



BPBES
Plataforma Brasileira
de Biodiversidade
e Serviços Ecossistêmicos



1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos







BPBES
Plataforma Brasileira
de Biodiversidade
e Serviços Ecossistêmicos



CÁTEDRA UNESCO
para a Sustentabilidade
do Oceano

1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

.....
Editores: Cristiana Simão Seixas
Alexander Turra
Beatrice Padovani Ferreira

SUMÁRIO

SOBRE O 1º DIAGNÓSTICO MARINHO-COSTEIRO

INTRODUÇÃO

A importância do Oceano

A importância da conservação do Oceano

Conceitos e princípios que embasam o 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

Objetivo e estrutura do 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

Recorte espacial e temporal

Estrutura lógica e abordagem analítica

Capítulos

Referências

Anexo I

CAPÍTULO 1: CONTRIBUIÇÕES DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DA ZONA MARINHA-COSTEIRA PARA A SOCIEDADE

Sumário Executivo

1.1. Introdução

1.2. Contribuições da natureza para as pessoas a partir da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos

1.2.1. Contribuições de regulação

1.2.2. Contribuições materiais

1.2.2.1. Energia

1.2.2.2. Alimentos e alimentação

1.2.2.3. Materiais e trabalho

1.2.2.4. Recursos medicinais, bioquímicos e genéticos

1.2.3. Contribuições imateriais

1.2.3.1. Aprendizado e inspiração

1.2.3.2. Experiências físicas e psicológicas

1.2.3.3. Sustentando identidades

1.2.4. Manutenção de opções

1.3. Lacunas de dados e conhecimento

Agradecimentos

Referências

CAPÍTULO 2: HISTÓRICO DE MUDANÇA E O ESTADO ATUAL DA BIODIVERSIDADE DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Sumário Executivo

2.1. Introdução

2.2. Estado atual da biodiversidade marinha-costeira e processos relacionados

2.2.1. Os ambientes físicos

2.2.2. Os habitats e a biota

2.2.2.1. Manguezais e marismas

2.2.2.2. Pradarias de gramas marinhas

2.2.2.3. Formações recifais

2.2.2.4. Costões e afloramentos rochosos

2.2.2.5. Ecossistemas pelágicos

2.2.2.6. Mar profundo

2.3. Indicadores de mudanças

2.3.1. Extensão de habitats costeiros terrestres e perda de cobertura vegetal

2.3.1.1. Praias e dunas

2.3.1.2. Manguezais e apicuns

2.3.1.3. Marismas

2.3.2. Perda de bancos de macroalgas

2.3.3. Cobertura e branqueamento de corais

2.3.4. Florações de macroalgas

2.3.5. Florações de microalgas nocivas

2.3.6. Explosões populacionais de animais gelatinosos

2.3.7. Alterações nas populações de espécies migratórias

2.3.8. Impactos do plástico na vida marinha

2.3.9. Poluentes orgânicos persistentes

2.3.10. Abundância de estoques pesqueiros

2.4. Lacunas de dados e conhecimento

Agradecimentos

Referências

CAPÍTULO 3: VETORES DE MUDANÇA DA BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Sumário Executivo

3.1. Introdução

3.2. Vetores de mudança indiretos

- 3.2.1. Sistemas de governança, gestão e instituições
 - 3.2.2. Gestão coletiva da biodiversidade costeira
 - 3.3. Vetores de mudança diretos antropogênicos
 - 3.3.1. Dinâmicas territoriais do litoral
 - 3.3.2. Infraestrutura
 - 3.3.3. Pesca e aquicultura
 - 3.3.4. Invasões biológicas
 - 3.3.5. Poluição e mudanças relacionadas aos ciclos biogeoquímicos
 - 3.3.6. Importação e exportação de impactos
 - 3.4. Interações entre os vetores de mudança no bioma marinho e costeiro
 - 3.5. Lacunas de dados e conhecimento
- Agradecimentos
- Referências

CAPÍTULO 4: CENÁRIOS DE TRANSFORMAÇÃO DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Sumário Executivo

4.1. Introdução

- 4.2. Cenários de transformação de áreas marinhas-costeiras no Brasil
 - 4.2.1. Vetores de mudanças sobre os ecossistemas marinhos-costeiros
 - 4.2.1.1. Mudanças climáticas: aspectos físicos e biogeoquímicos
 - 4.2.1.2. Pressões de uso/ocupação: urbanização e turismo
 - 4.2.1.3. Infraestrutura de transportes e energia
 - 4.2.1.4. Exploração de recursos pesqueiros
 - 4.2.1.5. Exploração de recursos minerais
 - 4.2.1.6. Poluição nos ecossistemas marinhos-costeiros
 - 4.2.2. Uma síntese de projeções e referências
 - 4.3. Cenários possíveis: caminhos seguros para a sustentabilidade
 - 4.3.1. Caminhos socioeconômicos compartilhados e respostas possíveis (onde estamos e para onde vamos?)
 - 4.3.2. Relações socioeconômicas e cobenefícios entre múltiplos serviços ecossistêmicos
 - 4.3.3. Lacunas de conhecimento: o que é preciso saber e quais as fontes de conhecimento a explorar?
 - 4.4. Considerações finais
- Referências
- Apêndice A.4

