploração de recursos não renováveis, pelo investimento em recursos renováveis (por exemplo, a exploração de petróleo sendo compensada pelos investimentos

[1] *Os limites do crescimento*, um dos relatórios do Clube de Roma.

IVIDES.org

em energias renováveis); já o segundo pensamento, considera que os recursos não renováveis devem ser intocáveis, nomeando este tipo, como *capital natural crítico*, considerando seu valor como crucial para a manutenção da vida e que sua perda (ou substituição) poderia ser irreversível.

Georgescu-Roegen apresentou um modelo interessante, denominado *bioeconômico*, considerando que a dimensão econômica estaria subordinada à dimensão ambiental, uma vez que a economia depende dos recursos naturais. Porém, foi criticado à época, tanto por economistas, que não aceitavam o sistema econômico como um subsistema do sistema ambiental; quanto por ecologistas, que já apontavam para a necessidade de adoção da ecologia política, como uma maneira de avançar em relação à visão puramente biofísica da Natureza, vigente à época (MARCELLESI, 2008). Independentemente destas divergências, o pensamento sistêmico, que incluía a dimensão ambiental no debate econômico, representou um avanço, à medida em que diversas métricas puderam ser desenvolvidas, a fim de mitigar e sanar os problemas *ambientais* (posteriormente, *socioambientais*).

A ecologia política emerge em um tempo de ocorrência de grandes desastres ambientais, como desastres petrolíferos ou nucleares, os quais afetavam diferentes segmentos sociais, que sofriam os efeitos de modo distinto. Assim, surgiu o conceito de justiça socioambiental, numa tentativa de compensar estes grupos menos favorecidos, pelos danos compulsórios sofridos. O livro do economista Karl Kapp, Os custos sociais das empresas privadas (*The social costs of private enterprises*) marca este tempo, pela análise das fontes dos danos sociais, relacionando o funcionamento e a lógica da economia capitalista (e as ações empresariais) aos custos associados à poluição da água e do ar e aos danos causados aos indivíduos, tais como, as enfermidades profissionais e a exploração de mão de obra feminina (e de menores de idade). Kapp também criticou o uso de indicadores nacionais de renda, como uma medida para o crescimento econômico das nações, já que exclui os custos associados à prática econômica, conforme colocado anteriormente. Este pensamento foi coadunado por Amartya Sen, que criticou o uso de um outro indicador bastante conhecido, o produto interno bruto (PIB) *per capita*, como medida para a riqueza do povo, neste caso, porque tornava invisíveis, as desigualdades sociais regionais e locais. No entanto, foi criticado por incluir apenas a dimensão econômica em suas análises. Assim, Sen colaborou com Mahbud ul Haq e outros, no desenvolvimento conceitual e na formulação de um indicador, que incluísse outras dimensões, além da econômica - o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), publicado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, em 1990 (UNDP, 1990).

O IDH marca o início de uma década de grande desenvolvimento de indicadores sintéticos e de sistemas de indicadores, voltados à mensuração da sustentabilidade, em suas três dimensões, conforme consagradas na Cúpula da Terra de 1992 - ambiental, econômica e social; conjunto que foi denominado como *tripé do desenvolvimento sustentá*vel. Mais recentemente, outras abordagens incluíram outras dimensões, tais como: político-institucional, cultural, técnico-científica; tendo cada país, desenvolvido seu próprio sistema de indicadores nacionais para avaliação do desenvolvimento sustentável (SOUTO, 2011).

Nesta mesma fase, de profusão de iniciativas de desenvolvimento de métricas para avaliação da sustentabilidade, foram adotados alguns marcos referenciais e ordenadores importantes. Os marcos referenciais, como o próprio nome nos conta, refere as métricas a um tipo de corrente/ visão (conforme exemplificado anteriormente), contribuindo para a sua validação conceitual. Já os marcos ordenadores, também explicitamente nomeados, contribuem para o ordenamento das medidas, fornecendo modelos de categorização em superclasses, seguindo um raciocínio linear de causa-efeito-consequência, como o modelo pressão-estado-resposta (PER) da Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OCDE), que, posteriormente, originou outros marcos da mesma instituição. Dentre os marcos referenciais, destacam-se aqueles mais utilizados na América Latina e Caribe, conforme apontado por Quiroga (2005): *i*) o marco simples de componentes ambientais, que considera categorias de natureza biológica e física, tais como: "água", "ar", "terra/solo" ou "biota", nas quais, os componentes da Natureza seriam classificados e alocados; como exemplo, citam-se o sistema de indicadores do *Statistics Canada*[2], que apresenta componentes ambientais na sua estrutura; e o *Framework for the Development of Environment Statistics* (FDES)[3], lançado pelas Nações Unidas, em 1984; *ii*) o marco da Comissão de Desenvolvimento

[2] Os dois relatórios, publicados em 2007, estão disponíveis em: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/16-251-x/16-251-x2007000-eng.pdf?st=wOQetmo7 e https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/catalogue/16-253-X.

[3] *Estrutura para desenvolvimento de estatísticas ambientais*. Em sua mais recente versão (2013), encontra-se disponível em: https://unstats.un.org/unsd/environment/fdes/FDES-2015-supporting-tools/FDES.pdf e https://unstats.un.org/unsd/environment/FDES/FDES%20Flyer%20English_3July2013_WEB.pdf.

IVIDES.org

Sustentável das Nações Unidas[4]; com a inclusão da dimensão institucional ao tripé do desenvolvimento sustentável; iii) o marco do capital natural, segundo o qual, "a condição de sustentabilidade é a manutenção no tempo de um estoque ou acervo de capital natural (ou do estoque total de capital artificial, natural e humano)" (QUIROGA, 2005, p. 57); e *iv*) os marcos sistêmicos da relação sociedade-natureza, já influenciados pelas abordagens sistêmicas e pela *Teoria geral dos sistemas*, de Bertalanffy (1950; 2006), considerando sistemas e subsistemas, para representar a ordem e o funcionamento da Natureza e a interação com a sociedade. Os marcos ordenadores foram elaborados e publicados, especialmente, por organismos multilaterais, como a Organização das Nações Unidas (ONU) ou a OCDE, sendo destacados: *i*) os marcos PER (pressão-estado-resposta), FER (Força-motriz-Estado-Resposta), PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta), Força-motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR) e Força-motriz-Pressão-Estado-Exposição-Efeito-Ação (FPEEEA); *ii*) o Esquema para Elaboração de Estatísticas de Meio Ambiente (EEEMA), desenvolvido pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas, em 1985; e *iii*) o *Marco para o desenvolvimento de estatísticas ambientais*[5], publicado pela Comissão Econômica e Social das Nações Unidas para a Ásia e o Pacífico[6], em 2002.

Muitos países atenderam ao chamado das Nações Unidas e produziram sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável ou de sustentabilidade[7], tendo sido realizada análise comparativa entre os sistemas de sete países - Argentina, Brasil, Canadá, Espanha, México, Portugal, Reino Unido; além de três iniciativas multinacionais - o Projeto GEO[8], a REDESA[9] e a ILAC[10] (SOUTO, 2011). Os resultados da análise apontaram para o caráter mais sistêmico no conjunto de indicadores da Argentina, dentre os demais países. Este resultado demonstra que a criação de um sistema de indicadores nacional robusto, tanto conceitual quanto tecnicamente, independe do tamanho da economia da nação em questão, dizendo mais respeito à opção pela constante modernização de seus processos de gestão e à abertura ao novo, ao desenvolvimento, em seu melhor sentido. Cabe destacar que, já na primeira década de 2000, alguns destes sistemas já apresentavam seus resultados em mapas on-line interativos.

O panorama encontrado atualmente, no que concerne ao desenvolvimento de sistemas de indicadores e outras métricas para a avaliação da sustentabilidade, não destoa muito do pensamento deste tempo, que corresponde às décadas de 1990 e 2000. O pensamento a respeito da relação sociedade e natureza ainda segue alguma destas correntes apresentadas anteriormente - economia ambiental, economia ecológica, sistêmica, incluindo os mecanismos de responsabilização e punição pelo dano ambiental (ou socioambiental). Na atual fase, o que difere, são os processos e técnicas desenvolvidos, com maior utilização dos computadores (e da Internet) e grande avanço nos mapeamentos, com a profusão de sistemas on-line de *web mapping*[11], nos quais, os dados podem ser alimentados e acessados de qualquer local do planeta (idealmente). No entanto, apesar de todos os avanços tecnológicos alcançados pela humanidade, as práticas de planejamento e gestão ambientais, seja em quaisquer esferas (nacional, regional ou local), têm, em sua maioria, desconsiderado a participação pública no processo de tomada de decisão. As avaliações de impacto ambiental também não incluem frequentemente a consulta aos grupos

[4] *United Nations Commission on Sustainable Development* (UNCSD). Em 2001, a mesma comissão publicou o guia *Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies* (Indicadores de desenvolvimento sustentável: modelo e metodologias) (denominado por *Livro azul*), a ser seguido (adaptado) pelos países componentes do sistema ONU, no desenvolvimento de seus sistemas de indicadores de sustentabilidade (UNCSD, 2001).

[5] *Framework for the Development of Environment Statistics* (FDES).

[6] *United Nations Economic and Social Comission for Asia and the Pacific* (UNESCAP).

[7] No presente texto, é considerado que *desenvolvimento sustentável* é o modelo de desenvolvimento que atende a geração presente, sem comprometer o sustento das futuras gerações. Já *sustentabilidade*, é vista como o alcance e manutenção do desenvolvimento sustentável no tempo, numa perspectiva de longo prazo.

[8] O Projeto GEO - *Global Environment Outlook*, mantido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), pode ser visitado em: https://www.unep.org/pt-br/global-environment-outlook.

[9] REDESA é sigla para Rede de Instituições e Especialistas em Estatísticas Sociais e Ambientais da América Latina e Caribe, tendo sido formada em 2001, pela Divisão de Estatísticas e Projeções Econômicas da Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL), das Nações Unidas.

[10] A iniciativa Latinoamericana e Caribenha para o Desenvolvimento Sustentável (ILAC) é mantida pelo PNUMA, para orientar os países integrantes da América Latina e do Caribe, no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade.

[11] *Web mapping* é palavra inglesa para mapeamento *web*, ou o mapeamento realizado via Internet, com *softwares* desenvolvidos especificamente para isto.

IVIDES.org

afetados pela instalação de empreendimentos profundamente modificadores do meio. Aumenta-se, assim, a distância entre o gestor e o cidadão habitante do lugar, em um processo de gestão claramente de caráter *top-down* (de cima para baixo). Apesar de todas as publicações técnicas, de agências de fomento à pesquisa e de organismos multilaterais, ainda há de ser desenvolvida a mentalidade da participação pública na gestão ambiental.

As práticas de mapeamento participativo (ou colaborativo) e de Cartografia Social[12] têm visado preencher essa falha na gestão, ao promover a inclusão dos cidadãos nas avaliações, planos e processos, relacionados ao planejamento e à gestão do espaço onde vivem. A gestão ganha o caráter participativo e beneficia-se do aporte de dados e informações, oriundos dos conhecedores do lugar, que, em muitas situações, ainda funciona como um mecanismo de valorização do lugar e dos seus habitantes. Algumas práticas de turismo sustentável, como os projetos de desenvolvimento de produtos e serviços locais, também promovem a inclusão social e a valorização do lugar, contribuindo para o aumento do sentimento de pertencimento dos habitantes. Esses sentimentos, de valorização e de pertencimento, auxiliam ainda na promoção da conscientização ambiental, onde cada indivíduo torna-se partícipe. Por outro lado, algumas práticas questionáveis, como a consulta pró-forma a certos grupos, apenas para cumprir requisitos normativos, sem considerar suas opiniões e seu conhecimento; ou o envolvimento dos grupos afetados pela poluição com o próprio agente poluidor, como patrocinador de atividades de conservação ambiental; ou a criação de projetos e cursos, especificamente, para mascarar situações de destruição ambiental, tendo patrocínio do agente poluidor; entre tantas outras, funcionam como um entrave ao desenvolvimento de um modelo de gestão idôneo, ético e que traga benefícios reais aos grupos locais.

A citação de Odum, de seu livro *Princípios de ecologia*, "A diversidade é uma necessidade da vida, não apenas o seu condimento." (2001, p. 411), resume a mudança de mentalidade, a ser promovida, trazendo a Natureza para o primeiro plano e considerando as diversidades ambientais e sociais como um patrimônio único, a ser preservado. A obra *Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas* visa contribuir para a disseminação do conhecimento acerca de tais áreas, além de revelar as pesquisas que têm sido realizadas por brasileiros e estrangeiros. Espera-se que o livro atenda tanto ao público especializado (pesquisadores, professores, gestores) quanto àqueles que têm interesse nos temas (alunos e público em geral), colaborando para a construção de um futuro mais includente, humanitário e sustenátvel.

REFERÊNCIAS

BERTALANFFY, L. V. The theory of open systems in Physics and Biology. **British Journal of Philosophical Science**, v. 1, n. 2, p. 134-165, 1950.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2006. 360 p.

KAPP, K.W. **The social costs of private enterprise**. 2. imp. USA, New York: Schocken Books, 1975.

MARCELLESI, F. Nicholas Georgescu-Roegen, padre de la bioeconomía. **Ecología Política**, n.35, p.143-144, jun. 2008.

MARTINS, D.B.; AMORIM, R.F. de. A construção do debate ambientalista numa perspectiva do direito constitucional: da demanda global à efetivação nacional e local. *In*: **VI Congresso Nacional do CONPEDI 2007**, Belo Horizonte 15 a 17 de novembro de 2007. Disponível em: http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/dayse_braga_martins.pdf. Acesso em: dez. 2021.

MAY, P. (org.) **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 379 p.

ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 927 p.

QUIROGA, R.M. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible**: estado del arte y pers-

[12] Mapeamento participativo difere-se do colaborativo, no primeiro, o sujeito efetivamente mapeia, enquanto que, no segundo tipo, o sujeito envia os dados, que então, são colocados no mapa por terceiros. Já Cartografia Social, é uma expressão que ganhou força no Brasil e que representa os mapeamentos relacionados a situações de conflitos de interesse (e pelo uso da terra) e de injustiça socioambiental, tendo diversas pesquisas sido desenvolvidas, especialmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

IVIDES.org

pectivas. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL, 2005. 122 p. (Serie manuales; 43).

SCHAEFFER, Y.; DISSART, J.-C. Natural and Environmental Amenities: A Review of Definitions, Measures and Issues. **Ecological Economics**, v. 146, p. 475–496, 2018.

SOUTO, R.D. **Desenvolvimento Sustentável**: da tentativa de definição do conceito às experiências de mensuração. 2011. 283f. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2011.

STATISTICS CANADA. **Canadian environmental sustainability indicators**. Canada: Statistics Canada, 2007a. 67 p.

STATISTICS CANADA. **Canadian environmental sustainability indicators**: socio-economic Information. Canada: Statistics Canada, 2007b. 200 p.

UN (United Nations). International Frameworks of Environmental Statistics and Indicators. *In*: **Inception Workshop on the Institutional Strengthening and Collection of Environment Statistics**, 25-28 April 2000, Samarkand, Uzbekistan. New York: United Nations Statistics Division, 2000. 10 p.

UNCSD (United Nations Comission on Sustainable Development). **Indicators of sustainable development**: guidelines and methodologies. New York: UNCSD, 2001. 320p.

UNDP (United Nations Development Programme). **Human Development Report 1990**. New York: UNDP, Oxford University Press, 1990. 189 p.

UNESCAP (United Nations Economic and Social Comission for Asia and the Pacific). **Manual on Environment Statistics**. Chapter 1 - Environment Statistics: The basics. Bangkok, Thailand: UNESCAP, 2002. 87 p.

IVIDES.org

Bibliografia completa

Capítulo 1

BIASUTTI, M.; BATTISTI, D. S.; SARACHIK, E. S. The annual cycle over the Tropical Atlantic, South America, and Africa. **Journal of Climate**, v. 16, n. 15, p. 2491- 2508, 2003.

CHANG, P.; SARAVANAN, R.; JI, L.; HEGERL, G. C. The effect of local sea surface temperatures on atmospheric circulation over the Tropical Atlantic sector. **Journal of Climate**, v. 13, n. 13, p. 2195-2216, 2000.

CSANADY, G. T. **Air-sea interaction: laws and mechanisms**. Cambridge University Press, 2001.

DAL PIVA, E.; GAN, M. A.; MOSCATI, M. C. L. The role of latent and sensible heat fluxes in an explosive cyclogenesis over the South American East Coast. **Journal of the Meteorological Society of Japan**. Ser. II, v. 89, n. 6, p. 637–663, 2011.

DASGUPTA, S.; LAPLANTE, B.; MURRAY, S.; WHEELER, D. Exposure of developing countries to sea-level rise and storm surges. **Climatic Change**, v. 106, n. 4, p. 567–579, 2011.

ELIOT, M.; PATTIARATCHI, C. Remote forcing of water levels by tropical cyclones in Southwest Australia. **Continental Shelf Research**, v. 30, n. 14, p. 1549–1561, 2010.

ESCOBAR, G.; VARGAS, W.; BISCHOFF, S. Wind tides in the Rio de La Plata Estuary: meteorological conditions. **International Journal of Climatology***:* A Journal of the Royal Meteorological Society, v. 24, n. 9, p. 1159–1169, 2004.

ESTRADE, P.; MARCHESIELLO, P.; VERDIÈRE, A. C.; ROY, C. Cross-shelf structure of coastal upwelling: A two-dimensional extension of Ekman's theory and a mechanism for inner shelf upwelling shut down. **Journal of marine research**, v. 66, n. 5, p. 589–616, 2008.

FFIELD, A. Amazon and Orinoco River Plumes and NBC Rings: Bystanders or participants in hurricane events? **Journal of Climate**, v. 20, n. 2, p. 316-333, 2007.

GERBI, G. P.; TROWBRIDGE, J. H.; EDSON, J. B.; PLUEDDEMANN, A. J.; TERRAY, E. A.; FREDERICKS, J. J. Measurements of *momentum* and heat transfer across the air–sea interface. **Journal of Physical Oceanography**, v. 38, n. 5, p. 1054-1072, 2008.

GILL, A. E. **Atmosphere - Ocean dynamics**. Elsevier, 1982.

HOLTON, J. R. **An introduction to dynamic meteorology**. Fourth edition, volume 535. Elsevier, 2004.

LENTZ, S. J.; FEWINGS, M. R. The wind- and wave-driven inner-shelf circulation. **Annual Review of Marine Science**, v. 4, n. 1, p. 317-343, 2012.

LORENZ, E. N. Available potential energy and the maintenance of the general circulation. **Tellus**, 7(2):157– 167. 1955.

ORLANSKI, I. A rational subdivision of scales for atmospheric processes. **Bulletin of the American Meteorological Society**, p. 527-530, 1975.

IVIDES.org

PARKER, D. Mesoscale meteorology Overview. *In:* NORTH, G. R., PYLE, J., and ZHANG, F. (ed.) **Encyclopedia of Atmospheric Sciences**. 2. ed. Academic Press, Oxford, 2015. p. 316-322.

PEDLOSKY, J. **Geophysical fluid dynamics**, v. 710. Springer, 1987.

PHILANDER, S. G. H.; GU, D.; LAMBERT, G.; LI, T.; HALPERN, D.; LAU, N.-C.; PACANOWSKI, R. C. Why the ITCZ is mostly north of the Equator. **Journal of Climate**, v. 9, n. 12, p. 2958-2972, 1996.

PUGH, D.; WOODWORTH, P. **Sea-level science: understanding tides, surges, tsunamis and mean sea-level changes**. Cambridge University Press, 2014.

RUDZIN, J. E.; SHAY, L. K.; CRUZ, B. J. The impact of the Amazon–Orinoco River Plume on enthalpy flux and air–sea interaction within Caribbean Sea tropical cyclones. **Monthly Weather Review**, v. 147, n. 3, p. 931-950, 2019.

SANDERS, F.; GYAKUM, J. R. Synoptic-dynamic climatology of the “bomb”. **Monthly Weather Review**, v. 108, n. 10, p. 1589-1606, 1980.

SILVA, D. A.; DOTTORI, M. The atmospheric blocking influence over the South Brazil Bight during the 2013–2014 summer. **Regional Studies in Marine Science**, v. 45, n. 101815, jun. 2021.

STAMMER, D.; UEYOSHI, K.; KÖHL, A.; LARGE, W.; JOSEY, S.; WUNSCH, C. Estimating air-sea fluxes of heat, freshwater, and momentum through global ocean data assimilation. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 109, C5, 2004.

TALLEY, L. D. **Descriptive physical oceanography:** an introduction. Academic press, 2011.

TILBURG, C. E.; GARVINE, R. W. Three-dimensional flow in a shallow coastal upwelling zone: Alongshore convergence and divergence on the new jersey shelf. **Journal of Physical Oceanography**, v. 33, n. 10, p. 2113-2125, 2003.

TSONIS, A. **An introduction to atmospheric thermodynamics**. Cambridge University Press, 2002.

WALSH, J. J. **On the nature of continental shelves**. Elsevier, 2013.

Capítulo 2

DIRECTIVA 2001/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de junho de 2001 relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente. Luxemburgo: Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2001. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0042&from=EN. Acesso em: 31 mai. 2021.

DONNELLY, A.; JONES, M.; O’MAHONY, T.; BYRNE, G. Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S.l.]*, v. 27, n. 2, p. 161–175, 2007. DOI: 10.1016/j.eiar.2006.10.006.

DOREN, D. van; DRIESSEN, P.P.J.; SCHIJF, B.; RUNHAAR, H.A.C. Evaluating the substantive effectiveness of SEA: Towards a better understanding. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S.l.]*, v. 38, p. 120–130, 2013. DOI: 10.1016/j.eiar.2012.07.002.

DUBLIN PORT COMPANY. Dublin Port Masterplan Strategic Environmental Assessment Environmental Report: Non-technical Summary, 2012. Disponível em: https://www.dublinport.ie/wp-content/uploads/2017/01/Dublin_Port_Masterplan_SEA_ER_NTS.pdf. Acesso em: 31 mai. 2021.

ESTERHUYSE, S. Identifying the risks and opportunities of unconventional oil and gas extraction using the strategic environmental assessment. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, *[S.l.]*, v. 3, p. 33-39, 2018. DOI: 10.1016/j.coesh.2018.03.009.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **EEA core set of indicators, Guide**. [*S.l.*]: EEA Technical report nº 1/2005, 2005.

IVIDES.org

GONZÁLEZ, A.; THÉRIVEL, R.; FRY, J.; FOLEY, W. Advancing Practice Relating to SEA Alternatives. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S.l.]*, v. 53, p. 52-63, 2015. DOI: 10.1016/j.eiar.2015.04.003.

IAIA (International Association for Impact Assessment). **Strategic Environmental Assessment Performance Criteria**. IAIA Special Publication Series, nº 1, 2002. Disponível em: http://www. iaia.org/publicdocuments/special-publications/sp1.pdf. Acesso em: 31 mai. 2021.

MATA-LIMA, H.; VASCONCELOS, L. Integração da participação no processo de tomada de decisão referente a projectos de engenharia. **Ambiente e Sociedade**, *[S.l.]*, v. IX, p. 71-82, 2006. DOI: 10.1590/S1414-753X2006000200004.

PARTIDÁRIO, M.R. **Strategic Environmental Assessment better practice guide: methodological guidance for strategic thinking in SEA**. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente e Redes Energéticas Nacionais, 2012.

PIZELLA, D.G.; SOUZA, M.P. Avaliação ambiental estratégica de planosde bacias hidrográficas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, *[S. l.]*, v. 18, n. 3, p. 1085-1094, 2013. DOI: 10.1590/S1413-41522013000300007.

RIZZO, H.B.; GALLARDO, A.L.F.; MORETTO, E.M. Avaliação ambiental estratégica e planejamento do setor de transportes paulista. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, *[S.l.]*, v. 22, n. 6, p. 1085-1094, 2017. DOI: 10.1590/S1413-41522017128060.

SÁNCHEZ, L.E. Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil? **Estudos Avançados**, *[S.l.]*, v. 31, n. 89, p. 167-183, 2017. DOI: 10.1590/s0103-40142017.31890015.

SILVA, A.W.L.; SELIG, P.M.; MORALES, A.T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. **Ambiente e Sociedade**, *[S. l.]*, v. XV, n. 3, p. 75-96, 2012. DOI: 10.1590/S1414-753X2012000300006.

TALJAARD, S., SLINGER, J.H.; ARABI, S.; WEERTS, S.P.; VREUGDENHIL, H. The natural environment in port development: A 'green handbrake' or an equal partner? **Ocean & Coastal Management**, *[S.l.]*, v. 199, 105390, 2021. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105390.

UNITED NATIONS. **Transforming our world**: the 2030 agenda for sustainable development. A/RES/70/1. New York: United Nations, 2015.

VIEIRA, M.C.M.; GALLARDO, A.; AGUIAR, A.; GAUDERETO, G. Plano de gestão integrada de resíduos sólidos de São Paulo na perspectiva da avaliação ambiental estratégica. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, *[S.l.]*, v. 11, e20180155, 2019. DOI: 10.1590/2175-3369.011.e20180155.

WANG, H., BAI, H., LIU, J., XU, H. Measurement indicators and an evaluation approach for assessing Strategic Environmental Assessment effectiveness. **Ecological Indicators**, *[S.l.]*, v. 23, p. 413-420, 2012. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.04.021.

WU, Y.; MA, H. Analysis of strategic environmental assessment in Taiwan energy policy and potential for integration with life cycle assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, *[S. l.]*, v. 71, p. 1-11, 2018. DOI:10.1016/j.eiar.2018.03.005.

Capítulo 3

ADAMS, C. As populações caiçaras e o mito do bom selvagem: a necessidade de uma nova abordagem interdisciplinar. **Revista de Antropologia**, São Paulo, USP, v. 43, n. 1, 2000.

ARRUDA, O. D.; GONÇALVES, J. P. Limites e possibilidades no desenvolvimento de estratégias de Turismo de Base Comunitária em um território quilombola. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 21, n. 1, p. 107-123, jan.-mar. 2020.

ASHOKA; CTG BRASIL. **Mapeamento de inovações sociais em turismo sustentável**. 2020. Disponível em: https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://www.ashoka.org/sites/default/files/2020-12/Inovacoes+Sociais+Para+o+Turismo+Sustentavel_final.pdf. Acesso: 02 mai. 2021.

IVIDES.org

BARROS, A. L. R.; RODRIGUES, C. G. O. Educação diferenciada e turismo de base comunitária nos territórios caiçaras de Paraty (RJ). **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 22, 2019.

BARTHOLO, R. Sobre o sentido da proximidade: implicações para um turismo situado de base comunitária. *In*: BARTHOLO, R; SANSOLO, D. G.; BURSZTYN, I. (org.). **Turismo de Base Comunitária**: diversidade de olhares e experiências brasileiras. Rio de Janeiro: Letra e Imagem, 2009. ISBN 978856101201-4.

BRASIL. Decreto nº 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Brasília, DF: D.O.U., 07 fev. 2007. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso: 02 mai. 2021.

BRASIL. Decreto nº 8.750, de 9 de maio de 2016. **Institui o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Brasília, DF: D.O.U., 10 mai. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8750.htm. Acesso: 02 mai. 2021.

CRUZ, V. C.; OLIVEIRA, D. A. (org.). **Geografia e giro descolonial**: experiências, ideias e horizontes de renovação do pensamento crítico. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017. ISBN: 978-85-785-12-4.

DIEGUES, A. C. S. **Diversidade Biológica e Culturas Tradicionais Litorâneas**: O Caso das Comunidades Caiçaras. Série documentos e relatórios de pesquisa – Nº 5. Documento apresentado na 4ª Conferência da União Mundial para Conservação da Natureza, Costa Rica, 1988.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 4ª ed. São Paulo: HUCITEC: NUPAUB: USP, 2004. 169 p. ISBN: 85-271-0345-1.

ESCOBAR, A. O lugar da natureza e a natureza do lugar: globalização ou pós-desenvolvimento? In: LANDER, E. (org.). **A colonialidade do saber**: eurocentrismo e Ciências sociais. Perspectivas latino-americanas. Coleção Sur. Buenos Aires, Argentina: CLACSO, 2005.

FABRINO, N. H.; NASCIMENTO, E. P. do; COSTA, H. A. Turismo de Base Comunitária: uma reflexão sobre seus conceitos e práticas. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 172-190, dez. 2016.

FERREIRA, S. R. B. Conflitos territoriais e a explicitação de matrizes de racionalidade divergentes: projetos desenvolvimentistas e a emergência de r-existências dos povos e comunidades tradicionais no Espírito Santo. CRUZ, V. C.; OLIVEIRA, D. A. (org.). **Geografia e giro descolonial**: experiências, ideias e horizontes de renovação do pensamento crítico. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2017. ISBN: 978-85-7785-512-4.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Dossiê Mata Atlântica**. São Paulo: SOSMA, 1992.

GASPAR, L. **Reisado**. Pesquisa Escolar Online. Fundação Joaquim Nabuco, Recife, 2017. Disponível em: http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=217. Acesso em: 29 mai. 2021.

GRZEBIELUKA, D. Por uma tipologia das comunidades tradicionais brasileiras. **Revista Geografar**. Curitiba, v.7, n.1, p. 116-137, jun. 2012.

IPHAN (Instituto do patrimônio histórico e artístico nacional). **Fandango Caiçara**. Brasília, DF: IPHAN, 2014. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/83/. Acesso em 19 mai. 2021.

JAPIASSÚ, C. E.; GUERRA, I. F. 30 anos do Relatório Brundtland: nosso futuro comum e o desenvolvimento sustentável como diretriz constitucional brasileira. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 4. p. 1884-1901, 2017.

KRETZMANN, C. G. **Multiculturalismo e diversidade cultural**: comunidades tradicionais e a proteção do patrimônio comum da humanidade. 150f. 2007. Dissertação (Mestrado em Direto) - Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade de Caxias do Sul, 2007.

MALDONADO, C. O turismo rural comunitário na América Latina: gênesis, características e política. *In*: BARTHOLO, R; SANSOLO, D. G.; BURSZTYN, I. (org.). **Turismo de Base Comunitária**: diversidade de olhares e experiências brasileiras. Rio de Janeiro: Letra e Imagem, 2009. ISBN 978856101201-4.

SEABRA, L. Turismo sustentável: planejamento e gestão. *In:* CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. G. (org.) **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 250p. ISBN: 978-85-286-0992-9.

IVIDES.org

SHIVA, V. **Biopirataria**: a pilhagem da natureza e do conhecimento. Petrópolis: Vozes, 2001. p.101.

SWARBROOKE, J. **Turismo Sustentável**: meio ambiente e economia. v. 2. São Paulo: Aleph, 2000. 210p.

ZAOUAL, H. Do turismo de massa ao turismo situado: quais as transições? **Caderno Virtual de Turismo**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 1-14, 2008.

SETTI, K. Notas sobre a produção musical caiçara: música como foco de resistência entre pescadores do litoral paulista. **Rev. Inst. Est. Bra.**, São Paulo, n. 42, p. 145-169, 1997.

Capítulo 4

AMABV. **Amo Boa Viagem**. Disponível em: http://www.amaboaviagem.hpg.ig.com.br. Acesso em: dez. 2006.

AMYOT, J.; GRANT, J. Environmental Function Analysis: A decision support tool for integrated sandy beach planning. **Ocean and Coastal Management**, v. 102, p. 317-327, 2014.

ARAÚJO, K. C. **Diagnóstico da poluição sonora na cidade do Recife-PE**. Vitória de Santo Antão, 2013. 54f. Dissertação (mestrado em saúde humana e meio ambiente) - Programa de Pós-graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória, 2013.

ARAÚJO, M. C. B. **Praia da Boa Viagem, Recife - PE**: análise sócio-ambiental e propostas de ordenamento. 2008. 279f. Tese (doutorado em oceanografia) – Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Environmental quality indicators for recreational beaches classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439–1449. 2008. DOI: doi.org/10.2112/SI95-146.1.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M.F.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; MAGAROTTO, M. G. Did Boa Viagem Beach Environmental Quality Change after 10 Years? **Journal of Coastal Research**, v. 95, SI 1, p.748-752, 2020. DOI: doi.org/10.2112/SI95-146.1.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J.S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [*S.l.*], v. 10, p. 74-81, 2016.

ARAÚJO, M. C. B. ; SILVA-CAVALCANTI; J.S. Lixo nas praias e no mar: o que temos a ver com isso? **Ciência Hoje**, [*S.l.*], v. 313, p. 26-30, 2014.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; COSTA, M. F. Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: a snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil). **Front. Mar. Sci.**, [*S.l.*], v. 5, n. 233, p. 1-10, 2018. DOI: 10.3389/fmars.2018.00233.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; VICENTE-LEAL, M. M.; COSTA, M. F. Análise do comércio formal e informal na Praia de Boa Viagem, Recife, Pernambuco, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, [*S.l.*], v. 12, n. 3, p. 373-388, 2012. DOI: 10.5894/rgci329.

COSTA, M. F.; ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; SOUZA S. T. Verticalização da praia da Boa Viagem (Recife, Pernambuco) e suas consequências socioambientais. **Revista da Gestão Costeira Integrada/ Journal of Integrated Coastal Management** , [*S.l.*], v. 8, n. 2, p. 233-245, 2008.

COSTA, M. F.; IVAR DO SUL, J. A.; SILVA-CAVALCANTI, J. S ; ARAÚJO, M. C. B.; SPENGLER, A.; TOURINHO, P. S. On the importance of size of plastic fragments and Pellets on the strandline: snapshot of a Brazilian beach. **Environmental Monitoring and Assessment**, [*S.l.*], v. 168, p. 299-304, 2010. DOI: 10.1007/s10661-009-1113-4.

DIAS-FILHO, M.; SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAÚJO, M. C. B. Contaminação da praia de Boa Viagem (Pernambuco-Brasil) por lixo marinho: relação com o uso da praia. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 33-39, 2011.

IVIDES.org

DUVAT, V. Interest of quality-based policies for integrated coastal zone management implementation: lessons learnt from a French case study. **Ocean and Coastal Management**, [*S.l.*], v. 54, p. 831-843, 2011.

JIMÉNEZ A, J. A.; OSORIO, A.; MARINO-TAPIA D ,I.; DAVIDSON, M.; MEDINA, R.; KROON, A. , ARCHETTI, R., CIAVOLA, P. , AARNIKHOF, S. G. J. Beach recreation planning using video-derived coastal state indicators. **Coastal Engineering**, [*S.l.*], v. 54, p. 507–521, 2007.

KLEIN; A.H.F.; SANTANA, G; DIEHL, F; MENEZES, J. Analysis of hazards associated with sea bathing: results of five years work in oceanic beaches of Santa Catarina State, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], SI 35 (Brazilian Sandy Beaches), p. 107-116, 2003.

LEAL, M.M.V. **A percepção dos usuários das praias urbanas do Recife em relação à construção de obras de contenção da erosão costeira**. 2006. 108f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); MPOG (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão). **Projeto de gestão integrada da orla marítima** - Projeto ORLA. Brasília: MMA; MPOG, 2001. 80 p.

NÓBREGA, R. S.; SANTOS, P. F. C.; MOREIRA, E. B. M. Morfologia urbana e ilhas de calor na Cidade do Recife/PE: distribuição espacial e intensidade. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 4, 2016.

OLIVEIRA, A. DE L.; TESSLER, M. G.; TURRA, A., Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP. **Revista de Gestão Costeira Integrada/ Journal of Integrated Coastal Management**, [*S.l.*], v. 11, p. 75–84, 2011, DOI: doi.org/10.5894/rgci199

PEÑA-ALONSO, C.; ARIZA, E.; HERNÁNDEZ-CALVENTO, L., AND PÉREZ- CHACÓN, E. Exploring multi-dimensional recreational quality of beach socio-ecological systems in the Canary Islands (Spain). **Tourism Management**, [*S.l.*], v. 64, p. 303-313, 2018.

ROSA, K. S.; SILVA, A. L. C. A Influência dos processos costeiros na origem e distribuição do lixo na praia de Itaipuaçú (Maricá, RJ). 2016. *In*: **XI SINAGEO**: geomorfologia, compartimentação da paisagem, processo e dinâmica. Maringá-Paraná: 15 a 21 de setembro de 2016.

SEMEOSHENKOVA, V.; NEWTON, A.; CONTIN, A.; GREGGIO, N. Development and application of an Integrated Beach Quality Index (BQI). **Ocean and Coastal Management**, [*S.l.*], v. 143, p. 74-86, 2017.

SHORT, A.; HOGAN, C. Rip currents and beach hazards: their impact on public safety and implications for coastal management. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], SI 12, p. 197–209, 1994.

SILVA, J. S.; ARAUJO, M. C. B; COSTA, M. F. Plastic litter on an urban beach - a case study in Brazil. **Waste Management & Research (ISWA)**, [*S.l.*], v. 26, p. 1-5, 2009.

SILVA, J. S.; BARBOSA, S. T.; LEAL, M. M. V.; SOUZA, A. R. L.; COSTA, M. F. Ocupação da praia da Boa Viagem (Recife/ PE) ao longo de dois dias de verão: um estudo preliminar. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [*S.l.*], v. 1, p. 91-97, 2006.

SILVA, J. S.; BARBOSA, S. T.; COSTA, M. F. Flags items as a tool for a monitoring solid waste from users on urban beaches. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], v. 24, p. 890-898, 2008.

SILVA, J. S.; LEAL, M. M. V.; ARAUJO, M. C. B.; BARBOSA, S. T.; COSTA, M. F. Spatial and Temporal patterns of use of Boa Viagem beach, Northeast Brazil. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], v. 24, p. 79-86, 2008.

SILVA, N. D. **Impactos ecológicos e socioeconômicos associados à pesca nas praias sul-metropolitanas do Recife-PE**. 2018. 54f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação) - Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2018.

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAUJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Padrões e tendências a médio-prazo da contaminação por resíduos sólidos na praia da Boa Viagem, nordeste do Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, [*S.l.*], v. 4, p. 17-24, 2013.

SILVA-CAVALCANTI, J.S.; COSTA, M. F.; PEREIRA, P. S. Rip currents signalling and users behaviour at an over crowded urban beach. **Ocean & Coastal Management**, [*S.l.*], v. 155, p. 90-97, 2018.

IVIDES.org

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; LIMA, A. R. de; SILVA, J. C. P. da; ARAÚJO, M. C. B.; MARAGOTTO, M. G.; COSTA, M. F. User's perceptions about rip currents and their specific management approaches at a densely occupied urban beach. **Journal of Coastal Research**, [*S.l.*], SI 95, p. 953-957, 2020.

SOUTO, R.D. **Assinatura de Sustentabilidade dos municípios costeiros do Rio de Janeiro**: proposta de uma estrutura de avaliação. 2016. 582 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1DJg2sn2pG2lC4fNDDHN7eIuOYIqWElsE/. Acesso em: 03 mai. 2021.

SOUTO, R. D. **Avaliação do Impacto Antropogênico na Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2005. 160 f. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) - Departamento de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.ivides.org/atlas/texto.php. Acesso em: 03 mai. 2021.

SOUTO, R.D. **Desenvolvimento Sustentável:** da tentativa de definição do conceito às experiências de mensuração. 2011. 283 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) - Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1cMtlCnjZPVGsGp5TGjqJeOIfAwZRGPaX/. Acesso em: 03 mai. 2021.

SOUZA, C. **Microplásticos nos zoantídeos Zoanthus sociatus e Palythoa caribaeorum (CNIDARIA, ANTHOZOA) de duas praias com diferentes graus de antropização**. 2018. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2020.

VAZ, B.; WILLIAMS, A.T; SILVA, C.P., AND AYSEN, E. A new typology for Portuguese beaches: An exploratory study. **Journal of Coastal Conservation**, [*S.l.*], v. 21, p. 95-103, 2017.

WILLIAMS, A.T. Definitions and typologies of coastal tourism beach destinations. *In*: JONES, A.L., PJILLIPS, M.R. (ed.). **Disappearing Destinations**: Climate Change and Future Challenges for Coastal Tourism. CABI, Wallingford, Oxford, UK, p. 47-65, 2011.

Capítulo 5

ADYASARI, D. *et al.* Environmental impact of nutrient fluxes associated with submarine groundwater discharge at an urbanized tropical coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 221, 2019.

ANDRADE, C. F. F. de *et al.* Fluxos subterrâneos para a Lagoa Mangueira (RS). **Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica**, 2008.

ANN, E.; MULLIGAN, M. A. C. Groundwater flow to the coastal ocean. **Biogeochemistry**, v. 66, n. 1-2, p. 3-33, 2006.

ARCARI, T. D. L. *et al.* As interações entre águas subterrâneas e superficiais em uma laguna costeira: Lagoa da Conceição, Florianópolis/SC, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 34–44, 2019.

ASBURY, C. E. **The role of groundwater seepage in sediment chemistry and nutrient budgets in Mirror Lake, New Hampshire**. Ithaca, New York: Cornell University, 1990.

ATTISANO, K. K. **Aporte subterrâneo**: uma fonte complementar de nutrientes para a Costa Sul do Brasil e plataforma adjacente. 2012. 204 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

BAILEY, R. T. *et al.* Assessing regional-scale spatio-temporal patterns of groundwater–surface water interactions using a coupled SWAT-MODFLOW model. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 23, p. 4420-4433, 2016.

BARLOW, P. M. Ground Water in Freshwater-Saltwater Environments of the Atlantic Coast. **U S Geological Survey - Circular 1262**, Circular 1, 2003. 121 p.

BEDIENT, P. B.; RIFAI, H. S.; NEWELL, C. J. **Ground water contamination: transport and remediation.** [*S.l.*], Prentice-Hall International, Inc., 1994.

BEEK, P.; SOUHAUT, M.; REYSS, J.-L. Measuring the radium quartet (228Ra, 226Ra, 224Ra, 223Ra) in seawater samples using gamma spectrometry. **Journal of Environmental Radioactivity**, v. 101, n. 7, p. 521-529, 2010.

BEFUS, K. M. *et al*. Heat transport dynamics at a sandy intertidal zone. **Water Resources Research**, v. 49, n. 6, p. 3770–3786, 2013.

BEJANNIN, S. et al. Combining airborne thermal infrared images and radium isotopes to study submarine groundwater discharge along the French Mediterranean coastline. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v. 13, p. 72–90, jul. 2017.

BELANGER, T. V.; MIKUTEL, D. F. On the use of seepage meters to estimate groundwater nutrient loading to lakes. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 21, n. 2, 1985.

BELANGER, T. V.; MONTGOMERY, M. T. Seepage meter errors. **Limnology and Oceanography**, v. 37, n. 8, p. 1787-1795, 1992.

BONGANHA, C. A. *et al.* Conceitos e Fundamentos da Modelagem Matemática para Gerenciamento de Recursos Hídricos Subterrâneos. **Revista Analytica**, v. 30, 2007.

BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; ROSA FILHO, E. F. da. **Aquífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba, PR: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos ambientais, 2004. 214 p.

BOUWER, H. Variable head technique for seepage meters. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 87, n. 1, p. 31-44, 1961.

BOWEN, J. L.; VALIELA, I. The ecological effects of urbanization of coastal watersheds: historical increases in nitrogen loads and eutrophication of Waquoit Bay estuaries. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 58, n. 8, p. 1489-1500, 2001.

BOYLE, D. R. Design of a seepage meter for measuring groundwater fluxes in the nonlittoral zones of lakes-Evaluation in a boreal forest lake. **Limnology and Oceanography**, v. 39, n. 3, 1994.

BOYLE, D. R. *et al.* Remaining uncertainties in the use of Rn-222 as a quantitative tracer of submarine groundwater discharge. **Limnology and Oceanography**, v. 76, n. 3, p. 1-8, 2008.

BRIGGS, M. A. *et al.* Thermal infrared video details multiscale groundwater discharge to surface water through macropores and peat pipes. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 14, 2016.

BROCK, T. D. *et al.* Groundwater seepage as a nutrient source to a drainage lake; Lake Mendota, Wisconsin. **Water Research**, v. 16, n. 7, p. 1255-1263, 1982.

BROOKFIELD, A. E. *et al.* Predicting algal blooms: Are we overlooking groundwater? **Science of the Total Environment**, v. 769, 2021.

BURNETT, W. C. *et al.* **Groundwater and pore water inputs to the coastal zone.** Biogeochemistry, v. 66, p. 3-33, 2003.

BURNETT, W. C. *et al.* Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods. **Science of the Total Environment**, p. 498–5433, ago. 2006.

BURNETT, W. C.; KIM, G. A continuous monitor for assessment of 222 Rn in the coastal ocean. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 249, n. 1, p. 167–172, 2001.

BURNETT, W. C.; TANIGUCHI, M.; OBERDORFER, J. Measurement and significance of the direct discharge of groundwater into the coastal zone. **Journal of Sea Research**, v. 46, n. 2, p. 109–116, 2001.

CABLE, J. E. *et al.* Estimating groundwater discharge into the northeastern Gulf of Mexico using radon-222. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 144, n. 3–4, 1996.

CABLE, J. E.; BURNETT, W. C.; CHANTON, J. P. Magnitude and variations of groundwater seepage along a Florida marine shoreline. **Biogeochemistry**, v. 38, n. 2, p. 189-205, 1997.

CARMAN, P. C. Determination of the specific surface of powders I. Transactions. **J. Soc. Chemical Industries.**, v. 57, p. 225-234, 1938.

IVIDES.org

CARMAN, P. C. **Flow of gases through porous media**. London: Butterworths Scientific Publications, 1956.

CHANTON, J. P. *et al.* Seepage rate variability in Florida Bay driven by Atlantic tidal height. **Biogeochemistry**, v. 66, n. 1-2, p. 187–202, 2003.

CHARETTE, M. A.; BUESSELER, K. O.; ANDREWS, J. E. Utility of radium isotopes for evaluating the input and transport of groundwater-derived nitrogen to a Cape Cod estuary. **Limnology and Oceanography**, v. 46, n. 2, 2001.

CHARETTE, M. A.; SHOLKOVITZ, E. R. Trace element cycling in a subterranean estuary: Part 2. Geochemistry of the pore water. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 70, n. 4, 2006.

CHEN, J. *et al.* Towards a climate-driven simulation of coupled surface-subsurface hydrology at the continental scale: a Canadian example. **Canadian Water Resources Journal/Revue canadienne des ressources hydriques**, v. 45, n. 1, p. 11-27, 2020.

CHERKAUER, D. A.; MCBRIDE, J. M. A Remotely Operated Seepage Meter for Use in Large Lakes and Rivers. **Groundwater**, v. 26, n. 2, 1988.

CHOW, V. TE; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied Hidrology**. [*S.l.*], McGraw-Hill, 1988.

CHUNN, D. *et al.* Application of an integrated SWAT–MODFLOW model to evaluate potential impacts of climate change and water withdrawals on groundwater–surface water interactions in West-Central Alberta. **Water**, v. 11, n. 1, p. 110, 2019.

CLARK, M. P. *et al.* The evolution of process-based hydrologic models: historical challenges and the collective quest for physical realism. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 21, n. 7, p. 3427-3440, 2017.

COLUCCIO, K. *et al.* Mapping groundwater discharge to a coastal lagoon using combined spatial airborne thermal imaging, radon (222Rn) and multiple physicochemical variables. **Hydrological Processes**, v. 34, n. 24, 2020.

CONNOLLY, C. T. *et al.* Groundwater as a major source of dissolved organic matter to Arctic coastal waters. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, 2020.

CONNOR, J. N.; BELANGER, T. V. Ground Water Seepage in Lake Washington and the Upper St. Johns River Basin, Florida. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 17, n. 5, p. 799-805, 1981.

COSTALL, A. R. *et al.* Groundwater Throughflow and Seawater Intrusion in High Quality Coastal Aquifers. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–33, 2020.

CREMEANS, M. M. *et al.* A Comparison of Tools and Methods for Estimating Groundwater-Surface Water Exchange. **Groundwater Monitoring and Remediation**, v. 40, n. 1, p. 24-34, 2020.

DAS, K. *et al.* Implication of submarine groundwater discharge to coastal ecology of the Bay of Bengal. **Journal of Earth System Science**, v. 129, n. 1, dez. 2020.

DAVISON, J. H. et al. Full coupling between the atmosphere, surface, and subsurface for integrated hydrologic simulation. **Journal of Advances in Modeling Earth Systems**, v. 10, n. 1, p. 43-53, 2018.