CAPÍTULO 5: OPORTUNIDADES E OPÇÕES DE GOVERNANÇA PARA CONSERVAR E RESTAURAR A BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Sumário Executivo

- 5.1. Introdução
- 5.2. O estado da arte da governança da zona marinha-costeira
 - 5.2.1. Políticas públicas
 - 5.2.2. Atores da governança marinha-costeira
 - 5.3. Oportunidades para a governança: estudos de caso
 - 5.3.1. Áreas de Proteção Ambiental Marinhas do estado de São Paulo
 - 5.3.2. Os Comitês de Gestão Pesqueira no contexto da pesca da tainha
 - 5.3.3. Licenciamento ambiental do pré-sal
 - 5.3.4. Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas na região do estuário do Rio Formoso (PE)
 - 5.3.5. O caso dos manguezais amazônicos
 - 5.4. As estratégias e os instrumentos para a governança e o futuro da sustentabilidade do Oceano
 - 5.5. Lacunas de dados e conhecimento
- Referências
- Apêndice A.5

CAPÍTULO 6: TECENDO SABERES: CONTRIBUIÇÕES DOS POVOS INDÍGENAS E DAS COMUNIDADES TRADICIONAIS PARA O 1º DIAGNÓSTICO MARINHO-COSTEIRO

Sumário Executivo

- 6.1. Introdução
 - 6.1.1. Povos indígenas e comunidades tradicionais no Brasil
 - 6.1.2. Os conhecimentos tradicionais no 1º Diagnóstico Marinho-Costeiro
 - 6.2. Os ambientes marinhos-costeiros: fonte de vida e tradição
 - 6.3. A zona marinha-costeira ao longo dos tempos: mudanças e suas consequências
 - 6.4. Visões de futuro
 - 6.5. Caminhos para um futuro melhor
- Agradecimentos
- Referências
- Apêndice A.6

GLOSSÁRIO

LISTA DE SIGLAS

AGRADECIMENTOS

AUTORAS E AUTORES

SOBRE O DIAGNÓSTICO MARINHO-COSTEIRO

O 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos foi elaborado pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) em parceria com a Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. O Diagnóstico foi coordenado por Cristiana Simão Seixas, Alexander Turra e Beatrice Padovani Ferreira, e escrito por 53 especialistas acadêmicos e governamentais, 12 jovens pesquisadores e 26 representantes de povos indígenas e populações tradicionais do Brasil, em diálogo com atores do poder público e da sociedade civil. Seu conteúdo é embasado em avaliações de informações disponíveis na literatura científica, em relatórios técnicos e em conhecimentos indígenas e tradicionais. O documento completo do Diagnóstico é composto por um Sumário para Tomadores de Decisão (avulso), uma introdução e seis capítulos, sendo o último produzido em um processo inovador a partir da síntese de saberes de povos indígenas e comunidades tradicionais. Cada capítulo inicia-se com um sumário executivo trazendo os principais resultados. Para todas as informações apresentadas nos sumários executivos é indicado o nível de confiança daquela avaliação (bem estabelecido; estabelecido, mas incompleto; inconclusivo; não resolvido – ver Anexo I).

A elaboração de cada capítulo contou com um conjunto de coordenadores, autores e jovens pesquisadores, além da revisão dos seguintes especialistas: A. Cecília Z. Amaral, José Henrique Muelbert (FURG), José Milton Andriguetto, Ronaldo Christofoletti, Segen Estefen, Sueli Furlan, Paulo Horta, Régis P. de Lima, Patrícia M. Menezes, Leonardo Messias, Carolina Minte-Vera, Victória J. Isaac Nahum, Marco Nalon, Isabel S. Pinto, Pedro Jacobi e Paulo Sinigalli. Os capítulos foram organizados de acordo com a lógica do marco conceitual da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), conforme descrito na introdução abaixo. Os membros da coordenação executiva da BPBES que orientaram a construção do Diagnóstico foram: Carlos A. Joly, Cristiana S. Seixas e Paula F. Drummond de Castro.

A publicação contou com o suporte de uma Emenda Parlamentar do então deputado federal Rodrigo Agostinho (Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais), que financiou majoritariamente a sua elaboração. O Diagnóstico recebeu ainda o apoio da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e do Dr. Ronaldo Christofoletti, que viabilizaram a tramitação do recurso financeiro e a execução orçamentária para a sua realização. O Diagnóstico recebeu também o apoio da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), do Instituto Serrapilheira e do Programa Biota/Fapesp.

Sugestão de citação: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) (2024). 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano.

INTRODUÇÃO

Coordenadores: Alexander Turra, Beatrice Padovani Ferreira, Cristiana Simão Seixas

Jovens pesquisadores: Larisse Faroni-Perez, Marina Vieitas Dale, Fernanda de Oliveira Lana

Sugestão de citação: Turra, A., Ferreira, B.P, Seixas, C.S., Faroni-Perez, L., Dale, M.V., Lana, F.O. (2024). Introdução. Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. pp. 10-27. doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.intro

A importância do Oceano

O Oceano é essencial para a humanidade (Santoro *et al.*, 2020), ocupando 70% da superfície terrestre e comportando 97% da água do planeta. Seus componentes e processos têm um importante papel na regulação do clima, tornando a Terra habitável e garantindo segurança alimentar e hídrica para bilhões de pessoas (ONU, 2015; WOA II, 2021).