DIAZ, M.; SINICYN, G.; GRODZKA-ŁUKASZEWSKA, M. Modelling of groundwater–surface water interaction applying the hyporheic flux model. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 12, 1 dez. 2020.

DIERSCH, H. J. G.; KOLDITZ, O. Variable-density flow and transport in porous media: Approaches and challenges. **Advances in Water Resources**, v. 25, n. 8-12, ago.-dez. 2002.

DORRANCE, D. W. **Streaming potential and seepage meter studies at Upper Lake Mary near Flagstaff, Arizona**. 1989. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Hidrologia) - Universidade do Arizona, Arizona, 1989.

DUGDALE, S. J. A practitioner's guide to thermal infrared remote sensing of rivers and streams: recent advances, precautions and considerations. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, 2016.

DUQUE, C. *et al*. Estimating groundwater discharge to surface waters using heat as a tracer in low flux environments: The role of thermal conductivity. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 3, p. 383-395, 30 jan. 2016.

IVIDES.org

ERICKSON, D. **A study of littoral groundwater seepage at Williams Lake, Minnesota using seepage meters and wells**. Minneapolis: University of Minnesota, 1981.

ESTEVES, F. DE A.; ISHII, I. H.; CAMARGO, A. F. M. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas do litoral do Estado do Rio de Janeiro. **Restingas: origem, estrutura e processos**, p. 443-454, 1984.

ESTEVES, F. A.; ARAUJO, D. S. D.; SCARANO, F. R.; SA, M. P. C. de; KURTZ, B. A.; ZALUAR, H. L. T.; MONTEZUMA, R. C. M.; OLIVEIRA, R. C. **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro: Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

FEITOSA, F. A. C. *et al.* **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. [*S.l.*] CPRM, 2008.

FELLOWS, C. R.; BREZONIK, P. L. Seepage flow into Florida lakes. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 16, n. 4, 1980.

FERREIRA, V. V. M. et al. Uso do radônio como traçador para identificação de seções de descarga na bacia de Juatuba. **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 21., 22-27 nov. 2015, p. 1-8.

GIANINI, P. F.; SUGUIO, K. Diferenciação entre gerações de depósitos quaternários na costa centro – sul de Santa Catarina. Balneário Camboriú, **SCXXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia**, 1994.

GOMES JUNIOR, A. O Sistema Aquífero Janaína. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2002.

GRONDONA, A.; ROLIM, S. B. A. Separação de temperatura e emissividade a partir de imagens do infravermelho termal: Análise de suas aplicações/restrições. **Boletim de Ciencias Geodesicas**, v. 22, n. 1, 2016.

GUEDES JUNIOR, A. **Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina, utilizando geoprocessamento**. 1999. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, 1999.

HARBAUGH, A. W. **MODFLOW-2005, the US Geological Survey modular ground-water model: the ground-water flow process**. Reston, VA: US Department of the Interior, US Geological Survey, 2005.

HAZEN, A. **Some physical properties of sands and gravels**: with special reference to their use in filtration. 24th Annual Report, Massachusetts State Board of Health, 1892, p. 539-556.

HEATH, R. C. **Basic Ground-Water Hydrology.** Reston, VA: U.S. Geological Survey, 1983. (USGS Numbered Series; 2220).

HOPMANS, J. W.; ŠIMUNEK, J.; BRISTOW, K. L. Indirect estimation of soil thermal properties and water flux using heat pulse probe measurements: Geometry and dispersion effects. **Water Resources Research**, v. 38, n. 1, p. 1-7, 2002.

IKEZAWA, M. E. N. **Estudo sobre o aporte de água subterrânea na Região Leste da Laguna da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. 2019. TCC (graduação em Oceanografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Florianópolis, 2019.

ISRAELSON, O. W.; REEVE, R. C. Canal lining experiments in the Delta Area, Utah. Utah. **Agric. Exp. Stn. Bull.**, v. 313, p. 52, 1944.

JAMES, L. D. Hydrologic modeling, parameter estimation, and watershed characteristics. **Journal of Hydrology**, v. 17, n. 4, p. 283-307, 1972.

KELLY, J. L. *et al.* Integration of aerial infrared thermography and in situ radon-222 to investigate submarine groundwater discharge to Pearl Harbor, Hawaii, USA. **Limnology and Oceanography**, v. 64, n. 1, 2019.

KELLY, J. L.; GLENN, C. R.; LUCEY, P. G. High-resolution aerial infrared mapping of groundwater discharge to the coastal ocean. **Limnology and Oceanography: Methods**, v. 11, p. 262–277, mai. 2013.

KELLY, S. E.; MURDOCH, L. C. Measuring the hydraulic conductivity of shallow submerged sediments. **Ground Water**, v. 41, n. 4, 2003.

IVIDES.org

KENNEDY, C. D. et al. Design of a light-oil piezomanometer for measurement of hydraulic head differences and collection of groundwater samples. **Water Resources Research**, v. 43, n. 9, 2007.

KERN, P. **Estimativa de fluxos na interface sedimento-água em diferentes regiões de uma laguna subtropical: Lagoa da Conceição – Florianópolis/SC**. 2019. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2019.

KIM, G. Large submarine groundwater discharge (SGD) from a volcanic island. **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 21, 2003.

KJERFVE, B. Coastal Lagoons. **Elsevier Oceanography Series**, v. 60, n. C, 1994.

KOHOUT, F. A. Cyclic flow of salt water in the Biscayne aquifer of southeastern Florida. **Journal of Geophysical Research**, v. 65, n. 7, 1960.

KOLLET, S. et al. The integrated hydrologic model intercomparison project, IH-MIP2: A second set of benchmark results to diagnose integrated hydrology and feedbacks. **Water Resources Research**, v. 53, n. 1, p. 867-890, 2017.

KOZENY, J. Über kapillare Leitung des Wassers im Boden-Aufstieg. **Versickerung und Anwendung auf die Bewässerung**, 1927.

KWON, E. Y. et al. Global estimate of submarine groundwater discharge based on an observationally constrained radium isotope model. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 23, p. 8438-8444, 16 dez. 2014.

LABAUGH, J. W.; ROSENBERRY, D. O. Field Techniques for Estimating Water Fluxes Between Surface Water and Ground Water. Chapter 1 - Introduction and Characteristics of Flow. **U.S. Geological Survey Techniques and Methods**, v. 4-D2, 2008.

LAND, L. A.; PAULL, C. K. Thermal gradients as a tool for estimating groundwater advective rates in a coastal estuary: White Oak River, North Carolina, USA. **Journal of Hydrology**, v. 248, n. 1-4, p. 198–215, 2001.

LEE, D. R. A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries. **Limnology and Oceanography**, v. 22, p. 140–147, jan. 1977.

LEE, D. R.; CHERRY, J. A. A Field Exercise on Groundwater Flow Using Seepage Meter and Mini-piezometers. **Journal of Geological Education**, v. 27, p. 6–9, 1979.

LEE, E. *et al.* Submarine groundwater discharge revealed by aerial thermal infrared imagery: a case study on Jeju Island, Korea. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 19, 2016.

LI, H.; JIAO, J. J. Tide-induced seawater–groundwater circulation in a multi-layered coastal leaky aquifer system. **Journal of Hydrology**, v. 274, n. 1-4, p. 211–224, abr. 2003.

LI, L. *et al.* Submarine groundwater discharge and associated chemical input to a coastal sea. **Water Resources Research**, v. 35, n. 11, 1999.

LINDERFELT, W. R.; TURNER, J. V. Interaction between shallow groundwater, saline surface water and nutrient discharge in a seasonal estuary: The Swan - Canning system. **Hydrological Processes**, v. 15, n. 13, 2001.

LOCK, M. A.; JOHN, P. H. The measurement of groundwater discharge into a lake by a direct method. **Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, v. 63, n. 2, p. 271-275, 1978.

MARRUEDO ARRICIBITA, A. I. *et al.* Thermal infrared imaging for the detection of relatively warm lacustrine groundwater discharge at the surface of freshwater bodies. **Journal of Hydrology**, v. 562, 2018.

MARTIN, L. *et al.* **Mapa geológico do Quaternário do Estado de Santa Catarina. Texto explicativo e mapas.** Brasília, DF: MME – DNPM, 1988.

MARTINEZ, C. J. **Mini-piezometers for Measuring Groundwater to Surface Water Exchange**. Flórida: IF Extensions, AE-454, 2013. 9 p.

IVIDES.org

MARTINEZ, C. J. Seepage Meters for Measuring Groundwater – Surface Water Exchange. **IFA Extension**, Flórida, [n.p.], nov. 2016.

MATEUS, A. P.; HORN FILHO, N. O. Aspectos texturais dos sedimentos quaternários da planície costeira do sul do estado de Santa Catarina, Brasil: região das lagoas dos Esteves, Faxinal e Mãe Luzia. **Geosul**, v. 35, n. 74, p. 448-482, abr. 2020.

MICHAEL, H. A.; MULLIGAN, A. E.; HARVEY, C. F. Seasonal oscillations in water exchange between aquifers and the coastal ocean. **Nature**, v. 436, n. 7054, 2005.

MILLER, D. C.; ULLMAN, W. J. Ecological consequences of ground water discharge to Delaware Bay, United States. **Ground Water**, v. 42, n. 7, 2004.

MIRANDA, L. B. *et al.* **Fundamentals of Estuarine Physical Oceanography**. [s.l: s.n.]. v. 8 2017

MOORE, W. S. Large groundwater inputs to coastal waters revealed by 226Ra enrichments. **Nature**, v. 380, n. 6575, p. 612-614, 1996.

MOORE, W. S. The effect of submarine groundwater discharge on the ocean. **Annual Review of Marine Science**, v. 2, n. 1, p. 59–88, 2010.

MULLIGAN, A. E.; CHARETTE, M. A. Intercomparison of submarine groundwater discharge estimates from a sandy unconfined aquifer. **Journal of Hydrology**, v. 327, n. 3–4, 2006.

MULLIGAN, A. E.; CHARETTE, M. A. Groundwater flow to the coastal ocean. **Elements of Physical Oceanography: A derivative of the Encyclopedia of Ocean Sciences**, v. 465, 2009.

MURDOCH, L. C.; KELLY, S. E. Factors affecting the performance of conventional seepage meters. **Water Resources Research**, v. 39, n. 6, 2003.

NEITSCH, P. S. L. *et al.* Soil & Water Assessment Tool Theoretical Documentation. **Springer Reference**, n. 406, 2011.

NIENCHESKI, L. F. H. et al. Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil. **Marine Chemistry**, v. 106, n. 3-4, p. 546-561, 2007.

ONG, J. B.; ZLOTNIK, V. A. Assessing Lakebed Hydraulic Conductivity and Seepage Flux by Potentiomanometer. **Ground Water**, v. 49, n. 2, 2011.

PAIVA, M.; NIENCHESKI, F. H. **Advances of submarine groundwater discharge studies in South America-Journal of the Brazilian Chemical Society**. Sociedade Brasileira de Quimica, mai. 2018.

PETERKA, J. J. Relationship of rainfall and lake groundwater seepage 1. **Limnology and Oceanography**, v. 23, n. 4, p. 821–825, 1978.

PHLEGAR, F. B. **A review of some general features of coastal lagoons**. n. (Beaufort, U.S.A.: Aug. 29-Sep. 2, 1978), Paris, France: UNESCO, 1981.

PORTNOY, J. W. *et al*. The discharge of nitrate-contaminated groundwater from developed shoreline to marsh-fringed estuary. **Water Resources Research**, v. 34, n. 11, 1998.

QUINN, P. *et al*. The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modelling using digital terrain models. **Hydrological processes**, v. 5, n. 1, p. 59–79, 1991.

ROBINSON, C. E. *et al.* Groundwater dynamics in subterranean estuaries of coastal unconfined aquifers: Controls on submarine groundwater discharge and chemical inputs to the ocean. **Advances in Water Resources**, v. 115, p. 315–331, nov. 2017.

ROSENBERRY, D. O. *et al.* Temporal variability of exchange between groundwater and surface water based on high-frequency direct measurements of seepage at the sediment-water interface. **Water Resources Research**, v. 49, n. 5, p. 2975-2986, 2013.

ROSENBERRY, D. O.; LABAUGH, J. W. Field Techniques for Estimating Water Fluxes Between Surface Water and Ground Water. **USGS Techniques and Methods**, TM 4 – D2, 2008. 128 p.

IVIDES.org

ROSENBERRY, D. O. A seepage meter designed for use in flowing water. **Journal of Hydrology**, v. 359, n. 1–2, 2008.

ROSENBERRY, D. O. *et al.* Groundwater - the disregarded component in lake water and nutrient budgets. Part 1: Effects of groundwater on hydrology. **Hydrological Processes**, v. 29, n. 13, p. 2895-2921, 2015.

ROSENBERRY, D. O.; DUQUE, C.; LEE, D. R. History and evolution of seepage meters for quantifying flow between groundwater and surface water: Part 1 – Freshwater settings. **Earth-Science Reviews**, v. 204, p. 103167, 2020.

ROSENBERRY, D. O.; LABAUGH, J. W.; HUNT, R. J. Field Techniques for Estimating Water Fluxes Between Surface Water and Ground Water. Chapter 2 - Use of Monitoring Wells, Portable Piezometers , and Seepage Meters to Quantify Flow Between Surface Water and Ground Water. **U.S. Geological Survey Techniques and Methods**, p. 128, 2008.

ROSENBERRY, D. O.; MENHEER, M. A. A System for Calibrating Seepage Meters Used to Measure Flow Between Ground Water and Surface Water. USGS, 2006, 21 p. (Scientific Investigations Report 2006-5053)

SANTOS, I. R. *et al*. Tracing anthropogenically driven groundwater discharge into a coastal lagoon from southern Brazil. **Journal of Hydrology**, v. 353, n. 3-4, p. 275–293, 2008.

SANTOS, I. R.; EYRE, B. D.; HUETTEL, M. The driving forces of porewater and groundwater flow in permeable coastal sediments: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 98, p. 1-15, 2012.

SANTOS, V. **Disposição de efluentes tratados em uma lagoa de evapoinfiltração**. 2018. 148 f.

Dissertação (mestrado em engenharia ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SAWYER, A. H.; MICHAEL, H. A.; SCHROTH, A. W. From soil to sea: the role of groundwater in coastal critical zone processes. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 3, n. 5, p. 706-726, set. 2016.

SCHUETZ, T.; WEILER, M. Quantification of localized groundwater inflow into streams using ground-based infrared thermography. **Geophysical Research Letters**, v. 38, n. 3, 2011.

SHAW, R. D.; PREPAS, E. E. Groundwater-lake interactions: I. Accuracy of seepage meter estimates of lake seepage. **Journal of Hydrology**, v. 119, n. 1-4, 1990.

SHEPHERD, R. G. Correlations of permeability and grain size. **Groundwater**, v. 27, n. 5, p. 633-638, 1989.

SHINN, E. A.; REICH, C. D.; HICKEY, T. D. Seepage meters and Bernoulli's revenge. **Estuaries**, v. 25, n. 1, 2002.

SIMMONS, C. T. et al. Commemorating the 50th anniversary of the Freeze and Harlan (1969) Blueprint for a physically-based, digitally-simulated hydrologic response model. **Journal of Hydrology**, v. 584, p. 124309, 2020.

SLOMP, C. P.; VAN CAPPELLEN, P. Nutrient inputs to the coastal ocean through submarine groundwater discharge: Controls and potential impact. **Journal of Hydrology**, v. 295, n. 1-4, 2004.

SMERDON, B. D.; MENDOZA, C. A.; DEVITO, K. J. Simulations of fully coupled lake-groundwater exchange in a subhumid climate with an integrated hydrologic model. **Water Resources Research**, v. 43, n. 1, 2007.

SMITH, A. J.; TURNER, J. V. Density-dependent surface water–groundwater interaction and nutrient discharge in the Swan–Canning Estuary. **Hydrological Processes**, v. 15, n. 13, p. 2595–2616, 2001.

SOLDER, J. E. et al. A Tube Seepage Meter for In Situ Measurement of Seepage Rate and Groundwater Sampling. **Groundwater**, v. 54, n. 4, p. 588-595, 2016.

SOLOMON, D. K. et al. An Automated Seepage Meter for Streams and Lakes. **Water Resources Research**, v. 56, n. 4, 2020.

SREEKANTH, J.; DATTA, B. Multi-objective management of saltwater intrusion in coastal aquifers using genetic programming and modular neural network based surrogate models. **Journal of Hydrology**, v. 393, n. 3-4, nov. 2010.

IVIDES.org

STALKER, J. C.; PRICE, R. M.; SWART, P. K. Determining spatial and temporal inputs of freshwater, including submarine groundwater discharge, to a subtropical estuary using geochemical tracers, Biscayne Bay, South Florida. **Estuaries and Coasts**, v. 32, n. 4, p. 694-708, jul. 2009.

STIEGLITZ, T.; TANIGUCHI, M.; NEYLON, S. Spatial variability of submarine groundwater discharge, Ubatuba, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 76, n. 3, p. 493-500, 2008.

TAMBORSKI, J. J. *et al.* Identification and quantification of diffuse fresh submarine groundwater discharge via airborne thermal infrared remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 171, 2015.

TANIGUCHI, M. *et al.* Investigation of submarine groundwater discharge. **Hydrological Processes**, v. 16, n. 11, 2002.

TANIGUCHI, M. *et al.* Submarine Groundwater Discharge: Updates on Its Measurement Techniques, Geophysical Drivers, Magnitudes, and EffectsFrontiers in Environmental Science. **Frontiers Media S.A.**, 1 out. 2019.

TERZAGHI, C. Determination of the permeability of clay. **Eng. News Record**, v. 95, p. 832-836, 1925.

TIRADO-CONDE, J. et al. Evaluation of temperature profiling and seepage meter methods for quantifying submarine groundwater discharge to coastal lagoons: Impacts of saltwater intrusion and the associated thermal regime. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 8, 2019.

TODD, D. K. **Ground Water Hydrology**. USA: John Willey & Sons, 2005. 636 p.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M.; HORN FILHO, N. O. Geologia da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Geociencias**, v. 37, n. 4, p. 715-731, 2018.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). Submarine Groundwater Discharge: Management Implications, Measurements, and Effects. **IOC Manuals and Guides**, v. 44, p. 35, 2004.

VALIELA, I. *et al.* Couplings of watersheds and coastal waters: Sources and consequences of nutrient enrichment in Waquoit Bay, Massachusetts. **Estuaries**, v. 15, n. 4, 1992.

WEI, X. *et al.* Comprehensive simulation of nitrate transport in coupled surface-subsurface hydrologic systems using the linked SWAT-MODFLOW-RT3D model. **Environmental Modelling & Software**, v. 122, p. 104242, 2019.

WANG, X. *et al.* Submarine fresh groundwater discharge into Laizhou Bay comparable to the Yellow River flux. **Scientific Reports**, v. 5, p. 1-7, 2015.

WERNER, A. D. *et al.* Seawater intrusion processes, investigation and management: Recent advances and future challenges. **Advances in Water Resources**, v. 51, p. 3-26, 2013.

WINGE, M. *et al.* **Glossário Geológico Ilustrado.** Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/glossario/2001. Acesso em: 01 mar. 2021.

WINTER, T. C.; LABAUGH, J. W.; ROSENBERRY, D. O. The design and use of a hydraulic potentiomanometer in hydraulic of differences head direct measurement between and surface water groundwater. **Limnology and Oceanography**, v. 33, n. 5, p. 1209-1214, 1988.

YELVERTON, G. F.; HACKNEY, C. T. Flux of dissolved organic carbon and pore water through the substrate of a Spartina alterniflora marsh in North Carolina. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 22, n. 2, 1986.

YIFRU, B. A. *et al.* Assessment of groundwater recharge in agro-urban watersheds using integrated SWAT-MODFLOW model. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6593, 2020.

ZHAO, Q.; WENTZ, E. A. A MODIS/ASTER airborne simulator (MASTER) imagery for urban heat island research. **Data**, v. 1, n. 1, 2016.

ZIMMERMANN, C. F.; MONTGOMERY, J. R.; CARLSON, P. R. Variability of dissolved reactive phosphate flux rates in nearshore estuarine sediments: Effects of groundwater flow. **Estuaries**, v. 8, n. 2, p. 228-236, 1985.

IVIDES.org

BALMAT, J-F., LAFONT, F., MAIFRET, R., PESSEL, N. A decision-making system to maritime risk assessment. **Ocean Engineering**. v. 38, n. 1, p. 171-176, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2010.10.012.

BEKEFI, T., EPSTEIN, M.J. Integrating social and political risk into ROI calculations. **Environmental Quality Management**, v. 20, n. 3, p. 11-23, 2011. DOI: https://doi.org/10.1002/tqem.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo). Breve história do petróleo no Brasil e em São Paulo, e os principais acidentes. **Emergências Químicas**. São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/Principais-Acidentes-Brasil-.pdf. Acesso em: 16 mai. 2021.

CHEN, J.; ZHANG, W.; WAN, Z.; LI, S.; HUANG, T.; FEI, Y. Oil spills from global tankers: Status review and future governance. **Journal of Cleaner Production**. v. 227, p. 20-32, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.020.

CRUZ, J. F. **Avaliação da eficiência de surfactantes no processo de biodegradação de petróleo bruto em simulações de derrames no mar**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestre em Geoquímica do Petróleo e Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente-POSPETRO, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/7180/1/DISSERTA_J%20CRUZ.pdf. Acesso em: 03 mai. 2022.

DHAKA, A.; CHATTOPADHYAY, P. A review on physical remediation techniques for treatment of marine oil spills. **Journal of Environmental Management**, v. 288, 112428, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112428.

DONGDONG, L.; BIN, L.; CHENGUANG, B.; MINGHUI, M.; YAN, X.; CHUNYAN, Y. Marine oil spill risk mapping for accidental pollution and its application in a coastal city. **Marine Pollution Bulletin**. v. 96, n. 1–2, p. 220-225, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.05.023.

EEA (European Environment Agency). **Europe's environment. The fourth assessment**. Copenhagen: European Environment Agency (EEA), 2007. 452 p.

FRAZÃO SANTOS, C., MICHEL, J., NEVES, M., JANEIRO, J., ANDRADE, F., ORBACH, M. Marine spatial planning and oil spill risk analysis: Finding common grounds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 74, n. 1, p. 73-81, 2013. DOI: http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.029

GALUZZI-SILVA, M.C.; MATA-LIMA, H. Gestão de riscos de derramamento de hidrocarbonetos e derivados na zona costeira: o caso do porto de santos. **Finisterra**, v. 54, n. 111, p. 61-80, 2019. DOI: https://doi.org/10.18055/Finis17216

GOLD, R., CASSELMAN, B., CHAZAN, G. Leaking oil well lacked safeguard device. **Wall Street Journal**, 2010. Disponível em: https://www.wsj.com/articles/SB10001424052748704423504575212031417936798. Acesso em: 03 mai. 2022.

IMO (International Maritime Organization). **International Convention for the Prevention of Pollution from Ships MARPOL73/78**: The Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. IMO, London, 1978. Disponível em: http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_I/index.htm. Acesso em: 16 mai. 2021.

ISMAIL, Z.; KARIM, R. Some technical aspects of spills in the transportation of petroleum materials by tankers. **Safety Science**, v. 51, n. 1, p. 202-208, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2012.06.024

ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation). **Oil tanker spill statistics 2020**. Technical Report. London: ITOPF, 2020. Disponível em: https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/. Acesso em: 14 mai. 2021.

KHIM, J. S.; HONG, S., YOON, S. J.; NAM, J.; RYU, J.; KANG, S.-G. A comparative review and analysis of tentative ecological quality objectives (EcoQOs) for protection of marine environments in Korea and China. **Environmental Pollution**, v. 242, Part B, p. 2027-2039, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.094

IVIDES.org

KIM, I. A. Comparison between the international and US regimes regulating oil pollution liability and compensation. **Marine Policy**, v. 27, n.3, p. 265-279, 2003. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0308-597X(03)

LI, P.; CAI, Q.; LIN, W.; CHEN, B.; ZHANG, B. Offshore oil spill response practices and emerging challenges. **Marine Pollution Bulletin**, *[S. l.]*, v. 110, n. 1, p. 6–27, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.020

LOUREIRO, M.L.; RIBAS, A.; LÓPEZ, E.; **OJEA**, E. Estimated costs and admissible claims linked to the Prestige oil spill. **Ecological Economics, v. 59, n. 1**, p. 48-63, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.001

PSA (Petroleum Safety Authority Norway). **Trends in Risk Level - Annual report.** Petroleum Safety Authorities, Norway, 2020. Disponível em: https://www.ptil.no/contentassets/c4222734927b44f2bf2281446ab3ca1c/summary-report-2020. Acesso em: 16 mai. 2021.

SCHWARTZ, N., WEBER, H. R. Bubble of methane triggered rig blast. Associated Press, **The Huffington Post**, 2010. Disponível em: https://phys.org/news/2010-05-methane-triggered-rig-blast.html. Acesso em: 03 mai. 2022.

SEPP NEVES, A. A.; PINARDI, N.; MARTINS, F.; JANEIRO, J.; SAMARAS, A.; ZODIATIS, G.; DE DOMINICIS, M. Towards a common oil spill risk assessment framework – Adapting ISO 31000 and addressing uncertainties. **Journal of Environmental Management**, v. 159, p. 158–168, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.044

US NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Oil in the sea: Imputs, fates, and effects**. National Academy of Sciences. Washington, DC, USA, 2009. 277 p.

VALDEZ BANDA, O.A., GOERLANDT, F., KUZMIN, V., KUJALA, P., MONTEWKA, J. Risk management model of winter navigation operations. **Marine Pollution Bulletin**, v. 108, p. 242-262, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.071

VANEM, E., ENDRESEN, Ø., SKJONG, R. Cost-effectiveness criteria for marine oil spill preventive measures. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 93, n. 9, p. 1354-1368, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ress.2007.07.008

VIERENDEELS, G., RENIERS, G.L.L., ALE, B.J.M. Modeling the major accident prevention legislation change process within Europe. **Safety Science**, v. 49, n.3, p. 513-521, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.11.011

VINNEM, J. E.; RØED, W. Root causes of hydrocarbon leaks on *offshore* petroleum installations. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 36, p. 54-62, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2015.05.014

WIECZOREK, A., DIAS-BRITO, D., MILANELLI, J. C. C. Mapping oil spill environmental sensitivity in Cardoso Island State Park and surroundings areas, Sao Paulo, Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 50, n. 11, p. 872-886, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.04.

WILSON, E. K. Oil Spill's size swells: Deepwater Horizon - magnitude of Gulf accident is far larger than previous estimates. **Chemical & Engineering News**, v. 88, n. 39, 14 p., 2010. DOI: https://doi.org/10.1021/CEN092210132651

WOLFE, M. F., SCHLOSSER, J. A., SCHWARTZ, G. J. B., SINGARAMM S., MIELBRECHT, E. E., TIEERDEMA, R. S., SOWBY, M. L. Influence of dispersants on the bioavailability and trophic transfer of petroleum hydrocarbons to primary levels of a marine food chain. **Aquatic Toxicology**, v. 42, n.3, p. 211-227, 1998. DOI: https://doi.org/10.1016/S0166-445X(97)00096-9

YANG, Z.; CHEN, Z.; LEE, K.; OWENS, E.; BOUFADEL, M.C.; AN, C.; TAYLOR, E. Decision support tools for oil spill response (OSR-DSTs): Approaches, challenges, and future research perspectives. **Marine Pollution Bulletin**, v. 167, 112313, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112313.

IVIDES.org

BRASIL. **Lei n.º 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. Brasília, DF: D.O.U., 10 abr. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 02 jul. 2021.

BRASIL. **Módulo de formação**: elaboração de plano de contingência - livro base. Brasília: Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres, 2017. 62 p. ISBN 978-85-68813-07-2.

DA-SILVA-ROSA, T. *et al*. Environmental Education as a Strategy for Reduction of Socio-Environmental Risks. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 211-230, 2015.

EYERKAUFER, M. L.; SEDLACEK. A.C. 2018. Governança em riscos e desastres a partir da gestão e modelagem de processos colaborativos de trabalho. **R. Gest. Sust. Ambient.**, Florianópolis, v. 7, Edição Especial - II Seminário Internacional de Proteção e Defesa Civil, p. 166-185, 2018.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro, RJ) e oficina com o jogo "Zoom". *In*: **Semana de Integração Acadêmica da UFRJ – SIAC**, 9., 2018, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2018a.

FREITAS, A. C. **Projeto Espaço Fluir.** *In*: Campanha aprender para prevenir do CEMADEN Educação, 2018b. Disponível em: http://200.133.244.149/2018/?p=930. Acesso em: 2 out. 2020.

FREITAS, A. C. **Curso ações educativas para RRD e Oficina com o jogo Cidade Resiliente**. *In*: Curso e oficina realizados na sede do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Rio de Janeiro, 2019a.

FREITAS, A. C. Educação para redução do risco de desastres: ações desenvolvidas no projeto Espaço Fluir. *In*: **Seminário RRD Rio - Ciência, tecnologia e inovação na Redução de Riscos de Desastres na Cidade do Rio de Janeiro**, SETEC RRD RIO, 1., 2019b. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/seminariorrdrio e em https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12931487/4354744/ANAIS_Ebook_final.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

FREITAS, A. C. **Ações de Educação para a Redução dos Riscos e Desastres**. *In*: Curso "Risco geológico Defesa Civil de Maricá e CPRM, Maricá, RJ", 2019c. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Pesquisadores-em-Geociencias-da-CPRM-capacitam-agentes-de-Defesa-Civil-de-diversos-estados-brasileiros-em-Marica-%28RJ%29-5608.html. Acesso em: 30 set. 2020.

FREITAS, A. C. **Projetos Espaço Fluir e Molipdec: "Juntos somos mais fortes"**. Módulo N: Espaço Fluir e MOLIPDEC: Jogos Educativos. Ação cadastrada na 4ª campanha Aprender para Prevenir (2019) do Cemaden Educação. 2019d. Disponível em: http://200.133.244.149/2019/?p=1109. Acesso em: 2 out. 2020.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade de Maricá, RJ) e oficina com o jogo "Vai Rolar". *In*: **Semana de Integração Acadêmica da UFRJ – SIAC**, 10., 2019, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2019e.

JOHNSON, V. A. *et al.* Evaluations of disaster education programs for children: a methodological review. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 9, p. 107-123, 2014.

LIDSTONE, J. Disaster Education: Where we are and where we should be. *In*: LIDSTONE, J. (ed.) **International Perspectives on Teaching about Hazards and Disasters**. International Geographical Union, Channel View Publications. Adelaide, Australia, 1996. pp. 7-17.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e Educação**. Um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012.

MARCHEZINI, V. *et al*. Educação para Redução de Riscos de Desastres: Experiências Formais e Não-Formais no Estado do Rio de Janeiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, p. 102-117, 2019.

MENDONÇA, M. B. de; FREITAS, A. C. Uma experiência de concepção de jogos pedagógicos para redução de riscos de desastres. **Revista Vértices**, v. 23, n. 1, p. 299-314, 30 abr. 2021.

MENDONÇA, M. B.; LUCENA, R. Atividades Socioeducativas para a Redução de Desastres Associados a Deslizamentos. **Revista de Comunicação e Educação Ambiental**, v. 3, p. 109-123, 2013.

IVIDES.org

MENDONCA, M. B.; VALOIS A.S. Disaster education for landslide risk reduction: an experience in a public school in Rio de Janeiro State, Brazil. **Natural Hazards**, v. 89, n. 1, p. 351-365, 2017.

MORAIS, J. **Oficina apresenta jogo Cidade Resiliente voltado ao aprendizado sobre prevenção aos desastres naturais**. 2019. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Oficina-apresenta-jogo-Cidade-Resiliente-voltado-ao-aprendizado-sobre-prevencao-aos-desastres-naturais-6076.html. Acesso em: 30 set. 2020.

MOLIPDEC. **Projeto MOLIPDEC-RJ** - Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Projeto de Extensão da Escola Politécnica da UFRJ. Coordenação: Alessandra Conde de Freitas. Rio de Janeiro: UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 09/01/2018 a 29/12/2020.

NORONHA, M. **Jogo cidade resiliente**: um estudo sobre aplicação de ferramenta de redução de riscos de desastres em ambientes escolares. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029369.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.

PETAL, M. Education in disaster risk reduction Education. *In*: SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (ed.). **Disaster Management**: Global Challenges and Local Solutions. Hyderabad: University Press, 2009. p. 285-320.

PETAL, M. A.; IZADKHAH, Y. O. **Concept Note**: Formal and Informal Education for Disaster Risk Reduction. A contribution from Risk RED for the International Conference on School Safety, Islamabad, May 2008. Disponível em: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.371.284&rep=rep1&type=pdf. Acesso em: 15 dez. 2018.

PRATER, C.S. e LINDELL, M.K. Politics of hazard mitigation. **Natural Hazards Review**, v. 1, n. 1, p. 73–82, 2000.

ROLDÃO, M. Colaborar é preciso: questões de qualidade e eficácia no trabalho dos professores. **Revista Noesis**, Dossier: Trabalho colaborativo dos professores, n. 71, p. 24-29, 2007.

SELBY, D.; KAGAWA, F. **Disaster Risk Reduction in School Curricula**: Case Studies from Thirty Countries. Genebra: United Nations Children Fund, UNICEF, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO 7, 2012. Disponível em: https://www.unicef.org/environment/files/DRRinCurricula-Mapping30countriesFINAL.pdf. Acesso em: 27 ago. 2019.

SHAW, R. *et al*. Disaster education: an introduction. *In*: SHAW, R.; SHIWAKU, K.; TAKEUCHI, Y. (ed.) **Disaster education**: community, environment and disaster risk management. v. 7. Bingley: Emerald, 2011. p. 1-22.

SHAW, R. *et al.* **1-2-3 of Disaster Education**. Kyoto: European Union United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR, Kyoto University, 2009.

TRAJBER, R; OLIVATO, D. A escola e a comunidade: ciência cidadã e tecnologias digitais na prevenção de desastres. *In*: MARCHEZINI, V. *et al* (ed.). **Reduction of Vulnerability to Disasters**: from knowledge to action. São Carlos: Editora Rima, 2017. p. 531-550.

TWIGG, J. **Disaster Risk Reduction**. Good Practice Review 9. New edition 2015. Humanitarian Policy Group Overseas Development Institute, 2015. Disponível em: https://odihpn.org/wp-content/uploads/2011/06/GPR-9-web-string-1.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Online glossary**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: https://www.undrr.org/terminology. Acesso em: 10 jun. 2021.

UNISDR. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres**. (versão Português não oficial). Paris: Nações Unidas, 7 abr. 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf e http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeSendaiPortugues.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

WELLS, G. **Indagación dialógica**: hacia una teoria y una práctica socioculturales de la educación. Barcelona: Paidós, 2001.

IVIDES.org

ADB (Asian Development Bank). **Pacific studies series, climate proofing:** a risk-based approach to adaptation. Manila: ADB, 2005. Disponível em: https://www.adb.org/sites/default/files/publication/28796/climate-proofing.pdf. Acesso em: 18 mar. 2022.

Agrawala S., A. M. Kramer, G. Prudent-Richard and M. Sainsbury. **Incorporating climate change impacts and adaptation in Environmental Impact Assessments:** Opportunities and Challenges, 2010, OECD Publishing, 2010. (Environmental Working Paper; 2) DOI: https://doi.org/10.1787/5km959r3jcmw-en

ARTS, J.; P. TOMLINSON; H. VOOGD. Planning in tiers? Tiering as a way of linking SEA and EIA. *In*: SADLER, B. *et al.* (ed.). **Handbook of strategic environmental assessment**, p. 415-433, Washington, DC: Earthscan Publications Ltd, 2011. ISBN: 9781138975699.

ASSAD, L. P. F. *et al.* **Noções básicas de modelagem hidrodinâmica computacional e de dispersão de poluentes.** COPPE, Rio de Janeiro. 2009. Disponível em: http://numa.lamce.coppe.ufrj.br/DATA/cursos/apostila.pdf. Acesso em: 12 abr. 2021.

ATHANASIOU, P. *et al.* Uncertainties in projections of sandy beach erosion due to sea level rise. An analysis at the European scale. **Scientific Reports** v. 10, 11895, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-68576-0

BAKER, J. *et al*. Ecosystem services in environmental assessment — Help or hindrance? **EIA Review**, v. 40, p. 3-13, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.11.004.

BARKER, A. Strategic Environmental Assessment (SEA) as a Tool for Integration within Coastal Planning. **Journal of Coastal Research**, v. 224, n. 1, p. 946-950, 2006. DOI: http://www.jstor.org/stable/4300351.

BARRAGÁN-MUÑOZ, J. M. (coord.) **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica:** Un diagnóstico. Necesidad de Cambio, Cádiz, Espanha: Red IBERMAR (CYTED), 2010. 380 p. ISBN13: 978-84-694-4844-1.

BARRAGÁN-MUÑOZ, J. M. **Política, Gestão e Litoral:** uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais. Traduzido por Scherer, M.E.G.; Ferreira, W.L.S; Asmus, M. L. Editora Tébar Flores, Madrid, Spain. 683 p. 2016. ISBN 9788473605632 (Tradução).

BPBES (Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos). **1 º Diagnóstico Brasileiro De Biodiversidade & serviços ecossistêmicos**. Campinas, SP: BPBES, 2018. 179 p. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/produtos/. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRADFORD, S. F. Numerical simulation of surf zone dynamics. **Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering**, v. 126, n. 1, p. 1-13, fev. 2000. ISSN 0733950X DOI : https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(2000)126:1(1).

BRAUMAN, K. A. *et al*. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, n. 1, p. 67-98, jul. 2007. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758. Acesso em: 01 abr. 2021.

BUCHIANERI, V. C. **O Valor dos Serviços Ecossistêmicos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itaguaré e Guaratuba, Bertioga, SP.** Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós- Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. DOI: https://doi.org/10.11606/T.8.2018.tde-30052018-105644 Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-30052018-105644/pt-br.php. Acesso em: 08 ago. 2019.

BYER., P. *et al.* **Climate Change in Impact Climate Change in Impact Assessment: international best practice principles**. 8. ed. Fargo, USA: Iaia.org, 2018. 4 p. Disponível em: https://www.iaia.org/best-practice.php. Acesso em: 20 jun. 2021.

CASTELLE B. *et al.* Modelling of embayed beach equilibrium planform and rotation signal. **Geomorphology**, v. 369, 107367, [n.p.], 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107367

IVIDES.org

CBD (Convention on Biological Diversity). **Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation.** Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change under the Convention on Biological Diversity (CBD). Montreal, CA: CBD, 2009. (Technical Series; 41). Disponível em: https://www.cbd.int/doc/publications/ahteg-brochure-en.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

CDB (Convention on Biological Diversity). **Convention on Biological Diversity**. New York, USA: CBD, 1992. (Text of the Convention). Disponível em: https://www.cbd.int/convention/text/ . Acesso em: 20 jun. 2021.

CEPAL (Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe). **Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe. Impactos.** Documentos de Projeto (LC/W.484), Santiago de Chile, jul. 2012. 118 p. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4003/1/S2012065_es.pdf. Acesso em: 04 out. 2019.

CEAA (Canadian Environmental Assessment Agency). **Incorporating Climate Change Considerations in Environmental Assessment: General Guidance for Practitioners**. The Federal–Provincial–Territorial Committee on Climate Change and Environmental Assessment, 2003. Disponível em: http://www.iaia.org/IAIA-Climate-Symposium-DC/documents/Canada_Guide_EIA_CC.pdf. Acesso em: 19 mar. 2022.

Charlesworth, S.M.; Warwick, F. Sustainable drainage, green and blue infrastructure in urban areas. *In*: CHARLESWORTH, S.M., BOOTH, C., ADEYEYE, K. (ed.). **Sustainable Water Engineering**. Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 185–206. ISBN 978012816120.

Chausson, A.; Turner, B.; Seddon, D.; Chabaneix, N.; Girardin, C. A. J.; Kapos, V.; Key, I.; Roe, D.; Smith, A.; Woroniecki, S.; Seddon, N. Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. **Global Change Biology,** v. 26, n. 11, p. 6134-6155, 2020. https://doi.org/10.1111/gcb.15310.

CHOU, S.C., *et al.* Projections of Climate Change in the Coastal Area of Santos. *In*: NUNES, L.H.; GRECO, R.; MARENGO, J.A. (ed.). **Climate change in Santos, Brazil**: projections, impacts and adaptation options, [*S.l.*], [s.n.], p. 59-73, 2019. Cham: Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96535-2_4.

CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R.W. Integrated Coastal and Ocean Management Concepts and Practices. **Island Press**, Washington DC, EUA., 1998.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world s ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, mai. 1997. DOI: https://doi.org/10.1038/387253a0. Disponível em: https://www.nature.com/articles/387253a0#citeas. Acesso em: 08 ago. 2019.

COWELL, P.J.; ROY, P.S.; JONES, R.A. Simulation of large-scale coastal change using a morphological behaviour model. **Marine Geology**, v. 126, n. 1-4, p. 45-61, ago. 1995. DOI: https://doi.org/10.1016/0025-3227(95)00065-7

CPD Worldwide. **Como os governos estaduais brasileiros enfrentam a mudança do clima?** Resumo das respostas dos estados brasileiros ao questionário de Estados & Regiões de 2020 do CDP, 2021. 19 p. Disponível em: https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/005/845/original/CDP-relatorio-governoseclima-FINAL_.pdf?1628892687. Acesso em: 11 mar. 2022.

DAILY, G. C. **Nature's Services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC: Island Press. 1997. p. 49-64.

DAVIDSON-ARNOTT, R.G.D. A conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coasts. **Journal of Coastal Research**, West Palm Beach (Florida), v. 21, n. 6, p. 1166–1172, 2005.

Devisscher, T. **Ecosystem-based Adaptation in Africa:** Rationale, Pathways and Cost Estimates. Sectoral Report for the Adapt Cost Study. Stockholm: Stockholm Environment Institute - SEI, 2010.

DI GIULIO, G. M.; MARTINS, A.M.B.B.; VASCONCELLOS, M. da P.; RIBEIRO, W. C. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 2, p. 75-87, 4 out. 2018. Editora de Livros IABS. DOI: http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v8n2.2017.19868.

DI GIULIO, G. M.; MARTINS, A.M.B.B.; LEMOS, M.C. Adaptação climática: fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 25-41, dez. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.30880004.

IVIDES.org

DIETZ, T., OSTROM, E.; STERN, P. C. The Struggle to Govern the Commons.Science. **American Association for the Advancement of Science** (AAAS). [S.L.], v. 302, n. 5652, p. 1907-1912, 12 dez. 2003. DOI: http://dx.doi.org/10.1126/science.1091015.

DONNELLY, A.; PRENDERGAST, T.; HANUSCH, M. Examining quality of environmental ojectives, targets and indicators in environmental reports prepared for strategic environmental assessment. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 10, n. 04, p. 381-401, dez. 2008. DOI: http://dx.doi.org/10.1142/s1464333208003196.

ESPINOSA, H. R. M. **Diretrizes para uma política ambiental sustentabilista**. Avaliação de Impactos. Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 79-87, 1996.

EUROPEAN UNION. **Directiva 2001/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de Junho de 2001 relativa à avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente**. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 21 jul. 2001. p. 30-37. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0042&from=PT. Acesso em: 01 mar. 2021.

European UNION. **Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities:** Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities". Publications Office of the European Union, 2015. DOI: https://doi.org/10.2777/479582.

FERREIRA, C.J. *et al.* Integração de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no Litoral Norte do Estado de São Paulo. Combination of risk mapping and rain index for planar landslides risk monitoring and warning in North Coast of State of Sao Paulo. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 37-54, 2017. Disponível em: https://www.abge.org.br/downloads/revistas/integracao.pdf. Acesso em: 14 nov. 2020.

FEW, R.; BROWN, K.; TOMPKINS, E. L. Public participation and climate change adaptation: avoiding the illusion of inclusion. **Climate Policy**, [*S.l.*], v. 7, n. 1, p. 46-59, jan. 2007. Informa UK Limited. DOI: https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685637.

FISCHER, T. B. **Strategic Environmental Assessment in Action:** towards a more systematic approach. UK: Editora Taylor & Francis Ltd, 2007. 218 p. ISBN:1844074536.

FREYERMUTH, A.T.; LOSADA, I. J.; LARA, J. L. 2007. Modeling of surf zone processes on a natural beach using Reynolds-Averaged Navier-Stokes equation. **Journal of Geophysical Research**, v. 112, C09014, 2007. DOI: https://doi.org/10.1029/2006JC004050.

GANDRA, T. B. R.; BONETTI, J.; SCHERER, M. E. G. Planejamento Espacial Marinho. *In*: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (org.). **Geografia Marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 456-472. ISBN 978-65-992571-0-0.

GENELETTI, D. Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. **Environmental Impact Assessment Review**, [*S.l.*], v. 40, p. 25-35, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.12.003.

GIZ. **The vulnerability sourcebook:** concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. Eschborn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2017. 180 p. Disponível em: http://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=203.

GIZ; UNEP-WCMC; FEBA. **Guidebook for Monitoring and Evaluating Ecosystem-based Adaptation Interventions.** Bonn, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2020.

GÖHLE, D. *et al.* **Ecosystem-based Adaptation (EbA)**. Eschborn, Feldafing, Germany: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2013. 8 p. Disponível em: https://publikationen.giz.de/qlink/ID=41655000. Acesso em: 20 jun. 2021.

GROOT, R. de. Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics. **Environmentalist**, v.7, n. 2, p. 105-109, 1987.

GROOT, R. de *et al*. **Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation**. [*S.l.*]: The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB, 2010. (Full Draft). Disponível em: http://teebweb.org/publications/teeb-for/research-and-academia/. Acesso em: 20 jun. 2021.

GROOT, R. de; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n.3, p. 393-408, 2002. ISSN 0921-8009. DOI: https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800902000897. Acesso em: 08 ago. 2019.

GUPTA, S. *et al*. **Policies, instruments and co-operative arrangements.** In Climate Change 2007: Mitigation, ed. B Metz *et al*, pp. 745–807. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge:Cambridge University Press, 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg3-chapter13-2.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

GUTIERREZ, M.; BEKESSY, S. A.; GORDON, A. Biodiversity and ecosystem services in strategic environmental assessment: an evaluation of six australian cases. **EIA Review**, v. 87, p. 106552, mar. 2021. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106552.

GVCES (Centro de Estudos em Sustentabilidade). **Metodologias para identificação e priorização de medidas de adaptação**. Brasília: Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2014. Disponível em: https://eaesp.fgv.br/producao-intelectual/metodologias-para-identificacao-e-priorizacao-medidas-adaptacao-parte-2-produto. Acesso em: 20 jun. 2021.

GVCES (Centro de Estudos em Sustentabilidade). **Relatório 1 – Planejamento público em adaptação à mudança do clima:** Principais conceitos e aprendizados a partir de experiências internacionais. Brasília/DF: Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, GVCES, 2016. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/18620. Acesso em: 20 jun. 2021.

HAHN, M.; FRÖDE, A.. **Climate Proofing for Development:** adapting to climate change, reducing risk. Eschborn, Feldafing, Alemanha: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ, 2011. 38 p. Disponível em: https://publikationen.giz.de/qlink/ID=40807000. Acesso em: 20 jun. 2021.

HARARI, J. **Fundamentos de modelagem numérica em Oceanografia**. São Paulo: IO-USP, 2015. 246 p.

HONRADO, J. P. *et al*. Can we infer about ecosystem services from EIA and SEA practice? A framework for analysis and examples from Portugal. **EIA Review**, v. 40, p. 14-24, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2012.12.002.

IAIA (International Association for Impact Assessment). **Biodiversidade na Avaliação de Impactos**. 3. ed. Fargo, USA: Iaia.org, 2005. Disponível em: https://www.iaia.org/best-practice.php. Acesso em: 20 jun. 2021. [Tradução em língua portuguesa efetuada no âmbito da Rede de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos (http://www. redeimpactos.org), um projeto da APAI – Associação Portuguesa de Avaliação de Impactes (http://www.apai.org.pt)].

IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission). **Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management**. Paris, França: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2009. 141 p. (Unesco Manuals and Guides; 50; ICAM Dossier; 5). Disponível em http://ioc-unesco.org/ index.php?option=comoe&task=viewDocumentRecord&docID=3947. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Annex I: Glossary. *In*: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (ed.). **Global Warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. IPCC, 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_AnnexI_Glossary.pdf. Acesso em: 11 mar. 2022.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2001:** Synthesis Report. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001. 148 p. Disponível em: https://www.ess.uci.edu/researchgrp/prather/files/2001IPCC_SyR-Watson.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

IVIDES.org

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2007:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. NY, USA: Cambridge University Press, 2012. 582 p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Summary for policymakers**. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32, 2014. Disponível em https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf. Acesso em 20 de junho de 2021.

ISLAM, S.; ZHANG, Y. The potential of strategic environmental assessment to reduce disaster risks through climate change adaptation in the coastal zone of Bangladesh. **International Journal of Climate Change Strategies And Management**, v. 11, n. 1, p. 137-153, 14 jan. 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.1108/ijccsm-11-2017-0201.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). **Guidance for using the IUCN global standard for nature-based solutions**. 1. ed. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. ISBN: 978-2-8317-2061-6. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.en.

JACOBI, P. R. **Governança da água no Brasil**. *In*: RIBEIRO, W. (org.). Governança da Água no Brasil: uma visão interdisciplinar. cap. 2. São Paulo: Annablume, 2009. 379 p. ISBN: 978-85-7419-927-6.

Kabisch, N. *et al*. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society**, v. 21, n. 2, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.5751/ES-08373-210239

KLEIN, A. H. *et al*. **Metodologia para quantificação de perigos costeiros e projeção de linhas de costa futuras como subsídio para estudos de adaptação das zonas costeiras:** litoral norte da Ilha de Santa Catarina e entorno. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável; Laboratório de Oceanografia Costeira; Universidade Federal de Santa Catarina (ed.). Brasília, DF: MMA, 2016. 252 p.

KRIEBEL, D.; DEAN, R. G. Numerical simulation of time-dependent beach and dune erosion. **Coastal Engineering**, v. 9, n. 3, set. 1985, p. 221-245, set. 1985. DOI: https://doi.org/10.1016/0378-3839(85)90009-2

LIMA, A. S.; DUARTE, F. G. Políticas de adaptação às mudanças climáticas como fator propulsor ao desenvolvimento sustentável. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 3085-3099, out./dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-029.

LINDOSO, D. P. Adaptação à mudança climática: ciência, política e desenvolvimento sustentável. **ClimaCom**, ano 2, n.2, 2015. Disponível em: http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/adaptacao-a-mudanca-climatica-ciencia-politica-e-desenvolvimento-sustentavel/. Acesso em: 20 jun. 2021.

LINDOSO, D. P. Vulnerabilidade e Resiliência: potenciais, convergências e limitações na pesquisa interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, n. 20, v. 4, out.-dez. 2017. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0248r1v2042017. Acesso em: 20 jun. 2021.

LOCATELLI, B. Ecosystem Services and Climate Change. *In*: POTSCHIN, M. HAINES-YOUNG, R; FISH R; TURNER R. K. (ed.). **Routledge Handbook of Ecosystem Services**. Routledge, London and New York, 2016. p. 481-490. Disponível em: https://www. routledge. com/products/9781138025080. Acesso em: 01 abr. 2021.

LOSADA, I.J. *et al*. A planning strategy for the adaptation of coastal areas to climate change: the Spanish case. **Ocean & Coastal Management**, v. 182, p. 104983, dez. 2019. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104983.

IVIDES.org

Malhi, Y.; Franklin, J.; Seddon, N.; Solan, M.; Turner, M.G.; Field, C. B.; Knowlton, N. Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. **Phil. Trans. R. Soc.**, [*S.l.*], [s.n.], 27 jan. 2020. DOI: http://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104

MARENGO, J. A. *et al*. An Integrated Framework to Analyze Local Decision Making and Adaptation to Sea Level Rise in Coastal Regions in Selsey (UK), Broward County (USA), and Santos (Brazil). American **Journal of Climate Change**. v. 6, n. 2, jun. 2017. DOI: https://doi.org/10.4236/ajcc.2017.62021.

MARENGO, J. A. *et al*. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista Usp**, n. 106, p. 31, 2 set. 2015. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44.

MCCALLUM, S. *et al*. **Decisões Climáticas Inteligentes**. 3. ed. Maina Arriscado (trad.). Fargo, USA: Iaia.org, 2013. Disponível em: https://www.iaia.org/fasttips.php. Acesso em: 20 jun. 2021.

MEA (Millenium Ecosystem Assessment). **Ecosystems and human well-being:** synthesis report. Washington, DC: Island Press, 2005.

MENDONÇA, F. **Riscos Climáticos:** vulnerabilidades e resiliência associados. Jundiaí, SP: Paco Editorial, 2014. 388 p. ISBN: 978-85-8148-727-4.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Adaptação baseada em ecossistemas frente à mudança do clima**. Brasília, 2018. 112 p. (Apostila do curso). Disponível em: http://mma.gov.br/publicacoes-mma. Acesso em: 20 jun. 2021.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Brasília, DF: MMA, 2016. 370 p. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/caisan/Publicacao/Caisan_Nacional/PlanoNacionaldeAdaptacaoaMudancadoClima_Junho2015.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

MONTAÑO, M.; OPERMANN, P.; MALVESTIO, A. C.; SOUZA, M. P. Current state of the SEA system in Brazil: a comparative study. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 16, n. 2, 1450022, 2014.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V.E.L. Análise da viabilidade ambiental de projetos. *In*: CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F.C. **Engenharia Ambiental: Conceitos, tecnologias e gestão**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. 685 p. ISBN 978-85-352-9047-9.

NADRUZ, V. N. *et al*. Identifying the missing link between climate change policies and sectoral/regional planning supported by Strategic Environmental Assessment in emergent economies: lessons from Brazil. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, v. 88, p. 46-53, 2018.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 217-296, 2010.

Nicolodi, J. L. *et al*. Critical gaps in the implementation of Coastal Ecological and Economic Zoning persist after 30 years of the Brazilian coastal management policy. **Marine Policy**, v. 128, 104470, 2021.

NÓBREGA, R. A. A.; TEIXEIRA, F. Z.; SAYAGO, D. A. V. Environmental system modeling and landscape management. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 11, n. 2, p. 11–16, 2020. DOI: https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n2.2020.33466. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/33466. Acesso em: 01 abr. 2021.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). **Better Policies for Sustainable Development 2016**: A New Framework for Policy Coherence. Paris: OECD, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1787/9789264256996-en. Acesso em: 14 mar. 2022.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). **Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation: policy guidance**. Paris: Oecd, 2009. 197 p. ISBN-978-92-64-05476-9. Disponível em: https://www.oecd.org/env/cc/44887764.pdf. Acesso em: 20 jun.2021.

IVIDES.org

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). **Strategic environmental assessment and ecosystem services**. 8th Meeting on Environment and Development Co-operation (ENVIRONET), 8., 2008. Disponível em: https://www.oecd.org/dac/environment-development/41882953.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of socialecological systems. **Sci. New Ser**. v. 325, p. 419-422, 2009. DOI: https://doi.org/10.1126/science.1172133.

PALANDI, J. *et al*. **Cinemática e Dinâmica**. Departamento de Física. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de melhores práticas para avaliação ambiental estratégica** – Orientações Metodológicas para um pensamento estratégico em AAE. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente e Redes Energéticas Nacionais, 2012.

PARTIDÁRIO, M. R. **Strategic environmental assessment good practice guidance—methodological guidance**. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007. Disponível em: http://www.seataskteam.net/library.php e http://www.iambiente.pt/portal/page?_pageid=73,426033&_dad=portal&_schema=PORTAL&not_c_qry=boui=15473913. Acesso em: 20 jun. 2021.

PARTIDÁRIO, M. R.; GOMES, R. C. Ecosystem services inclusive strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 40, p. 36-46, abr. 2013. Elsevier BV. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2013.01.001

PASSOS, A.S. *et al*. Evaluation of the effects of a possible sea-level rise in Mangaratiba-RJ. **Journal of Coastal Conservation**., v. 17, n. 2, p. 355-366, 2013. DOI: https://doi.org/10.1007/s11852-018-0665-2.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas:** Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. MARENGO, J.A., SCARANO, F.R. (ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE - UFRJ, 2016. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6.

PELLIN, A.; LEMOS, C. C.; TACHARD, A.; OLIVEIRA, I. S. D.; SOUZA, M. P. Avaliação ambiental estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 27-36, 2011.

Posas, P. Climate change in SEA: learning from English local spatial planning experience. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 29, n. 4, p. 289-302, 2011. DOI: https://doi.org/10.3152/146155111X12959673795967.

ROSMAN, P.C.C. Subsídios Para Modelagem de Sistemas Estuarinos. *In*: ROSMAN, P.C.C., ALMEIDA, A.B., EIGER, S. (ed.). **Métodos Numéricos em Recursos Hídricos**, 3. ed. Porto Alegre, RS: ABRH, 1997. p. 238-348.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental:** conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 263-278.

Sánchez, L. E., Por que não avança a avaliação ambiental estratégica no Brasil?. **Estudos Avançados**, 2017, v. 31, n. 89, pp. 167-183. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890015.

SANTOS, M.R.S.; VITORINO, M.I; PEREIRA, L.C.C.; PIMENTEL, M.A.S.; QUINTÃO, A.F. Vulnerabilidade Socioambiental às Mudanças Climáticas: Condições dos Municípios Costeiros no Estado do Pará. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24, p. 1-22, 2021.

SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. H. Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas do Brasil: um diagnóstico. *In*: BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. (coord.), **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica:** Un diagnóstico. Necesidad de Cambio, 2010. Cádiz, Espanha: Red IBERMAR (CYTED), 2010. p. 293-329. ISBN: 978-84-693-0355-9. Disponível em: http://www.ibermar.org/documentos/publicaciones/FASE%20I.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

SHELTON, D. *et al.* Application of an ecosystem services inventory approach to the Goulburn Broken Catchment. **Third Australian Stream Management Conference**, August 27-29, 2001. RUTHERFORD, I., SHELDON, F.; BRIERLEY, G.; KENYON, C. (ed.). Brisbane: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, 2001. p. 157-162.

IVIDES.org

SILVA, J. Z. D. **Fundamentos da produção e consumo de frutos em populações naturais de *Euterpe edulis* Martius**. 2011. 262 f. Tese (Doutorado) - Programa de PósGraduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96070. Acesso em: 01 abr. 2021.

SLOOTWEG, R. *et al.* Biodiversity in EIA & SEA - Background Document to CBD Decision VIII/28: **Voluntary Guidelines on Biodiversity-Inclusive Impact Assessment.** The Netherlands: Commission for Environmental Assessment, 2006. ISBN: 978-90-421-1811-9. Disponível em: https://pacific-data.sprep.org/dataset/biodiversity-eia-and-sea-background-document-cbd-decision-viii28-voluntary-guidelines. Acesso em: 20 jun. 2021.

SOUZA, C.R. de G. Projeto SIIGAL: Um sistema geográfico de informações geoambientais para o litoral de São Paulo. *In:* Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**,** XI, 05 a 09 de maio de 2005. **Anais [...]**, São Paulo, SP, DG-USP, AGB, UGB, ABClima, 2005.

SOUZA, C.R. de G. Flood risk assessment in coastal drainage basins through a multivariate analysis within a GIS-based model. **Journal of Coastal Research**, SI 56, p. 900-904, 2009.

SOUZA, C.R. de G.; SUGUIO, K. The Coastal erosion Risk Zoning and the São Paulo State Plan for coastal management. **Journal of Coastal Research**, SI 35, p. 530-547, 2003. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/40928805. Acesso em: 20 jun. 2021.

Swart, R.; Sedee, A.G.J.; de Pater, F.; Goosen, H.; Pijnappels, M.; Vellinga, P. Climate-Proofing Spatial Planning and Water Management Projects: An Analysis of 100 Local and Regional Projects in the Netherlands.**J. Environ. Policy Plan**, v. 16, n. 1, p. 55–57, 2014.

SYVITSKI, J. P.M. *et al.* **Morphodynamic Models:** An Overview. Journal of Sedimentary Research, v. 81, n. 1, p. 18-37, 2010.

TEIXEIRA, I.M.V. **O uso da Avaliação ambiental estratégica no planejamento da oferta de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil:** uma proposta. p. 302. Tese (Doutorado em ciências em planejamento energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

THERIVEL, R. **Strategic Environmental Assessment in Action**. 2. ed. Florence, United Kingdom: Routledge, 2010. 304 p. ISBN: 9781849710657.

Turner, W.R.B.A.; Bradley, L.D.; Estes, D.G.; Hole, M. Oppenheimer, D.S. Wilcove, D.S. Climate change: helping natural survive the human response **Conserv. Lett.,** v. 3, n. 5, p. 304-312, 2010. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2010.00128.x.

UN (United Nations). **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Rio de Janeiro: United Nations, 1992. Disponível em: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

UNEP (United Nations Environment Programm); IEMP (International Ecosystem Management Partnership). **Research on Ecosystem-based Adaptation (EbA):** A reference guide. Document produced as part of the GEF-funded EbA South Project, 2019. Disponível em: https://wedocs.unep.org/20.500.11822/33379. Acesso em: 20 jun. 2021.

Vanclay, F.; Esteves, A.M.; Aucamp, I.; Franks, D. **Social Impact Assessment:** Guidance for assessing and managing the social impacts of projects. Fargo, ND: Associação Internacional de Avaliação de Impactos (AIAI), 2015.

VELLINGA, P. Beach and dune erosion during storm surges. **Coastal Engineering**. Volume 6, Issue 4, November 1982, p. 361-387. DOI: https://doi.org/10.1016/0378-3839(82)90007-2.

WENDLAND, E.; RUBER, O. **Hydrogeologic Modelle**. Lehrstuhl fur Angewandte Hydrogeologie. Ruhr, Alemanha: Universitat Bochum, 1998.

WRI (World Research Institute). **Ecosystem Services**: a guide for decision makers. 2007941147. ed. Washington DC, USA: World Resources Institute, 2008. 97 p. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4060.6164. Acesso em: 20 jun. 2021.

IVIDES.org

WWF Brasil (World Wide Fund for Narure). **Guia de adaptação às mudanças do clima**: para entes federativos. Brasília, DF: World Wide Fund for Nature, 2017. Disponível em: https://www.wwf.org.br/?62222/Guia-de-adaptao-s-mudanas-do-clima-para-entes-federativos. Acesso em: 20 jun. 2021.

Capítulo 9

ARAGÃO, A. **A prevenção de riscos em Estados de direito ambiental na União Europeia**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2012. p. 1–37.

ARENAS, P. **Manejo Costero Integrado y Sustentabilidad en Iberoamerica**. Madrid: Editorial Académica Española, 2012.

BARRAGÁN, J. M. **Política, gestão e litoral: uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais**. Madrid: Editorial Tébar Flores, 2016.

BARRAGÁN, J. M.; DE ANDRÉS, M. Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. **Revista de geografía Norte Grande**, v. 64, p. 129–149, 2016.

CASTRO, C. M. DE; PEIXOTO, M. N. DE O.; RIO, G. A. P. DO. Riscos Ambientais e Geografia Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 28, n. 2, p. 11–30, 2005.

CETESB. **Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referências.** Norma Técnica P4.261, 2011.

CUNHA, R. D. S. DA. **A comunicação dos riscos na preparação para emergências nucleares: um estudo de caso em Angra dos Reis, Rio de Janeiro**. [*s.l.*] Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2017.

CUNHA, Í. Conflito ambiental em águas costeiras: relação porto - cidade no Canal de São Sebastião. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 83–98, 2003.

CUNHA, I. A.; DA CUNHA, R. D. S. A comunicação dos riscos na preparação para emergências ambientais: referências conceituais. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 7, n. 1–2, p. 24, 2012.

CUTTER, S. L. Vulnerability to hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529–539, 1996.

CUTTER, S. L.; MITCHELL, J. T.; SCOTT, M. S. Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown county, South carolina. **Hazards, Vulnerability and Environmental Justice**, v. 90, n. 4, p. 83–114, 2012.

EGLER, C. A. G. Risco Ambiental Como Critério De Gestão Do Território: Uma Aplicação À Zona Costeira Brasileira. **Revista Território**, v. 1, n. 1, p. 31–41, 1996.

EGLER, C. Potencial de risco tecnológico. *In:* MMA. **2º Macrodiagnóstico da Zona Costeira**. Brasília, DF: MMA, 2008. p. 149-153. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/macrodiagnostico.html. Acesso em 31 mai. 2021.

EPA (*Environmental Protection Agency*). **Emergency Planning and Community Right-to-Know Act (EPCRA) | US EPA**. [*s.l.*], [*s.d.*]. Disponível em: https://www.epa.gov/epcra. Acesso em: 29 dez. 2021.

FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler). **Manual de Análise de Riscos Industriais**. Porto Alegre, RS: FEPAM, 2016.

FRANCO, T.; DRUCK, G. Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 61–72, 1998.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A. DA. Work accidents which become disasters: Mine tailing dam failures in Brazil. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 1, p. 21–29, 2019.

FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; GOMEZ, C. M. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 6, p. 503–514, 1995.

IVIDES.org

FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; MACHADO, J. M. H. **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000.

GURGEL, A. do M. *et al.* Framework dos cenários de risco no contexto da implantação de uma refinaria de petróleo em Pernambuco. **Ciência & saúde coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2027–2038, 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 2010.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 2011.

MACHADO, J. M. H.; PORTO, M. F. D. S.; FREITAS, C. M. DE. Perspectivas para uma Análise Interdisciplinar e Participativa de Acidentes (Aipa) no contexto da indústria de processo. *In*: FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; MACHADO, J. M. H. (ed.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 48–81.

MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. **Vulnerabilidades e riscos**: entre geografia e demografia. n. Xiv, 2004.

MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **Sao Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33–43, 2006.

MARTINS, B. S. Revisitando o desastre de Bhopal: Os tempos da violência e as latitudes da memória. **Sociologias**, v. 18, n. 43, p. 116–148, 2016.

OLIVEIRA, D. S. *et al*. Expansão Portuária, Desenvolvimento Municipal e Alterações Ambientais no Brasil: Desafios para a gestão costeira * Port Expansion, Municipal Development and Environmental Changes in Brazil: Challenges for Coastal Management. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 13, n. 1, p. 79–87, 2013.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE - UFRJ, 2016. 184 p. p. 184.

PORTO, M. F. DE S.; FREITAS, C. M. DE. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, n. suppl 2, p. S59–S72, 1997.

QUARANTELLI, E. L. Principais critérios para julgamento da gestão de desastre e aplicação nas sociedades em desenvolvimento. *In*: FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S.; MACHADO, J. M. H. (org.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000. p. 198-219.

REFINARIA DE PETRÓLEO RIOGRANDENSE. **Produtos**. Disponível em: http://www.refinariariograndense.com.br/site/Pages/produtos/produtos/produtos.aspx. Acesso em: 31 maio. 2021.

SANTOS, F. M. DOS; MARANDOLA JÚNIOR, E. J. Populações em situação de risco ambiental e vulnerabilidade do lugar em São Sebastião, Litoral de São Paulo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 26, p. 23, 2012.

SERPA, R. R. Gerenciamento de riscos ambientais Risk management of environmental accidents. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 5, p. 101–107, 2002.

SERPA, R. R.; PRADO-MONJE, H. Prevenção e resposta a acidentes químicos - Situação na América Latina e no Caribe. In: FREITAS, C. M. .; PORTO, M. F. .; MACHADO, J. M. (ed.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 267–276.

SEVÁ, A. O. **Problemas ambientais relacionados com a Energia, as Águas e a Indústria**. Uma seleção das regiões atingidas e dos focos relevantes de riscos no Estado do RJ. [*s.l.*], 2002. 16p.

SOUZA JÚNIOR, A. B.; SOUZA, M. S. Implantação de sistemas de resposta para emergências externas em áreas industriais no Brasil. In: FREITAS, C. M. DE; PORTO, M. F. DE S.; MACHADO, J. M. H. (ed.). **Acidentes industriais ampliados: desafios e perspectivas para o controle e a prevenção**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 221–235.

IVIDES.org

TAVARES, A. O.; MENDES, J. M.; BASTO, E. Percepção dos riscos naturais e tecnológicos, confiança institucional e preparação para situações de emergência: O caso de Portugal continentalPerception of Natural and Technological Risks, Institutional Confidence and Preparedness for Emergency Situation. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 93, p. 167–193, 2011.

VAZ, A. J. Percepção de risco nas comunidades do entorno da Refinaria Duque de Caxias. In: PETRÓLEO, F. DOS ATINGIDOS PELA INDÚSTRIA DO; (ORG.), PETROQUÍMICA NAS CERCANIAS DA B. DE G. (ed.). **50 Anos da Refinaria Duque de Caxias e a expansão da indústria petrolífera no Brasil:** conflitos socioambientais no Rio de Janeiro e desafios para o país na era do pré-sal. Rio de Janeiro: FASE - solidariedade e educação, 2013. p. 199–208.

VEIGA LIMA, F. A. Portos marítimos e os desafios para a sustentabilidade costeira. *In*: SOUTO, R. D. (ed.). **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas:** conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES. org, 2020. p. 198–229.

Capítulo 10

ALBANI, R. A.; MANSUR, K. L.; SANTOS, W. F. S; PINTO, A. L. R. Além do Turismo de Sol e Praia: Uma Proposta de Roteiro Geoturístico para o Município de São João da Barra, RJ. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, UFRJ, v. 43, n. 3, p. 402-414, 2020.

ANDRASANU, A. Basic concepts in geoconservation. *In*: GRIGORESCU, D.; CSIKI, Z. **Mesozoic and Cenozoic Vertebrates and Paleoenvironments**: Tributes to the career of professor Dan Grigorescu. Bucareste, Romênia: Ars Docendi, 2006. p. 37-41.

AROUCA (Arouca Geopark Portugal). **Declaração de Arouca**. Congresso Internacional de Geoturismo, Geoturism in Action, Arouca, 2011. Disponível em: https://www.azoresgeopark.com/media/docs/declaracao_de_arouca_geoturismo.pdf. Acesso em jan. 2018.

ASMUS, M.; KITZMANN, D.; LAYDNER, C.; TAGLIANI, C. R. Gestão costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. **Gerenciamento Costeiro Integrado**, v. 4, p. 52-57, 2006.

BACCI, D. L. C.; PIRANHA, J. M.; BOGGIANI, P. C.; DEL LAMA, E. A.; TEIXEIRA, W. GEOPARQUE - Estratégia de Geoconservação e Projetos Educacionais. **Geologia USP**, Publ. espec., v. 5, p. 7-15, 2009.

BARRAGÁN, J. M. **Las áreas litorales de España**: del análisis geográfico a la gestión integrada. Barcelona: Editorial Ariel, 2004. 214 p.

BARRAGÁN, J. M. **Política, gestão e litoral**: uma nova visão da gestão integrada de áreas litorais. Madrid: Tébar Flores, 2016. 685 p.

BÉTARD, F. Geodiversity Hotspots: a proposed conceptual and methodological framework for defining geoconservation priorities. *In:* EUROPEAN GEOSCIENCES UNION GENERAL ASSEMBLY, 18., 2016, Viena. **Geophysical Research Abstracts**. Vienna: EGU, Abril 2016. p. 1825.

BÉTARD, F.; PEULVATS, J. P. Geodiversity hotspots: concept, method and cartographic application for geoconservation purposes at a regional scale. **Environmental Management,** v. 63, n. 6, p. 822-834, 2019. DOI: 10.1007/s00267-019-01168-5.

BONITO, J.; SOUSA, M. B. Atividades práticas de campo em geociências: uma proposta alternativa. *In:* LEITE, L.; DUARTE, M. C.; CASTRO, R. V.; SILVA, J.; MOURO, A. P.; PRECIOSO J. (org.). **Didáticas/Metodologias da Educação**. Braga: Universidade do Minho, Departamento de Metodologias da Educação do Instituto de Educação e Psicologia, 1997, p. 75-91. Disponível em: http://hdl.handle.net/10174/8355.

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, v. 38, n. 1, p. 03-14, jan/abr. 2011.

BORBA, A. W. Um Geopark na região de Caçapava do Sul (RS, Brasil): uma discussão sobre viabilidade e abrangência territorial. **Geographia Meridionalis**, v. 3, n. 1, p.104-133, 2017.

BORBA, A. W.; SILVA, E. L.; SOUZA, L. P. M.; SOUZA, L. F.; MARQUES, R. V. Relação entre a geodiversidade intrínseca e a estruturação de habitat na escala do geossítio: exemplos na Serra do Segredo e nas Pedras das Guaritas (Caçapava do Sul, RS, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v. 43, n. 2, p.183-202. 2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: D.O.U., 05 out. 1988a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em jan. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.** Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza SNUC, e dá outras providências. Brasília, DF, D.O.U., 23 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004**. Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: D.O.U., 21 mai. 2004a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5092.htm. Acesso em jan. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004.** Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 08 dez. 2004b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006.** Regulamenta o art. 21 da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: D.O.U., 06 abr. 2006a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5746.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006**. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 17 abr. 2006b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em jan. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008.** Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: D.O.U., 21 nov. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937.** Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Rio de Janeiro, RJ: D.O.U, 06 dez. 1937b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 9.760, de 5 de setembro de 1946.** Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. Rio de Janeiro, RJ: D.O.U., 06 set. 1946. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del9760.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 378, de 13 de janeiro de 1937.** Dá nova organização ao Ministério da Educação e Saúde Pública. Rio de Janeiro, RJ: D.O.U, 15 jan. 1937a. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Lei_n_378_de_13_de_janeiro_de_1937.pdf. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o Código Florestal. Revogada pela Lei nº 12.651/2012. Brasília, D.O.U., 16 set. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 15 mai. 1988b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em dez. 2020.

IVIDES.org

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U, 22 dez. 2006c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007**. Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade Instituto Chico Mendes; e dá outras providências. Brasília, DF: D.O.U., 28 ago. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11516.htm. Acesso em jan. 2021.

BRIDGLAND, D.R. Geoconservation of Quaternary sites and interests**. Proceedings of the Geologists' Association**, vol. 124, n. 4, p. 612-624. 2013.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, v. 8, n. 2, p. 119-134, 2016.

BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 183 p. Disponível em http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf. Acesso em fev. 2021

BURROUGHS, R. **Coastal Governance**. Washington: Island Press, Foundations of Contemporary Environmental Studies book series (FCES), 2010. 256 p.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Resolução nº 05 da CIRM de 13 de dezembro de 1997.** Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II). Brasília, DF: CIRM, 1997. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/resolucao-5-1997.pdf. Acesso em fev. 2021.

CLARK, J. R. **Coastal Zone Management Handbook**. Florida: CRC Press, 1996. 694 p.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução nº 303**, **de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF: D.O.U., 13 mai. 2002, Seção 1, p. 68.

CRISTIANO, S. C. **Interfaces entre a Geoconservação e a Gestão Costeira no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. 252 p.

CRISTIANO, S. C.; BARBOZA, E. G. Geoconservação na Costa de Araranguá, Santa Catarina, Brasil. *In:* Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 4., e Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, 2., 2017, Ponta Grossa. **Anais [...].** Ponta Grossa, 2017.

CRISTIANO, S. C.; SILVA, J. P.; CUNHA, I. A.; MELO, M. D. Roteiro Geoecológico na escola: uma proposta para a formação continuada de professores. **Terrae Didatica**, v. 16, p. 1-13, 2020.

DIAS, G.; BRILHA, J. B.; ALVES, M. I. C.; PEREIRA, D. I.; FERREIRA, N.; MEIRELES, C.; PEREIRA, P.; SIMÕES, P. P. Contribuição para a valorização e divulgação do património geológico com recurso a painéis interpretativos: exemplos em áreas protegidas do NE de Portugal. **Ciências da Terra**, nº especial, CD-ROM, p. 132-135, 2003.

DIAS, L. C; FERREIRA, G. C. A geoconservação sob a ótica legislativa: uma análise comparativa de leis nacionais e internacionais sobre a proteção do patrimônio geológico. **Geociências**, São Paulo: UNESP, v. 37, n. 1, p. 211-223, 2018.

FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler). **Diretriz Técnica para Identificação e Caracterização de Potenciais Geossítios no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: FEPAM. Consulta pública on-line, 2020. 14 p.

FREY, M. L; SCHAFER, K; BUCHEL, G; PATZAK, M. Geoparks – a regional European and global policy. *In:* DOWLING, R; NEWSOME, D. **Geotourism**. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2006 p. 95-118.

IVIDES.org

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. **Geoheritage**, v. 2, p. 57-75, 2010.

GGN (Global Geoparks Network). GGN Members List. 2021. Disponível em: http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/MemberList/index.htm. Acesso em mai. 2021.

GODOY, M.; BINOTTO, R. B.; WILDNER, W. **Geoparque Caminho dos Cânions do Sul:** Proposta. Rio de Janeiro: CPRM, Relatório Técnico, Projeto Geoparques, 2011. 110 p.

GODOY, M.; BINOTTO, R. B.; WILDNER, W. Geoparque Caminho dos Cânions do Sul (RS/SC). *In:* SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C.R. **Geoparques do Brasil - Propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. p. 457-492.

GORDON, J. E., BARRON, H. F., HANSOM, J. D.; THOMAS, M. F. Engaging with geodiversity - why it matters. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 123, n; 3, p. 1-6, 2012.

GRAY, M. Geodiversity: Developing the paradigm. **Proceedings of the Geologists' Association**, v. 119, n. 3-4, p. 287-298, 2008.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2004. 450 p.

GRAY, M. **Geodiversity:** valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2013. 508 p.

HOSE, T. A. European geotourism-geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. *In:* BARRETINO, D.; WIMBLEDON, W.P.; GALLEGO, E. **Geological heritage**: its conservation and management. Madrid: Instituto Tecnologico Geominero de Espana, 2000. p. 127-146.

HOSE, T. A. Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future. *In:* BUREK, C.V.; PROSSER, C. **The history of geoconservation**. Londres: Geological Society, 2008. p. 37-60.

IBGE (Instituto brasileiro de geografia e estatística). **Biomas e Sistema Costeiro-Marinho**: compatível com a escala 1:250 000. Série Relatórios Metodológicos. v. 45. 2019. ISBN 978-85-240-4510-3.

KAY, R.; ALDER, J. **Coastal Management and Planning**. Londres: E & FN Spon, 1999. 375 p.

LICCARDO, A.; PIMENTEL, C. S. Geociências e educação não formal. *In:* LICCARDO, Antonio; GUIMARÃES, Gilson Burigo (org.). **Geodiversidade na Educação**. 1. ed. Ponta Grossa: Studio Texto, 2014. p. 7-16.

LINS-DE-BARROS, F. M.; HOYAS, G. Distribuição populacional e abrangência espacial dos instrumentos de gestão na zona costeira do brasil: avanços, lacunas e desafios. **Revista da ANPEGE**, v. 17, n. 33, p. 98-127, 2021. e-ISSN: 1679-768X.

LOPES, L. S. O.; ARAÚJO, J. L.; CASTRO, A. J. F. Geoturismo: Estratégia de Geoconservação e de Desenvolvimento Local. **Cadernos de Geografia**, v. 21, n. 35, p. 1-11, 2011.

LUCAS, A. A.; GALVÃO, M. N. C. Geopark Araripe possibilidades para educação ambiental. *In*: SEABRA, G.; MENDONÇA, I. **Educação ambiental**: responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade, vol. 3, João Pessoa: Editora universitária da UFPB, 2011. p. 671-676.

LUZ, F. G.; MOREIRA, J. C. Geoturismo aliado a Painéis Interpretativos: uma proposta para o Buraco do Padre, Ponta Grossa (PR). **Revista Nordestina de Ecoturismo**, v. 3, p. 18-30, 2010.

MANSUR, K. L. Ordenamento territorial e geoconservação: análise das normas legais aplicáveis no Brasil e um caso de estudo no estado do Rio de Janeiro. **Geociências**, v. 29, n. 2, p. 237-249, 2010.

MANSUR, K. L. Projetos Educacionais para a Popularização das Geociências e para a Geoconservação. **Geologia USP**, v. 5, p. 63-74, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9087.v5i0p63-74.

MANSUR, K. L.; ROCHA, J. D.; PEDREIRA, A.; SCHOBBENHAUS, C.; SALAMUNI, E.; ERTHAL, F. C.; PIERKARZ, G.; WINGE, M.; NASCIMENTO, M. A. L.; RIBEIRO, R. R. Iniciativas Institucionais de Valorização do Patrimônio Geológico do Brasil. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, p. 8-27, 2013.

MANSUR, K. L.; SILVA, A. S. Society's Response: Assessment of the Performance of the "Caminhos Geológicos" ("Geological Paths") Project, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Geoheritage**, v. 3, p. 27-39, 2011.

IVIDES.org

MARQUES, V.; NICOLODI, J. Ferramentas de Educomunicação Socioambiental: subsídios para a gestão integrada da zona costeira. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 16, p. 385-408, 2021.

MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento Costeiro**: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental. Pelotas: União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade, 2005. 149 p.

MARTINS, E. M. **Geodiversidade e Gerenciamento Costeiro Integrado**: estratégia para valorizar a natureza abiótica costeira. 2014. Monografia de Qualificação (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. 67 p.

MARTINS, E. M. **Gerenciamento Costeiro Integrado à luz dos Sistemas e da Diversidade Ambiental**: aplicação em Jaguaruna, Santa Catarina. 2017. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. 324 p.

McGLASHAN, D. J. Funding in integrated coastal zone management partnerships. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, p. 393-396, 2003.

MEDEIROS, R.; IRVING, M.; GARAY, I. A proteção da natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 9, p. 83-93, 2004.

MENEZES, C. T. B; LUMERTZ, L. S.; MUNARI, A. B.; CENI, G. Gestão integrada e participativa em ambientes costeiros: estudo de caso do Projeto Orla no município de Balneário Rincão, SC, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, p. 347-360, 2016.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Biodiversidade brasileira**: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. MMA/SBF, Brasília, 2002a. 340p. Disponível em: http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/BiodiversidadeBrasileira_MMA.pdf. Acesso em jan. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos do Brasil.** Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros, Brasília, 2010. 148 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf. Acesso em jan. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Portaria nº 126 de 27 de maio de 2004**. Reconhece as áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira Brasília, DF. 2004. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port126.pdf. Acesso em jan. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); MPOG (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão). **Projeto Orla:** Fundamentos para Gestão Integrada. Brasília: MMA/SQA; MPO/SPU, 2002b. 74 p.

MOCHIUTTI, N. F.; GUIMARÃES, G. B.; MOREIRA, J. C.; LIMA, F. F. e FREITAS, F. I. Os valores da geodiversidade: geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 35, n. 1, p. 173-189, 2012.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec; Edusp, 2007. 229 p.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio geológico em unidades de conservação**: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas. 2008. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. 374 p.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental.** 1. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014. 157 p.

MOREIRA, J. C. Geoturismo: uma abordagem histórico-conceitual. **Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 3, n. 1, p. 5-10, 2010.

MOURA-FÉ, M. M; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. *In:* PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R.R. (org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento.** Campinas: Instituto de Geociências–UNICAMP, 2017. p. 3054-3065. DOI: 10.20396/sbgfa.v1i2017.1953.

MOURA-FÉ, M. M.; PINHEIRO, M. V. A.; JACÓ, D. M.; OLIVEIRA, B. A. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. *In*: SEABRA, Giovanni (org.). **Educação Ambiental & Biogeografia**. Ituiutaba/MG: Barlavento, vol. II, p. 829-842, 2016.

IVIDES.org

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 84 p.

NICOLODI, J. L.; LIMA, R. P; COELHO A., MARQUES, V. C.; RAMOS, B.; SARDINHA G. D.; CRISTIANO, S. C. **Um Mar de Ameaças**. Rio Grande: MMA & FURG, 2019. 15 p. Disponível em: https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Um_Mar_de_Ameaas_180419.pdf. Acesso em: jan. 2020.

OLIVEIRA, C. D. M. Turismo e Geoeducação: um começo de conversa. 2008. **O Lince**, Guaratinguetá/SP, 2008. 1 p.

OTTER, H. S.; CAPOBIANCO, M. Uncertainty in integrated coastal zone management. **Journal of Coastal Conservation**, v. 6, p. 23-32, 2000.

PANIZZA, M. Geomorphosites: Concepts, methods and examples of geomorphological survey. **Chinese Science Bulletin**, v. 46, n. 4-5, 2001. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03187227.

PEREIRA, P.; PEREIRA, D. Methodological guidelines for geomorphosite assessment. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, v. 16, n. 2, p. 215-222, 2010.

PEREIRA, R. F.; BRILHA, J.; MARTINEZ, J. E. Proposta de enquadramento da geoconservação na legislação ambiental brasileira. **Memórias e Notícias**, v. 3, p. 491-494, 2008.

PEREIRA, R. G. F. A.; RIOS D. C.; GARCIA P. M. P. Geodiversidade e Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. **Terae Didatica**, v. 12, n. 3, p. 196-208, 2016.

POLETTE, M.; SILVA, L. P. GESAMP, ICAM e PNGC - Análise comparativa entre as metodologias de gerenciamento costeiro integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 27-31, 2003.

POLETTE, M.; VIEIRA, P. F. Avaliação dos avanços e impasses da gestão compartilhada da zona costeira brasileira: análise dos instrumentos de gestão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. *In:* RIBEIRO, W.C. **Governança da água no Brasil**: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume, 2009. p. 275-304.

PORTMANN, M. E; DALTON, T. M.; WIGGIN, J. Integrated coastal zone management: is it past its prime? **Enviroment Magazine**, v. 57, n. 2, p. 28-36, 2015.

PORTZ L.; MANZOLLI R. P.; CORRÊA, I. C. S. Ferramentas de Gestão Ambiental Aplicadas na Zona Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada** v. 11, n. 4, p. 459-470, 2011.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; GRUBER, N. S. Comunicação, Educação e Consciência Pública para a conservação da zona costeira. *In*: **II Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales**, 2016, Florianopolis. Anais dos Resumos GIAL, 2016.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; MIZUSAKI, A. M. P. **Dunas Costeira** - quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural. Porto Alegre: IGEO, UFRGS, 2016. 28p. ISBN: 978-85-61424-46-6.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; ROSA, M. L. C. C.; GRUBER, N.; BARBOZA, E.G.; TOMAZELLI, L. J. Práticas em Geociências: roteiro de campo para compreender a evolução costeira no Rio Grande do Sul, Brasil. **Terae Didatica**, v. 14, n. 2, p. 119-133, 2018.

REYNARD, E.; CORATZA, P.; GIUSTI, C. Geomorphosites and Geotourism. **Geoheritage**, v. 3, p. 129-130, 2011.

ROLLINSON, H. **Early earth systems**: a geochemical approach. Oxford:Blackwell Publishing, 2007. 296p.

ROUGERIE, G. **Geografía das paisagens**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1971. 134 p.

SANCHIZ, M. B.; GARCÍA, G. M.; RODRÍGUES, F. C. La Gobernanza Integrada del Litoral el Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL). **Costas**, v. 1, n. 1, p. 27-48, 2012.

SANTOS, A. M. F. **Zoneamento geoambiental para uma gestão planejada e participativa**: planície costeira do município de Icapuí/CE. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. 151 p.

IVIDES.org

SANTOS, D. S.; MANSUR, K. L.; GONÇALVES, J. B.; ARRUDA, J. R. E. R.; MANOSSO, F. C. Quantitative assessment of geodiversity and urban growth impacts in Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil. **Applied Geography**, v. 85, p. 184-195, 2017.

SCHERER, M. E. G.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico. *In:* BARRAGÁN, J.M.; ARENAS, P.; CHICA RUIZ, J.A.; ONETTI, J.G.; SANABRIA J.G. **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamerica**: un diagnóstico Necesidad de Cambio. Espanha: Red Ibermar, 2009. p. 291-330.

SCHERER, M. E. G.; SILVA, T. S.; AMSUS, M. L.; GRUBER, N. L. S.; PINTO DE LIMA, R.; FILET, M. Avaliação do Desenvolvimento do Sistema de Governança Pública Costeira Brasileira – 2009 a 2018. **Revista Costas**, v. esp. 1, p. 23-42, 2020. DOI: 10.26359/costas.e102.

SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM, v.1., 2002. 554 p. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm. Acesso em mai. 2021.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **Geoparques do Brasil:** Propostas. Brasília: CPRM, 2012. 750 p.

SCHOBBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **O papel indutor do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques.** Brasília: CPRM, 2010. 23 p. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/destaques/Schobbenhaus_Silva_2010.pdf. Acesso em jan. 2021.

SCORTEGAGNA, A.; NEGRÃO, O. Trabalhos de campo na disciplina de Geologia Introdutória: a saída autônoma e seu papel didático. **Terrae Didática**, v. 1, n. 1, p. 36-43, 2005.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3ª Ed. Tasmânia: Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002. Livro Eletrônico. 81 p. Disponível em: http://dpipwe.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf. Acesso em fev. 2021.

SILVA, C. R. da. (ed.) **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MEDEIROS, G. L. D. Uso de fotogrametria digital na elaboração de modelos tridimensionais com aplicação em geoconservação e educação. **Terræ Didatica**, v. 15, p. 1-9, 2019. DOI: 10.20396/td.v15i0.8655364.

SOUZA, C. R.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, P. E.; OLIVEIRA, A. M. S. (ed.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. 382 p.

STANLEY, M. Geodiversity: Can we maintain Britain`s geodiversity and, at the same time, increase public enthusiasm and improve public access? **Earth heritage**, v. 14, p. 15–18. 2000.

SUNG, C. L; BELTRÃO, L. M. V.; MELO; M. D.; SILVA, D. J.; CRISTIANO, S. C. O processo de governança na construção do Projeto de Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul – Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 59, p. 1042- 1063, 2019. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2019v29n59p1043

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

UNCED - United Nations Conference on Environment and Development. **Agenda 21** - Outcomes of the Conference, Rio de Janeiro, 1992. 351 p.

UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). **Geoparks Brochure**, 2016. 20 p. Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243650e.pdf. Acesso em jan. 2021.

WCED (World Commission on Environment and Development). **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. 300 p.

WINGE, M.; SCHOBBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 2ed. Brasília: CPRM, v.2., 2009. 516 p. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitios.htm. Acesso em jan. 2021.

IVIDES.org

WORBOYS, G. L. Introduction. *In:* WORBOYS, G. L.; LOCKWOOD, M.; KOTHARI, A.; FEARY, S.; PULSFORD, I. **Protected Area Governance and Management**. Australia: ANU Press, 2015. p. 01-08.

Capítulo 11

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. 160p.

ATLAS BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/. Acesso em: 20 de ago. 2019.

BRASIL. **Ação Civil Pública nº 0004689-55.2009.4.05.8000**. Proposta pelo MPF/AL contra o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio da qual pede que a autarquia-ré seja instada a formar o Conselho Gestor da APA costa dos Corais, bem como seja compelida a elaborar plano de manejo da referida área, pedindo, por fim, a adoção de medidas emergenciais para conter os danos decorrentes da ocupação irregular nos limites da APA Costas dos Corais. Brasil, 2009. Disponível em: www.tebas.jfal.jus.br/consulta. Acesso em: 01 mar. 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Decreto s/nº de 23 de outubro de 1997**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais, nos Estados de Alagoas e Pernambuco, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 1997. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/. Acesso em: 01 nov. 2017.

BRASIL. **Decreto n° 99.274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 jun. 1990.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 dez. 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1981a.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 set. 1981b.

BRASIL. **Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 10, de 14 de dezembro de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 ago. 1989.

DOUROJEANNI, M. J.; PÁDUA, M. T. J. **Biodiversidade: a hora decisiva**. Curitiba: UFPR, 2007.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. Brasília: MMA, 2006. 250p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Indicadores municipais**. [*S.l.*], [*s.d.*]. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 01 mar. 2020.

IVIDES.org

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Acordo de Cooperação Técnica n° 12/2017**. Objeto: realização de ações conjuntas voltadas ao fornecimento de suporte físico, operacional e logístico à administração e gestão ambiental da APA Costa dos Corais, unidade de conservação federal sob administração do ICMBio localizada no litoral norte de Alagoas e sul de Pernambuco. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 nov. 2017, Seção 3, p. 131.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Plano de Manejo da APA Costa dos Corais.** Tamandaré (PE): ICMBio, 2013.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 95, de 13 de outubro de 2016**. Delimita as Zonas de Preservação da Vida Marinha e de Visitação na Área de Proteção Ambiental (APA) Costa dos Corais, no Município de Japaratinga, de acordo com seu Plano de Manejo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 set. 2016, Seção 1, nº 199, p. 69.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 145, de 24 de dezembro de 2014**. Altera normas da Zona de Visitação do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais. (Processo nº 02070.002296/2014-17). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 251, Seção 1, 29 dez. 2014, p. 52.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 412, de 27 de abril de 2018**. Estabelece normas e procedimentos para o Cadastramento e a Autorização de Uso para o exercício das atividades e serviços comerciais de visitação na Zona de Visitação (ZV) de Ponta de Mangue, no município de Maragogi (AL), na Zona de Visitação (ZV) da Prainha, no município de São José da Coroa Grande (PE), e na Zona de Conservação da Vida Marinha (ZCVM) do Peixe-Boi, nos municípios de São Miguel dos Milagres (AL) e Porto de Pedras (AL) (Processo n° 02124.002287/2017-98). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 145, 02 mai. 2018, Seção 1, p. 145-146.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Portaria nº 638, de 11 de outubro de 2017**. Estabelece normas e procedimentos para o Cadastramento e a Autorização de Uso para o exercício das atividades e serviços comerciais de visitação na Zona de Visitação da Piscina Natural do Picão, em Japaratinga, APA Costa dos Corais (Processo SEI nº 02124.011679/2016-67). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 197, 13 out. 2017, Seção 1, p. 80-82.

LEITE, A. O. A recepção do modelo de Áreas de Proteção Ambiental (APA) no direito brasileiro. *In:* PORTANOVA, R. S.; LEITE, A. O.; FIGUEIREDO, M. F. (org.). **Os 15 anos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**: Anais do II Congresso de Direito Ambiental das Áreas Protegidas. São Paulo: Ixtlan, 2015.

MANSBRIDGE, J. The role of the state in governing the commons. **Environmental Science & Policy**. v. 36, p. 8-10, 2014.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA. **Bolsa Família e Cadastro Único**. 2020. Disponível em: https://aplicacoes.mds.gov.br/sagirmps/bolsafamilia/index.html. Acesso em: 20 de abr. 2019.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)**. [*S.l.*], 02 mai. 2012. Disponível em: http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs. Acesso em: 29 jul. 2021.

OSTROM, E. **Governing the Commons:** the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press., 1990. 280 p.

PALMIERI, R.; VERÍSSIMO, A. **Conselhos de Unidades de Conservação:** guia sobre sua criação e seu funcionamento. Piracicaba: Imaflora, SP; Belém, PA: Imazon, 2009. 95 p.

PHILLIPS, A. Turning Ideas on Their Head: The New Paradigm For Protected Areas.**The George Wright Forum 20**, n. 2, p. 8-32, 2003. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/43599027 Acesso em: 09 ago. 2021.

PUREZA, F.; PELLIN, A.; PÁDUA, C. **Unidades de Conservação**.São Paulo: Matrix, 2015.

RODRIGUES, J. E. R. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, 2005.

SÃO MIGUEL DOS MILAGRES. **Lei n° 424, de 18 de agosto de 2010**. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo de São Miguel dos Milagres e dá outras providências. Prefeitura de São Miguel dos Milagres, 2010.

IVIDES.org

SILVA, T. R. P. **Territorialização turística das pousadas da Rota Ecológica, litoral norte de Alagoas**. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

SOSMA (SOS MATA ATLÂNTICA). **Parceria para proteção da biodiversidade na APA Costa dos Corais completa um ano**. 25 de agosto de 2012. Disponível em: https://www.sosma.org.br/noticias/parceria-para-protecao-da-biodiversidade-na-apa-costa-dos-corais-completa-1-ano/. Acesso em 03 março 2020.

STN (Secretaria do Tesouro Nacional). **Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro**. [*S.l.*]. [*s.d.*]. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf. Acesso em: 01 jun. 2020.

VIANA, M. B.; GANEM, R. S. **APAS Federais no Brasil (Estudo técnico)**. Consultoria Legislativa. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, ago. 2005. 49 p.

VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas**, Campinas, v. 22, n. 44, p. 203-220, ago./dez. 2014.