Em termos econômicos, sociais e culturais a biodiversidade dos ambientes marinhos e costeiros provê uma multiplicidade de benefícios materiais e imateriais. Além de ser a rota mais utilizada para o transporte internacional de mercadorias, a humanidade se beneficia dos bens e serviços ecossistêmicos (IPBES, 2019) associados às áreas marinhas e costeiras em atividades de pesca, geração de energia, mineração, turismo, recreação e lazer. Muitas comunidades e pessoas mantêm conexão espiritual e uma herança cultural com o Oceano, tendo-o como parte integrante de sua espiritualidade, cultura, seus modos de vida e seu bem-estar psicológico e físico.

Atualmente, já é reconhecido que o Oceano e a zona costeira respondem por cerca de 60% dos valores estimados para os serviços ecossistêmicos providos pelo planeta para as pessoas (Costanza *et al.*, 1997, 2014). O Oceano tem papel central no enfrentamento dos desafios globais, na criação de empregos e na promoção de desenvolvimento econômico sustentável (Lubchenco *et al.*, 2020). Seu papel como agente de transformação da sociedade rumo ao desenvolvimento sustentável vem cada vez mais sendo fortalecido, ilustrado por meio das variadas relações entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável com o Oceano (Claudet *et al.*, 2020; Figura I.1).

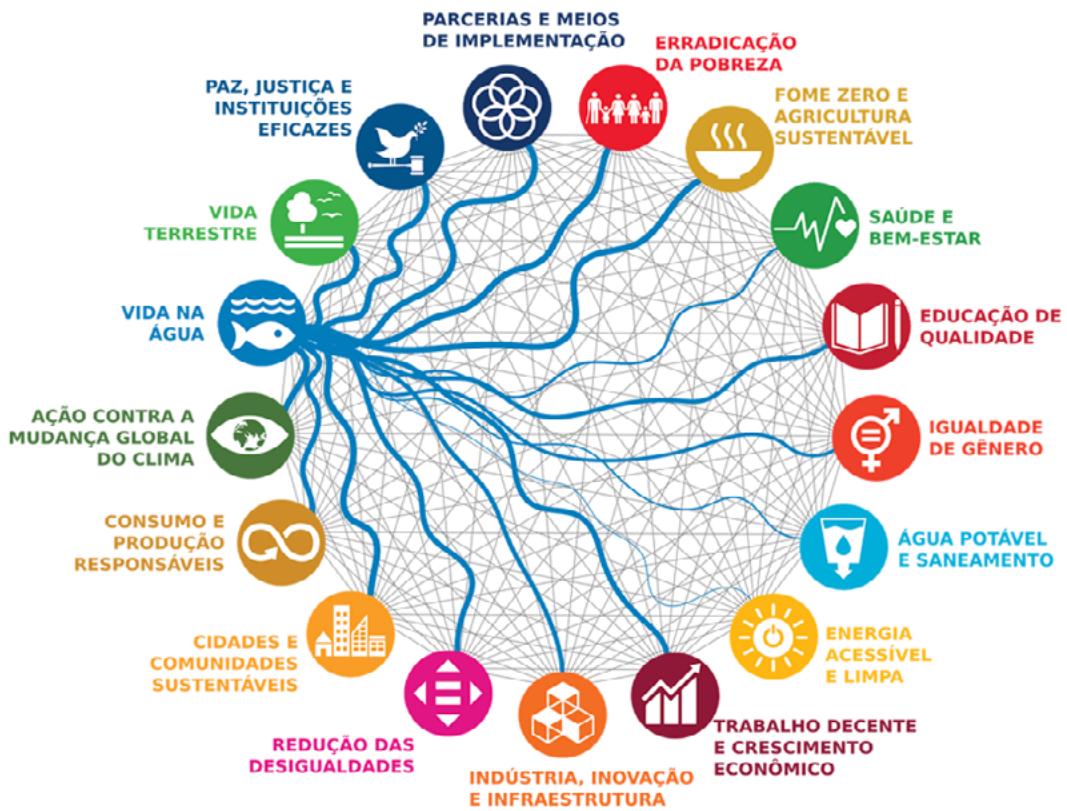


Figura I.1. O papel do Oceano como agente de transformação da sociedade rumo ao desenvolvimento sustentável (Fonte: Bombana et al., 2021).

Os recifes de coral, ecossistemas altamente biodiversos que concentram 25% da vida marinha em apenas 1% dos oceanos, contribuem com cerca de US\$ 11,5 bilhões por ano para o turismo global e prestam serviços essenciais como pesca, produção de carbonato, proteção de costa e estabilização de praias. A economia associada ao mar aporta, de forma direta, aproximadamente US\$ 1,5 trilhão para a economia mundial e cerca de 20% do Produto Interno Bruto do país (Carvalho, 2018).

A economia associada ao Oceano e à zona marinha-costeira é pujante e diversificada (Pauli, 2010) e equivale a cerca de U\$ 3 trilhões (OECD, 2016), com forte perspectiva de crescimento. Até 2050, pode gerar 40 vezes mais energia de forma renovável, produzir seis vezes mais alimento de modo sustentável e originar U\$ 15,5 trilhões de rentabilidade líquida a partir de investimentos na sustentabilidade do Oceano. Ademais, tem potencial para criar 12 milhões de empregos até 2030 e contribuir com a redução de 20% nos gases de efeito estufa, tão necessária para manter a temperatura do planeta abaixo de 1,5°C (Stuchtey et al., 2023).

Esses benefícios proporcionados pelo Oceano, no entanto, dependem essencialmente do funcionamento dos processos oceânicos, da biodiversidade e dos serviços ecosistêmicos relacionados (ONU, 2015; WOA II, 2021). Entretanto, o ambiente marinho e a zona costeira vêm sendo significativamente alterados por múltiplos e cumulativos

impactos derivados das atividades humanas (Halpern *et al.*, 2012). Além dos impactos históricos que afetam o Oceano, como sobrepesca, poluição e degradação de habitats e invasão de espécies exóticas, as mudanças climáticas têm comprometido a biodiversidade e os padrões regulatórios do Oceano (IPBES, 2019).

A importância da conservação do Oceano

A conservação do Oceano é, portanto, fundamental para a manutenção da biodiversidade, da saúde humana e planetária e dos benefícios sociais, culturais e econômicos que dele derivam. Diversas iniciativas vêm sendo promovidas para garantir um oceano limpo, saudável, resiliente e produtivo (IOC-Unesco, 2020a). Esses esforços reconhecem a necessidade urgente de proteger e preservar o Oceano para as gerações futuras. Um movimento global, conduzido no âmbito da Assembleia Geral das Nações Unidas, foi intensificado a partir da criação da Agenda 21 Global (CNUMAD, 1996) e consolidado a partir da Rio +10 pelo Processo Regular de Avaliação da Qualidade do Oceano, incluindo Aspectos Socioeconômicos, que prevê avaliações continuadas inspiradas pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio. O Quadro 1 apresenta as principais iniciativas internacionais voltadas para a sustentabilidade do Oceano.

Quadro I.1.

Principais iniciativas internacionais voltadas para a sustentabilidade do Oceano.

Acordos e movimentos globais

- Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar¹;
- Convenção sobre Diversidade Biológica², incluindo as Metas de Aichi e o recém-estabelecido Marco Global Kunming-Montreal da Diversidade Biológica, bem como a Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES)³;
- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas⁴, incluindo o Acordo de Paris e o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)⁵;
- Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável⁶;

1. https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/UNCLOS-TOC.htm

2. <https://www.cbd.int>

3. <https://www.ipbes.net/>

4. <https://unfccc.int/>

5. <https://www.ipcc.ch/>

6. <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>

- Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030)⁷;
- Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas (2021-2030)⁸;
- Conferências das Nações Unidas sobre Oceano (Nova Iorque, 2017; Lisboa, 2022; Nice, 2025)⁹.

Relatórios e avaliações globais

- Global Environmental Outlooks do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente¹⁰,
- Blue Papers do Painel de Alto Nível para uma Economia Sustentável do Oceano¹¹;
- Diagnóstico Global da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES)¹²;
- Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima: “O Oceano, a Criosfera e as Mudanças Climáticas”¹³;
- Relatórios Globais sobre Ciência Oceânica da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Unesco (IOC-Unesco, 2017; 2020b)¹⁴;
- Avaliações Globais do Oceano do Processo Regular para Avaliação Global do Ambiente Marinho, incluindo Aspectos Socioeconômicos (2017¹⁵; 2021¹⁶);
- Relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura¹⁷ sobre o Estado da Pesca Mundial.

Apesar das iniciativas internacionais, uma lacuna crítica de conhecimento, sobretudo com foco no Brasil, ainda permanecia. O país ocupa uma grande extensão costeira do Atlântico Sul e tem compromissos locais e regionais relacionados à sustentabilidade, sendo uma importante liderança científica e geopolítica na região. Segundo o Relatório

7. <https://oceandecade.org/>

8. <https://www.decadeonrestoration.org>

9. <https://sdgs.un.org/conferences/ocean2025>

10. <https://www.unep.org/pt-br/global-environment-outlook>

11. <https://www.oceanpanel.org>

12. <https://www.ipbes.net/global-assessment>

13. <https://www.ipcc.ch/srocc/>

14. <https://gосr.ioc-unesco.org/home>

15. <https://www.un.org/regularprocess/content/first-world-ocean-assessment>

16. <https://www.un.org/regularprocess/woa2launch>

17. <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/en>

Global sobre Ciência Oceânica publicado pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (IOC-Unesco, 2017, 2020b), no âmbito da América Latina, Caribe e do Atlântico Sul, o Brasil é a nação com maior centralidade e com mais conexões na rede de países com maior número de publicações. Ademais, os esforços em liderar e/ou participar em iniciativas de cooperação internacional na região revelam o protagonismo científico do país (Turra *et al.*, 2021).