Capítulo 12

ALAGOAS. [Constituição (2013)]. **Constituição do Estado de Alagoas**. Promulgada em 5 de outubro de 1989. Atualizada até a emenda nº 38/2010. Maria de Fátima Medeiros Tavares (coord.) 3. ed. rev. e ampl. Maceió: Governo do Estado de Alagoas, 2013. 322 p.

ALAGOAS. **Decreto nº 4.098, de 14 de janeiro de 2009**. Institui a Coordenação Estadual do Projeto Orla e a Comissão Técnica do Estado de Alagoas, para acompanhamento do Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla - CTE/AL e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Alagoas, 15 jan. 2009.

ALMEIDA, H. R. R. C. **Influência dos processos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos no zoneamento costeiro e na plataforma continental rasa do litoral do município da Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil**. 2018. 190 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

ALMEIDA, H. R. R. C. **Séries Temporais de Imagens sub-orbitais e orbitais de alta resolução especial na avaliação da morfodinâmica praial no município do Cabo de Santo Agostinho**. 2008. 124 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Geoinformação) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

ARAÚJO, T. C. M.; LIMA, R. C. A. Variação volumétrica nas praias do município de Paripueira, Estado de Alagoas. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 8, [**Anais...**], Mariluz/PR; Imbé/RS: ABEQUA, 2001, p. 190-192.

ARAÚJO, T. M.; SANTOS, R. C. A. L.; SEOANE, J. C. S.; MANSO, V. A. V. Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro, Alagoas. In: MUEHE, D. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

ASMUS, M.; KITZMANN, D. S. Gestão costeira no Brasil: estado atual e perspectivas. (versão preliminar). Montevideo: **Ecoplata**, set. 2004.

BASTOS, A. C. **Análise morfodinâmica e caracterização dos processos erosivos ao longo do litoral norte fluminense, entre Cabiúnas e Atafona**. 1997. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1997.

BERNARDO, S. O.; MOLION, L. C. B. Variabilidade do vento para cidade de Maceió- AL. *In*: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, Curitiba. [**Anais...**], Curitiba, 2000, p. 1343-1350.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S.; FLEXOR, L. M.; MARTIN, L. Geologia dos depósitos quaternários no litoral do Estado da Bahia. **Textos Básicos**, Salvador, v. 1, p. 02-21, 1979.

IVIDES.org

BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L SILVA, I.R, 2003. Uma aproximação de primeira ordem entre o clima de ondas e a localização, de longa duração, de regiões de acumulação flúvio-marinha e de erosão na costa norte do brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, 33, 159–166.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui oPlano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabele cecritérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20042006/2004/Decreto/D5300.htm. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. nstitui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mai. 1988. Disponível em: https://www.mma.gov.br/destaques/item/8644-plano-nacional-de-gerenciamento-costeiro pngc. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRITO, P. J de O. **Impactos da elevação do nível médio do mar em ambientes costeiros:** O caso do estuário do Sado. 2009. 344 f. Tese, Doutorado em Geologia, Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

BRUUN, P. Sea-level rise as a cause of shore erosion. **Journal of the Waterways and Harbors division**, [s.i.], v. 88, n. 1, p. 117-132, 1962.

CUNHA, E. M. S. **Evolución actual del litoral de Natal – RN (Brasil) y sus aplicaciones a lagestión integrada**. 2004. 132 f. Tese (Doutorado em Ciências do Mar) - Programa de Doutorado em Ciências do Mar, Universidade de Barcelona, Barcelona, 2004.

DAL CIN, R.; SIMEONI, U. A model for determining the classification, vulnerability and risk in the southern coastal zone of the Marche (Italy). **Journal of Coastal Research**, [s.i.], v. 10, n. 01, p. 18-29, 1994.

DARYONO, L. R.; TITISARI, A. D.; WARMADA, I. W.; KAWASAKI, S. Comparative characteristics of cement materials in natural and artificial beachrocks using a petrographic method. **Bulletin of Engineering Geology and the Environment**, 78, 3943-3958, 2019.

DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). **NORMAM-25:** Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos. 2. rev. Niterói, RJ: DHN, 2017.

DIAS, J. M. A.; BOSKI, T.; RODRIGUES, A.; MAGALHÃES, F. Coast line evolution in Portugal since the Last Glacial Maximum until present - a synthesis. **Marine Geology**, v. 170, n. 1-2, p. 177-186, 2000.

DIAS, A.; TABORDA, R. Evolução recente do nível do mar em Portugal. **Anais do Instituto Hidrográfico**, v. 9, p. 83-87, 1988.

DOMINGUEZ, J. M. L. Regional assessment of short and long term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. **Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone**, São Paulo, p. 8-10, 1995.

FERNANDEZ, S. S. **Avaliação do meio físico orientativa à ocupação humana:** estudo de caso aplicado a porção central do município de Imbituba-SC. 2014. 127 f. Dissertação, Mestrado em Planejamento Territorial, Pós-graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

FRANCO, A. S. **Marés:** Fundamentos, Análise e Previsão. 2. ed. Niterói, RJ: DHN, 2009. 344 p.

HALLERMEIER, R. J. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. **Coastal Engineering**, v. 4, p. 253-277, 1980.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC)**, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/srocc/home/. Acesso em: 23 mar. 2020.

KARKANI, A.; EVELPIDOU, N.; MAROUKIAN H.; KAWASAKI S. Study of beachrocks in east attica. **Bulletin of the Geological Society of Greece**, 50, 434-440. 2016.

LIMA, R.C.A. **Estudo sedimentológico e geoambiental no sistema lagunar Mundaú –Alagoas**. 1998. 127 f. Dissertação, Mestrado em Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1998.

IVIDES.org

LIMA, W. S.; ANDRADE, E. J.; BENGTSON, P.; GALM, P.C. A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil. **Fundação Paleontológica Phoenix**, Aracaju, 2002. (Edição espacial, 1).

MARQUES, R. C. **Geomorfologia e Evolução da Região Costeira do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba**. 1987. 150 f. Dissertação, Mestrado em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1987.

MESQUITA, A. R. Sea-level variations along the brazilian coast: a short review. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 35, p. 21-31, 2003.

MESQUITA, A. R.; BLITZKOW, D.; FRANÇA, C. A. S.; TRABANCO, J. L. A., Corrêa, M. A.; Quandt, M. **Nível relativo do mar em 1831 em Barra do Una**. [*S.l.*], 2005. Disponível em: http://www.mares.io.usp.br/aagn/51/una/una.html: Acesso em: 06 abr. 2020.

MIGUENS, A. P. **Navegação:** a ciência e a arte. Navegação costeira, estimada e em águas restritas. v. 1. Niterói/RJ: Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, 1995.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010. 148 p. Disponível em: https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2016/15-Panorama%20da%20Conservao.pdf. Acesso em: 07 jun. 2021.

MUEHE, D. Estado morfodinâmico praial no instante da observação: uma alternativa de identificação. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 157-169, 1998.

MUEHE, D. Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo. *In*: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPO). **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**: subsídios para um projeto de gestão. Brasília: MMA, 2004, p. 13-32. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2020/manual_do_projeto_orla-subsidios-para-um-projeto-de-gestao-2004.pdf. Acesso em: 09 de abr. de 2022.

MUEHE, D. (org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação às mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, CGEE, v. 13, n. 27, p. 217 - 296, 2008.

NICHOLLS, R. J.; LEATHERMAN, S. P., DENNIS, K. C. E VOLONTÉ, C. R. Impacts and responses to sea-level rise: qualitative and quantitative assessments. **Journal of Coastal Research**, [s.i.], v. 14, p. 26-43, 1995.

NICHOLLS, R. J.; CAZENAVE, A. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. **Science**, Special Issue Review, v. 328, n. 5985, p. 1517-20, 18 jun. 2010. Disponível em: www.sciencemag.org. Acesso em: 06 abr. 2020.

PINTO, A. M.; AZEVEDO, J. L. Relatório das Atividades de Gestão Costeira 2010/2014 – Superintendência de Meio Ambiente. *In:* ALAGOAS. **Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**. Maceió, AL: SEMARH, 2014.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA, 2012. 152 p.

SANTOS, R. C. A. L. **Evolução da linha de costa à médio e curto prazo associada ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió – Alagoas**. 2004. 176 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 221-263, 2004.

SOARES JUNIOR, C. F. A. **Influência das ondas e das características geomorfológicas no zoneamento territorial costeiro entre Porto de Galinhas e Rio Formoso, litoral sul de Pernambuco-Brasil.** 2014. 169 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

IVIDES.org

SOUZA, C. R. G.; HIRUMA, S. T.; SALLUN, A. E. M.; RIBEIRO, R. R.; AZEVEDO, S. J. M. **"Restinga"**: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental. São Paulo: Instituto Geológico; Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2008.

SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias de Estado de São Paulo: Causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. *In*: BONONI, V. L. R., SANTOS JUNIOR, N. A. (org.). **Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente**: a síntese de um ano de conhecimento acumulado. São Paulo: Instituto de Botânica, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009. p. 8-69.

SPU-AL (Superintendência do Patrimônio da União em Alagoas); SEMARH (Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos); IMA (Instituto de Meio Ambiente). Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima do Município de Paripueira/AL. **ALAGOAS. Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla)**. Maceió: SPU; SEMARHL; IMA, 2012.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J-M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 11-23, 2011.

VITÉM, G. Projeto lógico da sistemática de monitoramento da morfodinâmicas da linha de costa: Produto 2. In: **Secretaria de Estado do desenvolvimento social, urbano e meio ambiente – Estado de Santa Catarina**. 2004. 54 p.

VOUSDOUKAS, M. I.; VELEGRAKIS, A. F.; PLOMARITIS, T. A. Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. **Earth-Science Reviews**, v. 85, n. 1–2, p. 23–46. 2007.

Capítulo 13

ARAÚJO, D. N. **Caracterização da pesca artesanal na região do Engenho da Vitória no município de Cachoeira, Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

ARAÚJO, R. F. J. **Pescando saberes:** conhecimento dos pescadores e marisqueiras tradicionais sobre a dinâmica dos recursos naturais de Bom Jesus dos Pobres/Saubara – BA. 2010. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

BANDEIRA, F. P. S. F.; BRITO, R. R. C. **Comunidades pesqueiras na Baía de Todos os Santos: aspectos históricos e etnoecológicos**. *In*: CAROSO, C.; TAVARES, F.; PEREIRA, C. (org.). Baía de Todos os Santos: aspectos humanos. Salvador: EDUFBA, 2011. 600 p.

CLAUZET, M.; RAMIRES, M.; BARRELLA, W. Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (enseada do mar virado e barra do una) no litoral de São Paulo, Brasil. **Multiciência,** v. 4, p. 1-22, 2005.

CORDELL, J. **Marginalidade social e apropriação territorial marítima na Bahia**. *In*: DIEGUES, A.C.; MOREIRA, A.C.C. (org.). São Paulo: NUPAUB- USP, 2001.

FERNANDES, S. B. V. **Aspectos da pesca artesanal praticada por pescares da RESEX de Canavieiras, Bahia**. 2017. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017.

FIDELLIS, C. N. A. **A pesca de curral no município de São Caetano de Odivelas – Pa**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

IVIDES.org

FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Expressão Gráfica e Editora, 2011. 464 p.

FREITAS, M. C.; FERNANDES, S. B. V.; MASCENA, J. R. L.; ROCHA, N. N. C.; FONSECA, V. L.; PEREIRA, D. C. S.; FERREIRA, L. T. B. **Caracterização da pesca na Reserva Extrativista Marinha de Canavieiras, Bahia. Aquicultura e Pesca:** Adversidades e Resultados 2. v. 2. 1. ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. p. 23-34.

FREITAS-NETTO, R.; NUNES, A. G. A.; ALBINO, J. A Pesca Realizada na Comunidade de Pescadores Artesanais de Santa Cruz/ES – Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 93-100. 2002.

GOMES, M. A. M. D. F. **A pesca artesanal no município de Maragogipe – BA.** 2010. 50f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

GOMES, R. C. **A vida no vai-e-vem das águas:** mulheres marisqueiras de Salinas da Margarida, trabalho, cultura e meio ambiente (1960-1990). 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado da Bahia, Programa de Pós-Graduação em História Regional e Local, Santo Antônio de Jesus, 2009.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – projeto ESTATPESCA**. Tamandaré: Fundação de Amparo à Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Fundação PROZEE); IBAMA, 2008. 384 p.

ICMBio (Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade). **Levantamento das principais artes de pesca utilizadas nas comunidades pesqueiras na área de atuação do Projeto TAMAR-ICMBIO**. Regional Ceará, 2013.

JESUS, R. S.; PROST, C. Importância da atividade artesanal de mariscagem para as populações nos municípios de Madre de Deus e Saubara, BA. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 30, p. 123-137, 2011.

JOHANNES, R. E. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 6, p. 243–246. 1998.

LOPES, P. F. M. **Ecologia Caiçara: Pesca e Uso de Recursos na comunidade da Praia do Puruba**. 2004. 117p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2004.

MASCENA, J. R. L. **Características da atividade pesqueira do município de Vera Cruz, Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

MEIRELES, M. P. A.; MEIRELES, V. J. S.; BARROS, R. F. M. Características da pesca artesanal realizada na comunidade Passarinho/Ilha das Canárias/MA. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 3, 2017.

MENDONÇA, J. T. Caracterização da pesca artesanal no litoral sul de São Paulo–Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, p. 479-492, 2015.

MELO, C. A. **Tipos de trabalho da mulher na pesca do litoral do Paraná**. 2012. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, 2012. 195 p.

PACHECO, S. R. **Aspectos da ecologia de pescadores residentes da Península De Maraú – BA:** pesca, uso de recursos marinhos e dieta. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, 2006.

PEDROSA, B. M. J.; LIRA, L.; MAIA, A. L. S**.** Pescadores urbanos da zona costeira do estado de Pernambuco, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, p. 93–106, 2013.

PIORSKI, N. M.; SERPA, S. S.; NUNES J. L. S. Análise comparativa da pesca de curral na Ilha de São Luís, estado do Maranhão, Brasil. **Arquivos de Ciências Mar**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 65-71, 2009.

PONTES, E.C. M. **Caracterização da pesca de mergulho com compressor no município de Santa Cruz Cabrália – Bahia**. 2015. 59 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

IVIDES.org

ROCHA, M. S. P. **Mulheres, manguezais e a pesca no estuário do Rio Mamanguape, Paraíba**. 2020. 121 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

RODRIGUES, J. A.; GIUDICE, D. S. A pesca marítima artesanal como principal atividade socioeconômica: o caso de Conceição de Vera Cruz, BA. **Cadernos do Logepa**, v. 6, n. 2, p. 115-139, jul./dez. 2011.

SANTOS, J.; FREITAS, M. C. Caracterização da pesca artesanal no estuário do rio Serinhaém, na microrregião do baixo sul da Bahia. *In*: CASTELLUCCI JUNIOR, W.; BLUME, L. H. S. (org.). **Populações litorâneas e ribeirinhas na América Latina:** estudos interdisciplinares. v. 2. Salvador: EDUNEB, 2017.

SANTOS, L. A. A. **Problemática e perspectivas dos resíduos sólidos das conchas de mariscos originados da mariscagem nas comunidades tradicionais em Salinas da Margarida – BA**. 2013. 144 f. Dissertação (Mestre em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2013.

SANTOS-NETO, J. G. **Caracterização da pesca de camboa no estuário do rio Serinhaém, Igrapiúna – Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SILVA, L. A. **A visão da pesca na perspectiva da mulher pescadora, do município de Maragogipe, Bahia**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, A. S.; NUNES, G. Q. Caracterização Socioeconômica da Pesca Artesanal no Município de Conceição do Araguaia, Estado do Pará. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v. 2, n. 4, jan./jun. 2007.

SILVANO, R. A. M. **Pesca artesanal e etnoictiologia**. *In*: BEGOSSI, A. (org.). Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia. São Paulo: HUCITEC, NEPAUB/USP, FAPESP, 2004.

SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e produção pesqueira. *In*: HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de (org.). **Baía de Todos os Santos:** aspectos oceanográficos. Salvador: EDUFBA, 2009. 306 p.

VASCONCELLOS, M.; DIEGUES, A.C.; KALIKOSKI, D.C. Coastal fisheries of Brazil, p.73-116, *In*: SALAS, S.; CHUENPAGDEE, R.; CHARLES, A.; SEIJO, J.C. (ed.). **Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean**. Rome: FAO, 2011. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper; 544)

VASQUES, R. O´Reilly et al. Utilização das áreas de manguezais em Taipús de Dentro (Marau, Sul da Bahia). **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 2, p. 155- 161, jun. 2011.

Capítulo 14

AB´SABER, A. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, p. 27-43, 2000. DOI: 10.20502/rbg.v1i1.67.

AIRES, M. **Modelagem Hidrodinâmica Ambiental na Zona Costeira adjacente ao Empreendimento Terminais Ponta Negra, Maricá – RJ**. Qualificação de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2020.

AIRES, M.; FREITAS, A. C.; OLIVEIRA, J. L. F. **Terminais Ponta Negra (TPN) ou Porto de Jaconé**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). **Competências da ANTAQ**. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/assuntos/meio-ambiente/competencias-da-antaq-1. Acesso em 25 de maio de 2021.

ARAÚJO, P. R. **Projeto de porto em Maricá causa polêmica**. Jornal O Globo, 05 abr. 2012. Disponível em: https://oglobo.globo.com/rio/projeto-de-porto-em-marica-causapolemica-4509979. Acesso em: 20 mai. 2021.

IVIDES.org

AZEVEDO, R. N.; RODRIGUES, M. J; FREITAS, A. C. **Deslizamentos de Terra e Queda de Blocos na Cidade de Maricá, RJ**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2019.

BIAZZI, F. M.; TONELLO, D.; HULLE, N. L; MELLO, L. A. A.; GAYOSO, R. C.; SHIGUENO, K. A.; LAVIGNATTI, D. **Relatório de Impacto Ambiental** – Terminais Ponta Negra (RIMA – TPN). Rede Ambiente Participativo, 2014. Disponível em: http://rj.rap.gov.br/rj-terminal-portuario-ponta-negra/. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988**. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mai. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 abr. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9966.htm. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.815, de 05 de junho de 2013**. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 jun. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm. Acesso em: 09 out. 2019.

CENPE-MPRJ (Centro de Pesquisa do Ministério Público). **Distribuição das Rendas Petrolíferas entre os Municípios Fluminenses**: Impactos nos orçamentos municipais com a eventual mudança nas regras de distribuição. Rio de Janeiro, RJ: CENPE-MPRJ, dez. 2019. Disponível em: http://www.mprj.mp.br/documents/20184/540394/relatorio_rendas_petroliferas_mun_20200107.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Maricá, BR**. [s.d.]. Dados consultados em 2019. Disponível em: https://www.climatempo.com.br/climatologia/309/marica-rj. Acesso em: 21 mai. 2019.

CODEMAR (Companhia de Desenvolvimento de Maricá). **Quem Somos.** Maricá, RJ, 2019. Disponível em: https://codemar-sa.com.br/quem-somos/. Acesso em: 11 abr. 2022.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA nº 398, de 11 de junho de 2008**. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 111, 12 jun. 2008, Seção 1, p. 101-104. Disponível em. http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575. Acesso em 25 de maio de 2021. Acesso em: 20 mai. 2021.

COPERTINO, M. S.; GARCIA, C. A.; TURRA, A.; CIOTTI, A. M.; GHERARDI, D.; DENADAI, M. R; MÖLLER, O.; RAGGI, P.; HORTA, P. A.; KIKUCHI, R. P. K.; GHISOLFI, R.; KLEIN, A. F.; SIEGLE, E.; SOUSA, P. H. G. O.; LANA, P. C. Zonas Costeiras. *In*: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A. (org.). **Mudanças Climáticas em Rede**: Um Olhar Interdisciplinar. São José dos Campos, SP: INCT, 2017.

FERNANDES, R.; CAMPUZANO, F.; JULIANO, M.; BRAUNSCHWEIG, F.; NEVES, R.Gestão de Emergências em Zonas Costeiras. *In*: **VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa.** Aveiro, Portugal, 14-16 out. 2015. Aveiro, Portugal: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 2015. ISBN 978-989-8509-12-3.

FINANÇAS DOS MUNICÍPIOS FLUMINENSES. Villela, T. M. C. (org.). v. 8. Vitória, ES: Aequus Consultoria, 2015. Disponível em: http://www.aequus.com.br/anuarios/fluminense_2015.pdf. Acesso em: 20 mai. 2021.

FREITAS, A. C. **Curso de Geomecânica** . Material de aula. Rio de Janeiro, RJ: Escola Politécnica da UFRJ, Engenharia Civil, 2019.

IVIDES.org

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro, RJ) e oficina com o jogo “Zoom”. *In*: **Semana de Integração Acadêmica da UFRJ**, SIAC, 9., 2018, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2018.

FREITAS, A. C.; AIRES, M.; BARBOSA, G. S. **A Cidade de Maricá**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2019.

FREITAS, F. S.; FREITAS, A. C.; LIMA, L. S. **Inundações e Alagamentos na Cidade de Maricá, RJ**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

GAEMA (Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente). Ministério Público do Rio de Janeiro. **Parecer Técnico nº 390/2015, de dezembro de 2015**. Disponível em: http://www.mprj.mp.br/documents/20184/540394/inicial_acp__tpn_licenciamento.pdf. Acesso em: 30 mai. 2021.

GRUBER, N. L. S.; BARBOZA, E. G.; NICOLODI, J. L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. **GRAVEL**, n. 1., 2003. Disponível em: https://www.ufrgs.br/gravel/1/Gravel_1_07.pdf. Acesso em: 21 de mai. 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 de maio de 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE Cidades e Estados: Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, [s.d.]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/marica.html. Acesso em: 15 mai. 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **IBGE Cidades: Maricá**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, [s.d.]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/marica/panorama. Acesso em: 25 mai. 2021.

KINDLOVITS, R. **Documentário Beachrock em Chamas**. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ehX9NLvn6Mk. Acesso em: 23 mai. 2021.

LIMA, L. S.; FREITAS, A. C. **Erosão Costeira**. Relatório Técnico. Rio de Janeiro: UFRJ, 2019.

LINS-DE-BARROS, F. M.; MANSUR, K. L. Desafios da gestão costeira integrada da Região dos Lagos (RJ): uma análise baseada na vulnerabilidade costeira e nos serviços ecossistêmicos da geodiversidade. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 63, n. 1, p. 73-97, 2018.

LINS-DE-BARROS, F. M.; ZEIDAN, F.; LIMA, R. F. Adaptações e percepção da população a eventos de ressaca do mar no litoral de Maricá, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 16, n. 2, p. 147-161, 2016.

MARICÁ INFO. **A História de Maricá**. [s.d.]. Disponível em: https://maricainfo.com/conheca-marica/historia-de-marica. Acesso em: 20 mai. 2021.

MARICÁ (RJ). **Lei Orgânica Municipal de Maricá**. Promulgada em 05 abr. 1990. Maricá, RJ. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/legislacao/legislacao_tributaria/leis/lei_organica_municipal_de_marica.pdf. Acesso em: 21 mai. 2021.

MOLIPDEC (2018). **Projeto MOLIPDEC-RJ**. Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Freitas, A.C. (coord.). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ. 09/01/2018 a 29/12/2020. Disponível em: http://sigproj1.mec.gov.br/apoiados.php?projeto_id=294667 e em http://sigproj.ufrj.br/projetos/imprimir.php?modalidade=0&projeto_id=286862&local=home&modo=1&original=1. Acesso em: 4 mai. 2021.

MONIÉ, F.; VIDAL, S. M. S. C. Cidades, portos e cidades portuárias na era da integração produtiva. **RAP**, v. 40, n. 6, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rap/v40n6/03.pdf. Acesso em: 01 mai. 2021.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil**: Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007. 232 p.

MPRJ (Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro). MPRJ e MPF ajuízam Ação Civil Pública para impedir danos socioambientais por terminal portuário na região de Ponta Negra, Maricá. 2019. Disponível em: https://www.mprj.mp.br/home/-/detalhe-noticia/visualizar/74501?p_p_state=maximized. Acesso em: 20 mai. 2021.

IVIDES.org

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (org.). **Geomorfologia**: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação a Mudanças do Clima: Zona Costeira. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 27, 2008.

NOGUEIRA, A.C.R.M. **Desafios à Sustentabilidade Ambiental**: Uma Análise sobre a Transformação Territorial na Produção do Espaço Urbano de Maricá/RJ. 2019. 290f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2019.

O BARÃO. **Audiência pública do TPN**: promotor do MPRJ dá um show e tira prefeito do sério. O Barão, 2015.

OLIVEIRA, N. R.; SANTOS, C. R.; TURRA, A. Percepção ambiental como subsídio para gestão costeira da Baía do Araçá, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, edição especial (X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro), v. 44, 2018.

O SAQUÁ. Obras no Porto de Maricá podem começar em 2014. **O Saquá.** Jornal de Saquarema – Meio Ambiente, 19 dez. 2013. Disponível em: https://www.osaqua.com.br/2013/12/19/obras-no-porto-de-marica-podem-comecar-em-2014/. Acesso em: 23 mai. 2021.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. MARENGO, J. A., SCARANO, F. R. (ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ, 2016a. 184 p.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Mudanças Climáticas e Cidades**. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. RIBEIRO, S. K., SANTOS, A. S. (ed.) Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ, 2016b. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf. Acesso em: 15 mai. 2021.

PETRONOTÍCIAS. Terminal Ponta Negra será grande beneficiário dos investimentos no plano de concessões do Governo Federal. **Petronotícias**, 11 jun. 2015. Disponível em: https://petronoticias.com.br/terminal-ponta-negra-sera-grande-beneficiario-dos-investimentos-no-plano-de-concessoes-do-governo-federal/. Acesso em: 15 mai. 2021.

PORTOGENTE. **Glossário Portuário**. [*S.l.*], 01 jan. 2016. Disponível em: https://portogente.com.br/portopedia/74607-retroarea. Acesso em: 23 mai. 2021.

PREFEITURA DE MARICÁ. **Autorizada a construção do Porto de Jaconé em Maricá.** 29 dez. 2021a. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2021/12/29/autorizada-a-construcao-do-porto-de-jacone-em-marica/. Acesso em: 28 mai. 2021.

PREFEITURA DE MARICÁ. **Plano Diretor de Maricá finaliza com cinco oficinas temáticas**. 10 mai. 2021b. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2021/05/19/plano-diretor-de-marica-finaliza-cinco-oficinas-tematicas/. Acesso em: 18 abr. 2022.

PREFEITURA DE MARICÁ. **Prefeitura finaliza anteprojeto de lei do Plano Diretor Municipal.** 03 fev. 2022. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2022/02/03/prefeitura-finaliza-anteprojeto-de-lei-do-plano-diretor-municipal/. Acesso em: 18 abr. 2022.

RAMALHO, A. **Royalties do petróleo crescem e "enriquecem" cidades fluminenses**. Jornal Valor Econômico, 25 jul. 2019. Disponível em: https://valor.globo.com/brasil/noticia/2019/07/25/royalties-do-petroleo-crescem-e-enriquecem-cidades-fluminenses.ghtml. Acesso em: 28 mai. 2021.

RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº 184, de 27 de dezembro de 2018.** Dispõe sobre a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sua Composição, Organização e Gestão. Diário Oficial do Rio de Janeiro, RJ, 28 dez. 2018. Disponível em: https://biblioteca.pge.rj.gov.br/scripts/bnweb/bnmapi.exe?router=upload/60560. Acesso em: 21 mai. 2021.

SEMADS (Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). **Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses**: Síntese Informatica por Macrorregião Ambiental. Projeto Planágua SEMADS/GTZ. Rio de Janeiro: SEMADS, GTZ, 2001. Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_bacias_ambiental_18875.pdf. Acesso em: 26 mai. 2021.

IVIDES.org

SILVA, L. D. **Avaliação do Plano Municipal de Saneamento Básico de Maricá com vistas à sua revisão**. Projeto de Graduação, apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental, da Escola Politécnica, UFRJ, 2019a.

SILVA, R. **Aeroporto de Maricá completa um ano de reinauguração**. Codemar Notícias, 2019b. Disponível em: https://codemar-sa.com.br/aeroporto-de-marica-completa-um-ano-de-reinauguracao/. Acesso em: 25 mai. 2021.

Capítulo 15

ACERETE, L. *et. al*. Physiological responses in Eurasian perch (Perca fluviatilis, L.) subjected to stress by transport and handling. **Aquaculture**, v. 237, p. 167-178, 2004. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.03.018.

ADEVA-ANDANY, M. M.; GONZÁLEZ-LUCÁN, M.; DONAPETRY-GARCÍA, C.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, C.; AMENEIROS-RODRÍGUEZ, Eva. Glycogen metabolism in humans. **Bba Clinical**, [*S.l.*], v. 5, p. 85-100, jun. 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.02.001.

AHMAD, I.; PACHECO, M.; SANTOS, M. A.; ANGUILLA, L. Oxidative stress biomarkers: An in situ study of freshwater wetland ecosystem (Pateira de Fermentelos, Portugal). **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 65, n. 6, p.952-962, nov. 2006. DOI:10.1016/j.chemosphere.2006.03.042.

AHMAD I., HAMID T., FATIMA M., CHAND H.S., JAIN S.K., ATHAR M., RAISUDDIN S. Induction of hepatic antioxidants in fresh water cat fish (Channa punctatus Bloch) is a biomarker of paper mill effluent exposure. **Biochimia et Biophysica Acta**, v. 1523, n. 1, p. 37-48, 01 set. 2000.

AIROLDI, L.; BECK, M. W. Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. **Oceanogr. Mar. Biol**., v. 45, p. 345–405, 2007. DOI: 10.1201/9781420050943.ch7.

AKINROTIMI, O. A.; B. UEDEME-NAA; AGOKEI, E.O. Effects of acclimation on haematological parameters of Tilapia guineensis (Bleeker 1862). **Science World Journal**, v. 5, p. 1-4, 2010.

AL-SABTI, K.; METCALFE, C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. **Mutation Research/ Genetic Toxicology**, [*S.l.*], v. 343, n. 2-3, p. 121-135, jun. 1995. DOI: 10:1016/0165-1218(95)90078-0.

ALWAN, S. F., A. A. HADI; A.E. SHOKR. Alterations in haematological parameter of fresh water fish Tilapia zilli exposed to Aluminum. **Journal of Science and Its Applications**, v. 3, p. 12-19, 2009.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Atlas Esgotos:** Despoluição de Bacias Hidrográficas - Resumo Executivo. Brasilia, ANA, 2017. 88 p.

ARILLO, A. *et al*. Biochemical effects of long term exposure to Cr,Cd,Ni on rainbow trout (Salmo gairdneri Rich.): Influence of sex and season. **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 11, n. 1, p.47-57, jan. 1982. DOI: 10:1016/0045-6535(82)90093-5.

ATLI, G. *et al*. Alterations in the serum biomarkers belonging to different metabolic systems of fish (Oreochromis niloticus) after Cd and Pb exposures. **Environmental Toxicology And Pharmacology**, [*S.l.*], v. 40, n. 2, p. 508-515, set. 2015. DOI: 10:1016/j:etap:2015:08:001.

AUBIN, D. J. S.; DEGUISE, S.; RICHARD, P. R.; SMITH, T.G.; GERACI, J. R. Hematology and plasma chemistry as indicators of health and ecological status in beluga whales, Delphinapterus leucas. **Arctic Institute of North America**, v. 54, p. 317–331, 2001.

AZZURRO, E.; MATIDDI, M.; FANELLI, E.; GUIDETTI, P.; MESA, G. L.; SCARPATO, A.; AXIAK, V. Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. **Mar. Envir. Res**., v. 69, p. 390-397, 2010. DOI: 10.1016/j.marenvres.2010.01.006.

BALLARIN, B.L., DALL'ORO, M., BERTOTTO, D., LIBERTINI, A., FRANCESCON, A. and BARBARO, A. Hematological parameters in *Umbrina cirrosa* (Teleostei, Sciaenidae): a comparison between diploid and triploid specimens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 138, n. 1, p. 45-51, 2004. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpb.2004.02.019.

IVIDES.org

BARTON, B. A. Stress in fish: A diversity of responses with particular reference to changes in circulation corticosteroids. **Integrate and Composition in Biology**, v. 42, p. 517-525, 2002. DOI: 10.1093/icb/42.3.517.

BARTON, B. A.; IWAMA, G. K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of Fish Disease**, v.1, p. 3-26, 1991. DOI:10.1016/0959-8030(91)90019-g.

BAYNE, B. Aspects of the metabolism of mytilus edulis during starvation. **Netherlands Journal Of Sea Research**, [*S.l.*], v. 7, p. 399-410, ago. 1973. DOI: 10:1016/0077-7579(73)90061-6.

BERENBRINK, M.; BRIDGES, C. Catecholamine-activated sodium/proton exchange in the red blood cells of the marine teleost Gadus morhua. **Journal Of Experimental Biology**, v. 192, n. 1, p. 253-67, ago. 1994.

BERG J. M.; TYMOCZKO J. L.; STRYER L. **Biochemistry**. 5. ed. New York: W H Freeman, 2002.

BHAGYALAKSHMI, A.; REDDY, P. S.; RAMAMURTHI, R. Subacute stress induced by sumithion on certain biochemical parameters in Oziotelphusa senex senex, the fresh-water rice field crab.**Toxicology Letters**, [*S.l.*], v. 21, n. 2, p.127-134, 1984. DOI:10:1016/0378-4274(84)90195-4.

BLAXHALL, P. C. The haematological assessment of the health of freshwater fish – A review of selected literature. **J. Fish Biol**., v. 4, p. 593-604, 1972. DOI:10.1111/j.1095-8649.1972.tb05704.x.

BOGLIONE, C.; COSTA, C.; GIGANTI, M.; CECCHETTI, M.; DATO, P. D.; SCARDI, M.; CATAUDELLA, S. Biological monitoring of wild thicklip grey mullet (Chelon labrosus), golden grey mullet (Liza aurata), thinlip mullet (Liza ramada) and flathead mullet (Mugil cephalus) (Pisces: Mugilidae) from different Adriatic sites: meristic counts and skeletal anomalies. **Ecological Indicators**, v. 6, p. 712–732, 2006. DOI: 10.1016/ j.ecolind.2005.08.032.

BOLOGNESI, C.; PERRONE, E.; ROGGIERI, P.; PAMPANIN, D. M.; SCIUTTO, A. Assessment of micronuclei induction in peripheral erythrocytes of fish exposed to xenobiotics under controlled conditions. **Aquatic Toxicology**, v. 78, S93–S98, 2006. DOI: 10.1016/j.aquatox.2006.02.015.

BOLS, N. C et al. Ecotoxicology and innate immunity in fish. **Developmental & Comparative Immunology**, [*S.l.*], v. 25, n. 8-9, p. 853-873, out. 2001. DOI: 10:1016/s0145-305x(01)00040-4.

BOURNE, P. K. Changes in haematological parameters associated with capture and captivity of the marine teleos, Pleurnectes platessa L. Comp. **Biochem. Physiol**. v. 85A, n. 3, p. 435-443, 1986. DOI: 10.1016/0300-9629(86)90426-3.

BRAGA, E. S.; BONETTI, C.; BURONE, L., BONETTI, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 165-173, 2000. DOI: 10.1016/s0025-326x(99)00199-x.

BRICKER, S. B.; LONGSTAFF, B.; DENNISON, W.; JONES, A.; BOICOURT, K.; WICKS, C.; WOERNER, J. Effects of nutrient enrichment in the nation's estuaries: A decade of change. **Harmful Algae**, v. 8, n. 1, p. 21-32, 2008. DOI: 10.1016/j.hal.2008.08.028.

CALA, P. M. Volume regulation by Amphiuma red blood cells. The membrane potential and its implications regarding the nature of the ion-flux pathways. **The Journal Of General Physiology**, [s.l.], v. 76, n. 6, p. 683-708, 1 dez. 1980. DOI:10:1085/jgp:76:6:683.

CARMO, R. L. do; SILVA, C. A. M. da. População em zonas costeiras e mudanças climáticas: redistribuição espacial e riscos. *In*: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR. E. (org.). **População e mudanças climáticas:** dimensão humana das mudanças ambientais globais. Brasília: UNFPA, 2009. 292 p.

CAZENAVE, J. *et al*. Haematological parameters in a neotropical fish, Corydoras paleatus (Jenyns, 1842) (Pisces, Callichthyidae), captured from pristine and polluted water. **Hydrobiologia**, [*S.l.*], v. 537, n. 1-3, p. 25-33, mar. 2005. DOI: 10:1007/s10750-004-1638-z.

CECCA. **Unidades de Conservação e áreas protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação**. Florianópolis, SC: Editora Insular, 1997. 160 p.

IVIDES.org

CHAUDHRY, H. S. Nickel toxicity on carbohydrate metabolism of a freshwater fish, Colisa fasciatus. **Toxicology Letters**, [*S.l.*], v. 20, n. 1, p. 115-121, 1984. DOI:10:1016/0378-4274(84)90193-0.

CHENERY, R.; GEORGE, M.; KRISHNA, G. The effect of lonophore A23187 and calcium on carbon tetrachloride-induced toxicity in cultured rat hepatocytes. **Toxicology And Applied Pharmacology**, [*S.l.*], v. 60, n. 2, p. 241-252, 1981. DOI:10:1016/0041-008x(91)90228-7.

CHROUSOS, G. P. Stressors, Stress, and Neuroendocrine Integration of the Adaptive Response: The 1997 Hans Selye Memorial Lecture. **Annals Of The New York Academy Of Sciences**, [*S.l.*], v. 851, n. 1, p. 311-335, 1998. DOI: 10:1111/j:1749-6632:1998:tb09006:x.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Resolução nº 01, de 21 de novembro de 1990**. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 nov. 1990. p. 22.634/39.

CLAVER, J. A.; QUAGLIA, A. I. Comparative morphology, development, and function of blood cells in nonmammalian vertebrates. **Journal of Exotic Pet Medicine**, v. 18, p. 87–97, 2009. DOI: 10.1053/j.jepm.2009.04.006.

COLES, E.H. Liver function. **Veterinary clinical pathology**. 2.ed. Philadelphia: Saunders, 1974. 165p.

COLLIER, H. B. The standardization of blood haemoglobin determinations. **Canadian Medical Association Journal**, v. 50, p. 550-552, 1944.

CONGLETON, J. L.; WAGNER, T. Blood-chemistry indicators of nutritional status in juvenile salmonids. **Journal Of Fish Biology**, [*S.l.*], v. 69, n. 2, p. 473-490, 2006. DOI: 10:1111/j:1095-8649:2006:01114:x.

CROSETTI, D.; BLABER, S. (ed.). **Biology, Ecology and Culture of Grey Mullet (Mugilidae)**. New York: CRC Press, 521 p., 2016.

DAVIS, K. B. Management of Physiological Stress in Finfish Aquaculture. **North American Journal Of Aquaculture**, [*S.l.*], v. 68, n. 2, p. 116-121, abr. 2006. DOI: http://dx.doi.org/10.1577/a05-007.1.

DAVIS, R. A. H. **Biomarcadores morfológicos, bioquímicos e genotóxicos de contaminação ambiental em *Mugil liza*, *Geophagus brasiliensis* e *Tilapia rendalli***. 2008. 120 f. Tese (Doutorado em Química) - Departamento de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

DHABHAR, F. S.; B. S. MCEWEN. Enhancing versus suppressive effects of stress hormones on skin immune function. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 96, p. 1059-1064, 1999. DOI: 10.1073/pnas.96.3.1059.

DIZER, H. *et al.* The cytotoxic and genotoxic potential of surface water and wastewater effluents as determined by bioluminescence, umu-assays and selected biomarkers. **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 46, n. 2, p. 225-233, 2002. DOI: 10:1016/s0045-6535(01)00062-5.

ESPER, M. L. P.; MENEZES, M. S. de; ESPER, W. Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de Mugil platanus Günther, 1880 da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: **Acta Biológica Paranaense**, [*S.l.*], v. 29, dez. 2000. Universidade Federal do Paraná. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abpr.v29i0.594.

FELTON G.W. Oxidative Stress of Vertebrates and Invertebrates. *In*: Ahmad S. (ed.) **Oxidative Stress and Antioxidant Defenses in Biology**. Cap. 10. Boston: Springer, 1995. p. 356-434. DOI :10.1007/978-1-4615-9689-9_10.

FLORIANÓPOLIS (SC). **Estudo de concepção do esgotamento sanitário em Florianópolis**. Santa Catarina: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2019. 203 p.

FOLMAR, L. C. Effects of chemical contaminants on blood chemistry of teleost fish: A bibliography and synopsis of selected effects. **Environmental Toxicology And Chemistry**, [*S.l.*], v. 12, n. 2, p. 337-375, fev. 1993. DOI: 10:1002/etc:5620120216.

FRANÇA, J. G. *et al.* Toxicidade crônica do cloreto de mercúrio (HgCl2) associado ao selênio, através do estudo hematológico em tilápia *Oreochromis niloticus*. **Bioikos**, v. 21, p. 11-19, 2007.

IVIDES.org

GABRIEL, U. U.; EZERI, G. N. O.; OPABUNMI, O. O. Influence of sex, source, health status and acclimation on the haematology of Clarias gariepinus (Burch, 1822). **African Journal of Biotechnology**, v. 3, n. 9, 2004. DOI: 10:5897/ajb2004:000-2090.

GANGUILHET, G. **Avaliação Dos Parâmetros Hematológicos E Bioquímicos De Mugil Liza E Mugil Curema Como Possíveis Biomarcadores De Impactos Antrópicos Na Estação Ecológica De Carijós**. 2019. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

GARCÍA-GASCA, A. *et al.* The white mullet (*Mugil curema*) as biological indicator to assess environmental stress in tropical coastal lagoons. **Environmental Monitoring And Assessment**, 24 nov. 2016. DOI: 10.1007/s10661-016-5714-4.

GILL, T.S.; PANT, J.C. Cadmium toxicity: Inducement of changes in blood and tissue metabolites in fish. **Toxicology Letters**, [*S.l.*], v. 18, n. 3, p. 195-200, 1983. DOI: 10:1016/0378-4274(83)90093-0.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL, E.; BROSIOUS, E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, n. 1, p.35-39, 1971. DOI: 10.1093/ajcp/56.1.35.

GOPAL, V.; PARVATHY, S.; BALASUBRAMANIAN, P. R. Effect of heavy metals on the blood protein biochemistry of the fish Cyprinus carpio and its use as a bio-indicator of pollution stress. **Environmental Monitoring And Assessment**, [*S.l.*], v. 48, n. 2, p.117-124, 1997. DOI: 10:1023/a:1005767517819.

GRANT, K. R. Fish Hematology and Associated Disorders. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 35, n. 3, p. 681-701, 2015. DOI: 10.1016/j.cll.2015.05.015.

HALLIWELL B., GUTTERIDGE, J.M.C. **Free radicals in biology and medicine**. v. 4. Oxford: Clarendon, 2007.

HOOFTMAN, R. N.; RAAT, W.k. de. Induction of nuclear anomalies (micronuclei) in the peripheral blood erythrocytes of the eastern mudminnow Umbra pygmaea by ethyl methanesulfonate. **Mutation Research Letters**, [*S.l.*], v. 104, n. 1-3, p. 147-152, abr. 1982. DOI: 10:1016/0165-7992(82)90136-1.

HUGGETT, R. J. *et al.* (ed.). **Biomarkers: Biochemical, Physiological, and Histological Markers of Anthropogenic Stress**. New York: Crc Press, 1992. 365 p.

IGOR, R. Florianópolis está entre os 300 destinos mais desejados por viajantes do mundo. **NSC Total**, 05 jan. 2020. Disponível em: https://www.nsctotal.com.br/colunistas/renato-igor/florianopolis-esta-entre-os-300-destinos-mais-desejados-por-viajantes-do. Acesso em: 30 abr. 2021.

ISHIKAWA N. M; RANZANI-PAIVA M. J. T.; LOMBARDI J. V. Total leukocyte counts methods in fish, *Oreochromis niloticus*. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 1, p. 54-63, 2008.

JAVED, M. *et al*. Multiple biomarker responses (serum biochemistry, oxidative stress, genotoxicity and histopathology) in *Channa punctatus* exposed to heavy metal loaded waste water. **Scientific Reports**, [*S.l.*], v. 7, n. 1, p. 1-11, 10, 2017. DOI: 10:1038/s41598-017-01749-6.

JAVED, M.; USMANI, N. Stress response of biomolecules (carbohydrate, protein and lipid profiles) in fish *Channa punctatus* inhabiting river polluted by Thermal Power Plant effluent. **Saudi Journal Of Biological Sciences**, [*S.l.*], v. 22, n. 2, p. 237-242, 2015. DOI: 10:1016/j:sjbs:2014:09:021.

JEROME, F. C. *et al.* Metal uptake, oxidative stress and histopathological alterations in gills and hepatopancreas of *Callinectes amnicola* exposed to industrial effluent. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, [s.l.], v. 139, p.179-193, 2017. DOI: 10:1016/j:ecoenv:2017:01:032.

JIANG, Z. Y.; WOOLLARD, A. C.; WOLFF, S. P. Hydrogen peroxide production during experimental protein glycation. **FEBS letters**, v. 268, n. 1, p. 69–71 , 1990. DOI:10.1016/0014-5793(90)80974-n.

KALININA, E. V.; CHERNOV, N. N.; NOVICHKOVA, M. D. Role of glutathione, glutathione transferase, and glutaredoxin in regulation of redox-dependent processes. **Biochemistry** (Moscow), [*S.l.*], v. 79, n. 13, p. 1562-1583, 2014. DOI: 10:1134/s0006297914130082.

IVIDES.org

KOVACIK, A. Oxidative stress in fish by environmental pollutants. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, Romania, v. 50, n. 1, p. 121-125, 2017.

LACKNER, R. "Oxidative stress" in fish by environmental pollutants. **Fish Ecotoxicology**, Switzerland, p.203-224, 1998. DOI:10.1007/978-3-0348-8853-0_6.

LAFFAILLE, P. *et al.* Can thin-lipped mullet directly exploit the primary and detritic production of European macrotidal salt marshes? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 729-736, 2002. DOI: 10.1006/ecss.2001.0855.

LANA, P. C.; BIANCHINI, A.; RIBEIRO C. A. O.; NIENCHESKI, L. F. H.; FILLMANN, G.; SANTOS, C. S. G. **Avaliação ambiental de estuários brasileiros:** diretrizes metodológicas. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. 156p.

MARQUEZE, A.; GARBINO, C. F.; TRAPP, M.; KUCHARSKI, L. C.; FAGUNDES, M.; FERREIRA, D.; KOAKOSKI, G.; ROSA, J. G. S. Protein and lipid metabolism adjustments in silver catfish (Rhamdia quelen) during different periods of fasting and refeeding. **Brazilian Journal Of Biology**, [*S.l.*], v. 78, n. 3, p. 464-471, 30 out. 2017. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.169333. Acesso em: 05 abr. 2020.

MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R. M.; MORALES, A. E.; SANZ, A. Antioxidant Defenses in Fish: Biotic and Abiotic Factors. **Reviews In Fish Biology And Fisheries**, [*S.l.*], v. 15, n. 1-2, p. 75-88, 2005. DOI: 10:1007/s11160-005-7846-4.

MCDONALD, R. I.; FORMAN, R. T. T.;. Urban effects, distance, and protected areas in an urbanizing world. **Landscape and Urban Planning**, v. 93, n. 1, p. 63-75, 2009. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2009.06.002.

MEER, G. Van; VOELKER, D. R.; FEIGENSON, G. W. Membrane lipids: where they are and how they behave. **Nature Reviews Molecular Cell Biology**, [*S.l.*], v. 9, n. 2, p. 112-124, 2008. DOI: 10:1038/nrm2330.

MEISTER, A; ANDERSON, M E. Glutathione. **Annual Review of Biochemistry**, v. 52, n. 1, p. 711-760, 1983.

MELO, D. C. *et al*. Perfil proteico de tilápia nilótica chitralada (*Oreochromis niloticus*), submetida ao estresse crônico por hipóxia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [*S.l.*], v. 61, n. 5, p.1183-1190, 2009. DOI: 10:1590/s0102-09352009000500022.

MELO, D. C. de. **Indicadores hematológicos e imunológicos após estresse crônico por hipóxia em tilápia (*Oreochromis niloticus*), linhagem chitralada**. 2008. 138 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária, Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MOREIRA, C. B. **Avaliação toxicologica da exposição de tainhas Mugil platanus a fração soluvel do petróleo em água**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.