O Brasil é signatário de vários tratados internacionais relacionados ao Oceano e, como desdobramento destes, o país tem elaborado políticas e instrumentos com vista à sustentabilidade e à conservação de sua zona marinha-costeira (ver detalhamento no Capítulo 5). Ademais, têm sido feitas iniciativas recorrentes para avaliação do conhecimento existente e elaboração de planos e metas, como o Macrodiagnóstico da Zona Costeira (MMA, 2008), os Relatórios de Qualidade Ambiental da Zona Costeira produzidos periodicamente pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e as metas do Plano Setorial para os Recursos do Mar.

Análises estratégicas sobre os rumos da ciência oceânica no Brasil e no mundo podem também ser destacadas, como as contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas para zonas costeiras e Oceano (Nobre & Marrengó, 2017); do Projeto de Ciência para o Brasil elaborado pela Academia Brasileira de Ciências, com ênfase nos temas de Oceano, Biodiversidade e Mudanças Climáticas (Silva & Tundisi, 2018); do volume especial da revista Ciência e Cultura sobre Oceano¹⁸; e da Declaração da Academia Brasileira de Ciências sobre a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável¹⁹. Na mesma linha, merecem ser salientados diversos aportes que ponderam sobre temas específicos: p. ex. CEMBRA, 2012; Turra & Denadai, 2016; Turra *et al.*, 2013; Claudet *et al.*, 2020; Lana & Castello, 2020; Franz *et al.*, 2021. Há ainda os Relatórios dos Workshops Nacionais e Regionais da Década do Oceano para o Plano de Implementação da Década no Brasil²⁰.

A despeito dessas contribuições, o país enfrenta desafios e ameaças decorrentes da falta de coordenação institucional para elaboração e implementação de medidas efetivas de gestão (Seixas *et al.* 2019, Seixas *et al.* 2020a, Seixas *et al.* 2020b), o que também advém da carência de um diagnóstico consistente sobre a situação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos marinhos e costeiros. É nesse contexto que o 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos foi idealizado e realizado.

18. <https://ciencianomar.mctic.gov.br/acoes/revista-ciencia-e-cultura-oceano/>

19. <https://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Revista-Gt-Oceanos-2021.pdf>

20. <https://decada.ciencianomar.mctic.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/Plano-Nacional-de-Implementac%CC%A7a%CC%83o-da-De%CC%81cada-da-Cie%CC%82ncia-Ocea%CC%82nica-links.pdf>

Conceitos e princípios que embasam o 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

O Diagnóstico foi estruturado considerando os conceitos e princípios da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES). Criada em 2012 sob o auspício das Nações Unidas (www.ipbes.net), a IPBES tem se empenhado em produzir sínteses do melhor conhecimento disponível sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos para embasar a elaboração e a execução dos instrumentos políticos necessários para se implementar os tratados. Em seu primeiro programa de trabalho (2013-2019), a Plataforma produziu, entre outros documentos, um guia para elaboração de diagnósticos e um arcabouço conceitual que orienta todos os seus esforços de sínteses, incluindo um diagnóstico global (IPBES 2019), quatro diagnósticos regionais e alguns relatórios temáticos. Seus documentos, em particular os Sumários Para Tomadores de Decisão elaborados para os diversos diagnósticos e relatórios, têm influenciado a tomada de decisão em diversos níveis.

A IPBES inspirou a criação da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmico (BPBES) que coordena os esforços do presente Diagnóstico. Assim como a IPBES, a BPBES já produziu um diagnóstico nacional focado preponderantemente nos biomas terrestres e vários relatórios temáticos (www.bpbes.net.br). Até o momento, o ambiente marinho e a zona costeira correspondiam a uma lacuna crítica tanto no âmbito nacional quanto internacional.

O Marco Conceitual da IPBES, também adotado pela BPBES, estabelece uma linguagem comum para os seis elementos interligados e constituintes de sistemas socioecológicos que operam em várias escalas temporais e espaciais: a natureza; as contribuições da natureza para as pessoas (também conhecidas por benefícios da natureza); os bens (ou ativos) antropogênicos; as instituições, os sistemas de governança e outros vetores indiretos de mudança; os vetores diretos de mudança; e a boa qualidade de vida (também conhecida por bem estar humano) (Figura I.2).