MOURA, D. V. Proteção legal e danos a zona costeira brasileira. **Consultor Jurídico**, 2009. Disponível em: http://www.conjur.com.br/2009-jun-24/protecao-legal-instrumentos-prevencao-danos-zona-costeira. Acesso em: 29 mai. 2016.

MURTY, A.S.; DEVI, A. P. The effect of endosulfan and its isomers on tissue protein, glycogen, and lipids in the fish *Channa punctata*. **Pesticide Biochemistry And Physiology**, [*S.l.*], v. 17, n. 3, p. 280-286, jun. 1982. DOI: 10:1016/0048-3575(82)90138-9.

MYERS, M.S. *et al*. Toxicopathic hepatic lesions in subadult english sole *(Pleuronectes vetulus*) from Puget Sound, Washington, USA: relationships with other biomarkers of contaminant exposure. **Mar. Environ. Res**., v. 45, p. 41-61, 1998. DOI:10.1016/S0141-1136(97)00021-4.

NEVES, R. A. V. *et al*. Variação da proteína plasmática em fêmeas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após indução com o LHRH comum (gonadarrelina) em diferentes fotoperíodos. *In*: Reunião Anual da SBPC, 57., 2015, Fortaleza, CE. [***Anais...***], Fortaleza, Ceará, 2015.

NEVES, R. L. S. **Avaliação da contaminação de óleo no ambiente estuarino da Baía de Guanabara (RJ) pela determinação fluorimétrica de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) na bílis de peixes *Mugil liza***. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ, 2006.

IVIDES.org

NIKINMAA, M. Effects Of Adrenaline On Red Cell Volume And Concentration Gradient Of Protons Across The Red Cell Membrane In The Rainbow Trout, *Salmo Gairdneri*. **Molecular Physiology**, v. 2, p.287-297, 1982.

OHE, T.; WATANABE, T.; WAKABAYASHI, K. Mutagens in surface waters: a review. **Mutation Research/ Reviews In Mutation Research**, [*S.l.*], v. 567, n. 2-3, p. 109-149, 2004. DOI: 10:1016/j:mrrev:2004:08:003.

OLIVEIRA, M.; PACHECO, M.; SANTOS, M. A. Organ specific antioxidant responses in golden grey mullet (Liza aurata) following a short-term exposure to phenanthrene. **Science Of The Total Environment**, [*S.l.*], v. 396, n. 1, p. 70-78, 2008. DOI: 10:1016/j:scitotenv:2008:02:012.

OLIVEIRA, M. R. **Biologia reprodutiva da tainha, *Mugil curema* Valenciennes. 1836 (Osteichthyes: Mugilidae), nas águas costeiras do Rio Grande do Norte**. 2010. 40f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2010.

ÖNER, M.; ATLI, G.; CANLI, M. Changes In Serum Biochemical Parameters Of Freshwater Fish Oreochromis Niloticus Following Prolonged Metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) Exposures. **Environmental Toxicology And Chemistry**, [*S.l.*], v. 27, n. 2, p. 360, 2008. DOI: http://dx.doi.org/10.1897/07-281r.1.

OOST, R. Van Der.; BEYER, J.; VERMEULEN, N. P. E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 13, n. 2, p. 57-149, 2003. DOI: 10.1016/s1382-6689(02)00126-6.

OTTOLENGHI, C.; PUVIANI, A. C; BRIGHENTI, L. Glycogen in liver and other organs of catfish (ictalurus melas): Seasonal changes and fasting effects. **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Physiology,** [*S.l.*], v. 68, n. 3, p. 313-321, 1981. DOI: 10:1016/0300-9629(81)90057-8.

PAGLIOSA, P. R. **Variação espacial nas características das águas, dos sedimentos e da macrofauna bêntica em áreas urbanas e em unidades de conservação na Baía da Ilha de Santa Catarina**. 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A.; BOSQUILHA, G. E.; BRAGA, E. S.; BARBOSA, F. A. R. Phosphorus dynamics in water and sediments in urbanized and non-urbanized rivers in Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 50, n. 9, p. 965-974, 2005. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2005.04.005.

PANDEY S, PARVEZ S, SAYEED I, HAQUE R, BIN-HAFEEZ B, RAISUDDIN S. Biomarkers of oxidative stress: a comparative study of river Yamuna fish Wallago attu (Bl and Schn.). **Sci Total Environ**., v. 309, n. 1-3, p. 105-115, 2003.

PANFILI, Jacques. Grey Mullet as Possible Indicator of Coastal Environmental Changes: the MUGIL Project. In: CROSETTI, Donatella *et al*. **Biology, Ecology and Culture of Grey Mullets (Mugilidae).** cap. 21. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 516-521.

PARIZOTTO, B. A. D. M. **Qualidade da água sob enfoque do balanço de nutrientes e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das baías norte e sul de Santa Catarina (SC-brasil)**. 2009. 263 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2009.

PATIRE, V. F. **Avaliação da biodisponibilidade dos HPAs em *Mugil curema* do Estuário de Santos e de Cananéia através da análise de metabólitos de HPAs em bile de peixes**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

PATRICHE, T.; PATRICHE, N.; TENCIU, M. Cyprinids total blood proteins determination determinarea proteinelor totale din sange la ciprinide. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies,** v. 42, n. 2, p. 95-101, 2009.

PEYGHAN, R.; KHADJEH, G. H.; ENAYATI, A. Effect of water salinity on total protein and electrophoretic pattern of serum proteins of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. **Vet Res Forum**, Irã, v. 3, n. 5, p. 225-229, jan. 2014.

PICKERING, A. D.; POTTINGER, T. G. Biochemical effects of stress. *In*: Hochachka PW, Mommsen TP (ed.). **Biochemistry and Molecular Biology of Fishes**. v. 5. cap. 5. Amsterdam: Elsevier, 1995. p. 349-379.

IVIDES.org

POLAKOF, S. *et al.* Glucose metabolism in fish: a review. **Journal Of Comparative Physiology B**, [*S.l.*], v. 182, n. 8, p. 1015-1045, 5 abr. 2012. DOI: 10:1007/s00360-012-0658-7.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; ISHIKAWA, C. M. Haematological characteristics of freshwater-reared and wild mullet, *Mugil platanus* Günther (Osteichthyes, Mugilidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 561-568, 1996.

RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TAVARES-DIAS, M. Eritrograma, relação viscerosomática, hepatosomática e esplenosomática em tainhas *Mugil platanus* Günther (Osteichthyes, Mugilidae) parasitadas. **Revista Brasileira de Zoologia**, São Paulo, v. 19, n. 3, p.807-818, 2002.

RAO, J. V. Sublethal effects of an organophosphorous insecticide (RPR-II) on biochemical parameters of tilapia, Oreochromis mossambicus. **Comp. Biochem. Physiol.**, v. 143, n. 4, p. 492-8, ago. 2006**.** DOI: 10.1016/j.cbpc.2006.05.001.

REID, S. G; BERNIER, N. J; PERRY, S. F. The adrenergic stress response in fish: control of catecholamine storage and release. **Comparative Biochemistry And Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology**, [*S.l.*], v. 120, n. 1, p. 1-27, 1998. DOI: 10:1016/s0742-8413(98)00037-1.

REIS, A. F. **Ilha de Santa Catarina:** permanências e transformações. Florianópolis: Editora UFSC, 2012. 281p.

RODRIGUES, C. J. **Águas de Carijós:** Passado, presente, futuro e seus impactos. 2016. 154 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais) - Programa de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

ROSS, S. W *et al*. Physiological (antioxidant) responses of estuarine fishes to variability in dissolved oxygen. **Comparative Biochemistry And Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, [*S.l.*], v. 130, n. 3, p. 289-303, 2001. DOI: 10:1016/s1532-0456(01)00243-5.

SACHAR, A.; RAINA, S. Effect of Inorganic Pollutant (Nitrate) On Biochemical Parameters of the Fish, Aspidoparia Morar. **International Journal Of Innovative Research In Science, Engineering And Technology**, Índia, v. 3, n. 5, p. 12568-12573, 2014.

SAINT-PAUL, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalmidae. **Environmental Biology Of Fishes**, [*S.l.*], v. 11, n. 1, p. 53-62, jun. 1984. DOI: 10:1007/bf00001845.

SELYE, H. Stress and the general adaptation syndrome. **Brit. Med. J**., [*S.l.*], v. 1, p. 1383-1392, 1950.

SERIANI, R. *et al*. Relationship Between Water Toxicity And Hematological Changes In *Oreochromis Niloticus*. **Brazilian Journal Of Aquatic Science And Technology**, São Paulo, v. 15, n. 2, p.47-53, 2011.

SERIANI, R.; RANZANI-PAIVA, M.J.T. Alterações hematológicas em peixes: Aspectos fisiopatológicos e aplicações em ecotoxicologia aquática *In*: SILVA-SOUZA, A.T.; PEREZ LIZAMA, M. A.; TAKEMTO, R.M. (org.). **Patologia e sanidade de organismos aquáticos**. Maringá: ABRAPOA, 2012. p. 221-242.

SERIANI, R. *et al.* Blood Parameters of Estuarine and Marine Fish as Non-Destructive Pollution Biomarkers. *In*: ALMEIDA, Ed. Al.; RIBEIRO, C. A. O. (ed.). **Pollution and Fish Health in Tropical Ecosystems**. cap. 8. CRC Press, 2014. p. 182-205.

SERIANI, R. *et al*. Water toxicity and cyto-genotoxicity biomarkers in the fish Oreochromis niloticus. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol**., [*S.l.*], v. 7, n. 2, p. 79-84, 2012.

SEVCIKOVA, M., MODRA, H., SLANINOVA, A., SVOBODOVA, Z., Metals as a cause of oxidative stress in fish: a review. **Vet Med**, [*S.l.*], v. 56, n. 11, p. 537-546, 2011.

SILVA, A.R.; FONSECA, A.L.D. Comparação de dois índices de estado trófico em bacias hidrográficas costeiras. *In*: SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**, v. 1, Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável, 2020.

SILVA, A. R. da *et al.* Aplicação do Modelo TRIX para avaliação da qualidade da água dos rios que drenam para Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis, SC, Brasil. *In*: **XX Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos**, 20., 2013, Bento Gonçalves RS.

IVIDES.org

SILVA, A. R. da *et al*. Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period. **RBRH**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 537-548, set. 2016.

SILVA, A. R. da. **Avaliação do processo de eutrofização das águas superficiais, do cenário nacional ao local: estudo de caso nas Bacias Hidrográficas Costeiras dos Rios Ratones, Itacorubi e Tavares (Ilha de Santa Catarina, Brasil)**. 2019. 309 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2019.

SILVA, S. S. de. Biology of juvenile grey mullet: A short review. **Aquaculture**, [*S.l.*], v. 19, n. 1, p. 21-36, 1980. DOI: 10:1016/0044-8486(80)90004-6.

SIMONATO, J. D.; FERNANDES, M. N.; MARTINEZ, C. B. R. Gasoline effects on biotransformation and antioxidant defenses of the freshwater fish *Prochilodus lineatus*. **Ecotoxicology**, [*S.l.*], v. 20, n. 6, p. 1400-1410, 2011. DOI: 10:1007/s10646-011-0697-y.

SOMAIAH, K. *et al*. Toxic Impact of Phenthoate on Protein and Glycogen Levels in Certain Tissues of Indian Major Carp *Labeo rohita* (Hamilton). **IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology**, [*S.l.*], v. 8, n. 9, p. 65-73, 2014. DOI: 10:9790/2402-08916573.

STEGEMAN, J. J.; BROUWER, M.; RICHARD, T. D. G.; FÖRLIN, L.; FOWLER, B. A.; SANDERS, B. M. I. VAN VELD, P. A. Molecular responses to environmental contamination: enzyme and protein systems as indicators of chemical exposure and effect. *In*: HUGGETT, R. l. J., KIMERLY, R. A., MEHRLE, P. M., Jr, BERGMAN, H. L. (ed.). **Biomarkers: Biochem., Physiol. and Histolog. markers of Anthropogen. Stress**. cap. 6. Lewis Publishers, Chelsea, MI, USA, 1992. p. 235-335.

TORRE, F.R. de la; FERRARI, L.; SALIBIÁN. Biomarkers of a native fish species (Cnesterodon decemmaculatus) application to the water toxicity assessment of a periurban polluted river of Argentina. **Chemosphere**, [*S.l.*], v. 59, p. 577–583, 2005.

VÁZQUEZ, R. G; GUERRERO, G. A. Characterization of blood cells and hematological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). **Tissue Cell**, v. 39, p. 151-160, 2007. DOI: 10.1016/j.tice.2007.02.004.

VERMA, S.R. *et al.* Pesticide-induced dysfunction in carbohydrate metabolism in three freshwater fishes. **Environmental Research**, [*S.l.*], v. 32, n. 1, p.127-133, 1983. DOI:10:1016/0013-9351(83)90199-8.

VIJAYAN, M.M. *et al*. Metabolic responses associated with confinement stress in tilápia: The role of cortisol. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 116C, n. 1, p. 89-95, 1997.

WAGNER, T.; CONGLETON, J. L. Blood chemistry correlates of nutritional condition, tissue damage, and stress in migrating juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). **Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences**, [*S.l.*], v. 61, n. 7, p. 1066-1074, 2004. DOI: 10:1139/f04-050.

WANG, C.-H. *et al.* Origin of the mass mortality of the flathead grey mullet (*Mugil cephalus*) in the Tanshui River, northern Taiwan, as indicated by otolith elemental signatures. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 1809-1813, 2011. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.011.

WEYTS, F. A. A.; VERBURG-VAN, B. M. L. K.; FLIK, G. Characterization of corticoid receptors in peripheral blood leukocytes of carp, *Cyprinus carpio* L. **General Comp Endocrin**, v. 111, p. 1-8, 1998. DOI: 10.1006/gcen.1998.7080.

WEYTS, F. A. A.; FLIK, G; ROMBOUT, J. H. W. M.; VERBURG-VAN, B. M. L. K. Cortisol induces apoptosis in activated B cells, but not in thrombocytes or T cells of common carp, *Cyprinus carpio* L. **Dev Comp Immunol**, v. 22, p. 551-562, 1998. DOI: 10.1016/s0145-305x(98)00033-0.

WHITFIELD, A. K. *et al.* Paradigms in estuarine ecology – A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. **Estuarine, Coastal And Shelf Science**, [*S.l.*], v. 97, p. 78-90, 2012. DOI: 10:1016/j:ecss:2011:11:026.

WINSTON, G. W.; GIULIO, R. T. Prooxidant and antioxidant mechanisms in aquatic organisms. **Aquatic Toxicology**, [*S.l.*], v. 19, n. 2, p. 137-161, abr. 1991. DOI: 10:1016/0166-445x(91)90033-6.

IVIDES.org

WINTROBE, M. M. Variations on the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood various vertebrates. **FoI. Haematol**., v. 5, p. 32-49, 1934.

WOLANSKI, E.; ELLIOTT, M. **Estuarine ecohydrology:** an introduction. Amsterdã: Elsevier, 2015. 321 p.

ZHOU, C. *et al*. Effect of High Dietary Carbohydrate on the Growth Performance, Blood Chemistry, Hepatic Enzyme Activities and Growth Hormone Gene Expression of Wuchang Bream (*Megalobrama amblycephala*) at Two Temperatures. **Asian Australasian Journal Of Animal Sciences**, [*S.l.*], v. 28, n. 2, p. 207-214, 2014. DOI: 10:5713/ajas:13:0705.

Capítulo 16

AIDAR, E., GAETA, A.S., GIANESELLA-GALVÃO, S., KUTNER, M.B.B., TEIXEIRA, C. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicações esp. Inst. Oceanogr**., São Paulo, n.10, p. 9-43, 1993.

AJANI, P.A; DAVIES, C.H; ERIKSEN, R.S; RICHARDSON, A.J. Global Warming Impacts Micro-Phytoplankton at a Long-Term Pacific Ocean Coastal Station. **Frontiers in Marine Science**. v. 7, p. 1-11, 2020. DOI: 10.3389/fmars.2020.576011.

ALAIN, M., GENEVIÈVE, L. Modelling the marine eutrophication: A review. **Science of The Total Environment**, v. 636, p. 339-354, 2018.

ANDERSON, R.; CHARVET, S.; HANSEN, P. Mixotrophy in Chlorophytes and Haptophytes—Effect of Irradiance, Macronutrient, Micronutrient and Vitamin Limitation. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, Article 1704, 2018.

APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). Method 1060: Collection and preservation of samples, B, C and Method 10200: Plankton, Chlorophyll H. **Standard methods for the examination of water and wastewater,** 2017. Disponível em: https://www.standardmethods.org/doi/10.2105/SMWW.2882.009 e https://www.standardmethods.org/doi/10.2105/SMWW.2882.207. Acesso em 27.02.2020

BERBEL, G.B.B.; FAVARO D.I.T.; BRAGA, E.S. Impact of harbour, industry and sewage on the phosphorus geochemistry of a subtropical estuary in Brazil. **Marine Pollution Bulletin,** v. 93, p. 44-52, 2015.

BERDALET, E.; FLEMING, L. E.; GOWEN, R.; DAVIDSON, K.; HESS, P.;BACHER, L. C.; MOORE, S. K.; HOAGLOAND, P.; ENEVOLDSEN, H. Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 1, p. 91-91, 2016.

BRAGA, E.S.; BONETTI, C.V.D.H.; BURONE L.; BONETTI FILHO, J. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wastes at the Baixada Santista Estuarine System – Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 165-173, 2000.

BRANDÃO, *et. al.* (org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas. Brasília, DF:ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 325p.

BRAUKO, K.M; CABRAL, A.; COSTA, N.V.; HAYDEN, J.; DIAS, C.E.P.; LEITE, E.S.; WESTPHAL, R.D.; MUELLER, C.M.; HALL-SPENCER, J.M.; RODRIGUES, R.R.; RÖRIG, L.R.; PAGLIOSA, P.R.; FONSECA, A.L.; ALARCON, O.E.;HORTA, P.A. Marine Heatwaves, Sewage and Eutrophication Combine to Trigger Deoxygenation and Biodiversity Loss: A SW Atlantic Case Study. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, artigo:590258, 2020. doi: 10.3389/fmars.2020.590258

CARDOSO, L.S. Bloom of *Noctiluca scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy (Dinophyceae) in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 2, p. 265-268, 2012.

CASTRO, N.O.; MOSER, G.A.O. Florações de Algas Nocivas e seus efeitos ambientais. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 2, p. 235-264, 2012.

IVIDES.org

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-costeiras/wp-content/uploads/sites/2/2020/09/Relatorio-da-Qualidade-das-Aguas-Costeiras-no-Estado-de-Sao-Paulo-2019.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

COLLINS, S.; ROST, B.; RYNEARSON, T. A.. Evolutionary potential of marine phytoplankton under ocean acidification. **Evolutionary Applications**, v. 7, p. 140–155, 2014.

COSTA PERES, L. M. **Efeitos de aquecimento e eutrofização em regiões subtropicais sobre bancos de *Sargassum cymosum* (C. Agardh, 1820).** 2020. 60f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

DETONI, A.M.S. **A cianobactéria *Trichodesmium* spp. e fatores ambientais associados com a sua abundância ao largo da plataforma Sudeste-Sul do Brasil**. 2017. 172 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Programa de pós-graduação em Oceanografia Biológica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

DUTKIEWICZ, S.; CERMENO, P.; JAHN, O.; FOLLOWS, M. J.; HICKMAN, A. E.; TANIGUCHI, D. A. A.; WARD, B. A. Dimensions of marine phytoplankton diversity. **Biogeosciences**, v. 17, p. 609-634, 2020.

ELMGREN, R.; LARSSON, U. Nitrogen and the Baltic Sea: managing nitrogen in relation to phosphorus. In: Optimizing Nitrogen Management in Food and Energy Production and Environmetal Protection. 2ND International Nitrogen Conference on Science and Policy. **The Scientific World**, v. 1, S2, p. 371-377, 2001. Disponível em: http://www.woodwellclimate.org/wp-content/uploads/2015/09/DavidsonScienWorld.01.pdf. Acesso em: 13 de abril 2021.

ESCARELA. L.; YOLANDA, P.; MORONO, A.; REGUERA, B. *Noctiluca scintillans* may act as a vector of toxigenic microalgae. **Harmful algae,** v. 6, p. 317-320, 2007.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion. Marine biotoxins in shellfish – Saxitoxin group Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. **The EFSA Journal**, v. 1306, p. 1-23, 2009. Disponíve em: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2009.1306. Acesso em: 09 abr. 2021.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion on marine biotoxins in shellfish: emerging toxins: ciguatoxin group. **The EFSA Journal**, v. 8, n. 6, p. 1627, 2010. Disponível em: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2010.1627. Acesso em: 09 abr. 2021.

EFSA (European Food Safety Authority). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Scientific Opinion Risks for public health related to the presence of tetrodotoxin (TTX) and TTX analogues in marine bivalves and gastropods. **The EFSA Journal**, v. 15, n. 4, 2017. Disponível em: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4752#. Acesso em: 09 abr. 2021.

FSN (Food Safety News). **Breaking news for everyone's consumption.** ANSES sets value to protect people from emerging toxin in shellfish. 2021. Disponível em: https://www.foodsafetynews.com/2021/05/anses-sets-value-to-protect-people-from-emerging-toxin-in-shellfish/. Acesso em: 14 mai. 2021.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Summary for Policymakers. *In*: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, p. 3-35, 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/summary-for-policymakers/. Acesso em: 26 jan. 2021.

KANAKIDOU, M.; S.MYRIOKEFALITAKIS, S.; DASKALAKIS, N.; FANOURGAKIS, G. NENES,A.; BAKER, A. R.; MIHALOPOULOS, N. Past, Present, and Future Atmospheric Nitrogen Deposition. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 73, 2016.

LELONG, A.; HÉGARET, H.; SOUDANT, P.; BATES, S. *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) species, domoic acid and amnesic shellfish poisoning: revisiting previous paradigms Phycologia. **Phycologia**, v. 51, n. 2, p. 168-216, 2012.

IVIDES.org

LOPES, R. M (ed.) **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009 (Série Biodiversidade; 33).

MANITA, D. F. P. **Bioacessibilidade *in vitro* das biotoxinas marinhas ácido ocadaico, dinofisistoxina-2 e seus derivados em bivalves crus e cozinhados**. 2017. 37f. Dissertação (Mestrado em segurança alimentar) - Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade de Lisboa, 2017.

MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura); MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Instrução Normativa Interministerial MPA/MAPA n° 07, de 08 de maio de 2012**. Institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), estabelece os procedimentos para a sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 mai. 2012.

MIOTTO, M. C.; TAMANAHA, M. S. Ocorrência de dinoflagelados tecados potencialmente tóxicos e nocivos em cultivos de moluscos situados no município de Penha, Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 1, p. 53-67, 2012.

OBATA, T.; FERNIE, A.; NEUNES-NESI, A. The Central Carbon and Energy Metabolism of Marine Diatoms. **Metabolites**, v. 3, p. 325-346, 2013.

PROCOPIAK, L.K.; FERNANDES, L.F.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropical**. v. 6, n. 3, set-dez. 2006.

RAVEN, J. A.; WAITE, A. M. The evolution of silicification in diatoms: inescapable sinking and sinking as escape? **New Phytologist**. v. 162, p. 45-61, 2004.

REGUERA B.; VELO-SUÁREZ, L.; RAINE, R.; PARK, M.G. Harmful *Dinophysis* species: A review. **Harmful Algae,** v. 14, p. 87-106, 2012.

ROST, B.; RIEBESELL,U.; BURKHARD,S. Carbon acquisition of bloom-forming marine phytoplankton. **Limnolology Oceanogr**., v. 48, n. 1, p. 55-67, 2003.

SARANGI R.K.; CHAUHAN, P.; NAYAK, S.R. Detection and monitoring of *Trichodesmium* blooms in the coastal waters off Saurashtra coast, India using IRS-P$ OCM data. **Corrent Science**, v. 86, n. 12, 2004.

SOARES-GOMES A.; GAMA, B.A.P.; BAPTISTA NETO, J.A.; FREIRE, D.G.; CORDEIRO, R.C.; MACHADO, W.; BERNARDES, M.C.; COUTINHO, R.; THOMPSON, F.L.; PEREIRA, R.C. An environmental overview of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. **Regional Studies in Marine Science,** v. 8, n. 2, p. 319-330, 2016.

SOARES, M.F.; DOMINGOS P.; SOARES F.F.L.; TELLES L.F.R. 10 anos de monitoramento da qualidade ambiental das águas da Lagoa Rodrigo de Freitas. **Oecologia Australis**, v. 16, n. 3, p. 581-614, 2012.

TRAINER, V. L.; BATES, S. S.; LUNDHOLM, N.; THESSEN, A. E.; COCHLAN, W.P.; ADAMS, N. G.; TRICK, C. G. *Pseudo-nitzschia* physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health. **Harmful Algae**, v. 14, p. 271-300, 2012.

TRIESTPRIMA. Improvvisa fioritura di milioni di *Noctiluca scintillans*, a Grignano l'acqua è arancione. **Triestprima**, 20 abr. 2021. Disponível em: https://www.triesteprima.it/green/improvvisa-fioritura-di-milioni-di-noctiluca-scintillans-a-grignano-l-acqua-e-arancione.html. Acesso em: 22 abr.2021.

TURKOGLU, M. Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey)*. **Oceanologia**, v. 55, n. 3, p. 709–732, 2013.

UMANI, SF; BERAN, A. PARLATO, S.; VIRGILIO, D.; ZOLLET, T.; DE OLAZABAL, A.; LAZZARINI, B. & CABRINI, M. *Noctiluca scintillans* MACARTNEY in the Northern Adriatic Sea: long-term dynamics, relationships with temperature and eutrophication, and role in the food web. *Journal of Plankton* **Research**, v. 26, p. 545-561, 2014.

Utermöhl, H. Perccionamento del Metodo Cuantitativo del Fitoplancton. Associación Internacional de Limnologia Teórica y Aplicada. **Comité de metodos limnologicos**, v. 9, p. 1-39, 1958.

IVIDES.org

VALE, P. Biotoxinas emergentes em águas europeias e novos riscos. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, v. 29, n. 1, p. 77-87, 2011.

Capítulo 17

ALEXIS, Y.; MAMANI, E. Neoplasias en animales silvestres. **Revista Estudiantil AGRO – VET**, v. 4, n. 2, p. 594–603, 2020.

ARAÚJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Environmental quality indicators for recreational beaches classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439–1449, 2008.

BALLADARES, C. *et al*. Prevalence of fibropapillomatosis on stranded sea turtles in the Venezuelan coast / Prevalencia de fibropapilomatosis en tortugas marinas varadas en las costas de Venezuela. **Revista Bio Ciencias**, v. 4, n. 4, 2002.

BARBOSA DE ARAÚJO, M. C.; DA COSTA, M. F. Environmental Quality Indicators for Recreational Beaches Classification. **Journal of Coastal Research**, v. 246, p. 1439–1449, nov. 2008.

BOTERO, C. M.; MERCADÉ, S.; CABRERA, J.A.; BOMBANA, B. (ed.). **O Turismo de sol e praia no contexto da Covid-19 - Cenários e recomendações**. PROPLAYAS (Red Iberoamericana Proplayas), 2020. 120 p.

BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. B.; BAPTISTA, D. F. Monitoramento Biológico de Ecossistemas aquáticos continentais. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 339–345, 2008.

CAVALCANTI, J. S. S. *et al*. User's Perceptions about Rip Currents and Their Specific Management Approaches at a Densely Occupied Urban Beach. **Journal of Coastal Research**, v. 95, n. sp1, p. 953, 26 maio 2020.

CEMBRA (Centro Excelência para o mar brasileiro). **O Brasil e o mar no século XXI:** Relatório aos tomadores de decisão do País. 2. ed. Rio de Janeiro: CEMBRA, 2012. 540 p.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, 25 jan. 2001, p. 70-71.

COSTA, C. R. **Avaliação da Balneabilidade em praias da Costa Leste do Nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado em Oceanografia) - Programa de Pós-graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2021.

COSTA, C. R.; COSTA, M. F. Revisão de metodologias do monitoramento microbiológico da qualidade da água em praias recreativas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, p. 092–113, 2020.

CRISTIANO, S. C. *et al*. Caracterização da costa marinha do Balneário Camacho (Santa Catarina, Brasil) como subsídio à gestão. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 1, p. 37–63, 2017.

DIÓGENES, B. N.; SOARES, M. O.; MONT'ALVERNE, T. C. F. Microplastics as Indicator for Sea Water and Sand Quality. **California Western International Law Journal**, v. 51, n. 1, p. 5, 2021.

EATON, A.D. *et al.* **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21. ed. Baker & Taylor, 2005.

ESPÍNOLA, R. S.; FERREIRA, L. V. F.; MARQUES JUNIOR, S. A certificação Bandeira Azul e seus impactos nas praias do Brasil. **Revista Turismo em Análise**, v. 31, n. 3, p. 561–576, 12 dez. 2020.

HALLETT, C. S.; VALESINI, F.; ELLIOTT, M. A review of Australian approaches for monitoring, assessing and reporting estuarine condition: I. International context and evaluation criteria. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 260–269, dez. 2016a.

HALLETT, C. S.; VALESINI, F.; ELLIOTT, M. A review of Australian approaches for monitoring, assessing and reporting estuarine condition: III. Evaluation against international best practice and recommendations for the future. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 282–291, dez. 2016b.

IVIDES.org

HUNTINGTON, K. A. B. et al. Causes of Mortality of Northern Sea Otters (Enhydra lutris kenyoni) in Alaska From 2002 to 2012. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 26 fev. 2021.

IAR (Instituto Ambientes em Rede). **Programa Bandeira Azul Praias - Brasil**. Critérios e notas explicativas. [*S.l.*]: IAR 2019. 62 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

KARYDIS, M.; KITSIOU, D. Marine water quality monitoring: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 77, n. 1–2, p. 23–36, dez. 2013.

KITSIOU, D.; KARYDIS, M. Coastal marine eutrophication assessment: A review on data analysis. **Environment International**, v. 37, n. 4, p. 778–801, maio 2011.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. Brasília, DF: MMA, 2012.

PAGE-KARJIAN, A.; PERRAULT, J. R. Sea Turtle Health Assessments: Maximizing Turtle Encounters to Better Understand Health. **Sea Turtle Research and Conservation**, p. 31–44, 2021.

PIFFER, M. *et al.* **Paraísos brasileiros:** entre o mar e o interior. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Brasileira, 2017. 200 p.

SCHERER, M. E. G. *et al.* Under New Management. **Journal of Coastal Research**, v. 95, n. sp1, p. 945, 26 mai. 2020.

SHAPIRO, K. *et al.* Type X strains of Toxoplasma gondii are virulent for southern sea otters (Enhydra lutris nereis) and present in felids from nearby watersheds. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 286, n. 1909, 20191334, 28 ago. 2019.

WIDMER, W. M. A Importância da Abordagem Experimental para o Progresso da Gestão Costeira Integrada. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 7–16, maio 2009.

ZUZA-ALVES, D. L. et al. Candida tropicalis geographic population structure maintenance and dispersion in the coastal environment may be influenced by the climatic season and anthropogenic action. **Microbial Pathogenesis**, v. 128, p. 63–68, mar. 2019.

ZUZA-ALVES, D. L. et al. Evaluation of Virulence Factors In vitro, Resistance to Osmotic Stress and Antifungal Susceptibility of Candida tropicalis Isolated from the Coastal Environment of Northeast Brazil. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, 15 nov. 2016.

Capítulo 18

AMADO, F. A. T. **Direito ambiental esquematizado**. 7.ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2016. ISBN: 978-85-309-6816-8.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004**. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020**. Aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 nov. 2020. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10544.htm#art2. Acesso em: 19 mai. 2021.

IVIDES.org

BRASIL. **Lei nº 8.617, de 04 de janeiro de 1993**. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 jan. 1993. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8617.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 19 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015**. Dispõe sobre a administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 dez. 2015. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/l13240.htm. Acesso em: 05 ago 2021.

BRASIL. **Portaria ME/SPU nº 113, de 12 de julho de 2017**. Aprova o Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas Urbanas. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/legislacao/portarias/portarias-da-spu/arquivos/2018/portaria-113-de-12-de-julho-de-2017.pdf/view. Acesso em: 05 ago 2021.

BRASIL. **Portaria ME/SPU, nº 44, de 31 de maio de 2019**. Amplia a aplicabilidade da Portaria 113/2017 para as praias marítimas urbanas e não urbanas. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-44-de-31-de-maio-de-2019-161204673. Acesso em: 05 ago 2021.

BULHÕES, E. Projeto de gestão integrada da orla marítima em Campos dos Goytacazes, RJ. *In*: II Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas e XI Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro, 2018, Florianópolis, [**Anais...**] II SBPA e XI ENCOGERCO. p. 276-277. Disponível em: http://www.praiaegestao.com.br/theme/images/ANAISSBPAEENCOGERCO_2018.pdf. Acesso em: 05 ago. 2021.

BULHÕES, E.; KLOTZ, S.K.V.; MOTA, I.S.A.; TAVARES, T. C.; SANGUEDO, J. B.; CIDADE, C.A.S. Projeto de gestão integrada da orla marítima. A experiência do município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Sociedade e Natureza**, v. 28, n. 2, p. 285-300, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1982-451320160208. Acesso em: 05 ago. 2021.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ). **Decreto Municipal nº 179, de 10 de julho de 2015**. Regulamenta o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC) do Município de Campos dos Goytacazes/RJ. Diário Oficial, Campos dos Goytacazes, RJ, 10 jul. 2015a.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ). **Decreto Municipal nº 455, de 27 de dezembro de 2013**. Dispõe sobre a criação do Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental do LAGAMAR, pela Lei Municipal Lei nº 5.418/1993 e dá outras providências. Diário Oficial, Campos dos Goytacazes, RJ, 27 dez. 2013a.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ) **Lei Municipal nº 5.418, de 29 de abril de 1993**. Cria a Área de Proteção Ambiental do Lagamar. Diário Oficial, Campos dos Goytacazes, RJ, 1993.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ) **Lei Municipal nº 8.335, de 26 de abril de 2013**. Institui o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC) do Município de Campos dos Goytacazes/RJ. Diário Oficial. Campos dos Goytacazes, RJ, 26 abr. 2013b.

CAMPOS DOS GOYTACAZES (RJ). **Portaria nº 29, de 15 de junho de 2015**. Dispõe sobre a nomeação dos membros do Comitê Gestor do Projeto Orla. Diário Oficial. Campos dos Goytacazes, RJ, 29 jun. 2015b.

CASEMIRO, M.; BARRA, O.; OLIVEIRA MATOS, F.; VASCONCELOS, F. Planejamento ambiental costeiro no Brasil: um olhar crítico sobre o Projeto Orla. **InterEspaço**, v. 4, n. 14, p. 67-89, 2018.

FIRMINO, L.A.C. **Diagnóstico geoambiental e proposta de planejamento**: subsídios à gestão da área de proteção ambiental do Lagamar. 2021. 153f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2021.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Projeto Orla**: fundamentos para gestão integrada/ Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 78 p.

IVIDES.org

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Projeto Orla**: guia de implementação / Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 36 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Projeto Orla**: subsídios para um projeto de gestão/ Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 104 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente); MPOG (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Projeto Orla**: manual de gestão. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 88 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) (ed.). PEREIRA, F. C.; OLIVEIRA, M. R. L. de (org.). **Plano nacional de gerenciamento costeiro**: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil. Brasília: MMA, 2015. 181 p.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Portaria nº 34, de 02 de fevereiro de 2021**. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira. 2021.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007. ISBN: 9788574196770.

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gestão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [*S.l.*], n. 1, p. 35-44, 2001. DOI: http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v2i1.6.

OLIVEIRA, M.R.L; NICOLODI, J.L. A gestão costeira no Brasil e dos dez anos do Projeto Orla: Uma análise sob a ótica do poder público. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 12, n.1, p. 89-98, 2012. DOI: 10.5894/rgci308.

OLIVEIRA, P. C.; DI BENEDITTO, A. P. M.; BULHOES, E.; ZAPPES, C. A. Artisanal fishery versus port activity in Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 129, p. 49-57, 2016. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2016.05.005.

POLETTE, M. Gestão e governança costeira e marinha. *In*: MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS, F. M.; PINHEIRO, L. (org.) **Geografia Marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. Rio de Janeiro: PGGM, 2020. p. 292-340. ISBN: 978-65-992571-0-0.

PGI-Campos (Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima de Campos dos Goytacazes). **Plano de Intervenção na Orla do Município de Campos dos Goytacazes**. 2015. 89 p. (Disponibilidade Restrita).

RIO DE JANEIRO (Estado). **Decreto Estadual nº 43.522, de 20 de março de 2012**. Cria o Parque Estadual da Lagoa do Açu e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 20 mar. 2012. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mde5/~edisp/inea0019348.pdf. Acesso em: 05 ago. 2020.

SCHERER, M. Gestão de Praias no Brasil: Subsídios para uma Reflexão. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 13, n. 1, p. 3-13, 2013. DOI:10.5894/rgci358.

SILVA, M. E. M. S. **Gestão sustentável da orla marítima em destinos turísticos costeiros**: a percepção dos atores sociais. 2013. 337f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

SOUZA, T.A.; BULHÕES, E.; AMORIM, I.B.S. Ondas de tempestade na costa Norte Fluminense. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 6, n. 2, p. 10-17, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v6i2.41139.

Capítulo 19

ALJAROUDI, A.; KHAN, F.; AKINTURK, A.; HADDARA, M.; THODI, P. Risk Assessment of Offshore Crude Oil Pipeline Failure. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 37, p. 101–109, 2015. DOI: 10.1016/j.jlp.2015.07.004.

IVIDES.org

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). Planejamento Ambiental Portuário. **Portal ANTAQ**, *[S.l.]*, v. Meio Ambie, 2020. Disponível em: http://portal.antaq.gov.br/index.php/meio-ambiente/planejamento-ambiental-portuario/. Acesso em 1 mar 2021.

ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). **Sistema de Informações Gerenciais (SIG)**. 2021. Disponível em: http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/. Acesso em 1 mar 2021.

APS (Autoridade Portuária de Santos). **Facts and Figures**. [s.l: s.n.], 2020a. Disponível em: http://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/Facts-Figures-light-3.pdf.

APS (Autoridade Portuária de Santos). Resolução DIPRE n° 177.2020. 2020b. p. 83.

AVEN, T.; ZIO, E. Foundational Issues in Risk Assessment and Risk Management. **Risk Analysis**, *[S.l.]*, v. 34, n. 7, p. 1164–1172, 2014. DOI: 10.1111/risa.12132.

AZEVEDO, A.; OLIVEIRA, A.; FORTUNATO, A. B.; ZHANG, J.; BAPTISTA, A. M. A cross-scale numerical modeling system for management support of oil spill accidents. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 80, n. 1–2, p. 1–16, 2014. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.01.028.

BALMAT, J. F.; LAFONT, F.; MAIFRET, R.; PESSEL, N. A decision-making system to maritime risk assessment. **Ocean Engineering**, *[S.l.]*, v. 38, p. 171–176, 2011. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2010.10.012.

BARRETO FILHO, A. d. A.; SOUZA, T. M. De. Planejamento para o Suprimento Energético Sustentável : Implantação de Novas Tecnologias , Eficiência e Compatibilidade Ambiental Estratégias , Eficiência e Impactos Ambientais. *In*: **XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Energia - COBENGE 2009**, [Anais ...], [S.l.], [s.n.], p. 1–8.

BARRIEU, P.; SINCLAIR-DESGAGNÉ, B. Management Science. **Management Science**, *[S.l.]*, v. 52, n. 2, p. 1145–1154, 2006. DOI: 10.1287/mnsc.1060.0527.

BEKEFI, T.; EPSTEIN, M. J. Integrating Social and Political Risk Into ROI Calculations a practical method for integrating these risks into. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 20, n. 3, p. 11–23, 2011. DOI: 10.1002/tqem.

BEYER, J.; TRANNUM, H. C.; BAKKE, T.; HODSON, P. V.; COLLIER, T. K. Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill : A review. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 110, n. 1, p. 28–51, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.027.

BOUMA, J. J.; FRANÇOIS, D.; TROCH, P. Risk assessment and water management. **Environmental Modelling & Software**, *[S.l.]*, v. 20, n. 2, p. 141–151, 2005. DOI: 10.1016/j.envsoft.2003.09.002.

BRASIL. **Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, edição extra, 24 abr. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Conama n° 398, de 11 de junho de 2008**. Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jan. 2008.

BRASIL. **Lei n° 13.365, de 29 de novembro de 2016**, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2016.

BREITLING, U. Latin America : the new role of training in the port restructuring process. *In*: **International Port Training Conference** - IPTC 1999, [Anais ...], [S.l.], [s.n.], p. 27.

CASTANEDO, S.; JUANES, J. A.; MEDINA, R.; PUENTE, A.; FERNANDEZ, F.; OLABARRIETA, M.; POMBO, C. Oil spill vulnerability assessment integrating physical , biological and socio-economical aspects : Application to the Cantabrian coast (Bay of Biscay, Spain). **Journal of Environmental Management**, *[S.l.]*, v. 91, n. 1, p. 149–159, 2009. DOI: 10.1016/j.jenvman.2009.07.013.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Breve história do petróleo no brasil e em são paulo e principais acidentes**. São Paulo: CETESB, 2012. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/Principais-Acidentes-Brasil-.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

CIRER-COSTA, J. C. Tourism and its hypersensitivity to oil spills. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 91, n. 1, p. 65-72, 2014. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.027.

IVIDES.org

CONSIDINE, M.; HALL, S. M. The major accident risk (MAR) process - developing the profile of major accident risk for a large multi national oil company. **Process Safety and Environmental Protection**, *[S.l.]*, v. 87, n. 1, p. 59–63, 2008. DOI: 10.1016/j.psep.2008.04.008.

COX, J. W.; HASSARD, John. Triangulation in Organizational Research : A Re-Presentation. **Organization**, *[S.l.]*, v. 12, n. 1, p. 109–133, 2005. DOI: 10.1177/1350508405048579.

DAMACENA, F. D. L.; SILVA, R. C. Da. Bioinvasão por água de lastro: um problema de direito e uma ameaça à sustentabilidade. **Revista Eletrônica Direito e Política**, *[S.l.]*, v. 10, n. 1, p. 175–196, 2015.

DARBRA, R. M.; RONZA, A.; CASAL, J.; STOJANOVIC, T. A.; WOOLDRIDGE, C. The Self Diagnosis Method - A new methodology to assess environmental management in sea ports. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 48, n. 5–6, p. 420–428, 2004. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2003.10.023.

DECOLA, E.; FLETCHER, S. **An Assessment of the Role of Human Factors in Oil Spills from Vessels**. Eldovia, Alaska: Elise DeCola and Sierra FletcherNuka Research & Planning Group, 2006. Disponível em: https://www.pwsrcac.org/wp-content/uploads/filebase/programs/oil_spill_response_operations/role_of_human_factors_in_vessel_oil_spills.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

DINWOODIE, J.; TUCK, S.; KNOWLES, H.; BENHIN, J.; SANSOM, M. Sustainable Development of Maritime Operations in Ports. **Business Strategy and the Environment**, *[S.l.]*, v. 21, n. 2, p. 111–126, 2012. DOI: 10.1002/bse.718.

DOERFFER, J. W. **Oil spill response in the marine environment**. [*S.l.*]: Elsevier, 1992.

DUKE, N. C. Oil spill impacts on mangroves: Recommendations for operational planning and action based on a global review. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 109, n. 2, p. 700-715, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.082.

ELHAKEEM, A. A.; ELSHORBAGY, W.; CHEBBI, R. Oil spill simulation and validation in the Arabian (Persian) Gulf with special reference to the UAE coast. **Water, Air, and Soil Pollution**, *[S.l.]*, v. 184, n. 1–4, p. 243-254, 2007. DOI: 10.1007/s11270-007-9413-1.

ESPO (European Sea Ports Organization). (org.). **Port Performance I - Port Performance Indicators (Selection and Measurement indicators)**. Project Executive report (PPRISM WP4 D4.2). [*S.l.*], [s.n.], 2012. Disponível em: https://www.espo.be/media/pages/12-01-25_-_PPRISM_WP4_Deliverable_4.2_Website.pdf. Acesso em: 05 fev. 2021.

FRAZÃO SANTOS, C.; MICHEL, J.; NEVES, M.; JANEIRO, J.; ANDRADE, F.; ORBACH, M. Marine spatial planning and oil spill risk analysis: Finding common grounds. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 74, n. 1, p. 73-81, 2013. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.07.029.

GALUZZI SILVA, M. C. da; MATA-LIMA, H. Oil spill risk mana gement in the coastal zone: The case of Port of Santos. **Finisterra**, *[S.l.]*, v. 54, n. 111, p. 61-80, 2019. DOI: 10.18055/finis17216.

GALUZZI-SILVA, M. C.; MATA-LIMA, H. Risk assessment of accidental oil release in a coastal region: the são paulo case study. **Maritime Policy & Management**, *[S.l.]*, p. 1-15, 03 set. 2021. DOI: 10.1080/03088839.2021.1968057.

GALVANESE, C.; FAVARETO, A. Dilemas do planejamento regional e as instituições do desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Ciencias Sociais**, *[S.l.]*, v. 29, n. 84, p. 73–86, 2014. DOI: 10.1590/S0102-69092014000100005.

GESAMP (Joint Group Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities**. London: International Maritime Organization - IMO, 2007.

GIERCZAK, M. The quantitative risk assessment of MINI , MIDI and MAXI Horizontal Directional Drilling Projects applying Fuzzy Fault Tree Analysis. **Tunnelling and Underground Space Technology**, *[S.l.]*, v. 43, p. 67-77, 2014. DOI: 10.1016/j.tust.2014.04.003.

IVIDES.org

GOERLANDT, F.; MONTEWKA, J. A framework for risk analysis of maritime transportation systems: A case study for oil spill from tankers in a ship – ship collision. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 76, p. 42-66, 2015. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.009.

GOMEZ, A. G.; ONDIVIELA, B.; PUENTE, A.; JOSÉ A. Environmental risk assessment of water quality in harbor areas: A new methodology applied to European ports. **Journal of Environmental Management**, *[S.l.]*, v. 155, p. 77-88, 2015. DOI: 10.1016/j.jenvman.2015.01.042.

GRIFOLL, M.; JORDÀ, G.; BORJA, Á.; ESPINO, M. A new risk assessment method for water quality degradation in harbour domains , using hydrodynamic models. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 60, n. 1, p. 69-8, 2010. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2009.08.030.

GUO, W. Development of a statistical oil spill model for risk assessment. **Environmental Pollution**, *[S.l.]*, v. 230, p. 945–953, 2017. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.07.051.

HASSON, F.; KEENEY, S.; MCKENNA, H. P. Research guidelines for the Delphi Survey Technique. **Journal of Advanced Nursing**, *[S.l.]*, v. 32, n. 4, p. 1008–1015, 2000. DOI: 10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x.

HEARN, G. N.; FOTH, M.; STEVENSON, T. Community Engagement for Sustainable Urban Futures. **Futures**, *[S.l.]*, v. 43, n. 4, 2010.

HEIDERSCHEIDT, D.; PEREIRA, J.; BURGHARDT, J. E.; SILVA, L. A. da; OLIVEIRA, S. C. de. Conceitos aplicados à poluição do solo decorrente do derrame de petróleo e seus derivados. **Maiêutica - Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, *[S.l.]*, v. 4, n. 1, p. 7–14, 2016.

HÉMERY, D.; JEAN-CLAUDE, D.; DELÉAGE, J. P. **Uma história da energia**. [*S.l.*], [s.n.]. Disponível em: https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/memoria_maio_10.pdf. Acesso em: 08 abr. 2021.

HILSDORF, W. de C.; NOGUEIRA NETO, M. de S. Porto de Santos: Prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso. **Corrosion Engineering Science and Technology**, *[S.l.]*, v. 23, n. 1, p. 219–231, 2016. DOI: 10.1590/0104-530X1370-14.

HOLLNAGEL, P. E. **Safety-I and Safety–II: the past and future of safety management**. [*S.l.*] : Ashgate Publishing, 2014.

HOU, Y. Environmental accident and its treatment in a developing country: a case study on China. **Environmental Monitoring and Assessment**, *[S.l.]*, v. 184, n. 8, p. 4855-4859, 2012. DOI: 10.1007/s10661-011-2307-0.