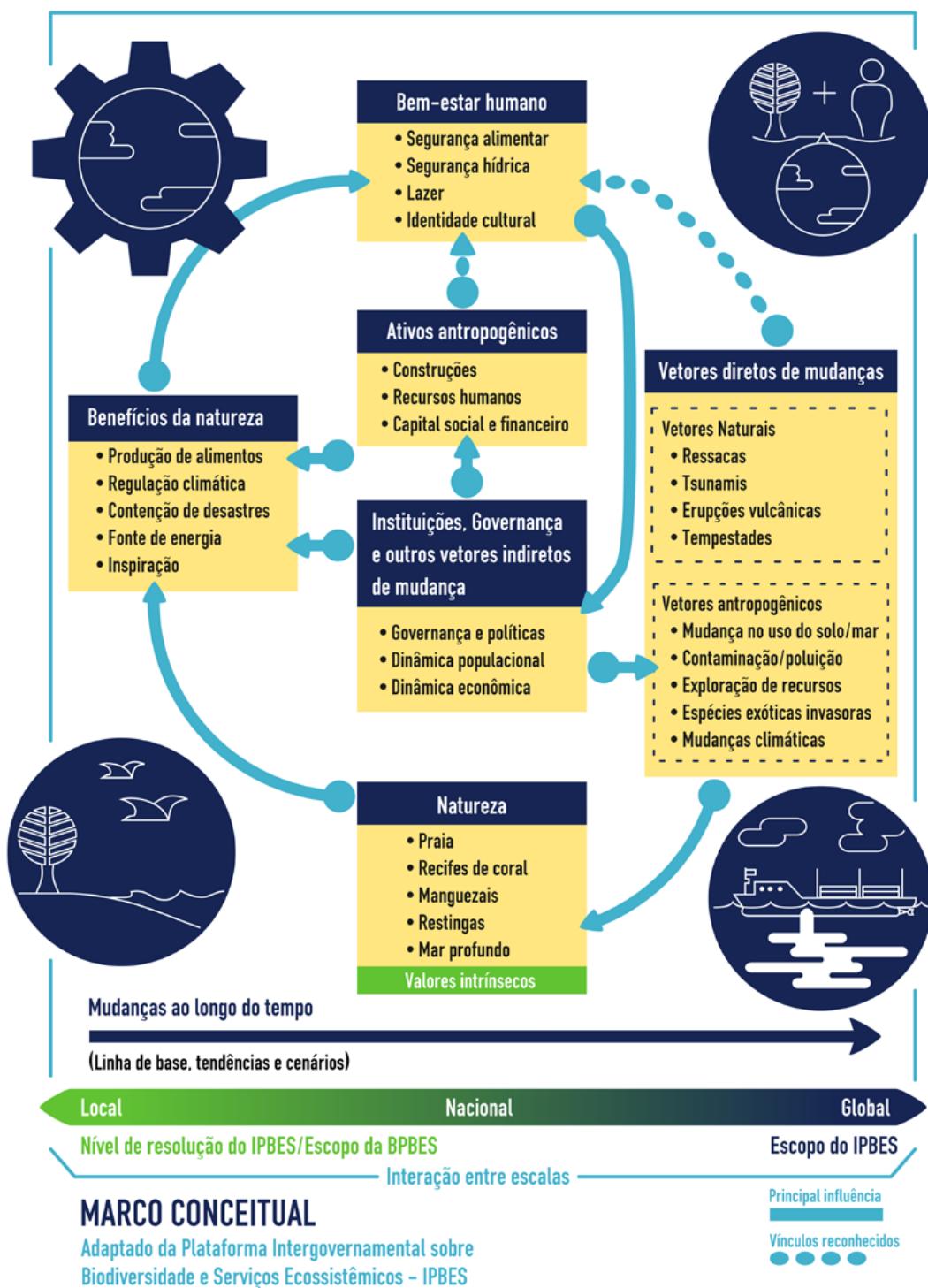


Figura I.2. Adaptação do Marco Conceitual da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) (Diaz et al. 2015) para a zona marinha-costeira.

Esse marco conceitual é alicerçado em alguns princípios fundamentais:

O ambiente marinho-costeiro é uma conjugação de diferentes sistemas socioecológicos. Para a realização deste Diagnóstico e a identificação de oportunidades e opções de

governança para promover o desenvolvimento sustentável é importante considerar o ambiente marinho-costeiro como uma conjugação de diferentes sistemas socioecológicos, nos quais há diversas interações e nexos causais que regem os efeitos das ações humanas na natureza e as contribuições desta para as pessoas. Nesse sentido, o ser humano é entendido como um elemento integrado à natureza, que a afeta e que é afetado por ela.

Abordagem ecossistêmica. A integração de processos e ambientes, por meio de uma visão sistêmica e holística, é um elemento-chave para o presente Diagnóstico. Isto permite o estabelecimento de nexos causais que contribuem para a compreensão da situação na qual se encontra a zona marinha-costeira, de suas causas (vetores diretos e indiretos) e tendências e, especialmente, dos caminhos para a sustentabilidade. Considera as variadas escalas espaciais e temporais dos diferentes fenômenos e processos, incluindo efeitos transfronteiriços (ex. integração entre continente e Oceano).

Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Embora possa conotar uma visão antropocêntrica, o termo “serviço ecossistêmico” – recentemente ressignificado como ‘contribuições da natureza para as pessoas’ – explicita a indissociação entre humanos e natureza e o reconhecimento de como nossas vidas e bem-estar estão profundamente interligados com os processos naturais. Ele destaca a importância da biodiversidade em seus mais variados níveis de organização (da molécula de DNA ao nível de ecossistema), como elemento fundamental para a promoção do bem-estar humano. Nessa perspectiva, as contribuições da natureza para as pessoas podem ser materiais, de regulação e imateriais.

Diferentes sistemas de conhecimento e de valores. É importante que as decisões sobre o que fazer para a promoção do desenvolvimento sustentável sejam amparadas pelo melhor conhecimento disponível e considerando diferentes visões da relação ser humano e natureza. Destacam-se avanços relevantes no conhecimento científico, os quais têm sido amplificados pela Década do Oceano. Entretanto, outros sistemas de conhecimento e de valores têm se mostrado igualmente importantes para qualificar a tomada de decisão e torná-la cada vez mais representativa, como o conhecimento local, tradicional e indígena. Os elementos que subsidiaram os resultados do Diagnóstico foram baseados em evidências científicas integradas ao conhecimento dos Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais e Locais.