HUZ, R. de la; LASTRA, M.; JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIÉITEZ, J. M. Biological impacts of oil pollution and cleaning in the intertidal zone of exposed sandy beaches: Preliminary study of the ‘“ Prestige ”’ oil spill. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, *[S.l.]*, v. 65, n. 1–2, p. 19-29, 2005. DOI: 10.1016/j.ecss.2005.03.024.

IMO (International Maritime Organization). **International shipping facts and figures – information resources on trade, safety, security, environment**. 2012. Disponível em: https://imo.libguides.com/c.php?g=659460&p=4761068. Acesso em: 10 mar. 2021.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). Relatório de Pesquisa. **Diagnóstico da Situação Atual dos Resíduos Sólidos das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural nas Bacias Sedimentares Marítimas do Brasil**. Brasília: IPEA, 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7701/1/RP_Diagnóstico_2012.pdf. Acesso em: 10 mar. 2021.

ISMAIL, Z.; KARIM, R. Some technical aspects of spills in the transportation of petroleum materials by tankers. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 51, n. 1, p. 202-208, 2013. DOI: 10.1016/j.ssci.2012.06.024.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 9001**. Quality Management Systems - Requirements (ISO 9001:2015), 2015. Disponível em: https://www.iso.org/standard/62085.html. Acesso em: 10 mar. 2021.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 14001**. Environmental management systems - specification with guidance for use (ISO 14001:2015), 2015. Disponível em: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:en.

IVIDES.org

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 45001**. Occupational Health and Safety (ISO 45001:2018), 2018a. Disponível em: https://www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html. Acesso em: 2 mar. 2021.

ISO (International Organization for Standardization). **ISO 31000**. Risk management - principles and guidelines (ISO 31000:2018), 2018b. Disponível em: https://www.iso.org/iso-31000-risk-management.html. Acesso em: 2 mar. 2021.

ITOPF (The International Taker Owners Pollution Federation Limited). **Fate of Oil Spills ITOPF Guides**. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/. Acesso em: 2 mar. 2021.

JAHN, F.; COOK, M.; GRAHAM, M. **Introdução à exploração e produção de hidrocarbonetos**. 2. ed. [*S.l.*]: Elsevier, 2012.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A. **Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices**. [*S.l.*]: World Bank Publications, 2010.

KIM, I. A comparison between the international and US regimes regulating oil pollution liability and compensation $. **Marine Policy**, *[S.l.]*, v. 27, n. 3, p. 265-279, 2003. DOI: 10.1016/S0308-597X(03)00005-8.

KITZMANN, D.; ASMUS, M. Gestão ambiental portuária : desafios e possibilidades. **Revista de Administração Pública**, *[S.l.]*, v. 40, n. 6, p. 1041–1060, 2006. DOI: 10.1590/S0034- 76122006000600006.

KONTOVAS, C. A.; PSARAFTIS, H. N.; VENTIKOS, N. P. An empirical analysis of IOPCF oil spill cost data. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 60, n. 9, p. 1455-1466, 2010. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.05.010.

LEE, M.; JUNG, J. Y. Pollution risk assessment of oil spill accidents in Garorim Bay of Korea. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 100, n. 1, p. 297-303, 2015. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.08.037.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. **A procedure for evaluating environmental impact**. [*S.l.*], [s.n.], 1971.

LI, P.; CAI, Q.; LIN, W.; CHEN, B.; ZHANG, B. Offshore oil spill response practices and emerging challenges. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 110, n. 1, p. 6-27, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.06.020.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The Delphi Method - Techniques and Applications**. [*S.l.*] : Addison-Wesley Educational Publishers Inc, 2002.

LIUBARTSEVA, S.; DOMINICIS, M. De; ODDO, P.; COPPINI, G.; PINARDI, N.; GREGGIO, N. Oil spill hazard from dispersal of oil along shipping lanes in the Southern Adriatic and Northern Ionian Seas. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 90, n. 1–2, p. 259-272, 2014. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.10.039.

LOPES, C. F. **Dispersantes químicos - queima in situ.** [*S.l.*], [s.n.] São Paulo: CETESB, 28 e 29 mar. 2012. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/wp-content/uploads/sites/22/2013/12/cetesb-dispersantes-queima-insitu.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021. (apresentação de palestra).

LOURENÇO, L. 1.Ocorrências, Incidentes, Acidentes e Desastres. *In*: L. Lourenço. **Riscos Naturais e Protecção do Ambiente**. Coimbra: Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais (NICIF); Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (FLUC), 2004. 44p. p. 17–21. (Coletâneas Cindínicas; I) (Coleção Estudos; 44).

LUKO, S. N. Risk Assessment Techniques. **Quality Engineering**, *[S.l.]*, v. 26, n. 3, p. 379–382, 2014. DOI: 10.1080/08982112.2014.875769.

MALLET, S.; GUERRA, G.; FANTINELLI, J. T. A aproximação entre tecnologia e economia: os emergentes papéis da energia. **Revista de Estudos Sociais**, *[S.l.]*, v. 3, n. 5, p. 33-58, 2001.

MARTIN-ORTEGA, J.; BROUWER, R.; AIKING, H. Application of a value-based equivalency method to assess environmental damage compensation under the European Environmental Liability Directive. **Journal of Environmental Management**, *[S.l.]*, v. 92, n. 6, p. 1461-1470, 2011. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.12.001.

MATA-LIMA, H. Hydrologic Design That Incorporates Environmental, Quality, and Social Aspects. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 15, n. 3, p. 51–60, 2006. DOI: 10.1002/tqem.

IVIDES.org

MATA-LIMA, H.; Morgado-Dias, F. ; SILVA, M. C. G. ; ALCANTARA, K. D. ; ALMEIDA, J. A. . A Systematic Framework for the Design and Implementation of a Quality Management Practice: The Case of a Consulting Engineering Company. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 25, p. 49-61, 2016. DOI:10.1002/tqem.21465.

MATOS, F. d. O.; VASCONCELOS, F. P. Içar velas: algumas considerações sobre as venturas na relação entre o homem e o mar. **Acta Geográfica**, *[S.l.]*, v. 4, n. 7, p. 67-78, 2010. DOI: 10.5654/actageo2010.0407.0005.

MENDES, P. A. S.; HALL, J.; MATOS, S.; SILVESTRE, B. Reforming Brazil ' s offshore oil and gas safety regulatory framework : Lessons from Norway , the United Kingdom and the United States. **Energy Policy**, *[S.l.]*, v. 74, p. 443-453, 2014. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.08.014.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. Brasília, DF: MMA, 2017.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil - elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Anna Blume, 2007.

OKOLI, C.; PAWLOWSKI, S. D. The Delphi method as a research tool : an example , design considerations and applications. **Information & Management**, *[S.l.]*, v. 42, n. 1, p. 15-29, 2004. DOI: 10.1016/j.im.2003.11.002.

PAPADONIKOLAKI, G. ..; ALTAN, Y. ..; STAMOU, A. ..; OTAY, E. N.; CHRISTODOULOU, G. C.; COPTY, N. K.; TSOUKALA, V. K.; TELLI-KARAKOC, F.; PAPADOPOULOS, A. Risk assessment of oil spill accidents. **Global NEST Journal**, *[S.l.]*, v. 16, n. 4, p. 743–752, 2014. DOI: 10.30955/gnj.001274.

PENG, J.; SONG, Y.; YUAN, P.; XIAO, S.; HAN, L. An novel identification method of the environmental risk sources for surface water pollution accidents in chemical industrial parks. **Journal of Environmental Sciences**, *[S.l.]*, v. 25, n. 7, p. 1441–1449, 2013. DOI: 10.1016/S1001-0742(12)60187-9.

POJASEK, R. B. Risk Management 101. **Environmental Quality Management**, *[S.l.]*, v. 17, n. 3, p. 95-101, 2008. DOI: 10.1002/tqem.

POPE, J.; MORRISON-SAUNDERS, A.; ANNANDALE, D. Sustainability assessment Applying sustainability assessment models. **Impact Assessment and Project Appraisal**, *[S.l.]*, v. 23, n. 4, p. 293-302, 2005.

PUIG, M.; WOOLDRIDGE, C.; MICHAIL, A.; DARBRA, R. M. Current status and trends of the environmental performance in European ports. **Environmental Science & Policy**, *[S.l.]*, v. 48, n. 1, p. 57-66, 2015. DOI: 10.1016/j.envsci.2014.12.004.

RONZA, A.; CAROL, S.; ESPEJO, V.; ARNALDOS, J. A quantitative risk analysis approach to port hydrocarbon logistics. **Journal of hazardous materials**, *[S.l.]*, v. 128, n. 1, p. 10-24, 2006. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2005.07.032.

SACHS, I. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. *In*: GARAMOND (org.). **Veiga, J.E. da. Desenvolvimento sustentável – desafio do século XXI.** Ambiente & sociedade, [*S.l.*], v. VII, n. 2, p. 214-215, 2004.

SAGE, B. Identification of ' High Risk Vessels ' in coastal waters. **Marine Policy**, *[S.l.]*, v. 29, p. 349-355, 2005. DOI: 10.1016/j.marpol.2004.05.008.

SALE, J. E. M.; LOHFELD, L. H.; BRAZIL, K. Revisiting the Quantitative-Qualitative Debate : Implications for Mixed-Methods Research. **Quality & Quantity**, *[S.l.]*, v. 36, p. 43-53, 2002. DOI: 10.1023/A:1014301607592.

SÁNCHEZ, F.; VELASCO, F.; CARTES, J. E.; OLASO, I.; PRECIADO, I.; FANELLI, E.; SERRANO, A.; GUTIERREZ-ZABALA, J. L. Monitoring the Prestige oil spill impacts on some key species of the Northern Iberian shelf. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 53, p. 332-349, 2006. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2005.10.018.

SANTOS-REYES, J.; BEARD, A. N. A SSMS model with application to the oil and gas industry. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 22, n. 6, p. 958-970, 2009. DOI: 10.1016/j.jlp.2008.07.009.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde : algumas estratégias para a integração. **Ciência & Saúde Coletiva**, *[S.l.]*, v. 5, n. 1, p. 187-192, 2000.

IVIDES.org

SHAMI, A. Al; HARIK, G.; ALAMEDDINE, I.; BRUSCHI, D.; GARCIA, D. A.; EL-FADEL, M. Risk assessment of oil spills along the Mediterranean coast : A sensitivity analysis of the choice of hazard quanti fi cation. **Science of the Total Environment**, *[S.l.]*, v. 574, p. 234-245, 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.064.

SILVESTRE, B. S. A hard nut to crack ! Implementing supply chain sustainability in an emerging economy. **Journal of Cleaner Production**, *[S.l.]*, v. 96, p. 171–181, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.009.

SINGH, R. Chapter Four - Risk Assessment Tools. *In*: **Singh, R. Pipeline Integrity Handbook - Risk Management and Evaluation**. [*S.l.*], [s.n.], 2014. p. 29–44. DOI: 10.1016/B978-0-12-387825-0.00004-1.

STONEHOUSE, J. M.; MUNFORD, J. D. **Science, risk analysis and environmental policy decisions**. Environment and Trade 5. United Nations Environment Programme – UNEP, 1994. 79pp.

TAYLOR, C.; BOOTY, F. Risk management. *In*: BOOTY, F. (ed.). **Facilities management handbook.** cap. 13. 4. ed. [*S.l.*]: Butterworth-Heinemann, 2009. 464 p. ISBN: 978-0750689779.

TAYLOR, S. J.; BOGDAN, R.; DEVAULT, M. L. **Introduction to qualitative research methods: A guidebook and resource**. [*S.l.*]: John Wiley & Sons, 2015.

VALDEZ, O. A.; GOERLANDT, F.; KUZMIN, V.; KUJALA, P.; MONTEWKA, J. Risk management model of winter navigation operations. **Marine Pollution Bulletin**, *[S.l.]*, v. 108, n. 1–2, p. 242-262, 2016. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.03.071.

VANEM, E.; ENDRESEN, Ø.; SKJONG, R. Cost-effectiveness criteria for marine oil spill preventive measures. **Reliability Engineering and System Safety**, *[S.l.]*, v. 93, n. 3, p. 1354-1368, 2008. DOI: 10.1016/j.ress.2007.07.008.

VIERENDEELS, G.; RENIERS, G. L. L.; ALE, B. J. M. Modeling the major accident prevention legislation change process within Europe. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 49, n. 3, p. 513-521, 2011. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.11.011.

VINNEM, J. E. Risk indicators for major hazards on offshore installations. **Safety Science**, *[S.l.]*, v. 48, n. 6, p. 770-787, 2010. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.02.015.

VINNEM, J. E.; RØED, W. Root causes of hydrocarbon leaks on offshore petroleum installations. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 36, p. 54-62, 2015. DOI: 10.1016/j.jlp.2015.05.014.

WETTIG, J.; PORTER, S.; KIRCHSTEIGER, C. Major industrial accidents regulation in the European Union. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, *[S.l.]*, v. 12, p. 19-28, 1999. DOI: 10.1016/S0950-4230(98)00034-5.

WHITE, I. C.; MOLLOY, F. C. Factors that determine the cost of oil spills. *In*: INTERNATIONAL OIL SPILL CONFERENCE 2003 (Track 5: Financial Issues), Vancouver, Britsh Columbia, Canada, apr. 6-11, 2013 [**Anais ...**], Washington: Library of the Congress, 2003. p. 1-15.

WIECZOREK, A.; DIAS-BRITO, D.; CARLOS, J. C. M. Mapping oil spill environmental sensitivity in Cardoso Island State Park and surroundings areas , São Paulo, Brazil. **Ocean & Coastal Management**, *[S.l.]*, v. 50, p. 872-886, 2007. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2007.04.007.

WIJERATNE, W. M. P. U.; PERERA, B. A. K. S.; SILVA, L. de. Identification and assessment risks in maintenance operations. **Built Environment Project and Asset Management**, *[S.l.]*, v. 4, n. 4, p. 384–405, 2014. DOI: 10.1108/BEPAM-09-2013-0041.

WOLFE, M. F.; SCHLOSSER, J. A.; SINGARAM, S.; MIELBRECHT, E. E.; TJEERDEMA, R. S.; SOWBY, M. L. Influence of dispersants on the bioavailability and trophic transfer of petroleum hydrocarbons to primary levels of a marine food chain. **Aquatic Toxicology**, *[S.l.]*, v. 42, n. 3, p. 211-227, 1998.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, *[S.l.]*, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

WWF (*World Wide Fund for Nature*). **Vidas sob o mar de petróleo**. Direção: WWF Brasil. [*S.l.*], [s.n.] Disponível em: https://youtu.be/UUjQZxbyzU8. Acesso em: 10 mai. 2021. (vídeo).

ZÊZERE, J. L. Riscos e ordenamento do territorio. **Inforgeo**, *[S.l.]*, p. 59-63, jul. 2007.

IVIDES.org

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 15638**. Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com anfípodos marinhos e estuarinos em sedimentos. 3. ed. ABNT, 2016. 19p.

BERBEL, G. B. B. **Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baía do Almirantado (região antártica) considerando suas relações biogeoquímicas**. 2008. 102 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-25062008-152427/pt-br.php. Acesso em: 01 abr. 2014.

BRANDÃO, C. J.; COELHO-BOTELHO, M. J.; SATO, M. I. Z.; LAMPARELLI, M. C. (org.). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 325 p. ISBN:978-85-89629-83-6.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana**: Plano de Combate ao Lixo no Mar. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 01 jun. 2008.

BRICKER, S. B.; FERREIRA, J. G.; SIMAS, T. An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status. **Ecological Modelling**, v. 169, p. 39-60, 2003.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquactic life**: summary tables. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002. Disponível em : http://www.ccme.ca/assets/pdf/sedqg_summary_table.pdf. Acesso em: 01 fev. 2009.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life**: CCME Water Quality Index 1.0. Technical Report. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2014**. São Paulo: CETESB, 2015.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2015**. São Paulo: CETESB, 2016.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2018**. São Paulo: CETESB, 2019.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das águas costeiras no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020.

europarl.europa.eu. **Plástico nos oceanos**: os factos, os efeitos e as novas regras da EU. 17 out. 2018. Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20181005STO15110/plastico-nos-oceanos-os-factos-os-efeitos-e-as-novas-regras-da-ue. Acesso em: 15 dez. 2020.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*). **Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean**. Kershaw, P.J.; Turra, A.; Galgani, F. (ed.). Rep. Stud. GESAMP nº 99, 2019. 130 p.

GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*). **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment**: a global assessment. (Kershaw, P. J. (ed.). Rep. Stud. GESAMP nº 90, 2015. 96 p.

IVIDES.org

LAMPARELLI, C.C.; MOURA, D.O. (coord). **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do estado de São Paulo**. São Paulo, SP: SMA, 1999.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva**. Programa Revizee. Relatório Executivo. Brasília, DF: MMA, 2006.

PEMALM. **Plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar do estado de São Paulo**. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo *et al.* (org.). São Paulo, SP: PEMALM, 2021. 72 p.

QUINÁGLIA, G. A. **Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da Baixada Santista**. 2006. 239f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 100, p. 179-196, 1999.

WEST, Inc.; GULLEY, D. **Toxstat 3.5.** Wyoming, USA: University of Wyoming, 1996. 38 p.

Capítulo 21

AINSLIE, M. A. **Principles of sonar performance modeling**. Springer, 2010.

AMORIM, T. O. S.; CASTRO, F. R. DE; MORON, J. R.; DUQUE, B. R.; TULLIO, J. C. DI; SECCHI, E. R.; ANDRIOLO, A. Integrative bioacoustics discrimination of eight delphinid species in the western South Atlantic Ocean. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, p. 1–17, 2019.

ANDRÉ, M. *et al.* Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 9, p. 489–493, 2011.

ANDRIOLO, A.; de CASTRO, F. R.; AMORIM, T.; MIRANDA, G.; Di TULLIO, J.; MORON, J.; RIBEIRO, B.; RAMOS, G.; MENDES, R. R. Marine Mammal Bioacustics Using Towed Array Systems in the Western South Atlantic Ocean. **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America**. Springer, 2018. p. 113-147.

ANICETO, A. S.; PEDERSEN, G.; PRIMICERIO, R.; BIUW, M.; LINDSTRØM, U.; CAMUS, L. Arctic Marine Data Collection Using Oceanic Gliders: Providing Ecological Context to Cetacean Vocalizations. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, p. 1–11, nov. 2020.

AU, W. W. L.; BANKS, K. The acoustics of the snapping shrimp Synalpheus parneomeris in Kaneohe Bay. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 103, n. 1, p. 41–47, 1998.

AU, W. W. L; HASTINGS, M. C. **Principles of marine bioacoustics**. New York: Springer, 2008.

AZZELLINO, A.; LANFREDI, C.; D'AMICO, A.; PAVAN, G.; PODESTÀ, M.; HAUN, J. Risk mapping for sensitive species to underwater anthropogenic sound emissions: Model development and validation in two Mediterranean areas. **Marine Pollution Bulletin**, v. 63, n. 1–4, p. 56–70, 2011.

BARRETT-LENNARD, L. G.; FORD, J. K. B; HEISE, K. A. The mixed blessing of echolocation: differences in sonar use by fish-eating and mammal-eating killer whales. **Animal behaviour**, v. 51, n. 3, p. 553-565, 1996.

BARROSO, V. R. **Caracterização Acústica Do Baixo Estuário Do Rio Itajaí-Açu E a Influência Dos Sons Antropogênicos Sobre a Ictiofauna**. 2015. 94 f. Monografia (Bacharel em Oceanografia) - Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade Vale do Itajaí, Itajaí, 2015.

BITTENCOURT, L.; CARVALHO, R. R.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F. Underwater noise pollution in a coastal tropical environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 83, n. 1, p. 331–336, 2014.

BJØRNØ, L. Features of underwater acoustics from aristotle to our time. **Acoustical Physics**, v. 49, n. 1, p. 24–30, 2003.

BLUMSTEIN, D. T. *et al.* Acoustic monitoring in terrestrial environments using microphone arrays: Applications, technological considerations and prospectus. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, n. 3, p. 758–767, 2011.

IVIDES.org

BORJA, A.; BRICKER, S. B.; DAUER, D. M.; DEMETRIADES, N. T.; FERREIRA, J. G.; FORBES, A. T.; HUTCHINGS, P.; JIA, X.; KENCHINGTON, R.; MARQUES, J. C.; ZHU, C. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 9, p. 1519–1537, 2008.

BRADLEY, D L; STERN, R. Underwater sound and the marine mammal acoustic environment: a guide to fundamental principles. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 152, p. 49–51, jul. 2008.

BREKHOVSKIKH, L.M.; LYSANOV, Y. P. **Fundamentals of Ocean Acoustics**. 3. ed. New York: Springer-Verlag Inc., 2003.

BUDELMANN, B. U. **The Evolutionary Biology of Hearing**. New York, NY: Springer, 1992.

CAMPBELL, D.; XAVIER, F. C.; MELO JÚNIOR, U. G.; SILVEIRA, N. G.; VERSIANI, L. L.; NETTO, E. B. F. **Underwater soundscape pattern during high season of nautical tourism in Cabo Frio Island, Brazil**. 5th International Conference on the Effects of Noise on Aquatic Life. Netherlands: Den Haag, 2019.

CAREY, W.M.; EVANS, R. B. **Ocean Ambient Noise - Measurement and Theory**. Springer, 2011.

CHARIFI, M.; SOW, M.; CIRET, P.; BENOMAR, S.; MASSABUAU, J. C. The sense of hearing in the Pacific oyster, Magallana gigas. **PLoS ONE**, v. 12, n. 10, p. 1–19, 2017.

CHEN, C. T.; MILLERO, F. J. Speed of sound in seawater at high pressures. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 62, n. 5, p. 1129-1135, 1977.

CLARK, C. W.; ELLISON, W. T.; SOUTHALL, B. L.; HATCH, L.; PARIJS, S. M. VAN; FRANKEL, A.; PONIRAKIS, D. Acoustic masking in marine ecosystems: Intuitions, analysis, and implication. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 201–222, 2009.

CODARIN, A.; WYSOCKI, L. E.; LADICH, F.; PICCIULIN, M. Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy). **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 12, p. 1880–1887, 2009.

COPPENS, A. B. Simple equations for the speed of sound in Neptunian waters. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 69, n. 3, p. 862-863, 1981.

COQUEREAU, L.; GRALL, J.; CHAUVAUD, L.; GERVAISE, C.; CLAVIER, J.; JOLIVET, A.; IORIO, L. DI. Sound production and associated behaviours of benthic invertebrates from a coastal habitat in the north-east Atlantic. **Marine Biology**, v. 163, n. 5, p. 1–13, 2016.

CRANFORD, T. W.; KRYSL, P. Fin whale sound reception mechanisms: Skull vibration enables low-frequency hearing. **PLoS ONE**, v. 10, n. 1, p. 1–17, 2015.

CRISP, D. J.; SOUTHWARD, A. J. Different types of cirral activity of barnacles. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London.** Series B, Biological Sciences, v. 243, n. 705, p. 271–307, 1961.

DEL GROSSO, V. A. New equation for the speed of sound in natural waters (with comparisons to other equations). **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 56, n. 4, p. 1084-1091, 1974.

DI IORIO, L.; GERVAISE, C.; JAUD, V.; ROBSON, A. A.; CHAUVAUD, L. Hydrophone detects cracking sounds: Non-intrusive monitoring of bivalve movement. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 432–433, p. 9–16, 2012.

DOSITS. **Discovery of Sound in the Sea**. Disponível em: http://www.dosits.org. Acesso em: 20 mar. 2021.

DUARTE, C. M. *et al.* The soundscape of the Anthropocene ocean. **Science**, v. 371, n. 6529, 2021.

DUBROVSKIY, N. A.; KOSTERIN, S. V. Noise in the ocean caused by lightning strokes. *In*: KERMAN, B.R. (ed.). **Natural Physical Sources of Underwater Sound**. Dordrecht: Springer Science; Business Media, B.v., 1993. p. 697-709.

ELLIS, R. P.; PARRY, H.; SPICER, J. I.; HUTCHINSON, T. H.; PIPE, R. K.; WIDDICOMBE, S. Immunological function in marine invertebrates: Responses to environmental perturbation. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 30, n. 6, p. 1209–1222, 2011.

IVIDES.org

ERBE, C.; MARLEY, S. A.; SCHOEMAN, R. P.; SMITH, J. N.; TRIGG, L. E.; EMBLING, C. B. The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, out. 2019.

ETTER, P. C. **Underwater Acoustic Modeling and Simulation**. 3. ed. Spon Press, 2003. 424 p.

FÄNGE, R. Gas exchange in fish swim bladder. **Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.**, v. 97, Springer-Verlag, p. 112–148, 1983.

FARINA, A. Landscape Ecology and the General Theory of Resources: Comparing Two Paradigms. **Journal of Landscape Ecology**, v. 4, n. 1, 2011.

FARINA, A.; GAGE, S. H.; SALUTARI, P. Testing the ecoacoustics event detection and identification (EEDI) approach on Mediterranean soundscapes. **Ecological Indicators**, v. 85, n. September 2017, p. 698–715, 2018.

FAY, R. R. Sound source segregation by goldfish: Two simultaneous tones. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 125, n. 6, p. 4053–4059, 2009.

GIBB, R.; BROWNING, E.; GLOVER-KAPFER, P.; JONES, K. E. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 10, n. 2, p. 169–185, 2018.

GRIFFITHS, E. T.; BARLOW, J. **Equipment performance report for the drifting acoustic spar buoy recorder (DASBR)**. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-543. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., 2015.

HALPERN *et al*. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. **Science**, v. 319, p. 948–953, fev. 2008.

HAWKINS, A. D.; POPPER, A. N. A sound approach to assessing the impact of underwater noise on marine fishes and invertebrates. **ICES Journal of Marine Science**, v. 74, n. 3, p. 635–651, 2017.

HEIDE-JØRGENSEN, M. P.; HANSEN, R. G.; WESTDAL, K.; REEVES, R. R.; MOSBECH, A. Narwhals and seismic exploration: Is seismic noise increasing the risk of ice entrapments? **Biological Conservation**, v. 158, p. 50–54, 2013.

HILDEBRAND, J. A. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 5–20, 2009.

HOFFMANN, L. S.; FERLIN, E.; FRUET, P. F.; GENOVÊS, R. C.; VALDEZ, F. P.; TULLIO, J. DI; CAON, G.; FREITAS, T. R. Whistles of bottlenose dolphins: group repertoires and geographic variations in Brazilian waters. **Advances in experimental medicine and biology**, v. 730, p. 141–144, 2012.

HOLT, D. E.; JOHNSTON, C. E. Evidence of the Lombard effect in fishes. **Behavioral Ecology**, v. 25, n. 4, p. 819–826, 2014.

HUGHES, A.; MANN, D. A.; KIMBRO, D. L. Predatory fish sounds can alter crab foraging behaviour and influence bivalve abundance. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1788, 2014.

JENSEN, F.B.; KUPERMAN, W.A.; PORTER, M.B; SSHMIDT, H. **Computational Ocean Acoustics**. 2. ed., Springer, 2011. 813 p.

JOHNSON, M. P.; TYACK, P. L. A digital acoustic recording tag for measuring the response of wild marine mammals to sound. **IEEE Journal of Oceanic Engineering**, v. 28, n. 1, p. 3–12, 2003.

JOHNSON, M.; SOTO, N. A. DE; MADSEN, P. T. Studying the behaviour and sensory ecology of marine mammals using acoustic recording tags: A review. **Marine Ecology Progress Series**, v. 395, p. 55–73, 2009.

MACKENZIE, K. V. Nine-term equation for sound speed in the oceans. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 70, n. 3, p. 807-812, 1981.

MELO JÚNIOR, U. G.; XAVIER, F. C.; CAMPBELL, D.; SILVEIRA, N.; VERSIANI, L.; CUMPLIDO, R.; RODRIGUES, M.; NETTO, E. B. F. Characterization of the acoustic activity of Perna perna (bivalve mollusc) under laboratory conditions. **2019 International Congress on Ultrasonics**, v. 38, 010010, 2020.

IVIDES.org

KAIFU, K.; SEGAWA, S.; TSUCHIYA, K. Behavioral Responses to Underwater Sound in the Small Benthic Octopus Octopus ocellatus. **The Journal of the Marine Acoustics Society of Japan**, v. 34, n. 4, p. 266–273, 2007.

KETTEN, D. Sonars and Strandings: Are Beaked Whales the Aquatic Acoustic Canary. **Journal of Acoustical Society of America**, v. 10, n. 3, p. 45–55, 2014.

KINSLER, L. E.; FREY, A. R.; COPPENS, A. B.; SANDERS J. V. **Fundamentals of Acoustics**. 4. ed. NJ: Wiley, 1999.

KLINCK, H.; FREGOSI, S.; MATSUMOTO, H.; TURPIN, A.; MELLINGER, D. K.; EROFEEV, A.; BARTH, J. A.; SHEARMAN, R. K.; JAFARMADAR, K.; STELZER, R. Robotic Sailing 2015. **Robotic Sailing 2015**, p. 29–37, 2016.

LADICH, F. Ecology of sound communication in fishes. **Fish and Fisheries**, v. 20, n. 3, p. 552–563, 2019.

LAIOLO, P. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. **Biological Conservation**, v. 143, n. 7, p. 1635–1645, 2010.

LAMMERS, M. O.; AU, W. W. L. Directionality in the whistles of Hawaiian spinner dolphins (Stenella longirostris): A signal feature to cue direction of movement? **Marine Mammal Science**, v. 19, n. 2, p. 249–264, 2003.

LEDUC, A. O. H. C.; NUNES, J. A. C. C.; ARAÚJO, C. B. DE; QUADROS, A. L. S.; BARROS, F.; OLIVEIRA, H. H. Q.; SIMÕES, C. R. M. A.; WINANDY, G. S. M.; SLABBEKOORN, H. Land-based noise pollution impairs reef fish behavior: A case study with a Brazilian carnival. **Biological Conservation**, v. 253, 108910, jan. 2021.

LEMBKE, C.; LOWERRE-BARBIERI, S.; MANN, D.; TAYLOR, J. C. Using three acoustic technologies on underwater gliders to survey fish. **Marine Technology Society Journal**, v. 52, n. 6, p. 39–52, 2018.

LEROY, C. C.; ROBINSON, S. P.; GOLDSMITH, M. J. A new equation for the accurate calculation of sound speed in all oceans. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 124, n. 5, p. 2774–2782, 2008.

LILLIS, A.; BOHNENSTIEHL, D. W. R.; EGGLESTON, D. B. Soundscape manipulation enhances larval recruitment of a reef-building mollusk. **PeerJ**, v. 2015, n. 6, 2015.

LILLIS, A.; CARUSO, F.; MOONEY, T. A.; LLOPIZ, J.; BOHNENSTIEHL, D.; EGGLESTON, D. B. Drifting hydrophones as an ecologically meaningful approach to underwater soundscape measurement in coastal benthic habitats. **Journal of Ecoacoustics**, v. 2, n. 1, p. 1–1, 2018.

LIN, T. H.; TSAO, Y. Listening to the deep: Exploring marine soundscape variability by information retrieval techniques. *In:* **2018 OCEANS - MTS/IEEE Kobe Techno-Oceans, OCEANS - Kobe 2018**, Kobe, Japan, 28-30 mai. 2018, p. 1–6.

LOVELL, J. M.; FINDLAY, M. M.; MOATE, R. M.; YAN, H. Y. The hearing abilities of the prawn Palaemon serratus. **Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology**, v. 140, n. 1, p. 89–100, 2005.

LUCAS, T. C. D.; MOORCROFT, E. A.; FREEMAN, R.; ROWCLIFFE, J. M.; JONES, K. E. A generalised random encounter model for estimating animal density with remote sensor data. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, n. 5, p. 500–509, 2015.

LYNCH, J. F.; LIN, Y. T.; DUDA, T. F.; NEWHALL, A. E. Acoustic ducting, reflection, refraction, and dispersion by curved nonlinear internal waves in shallow water. **IEEE Journal of Oceanic Engineering**, v. 35, n. 1, p. 12–27, 2010.

MAMMALS OCEAN NOISE AND MARINE. Ocean Noise and Marine Mammals. National Research Council of the national academies. Washington, D.C.: The National academies press, 2003. 219 p.

MANN, D. A.; HIGGS, D. M.; TAVOLGA, W. N.; SOUZA, M. J.; POPPER, A. N. Ultrasound detection by clupeiform fishes. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 109, n. 6, p. 3048–3054, 2001.

IVIDES.org

MARLEY, S. A.; SALGADO KENT, C. P.; ERBE, C.; PARNUM, I. M. Effects of vessel traffic and underwater noise on the movement, behaviour and vocalisations of bottlenose dolphins in an urbanised estuary. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–14, 2017.

MARQUES, T. A.; MUNGER, L.; THOMAS, L.; WIGGINS, S.; HILDEBRAND, J. A. Estimating north pacific right whale *Eubalaena japonica* density using passive acoustic cue counting. **Endangered Species Research**, v. 13, n. 3, p. 163–172, 2011.

MARTEN, K. Ultrasonic analysis of pygmy sperm whale (*Kogia breviceps*) and Hubbs' beaked whale (*Mesoplodon carlhubbsi*) clicks. **Aquatic Mammals**, v. 26, n. 1, p. 45–48, 2000.

MARTINS, C. A. O. Calibração de transdutores hidroacústicos pelo método da reciprocidade empregando salvas de sinais de excitação monotônicos e de frequência modulada. p. 131, 2013.

MATSUMOTO, H.; HAXEL, J. H.; DZIAK, R. P.; BOHNENSTIEHL, D. R.; EMBLEY, R. W. Mapping the sound field of an erupting submarine volcano using an acoustic glider. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 129, n. 3, EL94–EL99, 2011.

MCDONALD, M. A. DIFAR hydrophone usage in whale research. **Canadian Acoustics**, v. 32, n. 2, p. 155–160, 2004.

MEDWIN, H. Speed of sound in water: A simple equation for realistic parameters. **J. Acoust. Soc. Am.**, 58, p. 1318–1319, 1975.

MENDES, D. C. **Atividade acústica do ouriço do mar, *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816)**: caracterização e sua relação com a temperatura da água. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós graduação Ciências Ambientais em Áreas Costeiras) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. 37 p.

MOGDANS, J. Sensory ecology of the fish lateral-line system: Morphological and physiological adaptations for the perception of hydrodynamic stimuli. **Journal of Fish Biology**, v. 95, n. 1, p. 53-72, 2019.

MOHITE-PATIL, T. B.; SARAN, A. K.; SAWANT, S. R.; CHILE, R. H.; PATIL, T. T. M. Simulation Study of Acoustic Wave Propagation in Ocean. **International Journal of Computer Applications**, v. 12, n. 8, p. 41–44, 2010.

MUIR, T. G.; BRADLEY, D. L. Underwater Acoustics: A Brief Historical Overview Through World War II. **Acoustics Today**, v. 12, n. 3, p. 40–48, 2016.

NAMORATO, M. V. A concise history of acoustics in warfare. **Applied Acoustics**, v. 59, n. 2, p. 101–135, 2000.

NEDELEC, S. L.; MILLS, S. C.; RADFORD, A. N.; BELDADE, R.; SIMPSON, S. D.; NEDELEC, B.; CÔTÉ, I. M. Motorboat noise disrupts co-operative interspecific interactions. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1–8, 2017.

PAGNIELLO, C. M. L. S.; CIMINO, M. A.; TERRILL, E. Mapping fish chorus distributions in southern california using an autonomous wave glider. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, p. 1–9, ago. 2019.

PARENTE, C. L.; ARAÚJO, M. E. DE. A aquisição sísmica marítima no Brasil e seus potenciais efeitos na ordem Cetacea. **Natural Resources**, v. 2, n. 1, p. 68–82, 2012.

PARMENTIER, E.; FINE, M. L. Fish sound production: insights. *In*: SUTHERS, R.A.; FITCH, W.T.; FAY, R.R.; POPPER, A.N. **Vertebrate sound production and acoustic communication**. Springer, 2016. p. 19-49.

PICONE, F.; BUONOCORE, E.; CLAUDET, J.; CHEMELLO, R.; RUSSO, G. F.; FRANZESE, P. P. Marine protected areas overall success evaluation (MOSE): A novel integrated framework for assessing management performance and social-ecological benefits of MPAs. **Ocean and Coastal Management**, v. 198, 105370, jul. 2020.

PIERCY, J. J. B.; CODLING, E. A.; HILL, A. J.; SMITH, D. J.; SIMPSON, S. D. Habitat quality affects sound production and likely distance of detection on coral reefs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 516, p. 35–47, dec. 2014.

PIERETTI, N.; DANOVARO, R. Acoustic indexes for marine biodiversity trends and ecosystem health: Acoustic indexes in marine environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 375, n. 1814, 2020.

IVIDES.org

PIJANOWSKI, B. C.; FARINA, A.; GAGE, S. H.; DUMYAHN, S. L.; KRAUSE, B. L. What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. **Landscape ecology**, v. 26, n. 9, p. 1213-1232, 2011.

PIVARI, D.; ROSSO, S. Whistles of small groups of *Sotalia fluviatilis* during foraging behavior in southeastern Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 118, n. 4, p. 2725–2731, 2005.

POPPER, A. N. Effects of anthropogenic sounds on fishes. **Fisheries**, v. 28, n. 10, p. 24-31, 2003.

POPPER, A. N.; CARLSON, T. J. Application of sound and other stimuli to control fish behavior. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 127, n. 5, p. 673-707, 1998.

POPPER, A. N.; FAY, R. R. Rethinking sound detection by fishes. **Hearing Research**, v. 273, n. 1–2, p. 25–36, 2011.

POPPER, A. N.; HAWKINGS, A. D. An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 94, n. 5, p. 692–713, 2019.

POPPER, A. N.; LU, Z. Structure–function relationships in fish otolith organs. **Fisheries research**, v. 46, n. 1-3, p. 15-25, 2000.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **Vertebrate life**. 9. ed. Benjamin-Cummings Publishing Company, 2012. 729 p.

RADFORD, C. A.; JEFFS, A. G.; MONTGOMERY, J. C. Orientated swimming behaviour of crab postlarvae in response to reef sound. **Bioacoustics**, v. 17, n. 1–3, p. 87–89, 2008.

RANKIN, S.; BARLOW, J.; OSWALD, J. N.; BALLANCE, L. **Acoustic Studies of Marine Mammals During Seven Years of Combined Visual and Acoustic Line-Transect Surveys for Cetaceans in the Eastern and Central Pacific Ocean**. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SWFSC-429). USA: NOAA, 2008. 69 p.

RANKIN, S.; MILLER, B.; CRANCE, J.; SAKAI, T.; KEATING, J. L. **Sonobuoy Acoustic Data Collection during Cetacean Surveys**. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SWFSC614). USA: NOAA, 2019. 36 p.

REYNOLDS, J. E.; ROMMELL, R. **The biology of marine mammals**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1999.

RIENSTRA, S. W.; HIRSCHBERG, A. **An introduction to acoustics**. Eindhoven University of Technology. Edição dos autores, 2004. 340 p.

RISCH, D. *et al.* Seasonal migrations of North Atlantic minke whales: Novel insights from large-scale passive acoustic monitoring networks. **Movement Ecology**, v. 2, n. 1, p. 1–17, 2014.

ROBERTS, L.; CHEESMAN, S.; BREITHAUPT, T.; ELLIOTT, M. Sensitivity of the mussel Mytilus edulis to substrate-borne vibration in relation to anthropogenically generated noise. **Marine Ecology Progress Series**, v. 538, p. 185–195, dez. 2015.

SALMON, M.; HORCH, K.; HYATT, G. W. Barth's myochordotonal organ as a receptor for auditory and vibrational stimuli in fiddler crabs (*Uca pugilator* and *U. minax*). **Marine Behaviour and Physiology**, v. 4, n. 3, p. 187–194, 1977.

SAMADI, S.; BOTTAN, L.; MACPHERSON, E.; FORGES, B. R. DE; BOISSELIER, M. C. Seamount endemism questioned by the geographic distribution and population genetic structure of marine invertebrates. **Marine Biology**, v. 149, n. 6, p. 1463–1475, 2006.

SILVA, J. T., SANTOS, J. P. L., OITICICA, M. L. G. R.; LIMA, E. P. Prospecção Tecnológica na Área de Paisagens Sonoras (Soundscape). **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 5 (Especial), p. 1346-1346, 2019.

SOUSA-LIMA, R. S.; FERNANDES, D. P.; NORRIS, T. F.; OSWALD, J. N. A review and inventory of fixed autonomous recorders for passive acoustic monitoring of marine mammals: 2013 state-of-the-industry. *In:* **2013 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium**, **RIO Acoustics 2013**, jul. 2013.

IVIDES.org

SUEUR, J.; FARINA, A. Ecoacoustics: The Ecological Investigation and Interpretation of Environmental Sound. **Biosemiotics**, v. 8, n. 3, p. 493–502, 2015.

SUEUR, J.; FARINA, A.; GASC, A.; PIERETTI, N.; PAVOINE, S. Acoustic indices for biodiversity assessment and landscape investigation. **Acta Acustica united with Acustica**, v. 100, n. 4, p. 772–781, 2014.

SUEUR, J.; PAVOINE, S.; HAMERLYNCK, O.; DUVAIL, S. Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal. **PLoS ONE**, v. 3, n. 12, 2008.

SUGAI, L. S. M.; LLUSIA, D. Bioacoustic time capsules: Using acoustic monitoring to document biodiversity. **Ecological Indicators**, v. 99, n. June 2018, p. 149–152, 2019.

TOURNADRE, J. Anthropogenic pressure on the open ocean: The growth of ship traffic revealed by altimeter data analysis. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 22, p. 7924–7932, 2014.

TYACK, P. L. Population biology, social behavior and communication in whales and dolphins. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 1, n. 6, p. 144–159, 1986.

URICK, R. J. **Principles of Underwater Sound**. 3. ed. McGraw-Hill Inc., 1983.

VAN OPZEELAND, I.; HILLEBRAND, H. Year-round passive acoustic data reveal spatiotemporal patterns in marine mammal community composition in the Weddell Sea, Antarctica. **Marine Ecology Progress Series**, v. 638, p. 191–206, 2020.

WALL, C. C.; MANN, D. A.; LEMBKE, C.; TAYLOR, C.; HE, R.; KELLISON, T. Mapping the soundscape off the southeastern USA by using passive acoustic glider technology. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 9, n. 1, p. 23–37, 2017.

WATKINS, W. A. Whale reactions to human activities in cape cod waters. **Marine Mammal Science**, v.2, n. 4, p. 251–262, 1986.

WIGGINS, S.; MANLEY, J.; BRAGER, E.; WOOLHISER, B. Monitoring marine mammal acoustics using wave glider. **MTS/IEEE Seattle, OCEANS 2010**, p. 8–11, 2010.

WILLIAMS, R. *et al.* Impacts of anthropogenic noise on marine life: Publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. **Ocean and Coastal Management**, v. 115, p. 17–24, 2015.

WREGE, P. H.; ROWLAND, E. D.; KEEN, S.; SHIU, Y. Acoustic monitoring for conservation in tropical forests: examples from forest elephants. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 1292–1301, 2017.

Capítulo 22

BAPTISTA, G. S. **Entendimento técnico e jurídico de terminologias utilizadas na área de redução dos riscos e desastres**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10036152.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituiçao.htm. Acesso em: 01 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. Brasília, DF: D.O.U., 10 abr. 2012a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso em: 02 jul. 2021.

IVIDES.org

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. Brasília, DF: D.O.U., 25 mai. 2012b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm#:~:text=Esta%20Lei%20estabelece%20normas%20gerais,n%C2%BA%20571%2C%20de%202012). Acesso em: 01 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 [...] Brasília, DF: D.O.U., 15 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 02 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera as Leis nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, nº 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Brasília, DF: D.O.U., 29 dez. 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14285.htm. Acesso em: 30 mar. 2022.

BRASIL. **Módulo de formação: elaboração de plano de contingência - livro base**. Brasília: Ministério da Integração Nacional - Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres, 2017. 62 p. ISBN: 978-85-68813-07-2.

CASTRO, G. S. L. **Proposta de uma estrutura de indicadores para subsidiar a gestão de riscos de desastres socioambientais a nível municipal no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10032036.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação – Município de Maricá, RJ – Escala 1:70.000.** CPRM, 2017. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/18466/mapa_marica_rj_suscet.__pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 03 jan. 2022.

DANTAS, F. V. A., LEONETI, A. B; OLIVEIRA, S. V. W. B. de; OLIVEIRA, M. M. B. de. Uma análise da situação do saneamento no Brasil. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 15, n. 3, p. 272-284, set.-dez., 2012.

DELORS, J. (coord.). Educação: **Um Tesouro à Descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional Sobre Educação Para O Séc. XXI.** 10. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC; UNESCO, 2006. Disponível em: http://dhnet.org.br/dados/relatorios/a_pdf/r_unesco_educ_tesouro_descobrir.pdf . Acesso em: 30 mar. 2022.

FREITAS, A. C. **Ações de Educação para a Redução dos Riscos e Desastres**. *In*: Curso "Risco geológico Defesa Civil de Maricá e CPRM, Maricá, RJ", 2019c. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Pesquisadores-em-Geociencias-da-CPRM-capacitam-agentes-de-Defesa-Civil-de-diversos-estados-brasileiros-em-Marica-%28RJ%29-5608.html. Acesso em: 30 set. 2020.

FREITAS, A. C. **Curso ações educativas para RRD e Oficina com o jogo Cidade Resiliente**. *In*: Curso e oficina realizados na sede do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Rio de Janeiro, 2019a.

FREITAS, A. C. Educação para redução do risco de desastres: ações desenvolvidas no projeto Espaço Fluir. *In*: **Seminário RRD Rio - Ciência, tecnologia e inovação na Redução de Riscos de Desastres na Cidade do Rio de Janeiro**, SETEC RRD RIO, 1., 2019b. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/web/seminariorrdrio e em https://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/12931487/4354744/ANAIS_Ebook_final.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade de Maricá, RJ) e oficina com o jogo "Vai Rolar". *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 10., 2019, UFRJ, Rio de Janeiro, 2019e. (oficinas)

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade do Rio de Janeiro, RJ) e oficina com o jogo "Zoom". *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 9., 2018, UFRJ, Rio de Janeiro. Oficinas realizadas. 2018a.

IVIDES.org

FREITAS, A. C. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade da cidade de Maricá, RJ) e oficina com os Principais conceitos e marcos na área de Redução dos Riscos e Desastres. *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 11, 2022, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022. (oficinas)

FREITAS, A. C. **Projeto Espaço Fluir.** *In*: Campanha aprender para prevenir do CEMADEN Educação, 2018b. Disponível em: http://200.133.244.149/2018/?p=930. Acesso em: 2 out. 2020.

FREITAS, A. C. **Projetos Espaço Fluir e Molipdec: "Juntos somos mais fortes"**. Módulo N: Espaço Fluir e MOLIPDEC: Jogos Educativos. Ação cadastrada na 4ª campanha Aprender para Prevenir (2019) do Cemaden Educação, 2019d. Disponível em: http://200.133.244.149/2019/?p=1109 . Acesso em: 02 out. 2020.

FREITAS, A.C.; AIRES, M.; BARBOSA, G.S. Conceitos e abordagem metodológica utilizada em oficina de elaboração de plano de contingência: um importante instrumento voltado à educação para Redução dos Riscos e Desastres (ERRD). *In*: SOUTO, R.D. (org.). **Gestão Ambiental e Sustentabilidade em Áreas Costeiras e Marinhas: Conceitos e Práticas**. v. 2. cap. 7. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2022. Disponível em: http://livro.ivides.org.

FREITAS, A. C.; FREITAS, F. de S.; LIMA, L. S. Áreas sujeitas a inundação e alagamento na cidade de Maricá, RJ – Brasil (Areas subject to flooding in the city of Maricá, RJ – Brasil). **Série Estudos Cindínicos – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança.** 2022. Disponível em: https://www.riscos.pt/publicacoes/sec/. (capítulo de livro em fase de publicação)

FREITAS, F. de S. Prática de elaboração de plano de contingência: Uma importante ferramenta na gestão do risco de desastres (Estudo de caso da cidade da cidade de Maricá, RJ) e oficina com o Estudo de caso de inundação em Maricá, RJ. *In*: **SEMANA DE INTEGRAÇÃO ACADÊMICA DA UFRJ – SIAC**, 11, 2022, UFRJ, Rio de Janeiro, 2022b. (oficinas)

FREITAS, F. de S.; FREITAS, A. C. **Relatório Técnico Inundações e Alagamentos na cidade de Maricá, RJ, Brasil.** Projetos MOLIPDEC e Espaço Fluir, 2020. 51 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. **Cidades e Estados.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj/marica.html . Acesso em: 11 mai. 2021.