Abordagem transdisciplinar e cocriação. Os caminhos para a sustentabilidade são construções da sociedade a partir da realidade, de aspirações e de oportunidades e opções de ações. Isso envolve o diálogo e os acordos que precisam ser feitos com diferentes grupos de interesse social, incluindo o setor governamental. O presente Diagnóstico levou isso em consideração na medida em que foram feitas consultas a diversos especialistas – governamentais e não governamentais – para que sua estrutura e seu conteúdo pudessem refletir as principais demandas da sociedade. Tais consultas foram realizadas em dois momentos: na construção da proposta inicial de estruturação do Diagnóstico e seus capítulos e na revisão do Sumário para Tomadores de Decisão.

Objetivo e estrutura do 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

Diante do cenário apresentado acima surgem a necessidade e a oportunidade de se elaborar este Diagnóstico para uma melhor compreensão da realidade da zona marinha e costeira no Brasil. O objetivo foi estabelecer (i) o estado do conhecimento sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos, bem como as tendências passadas e futuras e os fatores determinantes da transformação da zona marinha-costeira do país; (ii) as consequências dessa transformação para o bem-estar humano associado à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos, levando em consideração os vários sistemas de conhecimento e de valores; e (iii) medidas necessárias, oportunidades e opções de governança para prevenir ou mitigar a degradação e para restaurar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

Para alcançar esse objetivo, o Diagnóstico analisou, sintetizou e avaliou o estado atual, as tendências passadas e futuras da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na zona marinha-costeira brasileira, as interações entre as pressões (vetores) diretas e indiretas que conduzem transformações, pontuando os impactos potenciais nas múltiplas dimensões (ambientais, econômicas e sociais), as oportunidades e as opções de governança considerando o desenvolvimento e o bem-estar das pessoas.

O Diagnóstico foi delineado para ser uma avaliação integrada, abrangente e auspiciosa das recentes transformações antropogênicas sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos da zona marinha-costeira brasileira, analisando suas origens, sinergias e impactos para a população humana. Neste sentido, foram consideradas distintas visões sobre os benefícios da natureza em suas diferentes expressões e seus múltiplos valores, bem como as sinergias entre possíveis soluções, de forma a viabilizar sua implementação.

Ao fazer essa avaliação transversal, criteriosa e legítima, o Diagnóstico torna-se um marco para as Ciências do Mar no Brasil, constituindo uma fonte relevante de informações confiáveis para uma ampla gama de partes interessadas, que são usuárias e beneficiárias da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos na zona marinha-costeira nacional. Tais partes incluem a sociedade civil (sociedade em geral e organizações não governamentais), o setor produtivo (organizações de exploração, produção, comercialização e serviços) e o setor público (gestores, legisladores e parlamentares), que podem ter seus processos de tomada de decisão informados pelo melhor conhecimento disponível. Assim, os tomadores de decisão nas esferas governamentais, não governamentais e privadas são o alvo principal dos achados deste Diagnóstico.

Recorte espacial e temporal

A escala espacial dos resultados apresentados neste Diagnóstico abrange desde a faixa terrestre da zona costeira até o limite da área marinha sob jurisdição nacional. O espaço marinho sob jurisdição nacional inclui o mar territorial, a zona contígua, a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e a plataforma continental, inclusive a estendida – que em alguns casos ultrapassa as 200 milhas náuticas da ZEE. Esse espaço tem sido denominado Amazônia Azul e comprehende uma área de 5,7 milhões de quilômetros quadrados (Figura I.3).

De acordo com o Decreto 5.300/2004, a faixa terrestre da zona costeira engloba os limites políticos dos municípios costeiros, em especial aqueles defrontantes com o mar e em áreas de influência associadas a regiões estuarinas.