LIMA, L. dos S.; AZEVEDO, R. N. de; SILVA, S. C, G. R. da. Relatório de Vistoria nº 004-2018, de 22 fev. 2018. 10 p. Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Maricá – Relatório de acompanhamento hidrogeológico dos canais localizados na região do condomínio multiresidencial em Itaipuaçu – Maricá/RJ após chuva registrada na noite/madrugada dos dias 21/22 de fevereiro de 2018.

LSM (2016). Disponível em: https://leisecamarica.com.br/noticia/15490/chuva-provoca-pontos-de-alagamento-no-centro-de-marica. Acesso em: 28 mar. 2022.

LSM (2019a). Disponível em: https://leisecamarica.com.br/noticia/31741/rua-fica-alagada-no-centro-de-marica-apos-chuva. Acesso em: 28 mar. 2022.

LSM (2019b). Disponível em: https://leisecamarica.com.br/noticia/28625/temporal-com-chuva-de-granizo-deixa-centro-de-marica-debaixo-d-agua. Acesso em: 28 mar. 2022.

MARCHEZINI, V., MUÑOZ, A. V.; TRAJBER, R. Vulnerabilidade escolar frente a desastres no Brasil. Territorium – **Revista Internacional de Riscos**, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14195/1647-7723_25-2_13. Acesso em: 20 de jan de 2022.

MARICÁ. **Revisão do Plano Diretor de Maricá.** Diagnóstico Técnico. Documento Síntese. 2021. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/p3_diagnostico_tecnico_sintese_revfinal_11.12.pdf e em https://www.marica.rj.gov.br/plano-diretor/. Acesso em: 03 jan. 2022.

MARICÁ. **Secretaria Executiva de Infraestrutura**. Chuvas: ações preventivas evitam ocorrências graves. 2016. Disponível em: https://www.marica.rj.gov.br/2016/11/16/chuvas-acoes-preventivas-evitam-ocorrencias-graves/Secretaria Executiva de Infraestrutura. Acesso em: 03 jan. 2022.

MOLIPDEC. **Projeto MOLIPDEC-RJ** - Modelo de Levantamento de Informações dos Órgãos Municipais de Proteção e Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro. Projeto de Extensão da Escola Politécnica da UFRJ. Coordenação: Alessandra Conde de Freitas. Rio de Janeiro: UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 09/01/2018 a 29/12/2020.

MORAIS, J. **Oficina apresenta jogo Cidade Resiliente voltado ao aprendizado sobre prevenção aos desastres naturais**. 2019. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Oficina-apresenta-jogo-Cidade-Resiliente-voltado-ao-aprendizado-sobre-prevencao-aos-desastres-naturais-6076.html. Acesso em: 30 set. 2020.

NOGUEIRA, A. da C. R. de M. **Desafios à sustentabilidade ambiental: uma análise sobre a transformação territorial na produção do espaço urbano de Maricá/RJ**. 2019. 290f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2647.pdf. Acesso em: 2 fev. 2022.

NORONHA, M. **Jogo cidade resiliente**: um estudo sobre aplicação de ferramenta de redução de riscos de desastres em ambientes escolares. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029369.pdf. Acesso em: 6 fev. 2022.

PANZERI, C. G.; MATSUO, P. M.; TRAJBER, R.; OLIVATO, D.; VELLOSO, M. F.; SATO, A. M.; LUCENA, R.; BARBOSA, M.S.; PINHEIRO, A. G. Campanha #APRENDERPARAPREVENIR: inspirações para reduzir riscos de desastres. *In:* MAGNONI JUNIOR, L. *et al.* (org.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020. 865 p. p. 10-26. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Reducao2020/Reducao_2ed-2020-01.pdf . Acesso em: 02 abr. 2022.

PETAL, M. Education in disaster risk reduction Education. *In*: SHAW, R.; KRISHNAMURTHY, R. R. (ed.). **Disaster Management**: Global Challenges and Local Solutions. Hyderabad: University Press, 2009. p. 285-320.

SEABRA, V. S.; LEÃO, O. M. R. **Razões para as enchentes e inundações no condomínio residencial Carlos Marighella**: uma análise multitemática da bacia do rio do Vigário (Maricá/RJ). Revista Da ANPEGE, v. 15, n. 26, p. 114–137, 2020. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/9617. Acesso em: 03 mar. 2021.

SILVA, D. L. da. **Avaliação do Plano Municipal de Saneamento Básico de Maricá com vistas à sua revisão**. Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SILVEIRA, R. da; PANCERI, R. O programa defesa civil na escola como prática pedagógica exitosa no estado de Santa Catarina – Uma ação no presente preparando o futuro das comunidades. PRANDEL, J. A.(org.) *In*: **Redução de Riscos de Desastres – Métodos e Práticas**. cap. 13. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. 191 p. p. 139-149.

UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Online glossary**. [*S.l.*], [s.d.]. Disponível em: https://www.undrr.org/terminology. Acesso em: 10 jun. 2021.

UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres**. (versão Português não oficial). Paris: Nações Unidas, 7 abr. 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf e http://www.defesacivil.pr.gov.br/sites/defesa-civil/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/MarcodeSendaiPortugues.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

VIDAL, T. Maricá entra em estágio de atenção após chuva; Morador acha até peixe na rua. **G1**, 13 jan. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2020/01/13/marica-entra-em-estagio-de-atencao-apos-chuva-ate-peixe-foi-parar-na-rua-apos-inundacoes.ghtml . Acesso em: 28 mar. 2022.

WILTON JUNIOR. Canal em Maricá não é aberto e água da chuva continua em condomínio. **G1 Região dos Lagos**, 04 mar. 2016. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/regiao-dos-lagos/noticia/2016/03/canal-em-marica-nao-e-aberto-e-agua-da-chuva-continua-em-condominio.html. Acesso em: 02 jan. 2022.

IVIDES.org

ALCÂNTARA, V. **Ecologia da ictiofauna de estuário do Rio Sergipe.** 1989. 255f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AUSTIN, H. M. A Survey of the ichthyofauna of the mangroves of western Puerto Rico during december, 1967 - august, 1968. **Caribbean Journal of Science**, v. 11, n. 1-2, p. 27-29, 1971.

BRITO, V.; BEZERRA, D. S. Áreas de preservação permanente: análise legislativa e da ocupação de manguezais na ilha do Maranhão. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 10, n. 1, jan./abr., p. 237-264, 2020.

CETEC/INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos). **Dados observacionais**. Disponível em: http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller. Acesso em: 01 jul. 2009.

CHAO, L N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P. Estuarine fish community of the Patos Lagoon, Brazil. A baselirie study. In: YANEZ-ARANCÍBA, A. (ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons:** towards an ecosystem integration. México, UNAM Press, 1985. p.429-450.

CHAO, L N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P.; BENVEMUTI, M A.; CUNHA, L P. R. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente. Rio Grande do Sul, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v.5, n.1, p.67-75, 1982.

Chao, L.; Nalovic, M.; Williams, J. ***Cynoscion acoupa***. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021, e.T154875A46924613. Disponível em: https://www.iucnredlist.org/species/154875/46924613. Acesso em: 02 mai. 2021.

DAY, J. H.; BLABER, S. J. M.; WALLACE, J. H. Estuarine fishes. *In:* Day, J. H. (ed.). **Estuarine ecology with particular reference to Southern Africa**. CRC Press, 1981. 404p. p.197-221.

DIAS, J. F.; PERES-RIOS, E.; CHAVES, P. T. C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. B. Análise macroscópica dos ovários de teleósteis: problemas de classificação e recomendações de procedimentos. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 1, p. 55-69, 1998.

EL-ROBRINI, M.; MARQUES, V. J.; SILVA, M. A. M. A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. TAROUCO, J. E. F.; SANTOS, J. S.; VIANA, J. R. Maranhão. *In:* MUEHE, D. E. (org). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p. 87-130. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283915122_EROSAO_E_PROGRADACAO_DO_LITORAL_BRASILEIRO_MARANHAO. Acesso em: 01 mai. 2009.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2).** São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1980. 90 p.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 2000. 116 p.

FISCHER, W. (ed). **FAO species Identification sheets for fishery purposes.** Western Central Atlantic (Fishing Área 31). v. 1-7. Rome: FAO, 1978.

FROESE, R.; PAULY, D. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. version (11/2009). 2013. Disponível em: http://www.fishbase.org. Acesso em: 01 mai. 2021.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Temporal patterns in the ocurrence of selected tropical fishes in mangrove creeks: Implications for the fisheries management in north Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 52, n. 3, p. 679-688, 2009.

Giri, C.; Ochieng, E.; Tieszen, L.L.; Zhu, Z.; Singh, A.; Loveland, T.; Masek, J. & Duke, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 154-159, 2011.

HOUDE, E.; RUTHERFORD, E. S. Recent trends in estuarine fisheries: Predictions of fish production and yield. **Estuaries**, v. 16, n. 2, p. 161-176, 1993.

IVIDES.org

LACERDA, L. D. Os manguezais do Brasil, p. 187-1986. *In:* VANNUCCI, M. (ed.) **Os manguezais e nós**. São Paulo: Edusp, 1999. 219 p.

LOWE-McCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Edusp, 1999. 535 p.

LUEDERWALDT, H. Os manguesaes de Santos. **Revista do Museu Paulista**, v. 11, p. 309-408, 1919.

MARTINS-JURAS, l. A. G. **Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão**. 1989. 184f. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3).** São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980. 96 p.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)**. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985. 105 p.

ODUM, W. E.; HELAD, E. Trophic analices of an estuarina mangrove community. **Bulletin of Marine Science**, v. 22, n. 3, p. 671-738, 1972.

OTTONI, F. P.; HUGHES, R. M.; KATZ, A. M.; RANGEL-PEREIRA, F. S.; BRAGANÇA, P. H. N.; FERNANDES, R.; PALMEIRA-NUNES, A. R. O.; NUNES, J. L. S.; SANTOS, R. R.; PIORSKI, N. M.; RODRIGUES-FILHO, J. L. Brazilian mangroves at risk. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 2, e20201172, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1172. Acesso em: 02 mai. 2021.

PINHEIRO, M. S. S. **Ciclo de vida e estrutura de uma assembleia de peixes teleósteos em um manguezal da Raposa, Maranhão, Brasil.** 2010. 174f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2010. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/106603. Acesso em: 01 mai. 2021.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G. Guia para estudo de áreas de manguezal: Estrutura, Função e Flora. São Paulo. **Caribbean ecologica! Research**. 1986. 150 p.

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica, Cap. 1: p. 16-56. *In:* Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 2018. 165 p.

Spalding, M.; Kainuma, M.; Collins, L. **World Atlas of Mangroves**. London; Washington, DC Earthcan, 2010. 319 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da Reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, EDUEM. 1996. 169 p.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Manual de métodos para estudos biológicos de populações; reprodução e crescimento**. Brasília, DF: CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 1981. 108 p.

WHITFIELD, A. K. Abundance of larval and 0+ juvenile marine fishes in the lower reaches of three southern African estuaries with differing freshwa ter inputs. **Marine Ecology Progress Series,** v. 105, p. 257-267, 1994.

YANEZ-ARANCIBIA, A.; AMEZCUA-LINARES, F.; DAY, J. W. Fish community structure and function in Términos Lagoon, a tropical estuary in the Souther Gulf of México. *In:* KENNEDY, V. S. (ed). **Estuarine Perspectives**. New York, Publ. Academic Press, 1980. p. 465-482.

Capítulo 24

ABREU, M. M. de. **Territorialidade e Pertencimento**: O olhar local sobre o Parque Estadual do Pico do Itambé, Serra do Espinhaço/MG. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Psicossociologia de Comunidades e Ecologia Social) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa EICOS, Instituto de Psicologia, Rio de Janeiro, 2015.

IVIDES.org

ALCANTARA, S. M.; LADLE, R. J. **A percepção dos ambientes recifais da APA Costa dos Corais por estudantes e professores do ensino médio**. Sub-projetos dos módulos 2 e 4 (função do ecossistema e governança) do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD) na APA Costa dos Corais. Maceió: UFAL, 2020.

ARNSTEIN, S. R. Uma escada da participação cidadã. **Revista da Associação Brasileira para o Fortalecimento da Participação – PARTICIPE**, Porto Alegre/Santa Cruz do Sul, v. 2, n. 2, p. 4-13, jan. 2002.

BENSUSAN, N. Diversidade e unidade: um dilema constante. Uma breve história da ideia de conservar em áreas protegidas e seus dilemas. *In:* BENSUSAN, N; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014.

BRASIL. **Decreto Federal de 23 de outubro de 1997**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais, nos Estados de Alagoas e Pernambuco, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 24 out. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5976.htm. Acesso em: 15 mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Gestão Socioambiental**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/gestaosocioambiental. Acesso em: 25 mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Monitoramento da visitação em Unidades de Conservação Federais**: Resultados de 2019 e breve panorama histórico. Brasília, DF: 2020. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/monitoramento_visitacao_em_ucs_federais_resultados_2019_breve_panorama_historico.pdf. Acesso em: 26 mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Plano de Manejo da APA Costa dos Corais**. Tamandaré, PE: ICMBio, 2013. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/PM_APA_Costa_dos_Corais_2013_JANEIRO.pdf. Acesso em: 15 mai. 2021.

BRASIL. ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Relatório do primeiro encontro da formação Jovens Protagonistas na Pesca da APA Costa dos Corais**, contendo relato das atividades realizadas e proposta pedagógica construída a partir da seleção de temas de interesse para realização de 10 módulos. Consultor Responsável: Leonardo da Silveira Rodrigues. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: mai. 2021.

DIEGUES, A. C.; ARRUDA, R. do S. V. (org.). **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GARDNER, H. **Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Rio de Janeiro: Artmed, 1994.

GATTO, D. B. Áreas protegidas na zona costeira do Brasil: uma revisão a partir das categorias de manejo. *In:* Souto, R. D. (org.). **Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas**: conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 78-108.

KRENAK, A. **O amanhã não está à venda**. São Paulo: Cia. das Letras, 2020.

KRETZMANN, C. G. **Multiculturalismo e diversidade cultural**: comunidades tradicionais e a proteção do patrimônio comum da humanidade. 2007. 150f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2007.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental com compromisso social: o desafio da superação das desigualdades. *In:* LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (org.). **Repensar a educação ambiental –** um olhar crítico. São Paulo: Cortez, 2009.

LITTLE, P. E. Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade. Brasília: Editora UnB, 2002. 32 p. (Serie Antropologia; 322)

LITTLE, P. E. Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade. **Anuário Antropológico**, *[S. l.]*, v. 28, n. 1, p. 251–290, 2018. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/anuarioantropologico/article/view/6871. Acesso em: 28 mai. 2021.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

NAZAREA, V. D. Local knowledge and memory in biodiversity conservation. **Annual Review of Anthropology**, v. 35, p. 317-335, 2006.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

QUINTAS, J. S. Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. *In:* LAYRARGUES, P. P. (coord.). **Identidades da educação brasileira**. Brasília: MMA, 2004. p. 113-140.

QUINTAS, J. S. Educação no processo de gestão ambiental pública: a construção do ato pedagógico. *In:* LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (org.). **Repensar a educação ambiental** – um olhar crítico. São Paulo: Cortez, 2009.

RODRIGUES, L. S. Promovendo Educação Ambiental por Meio das Inteligências Múltiplas: O Programa Verde Perto**.** Brasília. **Anais do IV Encontro Nacional da Anppas**, 2008.

RODRIGUES, L. S.; ANCIÃES, M. (org.). **Verde Perto Educação - Volume 1.** Manaus: Editora do INPA, 2015.

SAHLINS, M. **Ilhas de história**. Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1987.

SANTILLI, J. Áreas protegidas e direitos de povos e comunidades tradicionais. *In:* BENSUSAN, N.; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014. p. 398-435.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SOUZA, T. M. M.; SCELZA, G. C.; ACOSTA, R. K. Verde Perto: Educação Ambiental no Movimento Social de Base – Projeto Jovens como Protagonistas do Fortalecimento Comunitário na Resex do Baixo Juruá, Resex do Rio Jutaí e Flona de Tefé, AM. **Verde Perto Educação**. v. 1. Manaus: Editora do INPA, 2015.

UNESCO; UNEP. **Cultural diversity and biodiversity for sustainable development**. 2002. Disponível em: http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001322/132262e.pdf. Acesso em: 23 mai. 2021.

WEST, P.; IGOE, J.; BROCKINGTON, D. Parks and peoples: the social impact of protected areas. **Annual Review of Anthropology**, v. 35, p. 251-277, 2006.

Capítulo 25

ARAÚJO, M.C.B.; COSTA, M.F. Environmental Quality Indicators for Recreational Beaches Classification. **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 6, p. 1439–1449, 2008.

BARRAGÁN, J.M. **Política, Gestión y Litoral** – Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. Madrid: Editorial Tébar Flores, Versão Reduzida/UNESCO, 2014.

BRASIL. [Constituição (1988a)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 out. 1988a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 01 jan. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em jan. 2021.

IVIDES.org

BRASIL. Decreto Federal nº 9.679, de 2 de janeiro de 2019. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério da Economia, remaneja cargos em comissão e funções de confiança e substitui cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS por Funções Comissionadas do Poder Executivo - FCPE. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2019a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9679.htm. Acesso em: 01 mar. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 9.759, de 11 de abril de 2019. Extingue e estabelece diretrizes, regras e limitações para colegiados da administração pública federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 abr. 2019b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9759.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Decreto Federal nº 10.087, de 05 de novembro de 2019. Declara a revogação, para os fins do disposto no art. 16 da Lei Complementar nº 95, de 26 de fevereiro de 1998, de decretos normativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 06 nov. 2019c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mai. 1988b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em: 03 abr. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 9.636, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, altera dispositivos dos Decretos-Leis nos 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987, regulamenta o § 2o do art. 49 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mai. 1998c. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9636.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL**.** Lei Federal nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos; altera a Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, e os Decretos-Lei nº s 3.438, de 17 de julho de 1941, 9.760, de 5 de setembro de 1946, 271, de 28 de fevereiro de 1967, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987; e revoga dispositivo da Lei nº 13.139, de 26 de junho de 2015. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13240.htm. Acesso em: 03 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal n° 13.813, de 9 de abril de 2019. Dispõe sobre a transferência de imóveis (...); altera o Decreto-Lei nº 1.876, de 15 de julho de 1981, e as Leis nºs 9.497, de 11 de setembro de 1997, 9.636, de 15 de maio de 1998, 11.481, de 31 de maio de 2007, 11.483, de 31 de maio de 2007, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, e 10.233, de 5 de junho de 2001; e revoga dispositivos das Leis nºs 8.742, de 7 de dezembro de 1993, 9.649, de 27 de maio de 1998, 11.481, de 31 de maio de 2007, e 11.483, de 31 de maio de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 abr. 2019d. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13813.htm. Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. **Decreto Federal nº 10.531, de 26 de outubro de 2020**. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 out. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10531.htm. Acesso em: 03 jan. 2021.

CASH, D. W.; ADGER, W. N.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; YOUNG, O. Scale and cross-scale dynamics: Governance and information in a multilevel world. **Ecology and Society**, vol. 11, n. 2, p. 8, 2006.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Resolução nº 05 da CIRM de 13 de dezembro de 1997**. Aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II (PNGC II). Brasília, DF: Marinha do Brasil, 1997. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/resolucao-5-1997.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

IVIDES.org

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar); GI-GERCO (Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro). **II Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - 2005**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2005. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80033/Plano%20de%20Acao%20Federal%20PAF-ZC/PAF-ZC%202005.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar); GI-GERCO (Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro). **III Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - 2015-2017**. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2015. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80247/PAF/Livro%20PAF-ZC_FINAL.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CIRM (Comissão Interministerial para os Recursos do Mar); GI-GERCO (Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro). **IV Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - 2017-2019.** Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2017. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/publicacoes/gerco/PAF-ZC%202017-2019.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

CRISTIANO, S.C. **Interfaces entre a Geoconservação e a Gestão Costeira no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. 252f. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CRISTIANO, S. C.; PORTZ, L. C. ; LIN, S. ; CESA, J. ; BARBOZA, E. G. . Gestión Costera Desintegrada - propuesta para un cambio de paradigma en el municipio de Araranguá (Santa Catarina, Brasil). *In:* BATISTA, C. M.; MIER, R. E. L.; SIERRA-CORREA, P. C. (org.). **Estudios de caso sobre manejo integrado de zonas costeras en Iberoamérica:** gestión, riesgo y buenas prácticas. 1ed. Barranquilla: Corporación Universidad de la Costa, 2019, p. 257-291.

CRISTIANO, S.C.; PORTZ, L. C.; ANFUSO, G.; ROCKETT, G. C.; BARBOZA, E. G. Coastal scenic evaluation at Santa Catarina (Brazil): Implications for coastal management. **Ocean & Coastal Management**, v. 160, p. 146-157, 2018a.

CRISTIANO, S.C.; PORTZ, L.; NASSER, P.; PINTO, A.C.; SILVA, P.R.; BARBOZA, E.G. Strategies for the Management of the Marine Shoreline in the Orla Araranguá Project (Santa Catarina, Brazil). *In:* BOTERO, C.M.; CERVANTES, O.D.; FINKL, C.W. (org.). **Beach Management Tools**: Concepts, methodologies and case studies. Suíça: Springer, 2018b. p. 735-754.

CRISTIANO, S. C.; ROCKETT, G. C.; PORTZ, L. C.; SOUZA FILHO, J. R. de. Beach landscape management as a sustainable tourism resource in Fernando de Noronha Island (Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 150, 110621, 2020.

GONÇALVES, M. P.; BRANQUINHO, F. T. B.; FELZENSZWALB, I. Uma análise contextual do funcionamento efetivo e participação popular em uma unidade de conservação: o caso da área de proteção ambiental de Petrópolis (Rio de Janeiro: Brasil). **Sociedade e natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 2, 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html. Acesso em: 03 dez. 2021.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Mapa Temático das Unidades de Conservação Federais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/geoprocessamento/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais. Acesso em: 02 dez. 2021.

LOUREIRO-FILHO, L. da S. **A competência do município na zona costeira urbana**. 2014. 225f. Tese (Doutorado em Direito) - Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MAGAROTTO; M. G.; COSTA, M.F.; TENEDÓRIO, J.A.; SILVA, C.P. Vertical growth in a coastal city: an analysis of Boa Viagem (Recife, Brazil). **Journal of Coastal Conservation**. v. 20, p. 31–42, 2016.

MARCHESE, L.; BOTERO, C. M.; ZIELINSKI, S.; ANFUSO, G.; POLETTE, M.; CORREA, I. C. S. Beach Certification Schemes in Latin America: Are They Applicable to the Brazilian Context? **Sustainability**, Basel, v. 13, n. 2, p. 1-20, 2021.

MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento costeiro**: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental. 1. ed. Pelotas: USEB, 2005.

IVIDES.org

MB (Marinha do Brasil). **Portaria nº 236/MB, de 23 de agosto de 2019**. Institui Grupos Técnicoas de assessoramento da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Brasília, DF: Ministério da Defesa, [2019]. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/documentos/atas/port-236-2019.pdf. Acesso em: 01 jan. 2021.

ME (Ministério da Economia); MTur (Ministério do Turismo). **Portaria Interministerial nº 151, de 10 de abril de 2019**. Estabelece a gestão compartilhada das áreas turísticas, de domínio da União. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70929361/do1e-2019-04-10-portaria-interministerial-n-151-de-10-de-abril-de-2019-70929357. Acesso em: 03 jan. 2021.

MENEZES, C. T. B.; LUMERTZ, L. S.; MUNARI, A. B.; CENI, G. Gestão integrada e participativa em ambientes costeiros: estudo de caso do Projeto Orla no município de Balneário Rincão, SC, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 38, p. 347-360, 2016.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Portaria MMA nº 34, de 2 de fevereiro de 2021**. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2021. Disponível em: https://in.gov.br/web/dou/-/portaria-mma-n-34-de-2-de-fevereiro-de-2021-302053267. Acesso em 02 mar. 2021.

NICOLODI, J.L. Planejamento territorial na Zona Costeira e Marinha do Brasil: ações, contradições e desafios. *In*: LIMONAD, E.; M., JOÃO C.; MANSILLA, P. (orgs.) et al. **Planejamento territorial**. Volume 2: reflexões críticas e práticas alternativas. Ester Limonad; João C. Monteiro; Pablo Mansilla *et al.* (org.). São Paulo: Editora Max Limonad, 2021.

NICOLODI, J.L.; ASMUS, M.L.; POLETTE, M.; TURRA, A.; SEIFERT, C.A.; STORI, F.T.; SHINODA, D.C.; MAZZER, A.; SOUZA, V.A.; GONÇALVES, R.K. Critical gaps in the implementation of Coastal Ecological and Economic Zoning persist after 30 years of the Brazilian coastal management policy. **Marine Policy**, v. 128, 104470, 2021.

NICOLODI, J. L.; ASMUS, M.L. ; TURRA, A. ; POLETTE, M. . Avaliação dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros (ZEEC) do Brasil: proposta metodológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 44, p. 378-404, 2018.

NICOLODI, J. L.; GRUBER, N. L. S. Abordagem geográfica da gestão costeira integrada. In. MUEHE, D.; LINS-DE-BARROS; F. M., PINHEIRO, L. S. (org.). **Geografia marinha**: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos. 1. ed. Rio de Janeiro: Caroline Fontelles Ternes, 2020. p. 382-401.

NUGEP (Núcleo de Gestão de Praias). **Gestão de praias**. Brasília: Ministério da Economia, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias. Acesso em: 02 dez. 2020.

OLIVEIRA, M. R. L.; NICOLODI, J. L. A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 12, p. 89-98, 2012.

OTTER, H.S.; CAPOBIANCO, M. Uncertainty in integrated coastal zone management. **Journal of Coastal Conservation**, v. 6, p. 23-32, 2000.

POLETTE, M.; VIEIRA, P.F. Avaliação dos avanços e impasses da gestão compartilhada da zona costeira brasileira: análise dos instrumentos de gestão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. *In.* RIBEIRO, W.C. **Governança da água no Brasil**: uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume, 2009. p. 275-304.

PORTZ, L.C. **Gestão de praia e dunas**: Aplicações para a região costeira do Rio Grande do Sul. 2012. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SANCHIZ, M.B.; GARCÍA, G.M.; RODRÍGUES, F.C. La Gobernanza Integrada del Litoral el Plan de ordenación del litoral de Galicia (POL). **Costas**, v. 1, n. 1, p. 27-48, 2012.

SCHERER, M.E.G. Gestão de Praias no Brasil: Subsídios para uma Reflexão. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 13, n. 1, p. 3-13, 2013.

IVIDES.org

SCHERER, M. E. G.; ASMUS, M. L. ; GANDRA, T. B. R. Avaliação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: União, Estados e Municípios. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** v. 44, p. 431-444, 2018.

SCHERER, M.; NICOLODI, J.L. Land-Sea Interactions: Contributions of the Brazilian Coastal Management Program to Marine Saptial Planning. **Revista Costas**, vol. esp. 2, p. 253-272, 2021. DOI: 10.26359/costas.e1221

SCHERER, M. E. G.; NICOLODI, J. L.; COSTA, M.; CORRAINI, N. R.; GONCALVES, R.; CRISTIANO, S.; RAMOS, B.; CAMARGO, J. M.; SOUZA, V. A.; FISCHER, L.; SARDINHA, G. D.; MATTOS, M.; PFUETZENREUTER, A. Under New Management. **Journal of Coastal Research**, v. 95, p. 945-952, 2020.

SCHERER, M. E.G.; NICOLODI, J.L.; COSTA, M. F.; PFUETZENREUTER, A.; RAMOS, B.; LIMA, F.V.; SARDINHA, G.; CAMARGO, J. M.; FISCHER, L.O.; MATTOS, M. P.S.; CORRAINI, N.; GONÇALVES, R. K.; CRISTIANO, S.C.; SOUZA; V. A. **Gestão de Praias Marítimas. Incentivos à assinatura do Termo de Adesão à Gestão das Praias Marítimas (TAGP)**. Florianópolis: UFSC, 2019. 27 p. DOI: 10.13140/ RG.2.2.25524.60804. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2019/1-2-3-texto-de-incentivo-a-adesao-tagp_final-setembro2019.pdf. Acesso em jan. 2021.

SCHERER, M.E.G.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico. *In:* BARRAGÁN, J. M.; ARENAS, P.; CHICA RUIZ, J. A.; ONETTI, J.G.; SANABRIA J. G. **Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamerica**: un diagnóstico Necesidad de Cambio. Espanha: Red Ibermar, 2009. p. 291-330.

SECIRM (Secretaria Especial da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar). **Portaria/SECIRM nº 144, de 12 de dezembro de 2019**. Estabelece a composição, as competências e a forma de atuação do Grupo Técnico de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO). Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2019/portaria-144-secirm-criacao-gigerco.pdf. Acesso em jan. 2021.

SEIXAS, C. S. Abordagens e técnicas de pesquisa participativa em gestão de recursos naturais. *In:* VIEIRA, P. F.; BERKES, F.; SEIXAS, C. S. (org). **Gestão integrada e participativa de recursos naturais**: conceitos, métodos e experiências. Florianópolis: APED/Secco, 2005. p. 73-105.

SPU (Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União). **Portaria nº 44, de 31 de maio de 2019**. Amplia a aplicabilidade da Portaria 113/2017 para as praias marítimas urbanas e não urbanas. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-44-de-31-de-maio-de-2019-161204673. Acesso em jan. 2021.

SPU (Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União). **Portaria nº 113, de 12 de julho de 2017**. Brasília, DF: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/arquivos/2018/portaria-113-2017.pdf. Acesso em jan. 2021.

SOUTO, R. D.; BATALHÃO, A. C. da S. Indicadores aplicados ao Gerenciamento Costeiro Integrado sob a ótima dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. *In*: SOUTO, R.D. (org.). **Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas**: conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável - IVIDES.org, 2020. p. 109-130.

VASCONCELOS, V. V.; MARTINS-JÚNIOR, P. P. Protótipo de sistema especialista em direito ambiental para auxílio à decisão - situações de desmatamentos rurais. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 53-71, 2008.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo**: um guia prático. Brasil: EMATER, 2006.

VIEIRA, P. F. Pesquisa-ação-formação em regiões-laboratório de Desenvolvimento Territorial Sustentável: a experiência do Núcleo Transdisciplinar de Meio Ambiente & Desenvolvimento da Universidade Federal de Santa Catarina. *In:* TREMBLAY, G.; VIEIRA P. F. (org.). **O papel das universidades no desenvolvimento local**: experiências brasileiras e canadenses. Florianópolis: APED/Secco, 2011. p. 185-205.

VIEIRA, P. F.; CAZELLA, A.; CERDAN, C.; CARRIÈRE, J. P. **Desenvolvimento territorial sustentável no Brasil**: subsídios para uma política de fomento. Florianópolis: Secco, 2010.

APA (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.). **Massas de água superficiais de Transição de Portugal continental**: conjunto de dados geográficos, SNIAmb, 2018a.

APA (Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.). **Massas de água superficiais Rios de Portugal continental**: conjunto de dados geográfico, SNIAmb, 2018b.

ALBUQUERQUE, H. **Estratégia de Desenvolvimento Sustentável do Turismo na Ria de Aveiro**. 2013. 318 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 2013.

ALMENDRA, R. (coord.). **Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4**. Avaliação Ambiental Estratégica – Relatório Ambiental, estudo elaborado pela Geoatributo para ARH Centro, I. P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I. P. 2012.

AMDAM, J. Confidence Building in Local Planning and Development. Some Experience from Norway. **European Planning Studies**, v. 8, n. 5, p. 581-600, 2000.

ALVES, T. M. G. **Alterações climáticas**: cenários socioeconómicos para a Ria de Aveiro. 2013. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2013. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/12141/1/Altera%c3%a7%c3%b5es%20climaticas.pdf. Acessado em: 15 abr. 2021.

ARABADZHYAN, A., FIGINI, P., GARCÍA, C., GONZÁLEZ, M., LAM-GONZÁLEZ, Y., & LEÓN, C. Climate change, coastal tourism, and impact chains – a literature review. **Current Issues in Tourism**, v. 24, n. 3, p. 1-36, out. 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/13683500.2020.1825351.

BRAMWELL, B. Mass tourism, diversification and sustainability in southern europe's coastal regions. *In*: BRAMWELL, B. **Coastal Mass Tourism – Diversification and Sustainable Development in Southern Europe.** Aspects of Tourism collection, Channel View Publications, 2004, p. 1-31.

CÂMARA MUNICIPAL DE AVEIRO; IRRADIARE. **Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas**: Diagnóstico Climático - relatório preliminar de maio de 2020.

CARR, S., LIEDTKA, J., ROSEN, R., WILTBANK, R. In Search of Growth Leaders, **The Wall Street Journal (Business)**, 2008. Disponível em: http://online.wsj.com/article/SB121441083243003809.html, Acesso em: 02 jun. 2021.

CEDRU (Centro de Estudos de Desenvolvimento Regional e Urbano); UNIVERSIDADE DE AVEIRO. **Relatório do Programa de Orla Costeira Ovar – Marinha Grande**. Aveiro: CEDRU, Universidade de Aveiro, 2016. 92 p.

CCDRC (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro). **Proposta de PROT-Centro**. Aveiro, Portugal: CCDRC, 2011.

CCDRC (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro). **Visão estratégica para a Região Centro 2030**. Aveiro, Portugal: CCDRC, 2020.

COSTA, C. **Towards the improvement of the efficiency and effectiveness of tourism planning and development at the regional level: planning, organisations and networks**: the case of Portugal. 1996. 509 p. Tese (Doutorado) - Department of Management Studies, Universidade de Surrey, Surrey, 1996.

CPU URBANISTAS E ARQUITECTOS. **Plano Intermunicipal de Ordenamento da Ria de Aveiro**: Relatório do plano. Aveiro: CPU Urbanistas e Arquitectos, 2007.

DGOTDU (Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano). **Contributos para a Identificação e Caracterização da Paisagem em Portugal Continental**. v. 3, Lisboa, Portugal: DGOTDU, 2004. p. 139-146.

DGT (Direção Geral do Território). **Carta Administrativa Oficial de Portugal** - CAOP2020 (Continente). Portugal: DGT, 2021. Disponível em: https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-tematica/caop. Acessado em: 13 abr. 2021.

IVIDES.org

DIAS, J.; LOPES, J.; DEKEYSER, I. Tidal Propagation in Ria de Aveiro Lagoon, Portugal. **Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere**, v. 25, n. 4, p. 369-374, 2000. DOI: https://doi.org/10.1016/S1464-1909(00)00028-9.

DWYER, L. Saluting while the ship sinks: the necessity for tourism paradigm change, **Journal of Sustainable Business**, v. 26, n. 1, p. 29-48, Taylor & Francis Group, Routledge, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/09669582.2017.1308372.

CARETO, H., LIMA, S. **Turismo e Desenvolvimento Sustentável – 1,** GEOTA – Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa, 2006.

HANGULA, P. **Alterações Climáticas na Região de Aveiro:** Impactes e Adaptação. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2016. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/17689/1/Dissertacao%20Pedro%20Hangula_Versao_final.pdf. Acedido em: 15 mai. 2021.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), IP. **Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP).** 2020a.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), IP. **Rede Natura 2000.** 2020b.

ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas), IP. **Sítios da Convenção RAMSAR.** 2020c.

INE (Instituto Nacional de Estatística). **Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por Localização** geográfica (NUTS - 2013) e Tipo (estabelecimento hoteleiro); Anual. Portugal: INE, 2019c. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008572&contexto=bd&selTab=tab2, Acessado em: 20 mai 2021.

INE (Instituto Nacional de Estatística). **Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos de alojamento turístico por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Tipo (alojamento turístico)**; Anual. Portugal: INE, 2019b. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados&bdpagenumber=4&bdnivelgeo=00&contexto=bd&bdtemas=1713&bdsubtemas=171310&bdfreetext=Palavra(s)%20a%20encontrar&bdind_por_pagina=15&xlang=pt, Acessado em: 20 mai 2021.

INE (Instituto Nacional de Estatística). **População residente (N.º) por Local de residência (NUTS2013), Sexo e Grupo etário**; Anual. Portugal: INE, 2019a. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0008273&xlang=pt, Acessado em: 20 mai 2021.

INSKEEP, E. **Tourism Planning:** an integrated and sustainable development approach. USA: John Wiley Sons, Inc., 1991.

LANSING, P., DE VRIES, P. Sustainable Tourism: Ethical Alternative or marketing Ploy?, **Journal of Business Ethics**, v. 72, p. 77-85, 2007. DOI: https://doi.org/10.1007/s10551-006-9157-7.

MARTINS, F.; PEDROSA, A., SILVA, A.; FIDÉLIS. T.; ANTUNES; M.; ROEBELING, P. Promoting tourism businesses for “Salgado de Aveiro” rehabilitation. **Journal of Outdoor Recreation and Tourism**, v. 29, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jort.2019.100236.

MIHALIC, T. Sustainable-responsible tourism discourse - Towards ‘responsustable’ tourism, **Journal of Cleaner Production**, v. 111, p. 461-470, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.062.

MIHALIC, T, MOHAMADI, S., ABBASI, A., DÁVID, L. D. Mapping a Sustainable and Responsible Paradigm: a Bibliometric and Citation Network Analysis, **Sustainability**, v. 13, n. 853, p, 22, MDPI, Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/853, 2021. Acessado em: 23 mai. 2021.

NEVES, F.N. **Turismo Sustentável e Ecoturismo em Zonas Costeiras**, estudo: Barra – São Jacinto, dissertação de mestrado em Gestão e Desenvolvimento em Turismo, Universidade de Aveiro, Aveiro, p.191, 2009.

PARQUE EXPO. **Intervenção de requalificação e valorização da Ria de Aveiro**. Aveiro, Portugal: Associação de Municípios da Ria, 2010.

PARTIDÁRIO, M. R. Ambiente e Turismo, **Economia e Prospectiva**, Revista do Ministério da Economia, n. 4, p. 79-88, 1998.

IVIDES.org

PINHO, P. A importância da dimensão estratégica das políticas de desenvolvimento para a região da Ria de Aveiro, *In:* **Ria de Aveiro: que futuro?** Painel realizado no IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, Universidade de Aveiro, 25 a 28 de Junho de 1990, Comissão de Coordenação da Região Centro, 1991.

PINHO, R. **Monitorização Da Flora E Vegetação Dos Sistemas Húmidos Do Baixo Vouga Lagunar**. 2010. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Zonas Costeiras) - Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010. Disponível em: https://ria.ua.pt/bitstream/10773/11356/1/dissertação.pdf, Acessado em: 15 abr. 2021.

PORTUGAL. **Decreto-Lei nº 384-B/99, de 23 de setembro de 1999**. Cria diversas zonas de protecção especial e revê a transposição para a ordem jurídica interna das Directivas nº 79/409/CEE, do Conselho, de 02 de abril, e nº 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio. Diário da República, n. 223, 1º Supl., Série I-A, 23 set. 1999. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/dec-lei/384-b/1999/09/23/p/dre/pt/html%0A, Acesso em: 15 mai. 2021.

PORTUGAL. **Decreto-Lei nº 80, de 14 de maio de 2015**. Aprova a revisão do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial. Diário da República, n. 93, Série I, 14 mai. 2015. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/dec-lei/80/2015/05/14/p/dre/pt/html. Acesso em: 15 mai 2021.

PORTUGAL. **Decreto nº 101, de 9 de outubro de 1980**. Aprova para ratificação a Convenção sobre Zonas Húmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas. Diário da República, n. 234, Série I, 09 out. 1980. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/dec/101/1980/10/09/p/dre/pt/html. Acesso em: 15 mai. 2021.

PORTUGAL. **Lei nº 99, de 5 de setembro de 2019**. Primeira revisão do Programa Nacional da Política do Ordenamento do Território. Diário da República, n. 170, Série I, 05 set. 2019. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/lei/99/2019/09/05/p/dre. Acesso em: 15 mai. 2021.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 45, de 8 de julho de 2014**. Aprova a inclusão do Sítio Ria de Aveiro na Lista Nacional de Sítios. Diário da República, n. 129, Série I, 08 jul. 2014. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/45/2014/07/08/p/dre/pt/html. Acesso em: 15 mai. 2015.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 55, de 7 de maio de 2018.** Aprova a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030. Diário da República, n. 87, Série I, 07 mai. 2018. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/55/2018/05/07/p/dre/pt/html. Acesso em: 15 mai 2015

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 56, de 30 de julho de 2015**. Aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, determina os valores de redução das emissões de gases com efeito de estufa para 2020 e 2030 e cria a Comissão Interministerial do Ar e das Alterações Climáticas. Diário da República, n. 147, Série I, 30 jul. 2015. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/56/2015/07/30/p/dre/pt/html. Acesso em: 15 mai 2015

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 76, de 21 de março de 2005.** Aprova o Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Dunas de São. Diário da República, n. 56, Série I-B, 21 mar. 2005. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/76/2005/03/21/p/dre/pt/html%0A. Acesso em: 15 mai. 2015.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 82, de 8 de setembro de 2009.** Aprova a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira. Diário da República, n. 174, Série I, 08 set. 2009. Disponível em: https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/82/2009/09/08/p/dre/pt/html%0A. Acedido em: 15 mai 2015.

PORTUGAL. **Resolução do Conselho de Ministros nº 134, de 27 de setembro de 2017.** Aprova a Estratégia para o Turismo 2027. Diário da República, n. 187, Série I, 27 set. 2017. Disponível em: https://files.dre.pt/1s/2017/09/18700/0552205532.pdf. Acesso em: 15 mai. 2021.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **The Fourth Ramsar Strategic Plan 2016–2024**. Gland, Suiça. 2016. Disponível em: https://www.ramsar.org/sites/default/files/hb2_5ed_strategic_plan_2016_24_e.pdf. Acessado em: 31 mai. 2021.

RAMSAR. **The Ramsar list**. Disponível em: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sitelist.pdf. Acessado em: 31 mai. 2021.

IVIDES.org

RODRÍGUEZ-SANTALLA, I., MONTOYA-MONTES, I., SÁNCHEZ, M. J., CARREÑO, F. Geographic Information Systems applied to Integrated Coastal Zone Management. **Geomorphology**, v. 107, n. 1-2, p. 100-105, 2009.

SCOTT, D. Sustainable Tourism and the Grand Challenge of Climate Change. **Sustainability 2021**, v. 13, 1966, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13041966.

SCOTT, D., GÖSSLING, S., HALL, C. M. International tourism and climate change. **Advanced Review**, WIREs Climate Change, v. 3, p. 213-232, 22 mar. 2012. DOI: https://doi.org/10.1002/wcc.165.

SRCW (Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands); UNWTO (World Tourismo Organization). **Destination wetlands:** supporting sustainable tourism. Gland, Suiça: UNWTO; Madrid, Espanha: SRCW, 2012.

TURISMO CENTRO DE PORTUGAL. **Plano de Marketing do Turismo Centro de Portugal 2020-2030**. Aveiro: Delloite Consultores S. A., 2019a. Disponível em: https://turismodocentro.pt/wp-content/uploads/2020/02/TCP-Plano-de-Marketing_20-30.pdf. Acessado em: 15 abr. 2021.

TURISMO CENTRO DE PORTUGAL. **Plano Regional de Desenvolvimento Turístico 2020-2030**. Turismo Centro Portugal. Aveiro: Delloite Consultores S. A., 2019b. 175 p. Disponível em: https://turismodocentro.pt/wp-content/uploads/2020/02/TCP-Plano-Regional-Desenvolvimento-Tur%C3%ADstico_20-30.pdf. Acesso em: 31 mai. 2021.

TURISMO DE PORTUGAL I.P. **Estações Náuticas de Portugal**. Turismo de Portugal Business, 16 mar. 2022. Disponível em: http://business.turismodeportugal.pt/pt/Conhecer/estrategia-turismo/programas-iniciativas/Paginas/estacoes-nauticas-portugal.aspx. Acesso em: 31 mai. 2021.

TURISMO DE PORTUGAL I.P. **Estratégia Turismo 2027**. Turismo de Portugal, [s.d.]. [*S.l.*]. Disponível em: http://www.turismodeportugal.pt/pt/Turismo_Portugal/Estrategia/Estrategia_2027/Paginas/default.aspx. Acesso em: 31 mai. 2021.

UNEP (United Nations Environment Programme). **Sustainable Coastal Tourism**: an integrated planning and management approach. Manuals on Sustainable Tourism. França: UNEP; Croácia: PAP/RAC, 2009. 154 p.

UNWTO (United Nations World Tourism Organization); UNEP (United Nations Environment Programme). **Climate Change and Tourism**: Responding to Global Challenges. Madrid: UNTWO; UNEP, 2008.

UNWTO (United Nations World Tourism Organization). **Sustainable Development**, Disponível em: http://www.unwto.org/sustainable-development. Acesso em: 14 mai. 2021.

WOLF, F.; LEAL FILHO, W.; SINGH, P.; SCHERLE, N.; REISER, D.; TELESFORD, J.; MILJKOVI´C, I.B.; HAVEA, P.H.; LI, C.; SURROOP, D. Influences of Climate Change on Tourism Development in Small Pacific Island States. **Sustainability 2021**, v. 13, 4223, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13084223.

ZAHEDI, S. Tourism impact on coastal environment. **WIT Transactions on The Built Environment**, v. 99, p. 45-57, 2008.

Capítulo 27

ÁLVAREZ-IGLESIAS, P.; RUBIO, B. The degree of trace metal pyritization in subtidal sediments of a mariculture area: Application to the assessment of toxic risk. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 5, p. 973-983, 2008. ISSN 0025-326X. DOI: /10.1016/j.marpolbul.2008.01.026.

ATKINS, P.; JONES, L. **Chemistry - Molecules, Matter and Change**. 3. ed. New York: W. H. Freeman & Co, 1997.

BAKKER, D. C. E.; BANGE, H. W., GRUBER, N., JOHANNESSEN, T., UPSTILL-GODDARD, R. C., BORGES, A. V., DELILLE, B., LÖSCHER, C. R. S., NAQVI, W. A., OMAR, A. M.; SANTANA-CASIANO, J. M. **Air-Sea Interactions of Natural Long-Lived Greenhouse Gases (CO2, N2O, CH4) in a Changing Climate** *In*: LISS, P. e JOHNSON, M. T. (ed.). Ocean-Atmosphere Interactions of Gases and Particles. Norwik: Springer Open. 2014.

IVIDES.org

BARBIERI, M. The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination**. J Geol Geophys**, v.5, p. 1-4, 2016. DOI: 10.4172/2381-8719.1000237.

BEAUMORD, A.C. e DIEHL, F.L. Environmental Threats in the Central and Northern Coast of Santa Catarina State: an Overview. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p. 1017-1020, 2006. DOI: https://www.jstor.org/stable/25741733

BEYER, J.; GREEN, N.W.; BROOKS, S.; ALLAN, I.J.; RUUS, A.; GOMES, T.; BRÅTE, I.L.N.; SCHØYEN, M. Blue mussels (Mytilus edulis spp.) as sentinel organisms in coastal pollution monitoring: a review. **Marine Environmental Research**, v. 130, p. 338-365, 2017.

BISHOP, P. L. **Marine Pollution and Its Control**. Reino Unido: McGraw-Hill, 1983.

BRADY, J.P.; AYOKO, G. A.; MARTENS, W. N.; GOONETILLEKE, A. Development of a hybrid pollution index for heavy metals in marine and estuarine sediments. **Environ Monit Assess,** v. 187, p. 306, 2015. DOI: 10.1007/s10661-015-4563-x.

CARVALHO FILHO, J. Os números da aquicultura Brasileira em 2018. **Panorama da Aquicultura**. v. 29, p. 58-63, 2019.

CAVALLI, R.O. Mariculavatura. *In*: CASTELLO, J.P.; KRUG, L.C. (org.). **Introdução às Ciências do Mar**. Pelotas: Ed. Textos. p. 415-445, 2015.

CAVALLI, R.O.; FERREIRA, J.F. O Futuro da Pesca e da Aquicultura Marinha no Brasil: A Maricultura. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 3, p. 38-39, 2010.

CEDAP/EPAGRI (Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca / Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). **Dados estatísticos da aquicultura - Infoagro/SC**. Santa Catarina: [s.d.]. Disponível em: https://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php/estudos/#estatisticas. Acesso em: 01 abr. 2021.

CHAMBERLAIN, J. Impacts of biodeposits from suspended mussel (Mytilus edulis L.) culture on the surrounding surficial sediments. **ICES Journal of Marine Science**, v. 58, n. 2, p. 411-416, 2001.

CHAPMAN, P. M.; WANG, F. Annual Review ASSESSING SEDIMENT CONTAMINATION IN ESTUARIES **Environmental Toxicology and Chemistry,** v. 20, n. 1, p. 3-22, 2001.

D'AQUINO, C.A.; SCHETTINI, C.A.F.; CARVALHO, C.E.V. de. Dinâmica de sedimentos finos em zonas de cultivo de moluscos marinhos. **Atlântica**, v. 28, n. 2, p. 103-116, 2006.

DILLON, P. J.; RIGLER, F. H. A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 31, p. 1771-1778, 1974.

DUFFUS, J. H. “Heavy metals” - A meaningless term? (IUPAC Technical Report). **Pure Appl Chem,** v. 74, p. 793-807, 2007.

DUMBAULD, B.R.; RUESKIN, J.L.; RUMRILL, S.S. The ecological role of bivalve shellfish aquaculture in the estuarine environment: A review with application to oyster and clam culture in West Coast (USA) estuaries. **Aquaculture**, v. 290, n.3-4, p. 196-223, 2009.

EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). **Síntese Informativa da Maricultura 2017**. Santa Catarina: EPAGRI, 2018. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/Cedap/Estatistica-Sintese/Sintese-informativa-da- maricultura-2017.pdf. Acesso em: 01 abr. 2020.

FABRY, V. J.; SEIBEL, B. A.; FEELY, R. A.; ORR, J. C. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. **ICES Journal of Marine Science**, v. 65, n. 3, p. 414-432, 2008.

FEELY, R.; SABINE, C. L.; LEE, K.; BERELSON, W.; KLEYPAS, J.; FABRY, V. J.; MILLERO, F. J. Impact of Anthropogenic CO2 on the CaCO3 System in the Oceans. **Science**, v. 305, n. 5682, p. 362-366, 2004.

FLORINI, S.; SHAHSAVARI, E.; NGO, T.; ABURTO-MEDINA, A.; SMITH, D.J.; BALL, A.S. Factors Influencing the Concentration of Fecal Coliforms in Oysters in the River Blackwater Estuary, UK. **Water**, v. 12, p. 1-12, 2020. DOI: 10.3390/w1204108.

IVIDES.org

FLURY, S.; RØY, H.; DALE, A.W.; FOSSING, H.; TÓTH, Z.; SPIESS, V.; JENSEN, J.B.; JØRGENSEN, B.B. Controls on subsurface methane fluxes and shallow gas formation in Baltic Sea sediment (Aarhus Bay, Denmark). **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 188, p. 297-309, 2016.

GAZEAU, F.; QUIBLIER, C.; JANSEN, J.M.; GATTUSO, J.P.; MIDDELBURG, J.J.; HEIP, C.H.R. Impact of elevated CO2 on shellfish calcification, **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 7, p. 1-5, 2007.

GOMES, P. G. **Modelagem numérica da Enseada da Armação do Itapocoroy, Penha- SC, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2019.

GONG, Q. J.; DENG, J.; XIANG, Y. C.; WANG, Q. F.; YANG, L. Q. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. **J China Univ Geosci,** v. 19, p. 230-241, 2008.

GONZALEZ-FERNANDEZ, O.; RIVERO, L.; QUERALT, I.; VALLET, M.V. Distribution of metals in vadose zone of the alluvial plain in a mining creek inferred from geochemical, mineralogical and geophysical studies: The beal wadi case (Cartagena-La Union mining district, SE Spain). **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 221, n. 1-4, p. 45–61, out. 2011.

GRIGORAKIS, K.; RIGOS, G. Aquaculture effects on environmental and public welfare - The case of Mediterranean mariculture. **Chemosphere**, v. 85, n.6, p. 899-919, 2011.

HASAN, A. B.; KABIR, S.; SELIM, A. H. M. H.; NAZIM, M. Z.; AHSAN, A.; RASHID, M. Enrichment factor and geo-accumulation index of trace metals in sediments of the ship breaking area of Sitakund Upazilla (Bhatiary-Kumira), Chittagong, Bangladesh. **J Geochemical Explor**, v. 125, p. 130-137, 2013. DOI: 10.1016/ j.gexplo.2012.12.002.

HYLÉN, A.; TAYLOR, D.; KONONETS, M.; LINDEGARTH, M.; STEDT, A.; BONAGLIA, S.; BERGSTRÖM, P.. In situ characterization of benthic fluxes and denitrification efficiency in a newly re-established mussel farm. **Sci Total Environ**, v. 782, p. 146853, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146853

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **PPM - Pesquisa Pecuária Municipal 2020**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=destaques. Acesso em: 01 nov. 2021

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151 p.

IVANOV, M.V.; LEIN, A.Y.; SAVVICHEV, A.S.; RUSANOV, I.I.; VESLOPOLOVA, W.F.; ZAKHAROVA, E.E.; PRUSAKOVA, T.S. Abundance and activity of microorganisms at the water-sediment interface and their effect on the carbon isotopic composition of suspended organic matter and sediments of the Kara Sea. **Microbiology**, v. 82, p. 735-742, 2013.

JANSEN, H.M.; VERDEGEM, M.C.J.; STRAND, Ø.; SMAAL, A.C. Seasonal variation in mineralization rates (C-N-P-Si) of mussel Mytilus edulis biodeposits. **Marine Biology,** v. 159, p. 1567-1580, 2012.

JEONG, H.; CHOI, J. Y.; LIM, J.; SHIM, W. J.; KIM, Y. O.; RA, K. Characterization of the contribution of road deposited sediments to the contamination of the close marine environment with trace metals: Case of the port city of Busan (South Korea). **Mar Pollut Bull,** v. 161, 111717, 2020. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111717.

KASPAR, H.F.; ASHER, R.A.; BOYER, I.C. Microbial nitrogen transformations in sediments and inorganic nitrogen fluxes across the sediment/water interface on the South Island West Coast, New Zealand. **Estuarine, Coastal an Shelf Science**, v. 21, n. 2, p. 245-255, 1985.

KESKIN, S. Distribution and accumulation ofheavy metals in the sediments of Akkaya Dam, Nigde, Turkey. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, n. 1, p. 449-460, 2012. DOI: 10.1007/s10661-011-1979-9.

LASSUDRIE, M.; HEGARET, H.; WIKFORS, G.; SILVA, P. M. da. Effects of marine Harmful Algal Blooms on bivalve cellular immunity and infectious diseases: a review. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 108, 103660, 2020. DOI: 10.1016/j.dci.2020.103660.hal-02880026.

IVIDES.org

LIU, D.; LIN, B.; KANDASAMY, S.; WANG. H.; LIU, Q.; ZOU, W.; ZHU, A.; ZOU J.; LOU, J.Y.; SHI, X. Geochemical appraisal of chemical weathering and metal contamination in coastal surface sediments, off Northwest Hainan Island, the Gulf of Tonkin. **Front. Mar. Sci.**, v. 6, p. 1-17, 2019. DOI: 10.3389/fmars.2019.00363.

LIU, W. X.; LI, X. D.; SHEN, Z. G.; WANG, D. C.; WAI, O. W. H.; LI, Y. S.. Multivariate statistical study of heavy metal enrichment in sediments of the Pearl River Estuary. **Environmental Pollution**, v. 121, n. 3, p. 377-388, 2003.

LOGULLO, R. T. A. **Influência das condições sanitárias sobre a qualidade das águas utilizadas para a maricultura no Ribeirão da Ilha – Florianópolis, SC**. 2005. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis, 2005.

LUOMA, S.N. Bioavailability of trace metals to aquatic organisms - A review. **Science of the Total Environment**, v. 28, n. 1-3, p. 1-22, 1983.

MANZONI, G.C.; MARENZI, A.W.C.; ABREU, J.G.N.; KUROSHIMA, K.N.; ALMEIDA, T.C.. **Monitoramento ambiental no Parque Aquicola da Enseada da Armação do Itapocoroi, Penha, SC - Uma abordagem multidisciplinar.** In: Estratégias de Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União.1 ed. Sao Paulo: Instituto de Pesca, v. 1, p. 72-75, 2019.

MIZUTA, D. D.; SILVEIRA-JÚNIOR, N.; FISHER, C. E.; LEMOS, D. Interannual variation in commercial oyster (Crassostrea gigas) farming in the sea (Florianópolis, Brazil, 27°44′ S; 48°33′ W) in relation to temperature, chlorophyll a and associated oceanographic conditions. **Aquaculture**, v. 366-367, p. 105-114, 2012.

NASCIMENTO, L. V. R. P. **Os processos hidrodinâmicos da Enseada de Itapocorói**. 2017. 148f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Centro de Ciências Físicas Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NHON, D. H.; THAO, N. van; LAN, T. D.; HA, N. M.; NGHI, D. T.; HA, T. M.; HAO, D. M.; CHIEN, N. van; THANH, T. D. Enrichment and distribution of metals in surface sediments of the Thanh Hoa coastal area, Viet Nam. **Reg Stud Mar Sci**, v. 41, p. 101574, 2021. DOI: 10.1016/j.rsma.2020.101574.

NIENCHESKI, L. F.; BAUMGARTEN, M. G. Z. Distribution of particulate trace metal in the southern part of the patos lagoon estuary. **Aquat Ecosyst Heal Manag**, v. 3, p. 515–520, 2000. DOI: 10.1080/14634980008650688.

ONTIVEROS-CUADRAS, J. F.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C.; PÉREZ-BERNAL, L. H.; SERRATO DE LA PEÑA, J. L.; SANCHEZ-CABEZA, J. A. Recent trace metal enrichment and sediment quality assessment in an anthropized coastal lagoon (SE Gulf of California) from 210Pb-dated sediment cores. **Mar Pollut Bull**, v. 149, p. 110653. 2019. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.110653.

ORR, J.C.; FABRY, V.J.; AUMONT, O.; BOPP, L.; DONEY, S.C.; FEELY, R.A.; GNANADISKAN, A.; GRUBER, N.; ISHIDA, A.; JHOOS, F.; KEY, R.M.; LINDSAY, K.; REIMER, W.M.; MATEAR, R.; MONFRAY, P.; MOUCHET, A.; NAJJAR, R.G.; PLATTNER, G.K.; RODGERS, B.; SABINE, C.L.; SARMIENTO, J.L.; SCHLITZER, R.; SLATER, R.D.; TOTTERDELL, I.J.; WEIRIG, M.F.; YMANAKA, Y.; YOOL, A. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. **Nature**, v. 437, p. 681-686, 2005.

PEREIRA, C., MOREIRINHA, C., TELES, L., ROCHA, R.J.M., CALADO, R., ROMALDE, J.L., NUNES, M.L., ALMEIDA, A., Application of phage therapy during bivalve depuration improves Escherichia coli decontamination. **Food Microbiology**, v. 61, p. 102-112, 2017. DOI: 10.1016/j.fm.2016.09.003.

PRUDÊNCIO, R. S. **Estudo numérico da circulação induzida pela maré na Baía de Florianópolis**. 2003. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

QINGJIE, G.; JUN, D.; YUNCHUAN, X.; QINGFEI, W.; LIQIANG, Y.. Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing. **Journal of China University of Geosciences**, v. 19, n. 3, p. 230-241, 2008.

IVIDES.org

RANJAN, P.; RAMANATHAN, A.L.; KUMAR, A.; SINGHAL, R.K.; DATTA, D.; VENKATESH, M.. Trace metal distribution, assessment and enrichment in the surface sediments of Sundarban mangrove ecosystem in India and Bangladesh. **Mar Pollut Bull**, v. 127, p. 541–547, 2018. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2017.11.047

RIISGARD, H.U.; KITTNER, C.; SEERUP, D.F. Regulation of opening state and filtration rate in filter-feeding bivalves (Cardium edule, Mytilus edulis, Mya arenaria) in response to low algal concentration. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 284, p. 105-127, 2003.

ROMERO-FREIRE, A; LASSOUED, J.; SILVA, E.; CALVO, S.; PÉREZ, F.F.; BEJAOUI, N.; BABARRO, J.M.F.; COBELO-GARCÍA, A. Trace metal accumulation in the commercial mussel M . galloprovincialis under future climate change scenarios. **Mar Chem,** v. 224, p. 103840, 2020. DOI: 10.1016/j.marchem.2020.103840.

RORIG, L.R.; GUIMARÃES, S.C.P.; LUGLI, D.O.; PROENÇA, L.A.O.; MANZONI, G.C.; MARENZI, A.C. monitorização de microalgas planctônicas potencialmente tóxicas na área de maricultura da enseada de Armação de Itapocoroy – Penha – SC. **Notas Técnicas Facimar**, v. 2, p. 71-79, 1998.

ROYAL SOCIETY. **Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide**. Policy document 12/05 Royal Society, London. Cardiff: The Clyvedon Press Ltd., 2005.

RUDNICK, R. L.; GAO, S. Composition of the Continental Crust. **Treatise in Geochemistry**. v. 3, p. 1-64, 2003. ISBN: 0-08-044338-9.

RUDORFF, N.; HAAGEN, M. van der; BONETTI, C.; BONETTI FILHO, J. B. Suspended Shellfish Culture Impacts On The Benthic Layer: A Case Study In Brazilian Subtropical Waters**. Brazilian Journal Of Oceanography** v. 60, n. 2, p. 219-232, 2012.

SANTA CATARINA. Ministério Público de Santa Catarina. **Saneamento Básico**. Santa Catarina: MPSC, [s.d.]. Disponível em: https://www.mpsc.mp.br/programas/saneamento-basico. Acesso em: 03 dez. 2021.

SCHETTINI, A.F.C.; KUROSHIMA, K.N.; PEREIRA-FILHO, J.; RORIG, L.W.; RESGALLA-JUNIOR, C. Oceanographic and Ecological Aspects of the Itajaí-Açu River Plume During a High Discharge. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, n. 2, p. 325-374, 1998.

SCHETTINI, C.A.F.; CARVALHO, J.L.B. de; TRUCCOLO, E.C. Aspectos hidrodinâmicos da enseada da Armação de Itapocoroy, SC. **Brazilian Journal Of Aquatic And Science Technology**, v. 3, n. 1, p. 99-109, 1999.

SEVASTYANOV, V.S.; FEDULOV, V.S.; FEDULOVA, V.Y.; KUZNETSOVA, O.V.; DUSHENKO, N.V.; NAIMUSHIN, S.G.; STENNIKOV, A.V.; KRIVENKO, A.P. Isotopic and Geochemical Study of Organic Matter in Marine Sediments from the Indigirka Delta to the Ice Shelf Border of the East-Siberian Sea. **Geochemistry International,** v. 57, p. 489-498, 2019.

SHI, J., LI, X., HE, T., WANG, J., WANG, Z., LI, P., LAI, Y., Sanganyado, E., LIU, W., Integrated assessment of heavy metal pollution using transplanted mussels in eastern Guangdong, China, **Environmental Pollution**, v. 18, Part A, p. 601-609, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.09.006.

SIMKISS, K.; TAYLOR, M. G. Metal fluxes across the membranes of aquatic organisms. **Health & Environmental Research Online**, v. 1, n. 1, p. 178-188, 1989.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Artigos Temáticos do AQUA**, v. 1, p. 9-16, 2012.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic Chemistry** - Chemical equilibria and rates in natural waters. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

TAN, K.; ZNEHG, H. Ocean acidification and adaptive bivalve farming. **Science of the Total Environment**, v. 701, p. 1-11, 2020.

TAYLOR, S. R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. **Geochim Cosmochim Acta,** v. 28, p. 1273-1285, 1964.

IVIDES.org

TESSIER, A., CAMPBELL, P. G. C., BISSON, M.. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. **Analytical Chemistry**, v. 51, n. 7, p. 844–851, 1979. DOI: 10.1021/ ac50043a017.

TRUCCOLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul SC. Florianópolis**. 1998. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

TURLEY, C.; BROWNLEE, C.; FINDLAY, H. S.; MANGI, S.; RIDGWELL, A.; SCHMIDT, D. N.; SCHROEDER, D. C. **Ocean Acidification in MCCIP** - Annual Report Card 2010-11, MCCIP Science Review, 2010. 27 p.

WANGERSKY, P. J. Biological control of trace metal residence time and. **Mar Chem,** v. 18, p. 269–297, 1986.

WEDEPOHL, K. H. The composition of the continental crust. **Geochim Cosmochim Acta**, v. 59, p. 1217-1232, 1995. DOI: 10.1016/0016-7037(95)00038-2.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 3. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 1999.

WHITELEY, N.M. Physiological and ecological responses of crustaceans to ocean acidification. **Marine Ecology Progress Series**, v. 430, p. 257-271, 2011.

YEVENES, M. A.; LAGOS, N. A.; FARÍAS, L.; VARGAS, C. A. Greenhouse gases, nutrients and the carbonate system in the Reloncaví Fjord (Northern Chilean Patagonia): Implications on aquaculture of the mussel, Mytilus chilensis, during an episodic volcanic eruption. **Sci Total Environ**, v. 669, p. 49-61, 2019. DOI: 10.1016/ j.scitotenv.2019.03.037.

YOUYUAN, S.; TAO, Y.; WANG, K.; SIMIN, H.; WUZHI, Y.; QIN, F.G.F.. Soil heavy metal lead pollution and its stabilization remediation technology. **Energy Rep**, v. 6, p. 122-127, 2020.

Capítulo 28

ANDRADE, J.; SCHERER, M.E.G. **Decálogo da gestão costeira para Santa Catarina**: avaliando a estrutura estadual para o desenvolvimento do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 29, p. 139-154, 2014.

AVELINO, F.; WITTMAYER, J.M.; PEL, B.; WEAVER, P.; DUMITRIU, A.; HAXELTINE, A.; KEMP, R.; JORGENSEN, M.S.; BAULER, T.; RUIJSINK, S.; O'RIORDAN, T. Transformative social innovation and (dis) empowerment. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 145, p. 195-206, ago. 2019.

BARRAGÁN, J.M. **Política, Gestión y Litoral:** Una nueva visión de la Gestión Integrada de áreas Litorales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación , la Ciência y la Cultura (UNESCO). Oficina regional de ciência para América Latina y el Caribe. Editorial Tébar Flores, 2014. 685 p.

BERRY, J. Ejemplos prácticos de la importancia de las olas como recurso recreativo, económico y natural. **Jornadas sobre la protección de las olas como recurso natural, económico y recreativo**, 1., Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España, 25 fev. 2010.

BOCK, B.B. Rural marginalization and the role of social innovation: a turn towards nexogenous development and rural reconnection. **Sociologia Ruralis**, v. 56, n. 4, p. 552-573, 2016.

BORGES, M., BOSQUÊ-RUY, B. 2005. **Surf Guia Brasil – Litoral Sul e Sudeste**. Florianópolis, SC: Editora Resgate, 2005. 178 p.

BOSQUETTI, M.A.; SOUZA, M.A. **Surfonomics Guarda do Embaú, Brazil**: the economic impact of surf tourism on the local economy. 1. ed. Florianópolis, SC: UFSC, 2019. 25 p.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. **Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mai. 1988.

IVIDES.org

BRASIL, V,Z.; RAMOS, V.; GODA, C. A produção científica sobre surf: uma análise a partir das publicações entre 2000- 2011. **Pensar a Prática**, Goiânia, v. 16, n. 3, p. 619-955, jul./set. 2013. https://doi.org/10.5216/rpp.v16i3.19466.

CABRERA, G. **Reservas de Surf**: Análise diagnóstica de áreas potenciais no Litoral do Estado de São Paulo. 2021. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas com Habilitação em Gerenciamento Costeiro). Universidade Estadual Paulista, Campus do Litoral Paulista, Instituto de Biociências, São Vicente, SP, 2021.

CABRERA, G.; ABESSA, D.M.S. Auto-diagnóstico para seleção de Reservas de Surf: um protocolo de análise. **Revista Costas**, v. 2, n. 2, p. 149-168, 2020. DOI: https://doi.org/10.26359/costas.1402

CARMO, J. A. do. Proteção costeira, prática de surf & valorização ambiental. **Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa**, 5., 30 set.-02 out. 2009, Santa Catarina, Brasil.

CARVALHO, K. **Guia do Litoral Sudeste e Sul Hardcore**. São Paulo, SP: BWE, 2000. 64 p.

CAVALCANTE, J.S.I.; ALOUFA, M.A.I. Gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise quantitativa do plano nacional de gerenciamento costeiro. **Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 8, n. 2, p. 89-107, 2018.

CHATWIN, A. **Priorities for coastal and marine conservation in south america**. Arlington, USA: The Nature Conservancy, 2007.

CICIN-SAIN, B. Sustainable Development and Integrated Coastal Management. **Ocean & Coastal Management**, v. 21, p. 11-43, 1993.

CONGRESO DE LA REPUBLICA DEL PERU. **Ley 27280**: Ley de Preservación de las Rompientes apropiadas para la Práctica Deportiva. 16 mai. 2000. Disponível em: http://www.ipd.gob.pe/images/documentos/normas/sector/Ley%20N%2027280.pdf . Acesso em: 31 out. 2020.

CONSERVATION INTERNATIONAL. **The Surf Conservation Partnership Protecting world-class waves and vital marine ecosystems**. CI, 2020. Disponível em: https://www.conservation.org/priorities/the-surf-conservation-partnership. Acesso em: 12 out. 2020.

CORNE, N. P. The Implications of Coastal Protection and Development on Surfing. **Journal of Coastal Research**, v. 25, n. 2, 2009.

FARIAS, R. 2017. **Legal protection of waves Due to its Recreational and Aesthetic Value**: The case of Chile. Summary for the workshop at 4th International Marine Protected Areas Congress, La Serena-Coquimbo, Chile, 2017, p. 2.

FARMER, B., SHORT, A. D. Australian National Surfing Reserves – rationale and process for recognising iconic surfing locations. **Journal of Coastal Research**, SI 50, p. 99-103, 2007.

FIGUEIREDO, M.F.; ALMEIDA, F.B. **O Estado da arte sobre as Reservas de Surf**: uma visão escalar, do global à proposta de um programa nacional. Florianópolis, SC: Instituto APRENDER Ecologia, 2019. 90 p.

FIGUEIREDO, M.F.; ALMEIDA, F.B.; MALAVOLTA, J.; MARTINEZ, D.I.; VEIGA LIMA, F.A.; SANTOS, M.D.; COSTA, R.G. O Estado da arte sobre as Reservas de Surf: uma visão escalar, do global à proposta de um programa nacional. **Workshop da Região Sudeste**. Florianópolis, SC: Instituto APRENDER Ecologia; Instituto Ecosurf; Instituto Linha D'Água; SOS Mata Atlântica, 2019. 34 p.

FILOSA, G.F. **The surfer's almanac**: An international surfing guide. New York: Dutton, 1977.

FUNDACIÓN ROMPIENTES. **Ley de Rompientes**: protejamos nuestras olas para siempre. Disponível em: https://leyderompientes.cl/. Acesso em: 31 out. 2020.

MATOS, M.G. de;, SANTOS, A.;, FAUVELET, C.; MARTA, F.; EVANGELISTA, E.S.; FERREIRA, J.; MOITA, M.; CONIBEAR, T.; MATTILA, M. Surfing for social integration: Mental health and well-being promotion through surf therapy among institutionalized young people. **Journal of Community Medicine & Public Health Care**, v. 4, 026, 2017. DOI: https:/doi.org/10.24966/CMPH-1978/100026

GORAYEB, M.A. **O surfista como ator no processo de construção da sustentabilidade**: uma proposta participativa. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

IVIDES.org

HALPERN, B.S.; WALBRIDGE, S.; SELKOE, K.A.; KAPPEL, C.V.; MICHELI, F.; D'AGROSA, C.; BRUNO, J.B.; CASEY, K.S.; EBERT, C.; FOX, H.E.; FUJITA, R.; HEINEMANN, D.; LENIHAN,H.S.; MADIN, E.M.P.; PERRY, M.T.; SELIG, E.R.; SPALDING, M.; STENECK, R.; WATSON, R. A global map of human impact on marine ecosystems. **Science**, v. 319, p. 948–952, 2008.

HARO, A. (ed.). This Is the Re-Birth of Fukushima Surfing. **The Inertia**, aug. 2018. Disponível em: https://www.theinertia.com/surf/fukushima-nucluear-meltdown-olympic-surf/. Acesso em: 01 mar. 2021.

HARRISON, D.; KLEIN, J.-L.; BROWNE, P.L. Social innovation, social enterprise and services. *In:* GALLOUJ, F. and DJELLAL, F. (ed.). **Handbook of Innovation and Services**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2011. p. 197-221.

HEYDEN, D. (ed.). Big Oil Threatens U.S. and Australian Coasts; Surfers Fight Back. **The Inertia**, mar. 2019. Disponível em: https://www.theinertia.com/environment/big-oil-dont-surf-australia-united-states-environment-bight-coastal-waters-protest/. Acesso em: 01 mar. 2021.

HIGNETT, A.; WHITE, M.P.; PAHL, S.; JENKIN, R.; LE FROY, M. 2018. Evaluation of a surfing programme designed to increase personal well-being and connectedness to the natural environment among 'at risk' young people. **Journal of Adventure Education and Outdoor Learning,** v. 18, p. 53-69, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1080/14729679.2017.1326829. Acesso em: 02 mar. 2021.

HOLLING, C.S. Understanding the complexity of economic, ecologic and social systems. **Ecosystems**, v. 4, p. 390-405, 2001.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo 2010.** Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados. Acesso em: 16 jun. 2021.

JANSSEN, M.A.; BODIN, Ö.; ANDERIES, J M.; ELMQVIST, T.; ERNSTSON, H.; MCALLISTER, R.R.J.; OLSSON, P.; RYAN, P.. 2006. A network perspective on the resilience of social-ecological systems. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, [n.p.], 2006. Disponível em: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art15/. Acesso em: 02 mar. 2021.

LAZAROW, N. Using observed market expenditure to estimate the value of recreational surfing to the Gold Coast. Australia. **Journal of Coastal Research**, SI 56, Proceedings of the 10th International Coastal Symposium ICS, 2., 2009. p. 1130–1134.

LAZAROW, N.; MILLER, M.L.; BLACKWELL, B. The value of recreational surfing to society. **Tourism in Marine Environments**, v. 5, n. 2-3, p. 145–158, 2008. DOI: https://doi.org/10.3727/154427308787716749.

LIRA, P. (org.). AZTI Tecnalia. **Jornadas sobre la protección de las olas como recurso natural, económico y recreativo**, 1., Universidad de La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España, 24-25 fev. 2010.

LLANTADA, I.C.R. **Reservas de Surfe no Brasil**: análise do potencial de certificação da Ilha do Mel, litoral do Paraná. 2019. 115 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade Federal do Paraná, 2019.

MARTIN, S. A. The Conservation of Coastal Surfing Resources in Thailand: The Andaman Sea. **ICENR 2010 "The Changing Environment: Challenges for Society"**, 10-12 nov. 2010, Mahidol University, Salaya Campus, Bangkok, Thailand.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao27072011042233.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

MONTEFERRI, B., SCHESKE, C., MULLER, M. R. La protección legal de rompientes de surf: una opción para la conservación y desarrollo". *In*: MULLER, M. R.; OYANEDEL, R.; MONTEFERRI, B. (ed.). **Mar, costas y pesquerías**: una mirada comparativa desde Chile, México y Perú. Chile: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 1. ed., 2019. p. 201-213.

MUNK, W.H.; MILLER, G.R.; SNODGRASS, F.E.; BARBER, N.F. **Directional recording of swell from distant storms**. London: Phil. Trans. Royal Soc., v. 255, p. 505-584, 1963.

IVIDES.org

OZBEACHES. **National Surfing Reserves of Australia**. 2020. Disponível em: https://www.ozbeaches.com.au/pages/national-surfing-reserves-of-australia. Acesso em: 12 out. 2020.

PERYMAN, B., SKELLERN, M. Planning tools for surfing breaks. **Coastal News**, v. 46, p. 1-3, 2011. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/56362083.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

POLETTE, M.; SILVA, L.P. GESAMP, ICAM e PNGC: Análise comparativa entre as metodologias de gerenciamento costeiro integrado. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 4, p. 27- 31, 2003.

RATTEN, V. Social innovation in sport: the creation of Santa Cruz as a world surfing reserve. **International Journal of Innovation Science**, v. 11, n. 1, p. 20-30, 2019.

REZENDE, M. 2004. **A história do surf e o perfil dos surfistas do litoral norte paulista**. 2004. 59 f. Monografia de Conclusão de Curso (Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, M. D. dos. **Reservas de surfe**: uma análise jurídica da governança do espaço marinho-costeiro. 2018. 179 f. Tese (Direito Político e Econômico) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

SANTOS, M. D. dos. Uso Recreativo na Estratégia de Gestão do Sistema Costeiro-Marinho: o Exemplo da Proteção dos Surf Breaks. *In*: OLIVEIRA, C.C. *et al.* (org.). **Meio Ambiente Marinho, Sustentabilidade e Direito**. v. 2. A conservação e o uso sustentável dos recursos marinhos na zona costeira, na plataforma continental e nos fundos marinhos. Editora Lumen Juris. Rio de Janeiro, RJ, 2021. p. 47-75.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de Manejo do Parque Estadual Xixová-Japuí**. São Paulo, SP: Fundação Florestal, 2010. 544 p. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2012/01/PE_XIXOVA-JAPUI/PEXJ-Principal.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

SCARFE, B.E.; HEALY, T.R.; RENNIE, H.G.; MEAD, S.T.l. Sustainable management of surfing breaks: case studies and recommendations. **Journal of Coastal Research,** v. 25, n. 2, p. 684-703, 2009.

SCHERER, M.; ASMUS, M.; FILET, M.; SANCHEZ, M.; POLETI, E.A. El manejo costero en Brasil: análisis de la situación y propuestas para una posible mejora. *In*: FARINÓS DASÍ, J. (ed. y coord.). **La Gestión Integrada de Zonas Costeras** ¿Algo más que una Ordenación del Litoral Revisada? La GIZC como evolución de las prácticas de planificación y gobernanza territoriales. n. 9. Valencia: PUV/IIDL, 2011. (Colección "Desarrollo Territorial").

SCHESKE, C.; RODRIGUEZ, M.A.; BUTTAZZONI, J.E.; STRONG-CVETICH, N.; GELCICH, S.; MONTEFERRI, B.; RODRÍGUEZ, L.F.; RUIZ, M. Surfing and marine conservation: Exploring surf-break protection as IUCN protected area categories and other effective area-based conservation measures. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 29, n. 52, p. 195-211, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1002/aqc.3054. Acesso em: 02 mar. 2021.

SHORT, A.D.; FARMER, B. Surfing reserves: recognition for the world's surfing breaks. **Reef Journal**, v. 2, p. 1-14, 2012.

SILVA, S.T.; SANTOS, M.D.; DUTRA, C. Reservas de surf e a proteção da sociobiodiversidade. Nomos: **Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da UFC**, Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 345-367, jul/dez. 2016.

STW (Save the Waves Coalition). **World Surfing Reserves**. Disponível em: https://www.savethewaves.org/wsr/. Acesso em: 12 out. 2020.

THIA-ENG, C. Essential elements of Integrated Coastal Zone Management. **Ocean & Coastal Management**, v. 21, p. 81-108, 1993.

UN (United Nations). **Factsheet**: People and Oceans. The Ocean Conference, New York, jun. 2017.

VEIGA LIMA, F. A. **Estudio para la creación de una Reserva Mundial de Surf en la Playa de Joaquina - Isla de Santa Catarina, SC, Brasil.** 2011. 117 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Costeira) – Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Espanha, 2011.

IVIDES.org

VEIGA LIMA, F. A. *et al*. Análisis de parámetros para la creación de una Reserva Mundial de Surf en la Playa de Joaquina - Isla de Santa Catarina, SC, Brasil. **1º GIAL – Congresso Ibero-americano de Gestão de Áreas Litorais**, Cádiz, Espanha, 25-27 jan. 2012.

VEIGA LIMA, F. A..; SANTOS, M. D. dos. O início da proteção das ondas e as ameaças ao meio ambiente marinho costeiro. *In*: FIGUEIREDO, M. F.; ALMEIDA, F. B. (org.). **O Estado da arte sobre as Reservas de Surf**: uma visão escalar, do global à proposta de um programa nacional. Florianópolis, SC: Instituto APRENDER Ecologia, 2019. p. 18-48.

WHITE, M.P.; PAHL, S.; WHEELER, B.W.; FLEMING, L.E.F.; DEPLEDGE, M.H. The 'Blue Gym': What can blue space do for you and what can you do for blue space? **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, p. 5-12, 2016.

Capítulo 29

AMARO, C. A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento**. 2009. 224 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Hidráulica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-121147/pt-br.php. Acesso em: 30 set. 2020.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Atlas Esgotos**: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, DF: ANA, 2013a. Disponível em: http://atlasesgotos.ana.gov.br/. Acesso em: 03 mar. 2021.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013**. Brasília, DF: ANA, 2013b. 432 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual. 2018. Brasília, DF: ANA, 2018. 72 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Enquadramento dos corpos d'água em classes.** Brasilia, DF: ANA, 2020. 57 p.

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012.** Brasilia, DF: ANA, 2012. 264 p.

BARRERA-ROLDÁN, A.; SALDÍVAR-VALDÉS, A. Proposal and application of a Sustainable Development Index. **Ecological Indicators**, v. 2, p. 251-256, 2002.

BORTOLIN, T. A. *et al*. Avaliação do Índice de Conformidade ao Enquadramento em um Trecho da Bacia do rio São Marcos. *In:* **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 20., 17 a 22 de novembro de 2013, Bento Gonçalves, RS, 2013.

BOSSEL, H. **Earth at a Crossroads**: Paths to a Sustainable Future. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

BRASIL. **Lei Federal n° 9.433, de oito de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei. Brasília, DF, Diário Oficial da União, 09 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 06 out. 2020.

BRENTANO, D. M.; ROSA, G. C. Avaliação da toxicidade aguda do efluente de atividades potencialmente poluidoras situadas no entorno da ESEG Carijós. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 1, n. 2, p. 42, 2013.

CABRAL, A. *et al*. Water masses seasonality and meteorological patterns drive the biogeochemical processes of a subtropical and urbanized watershed-bay-shelf continuum. **Science of The Total Environment**, v. 749, 141553, 2020.

IVIDES.org

CAMPANARIO, P. **Florianópolis**: dinâmica demográfica e projeção da população por sexo, grupos etários, distritos e bairros (1950 - 2050). Florianópolis: IPUF, 2007.

CARVALHO, A. P. **Utilização do Índice de Qualidade da água (iqa–ccme) para verificação de conformidade ao enquadramento no Ribeirão São João em Porto Nacional – TO.** 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Recursos Hídricos) - Pós-Graduação Profissional em Engenharia Ambiental, Campus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, 2017.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. **Química Nova**, v. 23, n. 5, 2000.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life:** CCME Water Quality Index User's Manual. Canadian environmental quality guidelines (CEQGs). Winnipeg, CA: CCME, 2001.

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index User's Manual 2017 update**. Canadian environmental quality guidelines (CEQGs). Winnipeg, CA: CCME, 2017.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). **Qualidade das Águas Salinas e Salobras no Estado de São Paulo 2013.** 2º Parte do relatório de águas superficiais. Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/relatorio-aguas-superficiais-2013-parte2.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais**. v. 1. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. 336 p.

CONEGLIAN, M. G. **Avaliação dos índices de qualidade da água bruta de um manancial em área urbana**. 2020. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2020.

COSTA, H. F. **Monitoramento da qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015**. 2016. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **Journal of Environmental Management**, v. 21, n. 2, 1985.

ESPINOSA, B. C.; HIDALGO, Y. G. Índice canadiense de calidad de las aguas para la cuenca del río Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 23, n. 3, 2014.

FERREIRA, N. C. **Aplicação de Índices de Qualidade de Água (IQA) como apoio à carcinicultura marinha**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Programa de Pós-graduação em Aquicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, UFSC, 2009.

FIDÉLIS FILHO, N. L. **Uma abordagem sobre as profundas modificações na morfometria fluvial da bacia hidrográfica do Rio Ratones-Florianópolis/SC, num periodo de quarenta anos, e suas possíveis conseqüências**. 1998. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

FREITAS, A. M. V. de. **Efeito de eventos meteo-oceanográficos na qualidade da água e no transporte de materiais em um pequeno estuário subtropical**. 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado profissional em perícias ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. 2009. 243 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GERLING, C. *et al*. **Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores**. Santos, SP: Editora Comunicar, 2016.

IVIDES.org

GOMES, G. A. **Qualidade da água e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Papaquara, Florianópolis**. 2010. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

HAMMOND, A. *et al*. **Environmental indicators**: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington, DC: World Research Institute, 1995.

HARDIR, P.; ZDAN, T. (ed.). **Assessing sustainable development:** principles in practice. Canada: International Institute for Sustainable Development, 1997.

HARMANCIOGLU, N. B.; OZKUL, S. D.; ALPASLAN, M. N. Water Quality Monitoring and Network Design. cap. 4. *In*: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N. **Environmental Data Management**. [*S.l*]: Springer Science; Business Media Dordrecht, 1998. p. 61-106. (Water Science and Technology Library book series; 27)

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Autorização de dragagem canal Av. das Algas**. 2010. (Processo Administrativo nº 02127.000487/2010-18, Interessado: Habitasul Jurerê Internacional).

IDE, C. N. *et al*. IQAS para Mato Grosso do Sul: quais refletem a situação real? *In*: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental., 17., Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, [**Anais**...], 2000.

IGAM(Instituto Mineiro de Gestão das Águas). **Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013:** resumo executivo. Belo Horizonte, MG: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2014. 68 p. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/resumo-executivo-2013.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

IPUF (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Florianópolis). **Atlas de Florianópolis.** Florianópolis: IPUF, 2006.

LOITZENBAUER, E.; MENDES, C. A. B. A dinâmica da salinidade como uma ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos na zona costeira: uma aplicação à realidade brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 2, p. 233–245, 2011.

LOPES, M. **A evolução urbana da Ilha de Santa Catarina e sua influência na hidroquímica e pressão de CO2 de riachos subtropicais**. 2020. 91 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Programa de Pós Graduação em Ecologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

LOZADA, P. T.; VÉLEZ, C. H. C.; PATIÑO, P. Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. **Revista de Ingenierías Universidad de Medellín**, v. 8, n. 15, p. 3, 2009.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos:** realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 686 p.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILIPPI JUNIOR, A. Indicadores de sustentabilidade: uma abordagem conceitual. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T.F. **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Barueri: Manole, 2013.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development**. USA: The Sustainability Institute, Hartland Four Corners, 1998. 78 p.

MENEZES, J. M.; SILVA JÚNIOR da, G. C.; PRADO, R. B. Índice de Qualidade de Água (IQACCME) aplicado à avaliação de aquíferos do estado do Rio de Janeiro. **Águas Subterrâneas**, v. 27, n. 2, 2013.

OECD (Organization for Economic Co-operation on Development). **Environmental Indicators: concets and terminology**. Paris: Group on the state of the environment, OECD, 1993.

OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). **To measure sustainable development**. Paris: Organization for Economic Co-operation on Development, 2000.

IVIDES.org

OLIVEIRA, I. da S. *et al*. Índice de Conformidade ao Enquadramento nos Reservatórios Jucazinho, Bituri, Botafogo e Pirapama, em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, 2018.

OTT, W. R. **Environmental indices:** theory and practice. v. 8. Michigan, USA: Ann Arbor Science Publishers, 1978. 371 p.

PAGLIOSA, R. P. **Variação espacial nas características da água, dos sedimentos e da macrofauna bentônica em áreas urbanizadas e em unidades de conservação na Baía da Ilha de Santa Catarina**. 2004. 100 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PANDOLFO, C. *et al*. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. v. 1. Florianópolis: Epagri, 2002.

PARIZOTTO, B. A. D. M. **Qualidade da água e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina (Brasil)**. 2009. 147 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PINTO, C. *et al*. Análise dos valores do Índice de Conformidade ao Enquadramento no baixo do Rio das Velhas, situado na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. *In:* **Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**, Juazeiro, PA, 5 a 9 de junho de 2016.

PMF (Prefeitura Municipal de Florianópolis). **Plano Integrado de Saneamento Básico**. Florianópolis: Secretaria Municipal de Infraestrutura, Superintendência de Habitação e Saneamento, [*S.l.*], [s.d.]. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/infraestrutura/index.php?cms=plano+integrado+de+saneamento+basico. Acesso em: 03 mar. 2021.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avancados**, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

REED, M .S.; FRASER, E. D. G.; DOUGILL, A. J. An adaptive learning process fordeveloping and applying sustainability indicators with local commu-nities. **Ecological Economics**, n. 59, p. 406–418, 2006.

RODRIGUES, C. J. **Águas de Carijós:** Passado, Presente, Futuro e seus Impactos. 2016. 153 f. Dissertação (Mestrado profissional em perícias ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2016.

RODRIGUES, C. J.; FRANCO, D.; FONSECA, A. L. O.; LEITE, N. K.; GARBOSSA, L. H. P.; SILVA, A. R. Change in the dynamics of salinity and water quality of an island estuary by the discharge of effluents. **RBRH**, v. 26, e25, 2021. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-0331.2621202100263.

SANTOS, K. M. S. et al. Avaliação do Comportamento Sazonal da Qualidade da Água do Rio Pitanga, Sergipe. *In:* **XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, Maceió, Alagoas, 20-24 nov. 2018.

SANTOS, R. C. L. *et al*. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, p. 33–46, 2018.

SCARNECCHIA, D. L.; JORGENSEN, S. E. Fundamentals of Ecological Modelling. **Journal of Range Management**, v. 48, n. 6, 1995.

SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. H. de. Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas no Brasil: um diagnóstico. *In*: BARRAGÁN MUÑOZ, J.M. (coord.). **Manejo costero integrado y política pública en Iberoamérica:** Un diagnóstico. Necesidad de cambio. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), 2010. p. 291–330.

SILVA, A. R. da. **Avaliação da qualidade ambiental e do processo de eutrofização na bacia hidrográfica do Papaquara, Ilha de Santa Catarina, SC**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015.

SILVA, A. R. da. **Avaliação do Processo de Eutrofização das Águas Superficiais, do Cenário Nacional ao Local:** Estudo de Caso nas Bacias Hidrográficas Costeiras dos Rios Ratones, Itacorubi e Tavares (Ilha de Santa Catarina, Brasil). 2019. 309 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciência Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

IVIDES.org

SILVA, A. R. da *et al.* Aplicação do modelo TRIX para avaliação da qualidade da água dos rios que drenam para Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis, SC, Brasil. *In*: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 20., Florianópolis, SC, 2013.

SILVA, A. R. da *et al.* Application of ecological indicators in coastal watershed under high pressure during summer period. **RBRH**, v. 21, n. 3, p. 537–548, 2016.

SILVA, M. T. L. **Adaptação e aplicação do índice de conformidade ao enquadramento (ICE) de curso d'água.** 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Recursos Hídricos) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2017.

STANKEY, G.H. *et al.* The Limits of Acceptable Change (LAC) system for wilderness planning. EUA: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1985. 39 p. (General Technical Report INT, 176)

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. v. 1. [*S.l.*]: Edição dos Autores, 2003.

TWINING-WARD, L.; BUTLER, R. Implementing STD on a Small Island: development and use of sustainable tourism development indicators in Samoa. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 10, n. 5, p. 363-387, 2002.

VALENTIN, A.; SPANGENBERG, J.H. A guide to community sustainability indicators. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 20, p. 381–392, 2000.

VITORETTE, T. **Avaliação da Qualidade da Água do entorno da ESEC Carijós**: Rio Papaquara, Município de Florianópolis/SC. 2008. Iniciação Científica (Graduação em Curso Técnico de Meio Ambiente) -Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007.

Posfácio

BERTALANFFY, L. V. The theory of open systems in Physics and Biology. **British Journal of Philosophical Science**, v. 1, n. 2, p. 134-165, 1950.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2006. 360 p.

KAPP, K.W. **The social costs of private enterprise**. 2. imp. USA, New York: Schocken Books, 1975.

MARCELLESI, F. Nicholas Georgescu-Roegen, padre de la bioeconomía. **Ecología Política**, n.35, p.143-144, jun. 2008.

MARTINS, D.B.; AMORIM, R.F. de. A construção do debate ambientalista numa perspectiva do direito constitucional: da demanda global à efetivação nacional e local. *In*: **VI Congresso Nacional do CONPEDI 2007**, Belo Horizonte 15 a 17 de novembro de 2007. Disponível em: http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/dayse_braga_martins.pdf. Acesso em: dez. 2021.

MAY, P. (org.) **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 379 p.

ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. 927 p.

QUIROGA, R.M. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible**: estado del arte y perspectivas. Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL, 2005. 122 p. (Serie manuales; 43).

SCHAEFFER, Y.; DISSART, J.-C. Natural and Environmental Amenities: A Review of Definitions, Measures and Issues. **Ecological Economics**, v. 146, p. 475–496, 2018.

SOUTO, R.D. **Desenvolvimento Sustentável**: da tentativa de definição do conceito às experiências de mensuração. 2011. 283f. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2011.

IVIDES.org

STATISTICS CANADA. **Canadian environmental sustainability indicators**. Canada: Statistics Canada, 2007a. 67 p.

STATISTICS CANADA. **Canadian environmental sustainability indicators**: socio-economic Information. Canada: Statistics Canada, 2007b. 200 p.

UN (United Nations). International Frameworks of Environmental Statistics and Indicators. *In*: **Inception Workshop on the Institutional Strengthening and Collection of Environment Statistics**, 25-28 April 2000, Samarkand, Uzbekistan. New York: United Nations Statistics Division, 2000. 10 p.

UNCSD (United Nations Comission on Sustainable Development). **Indicators of sustainable development**: guidelines and methodologies. New York: UNCSD, 2001. 320p.

UNDP (United Nations Development Programme). **Human Development Report 1990**. New York: UNDP, Oxford University Press, 1990. 189 p.

UNESCAP (United Nations Economic and Social Comission for Asia and the Pacific). **Manual on Environment Statistics**. Chapter 1 - Environment Statistics: The basics. Bangkok, Thailand: UNESCAP, 2002. 87 p.

IVIDES.org

INSTITUTO VIRTUAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - IVIDES.org

COMPOSIÇÃO DA EQUIPE

Presidenta

Dra. Raquel Dezidério Souto

Pesquisadores associados

Aichely Rodrigues da Silva

André Cavalcante da Silva Batalhão

Beatriz Vanacôr Barroso Bandeira de Mello

Claudinei José Rodrigues

Daiane Johann

Deivdson Brito Gatto

Douglas Vieira da Silva

Flávio Santos de Lacerda Soares

Jaísa Vedana

Lidiane dos Santos Lima

Marco Antônio Alves da Silva

Rita de Cássia Dutra

Valéria Gonçalves da Vinha

Estudantes

Adriana da Silva Ribeiro

Anderson de Queiroz Pontes

Daniel Orsi da Costa

Mithaly Salgado Correa

Ricardo Chrystian Matos Carvalho

"Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas" é uma iniciativa do Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável – IVIDES.org, com o intuito de disseminar conhecimento científico gerado por uma série de pesquisadores que tem se dedicado aos estudos da Zona Costeira, bioma tão estratégico e importante para o País, e de outras áreas de igual relevância, que fazem interface com o mesmo. O livro concentra trabalhos em diversas áreas temáticas, característica importante para o subsídio informacional ao Gerenciamento Costeiro Integrado e à gestão ambiental das áreas costeiras, dada a complexidade de seu conjunto de aspectos ambientais e socioeconômicos e o adensamento populacional, característico desta região. Com a divulgação ampla e irrestrita do livro, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento de tais áreas e para o aperfeiçoamento dos instrumentos de monitoramento & avaliação e das políticas públicas, que têm como objeto, a gestão costeira no Brasil.

ISBN: 978-65-00-47292-9
9 786500 472929
CBL

IVIDES.org