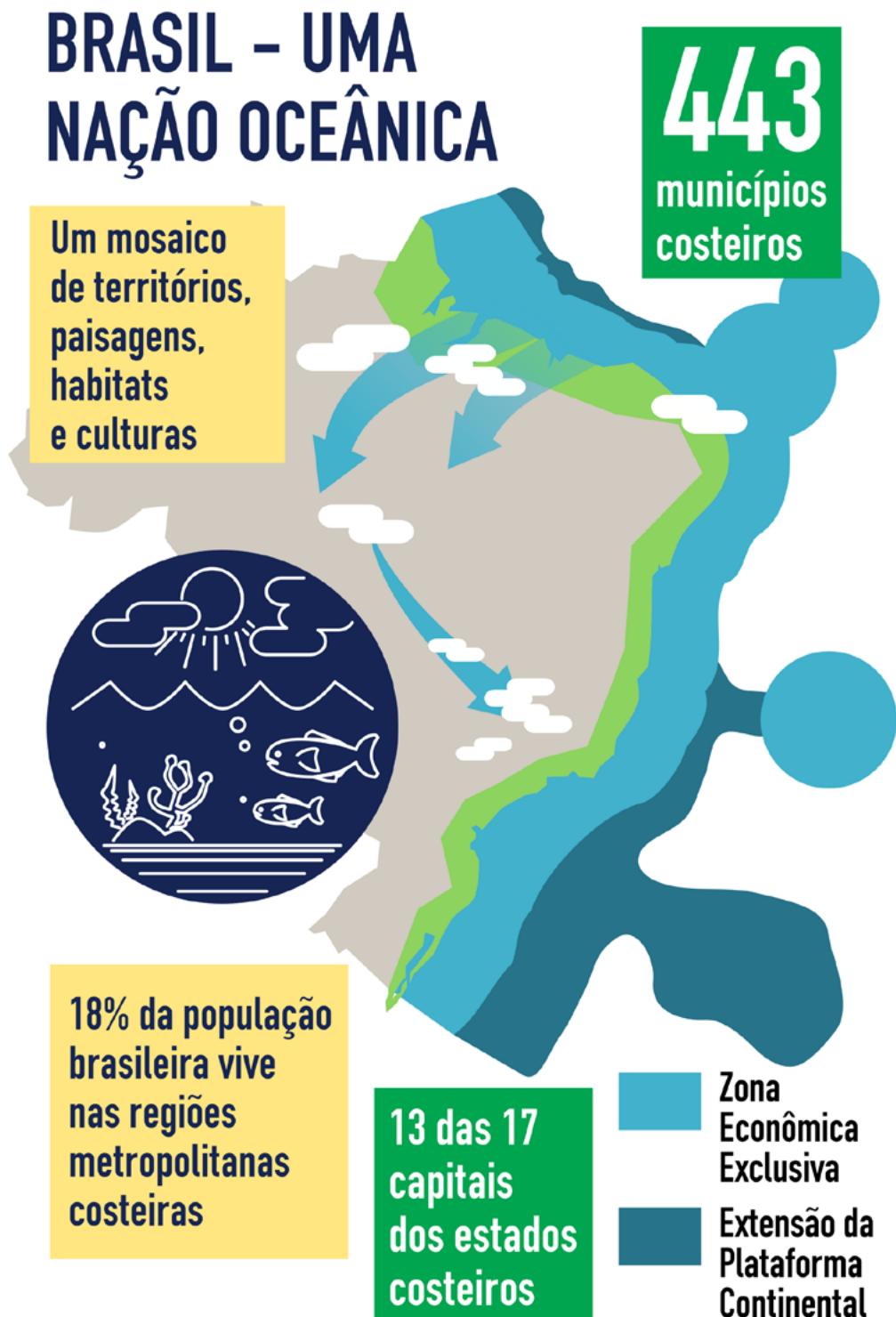


Figura I.3. Mapa da Amazônia Azul, espaço marinho sob jurisdição nacional com 5,7 milhões de km² que foi considerado no 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.

O recorte temporal do Diagnóstico definiu o ano de 1988, data da promulgação da atual Constituição Brasileira e da ratificação do Brasil à Convenção de Montego Bay (Lei do Mar), como uma ampla referência para a análise das alterações sofridas pela biodiversidade. O ano de 2050 foi considerado como referência para projeções e análise de tendências futuras e de transformações emergentes para a interação entre os usos da natureza e o desenvolvimento econômico.

Estrutura lógica e abordagem analítica

Estruturado com base no marco conceitual da IPBES, o presente Diagnóstico integra estrutura, funcionamento e importância do sistema socioecológico. O foco na compreensão dos processos, em suas variadas escalas espaciais e temporais, é um elemento transversal do documento. Isso permite a conexão e o nexo de causa-efeito entre as ações humanas e suas consequências para o ambiente e, novamente, para as atividades humanas, incluindo os efeitos das mudanças climáticas e a sinergia com estressores locais. São consideradas as conexões entre sistemas, dada a natureza transfronteiriça dos fenômenos e dos processos que operam e governam a região marinha-costeira, assim como a lógica da fonte ao mar (*source-to-sea*) aplicada à integração entre as bacias hidrográficas e o mar.

A abordagem analítica DPSIR (OECD, 1993; EEA, 1999) corresponde ao pano de fundo deste Diagnóstico: *Driving forces* (forças motrizes/motoras ou vetores indiretos); *Pressures* (pressões ou vetores diretos); *State* (estado do ambiente); *Impacts* (impactos) e *Responses* (respostas) (Figura I.4). O quadro lógico do DPSIR tem sido mundialmente utilizado para fins de gestão ambiental por descrever as relações causais entre a sociedade (incluindo atividades econômicas) e o meio ambiente (incluindo fatores bióticos e abióticos) (Atkins *et al.*, 2011; Patrício *et al.*, 2016; Elliot *et al.*, 2017). No âmbito do DPSIR, a análise das relações causais se inicia com as forças motrizes que, por meio das pressões – agentes de mudança, alteração ou transformação – alteram o estado (parâmetros físicos, químicos e biológicos) do sistema, resultando em algum tipo de impacto (nas pessoas, nos ecossistemas, na biodiversidade). Com vistas a realizar contrapontos a esses impactos, agindo sobre as forças motrizes e pressões ou incidindo diretamente no estado do ambiente, são elaboradas e implementadas as respostas (ações, políticas, diretrizes).

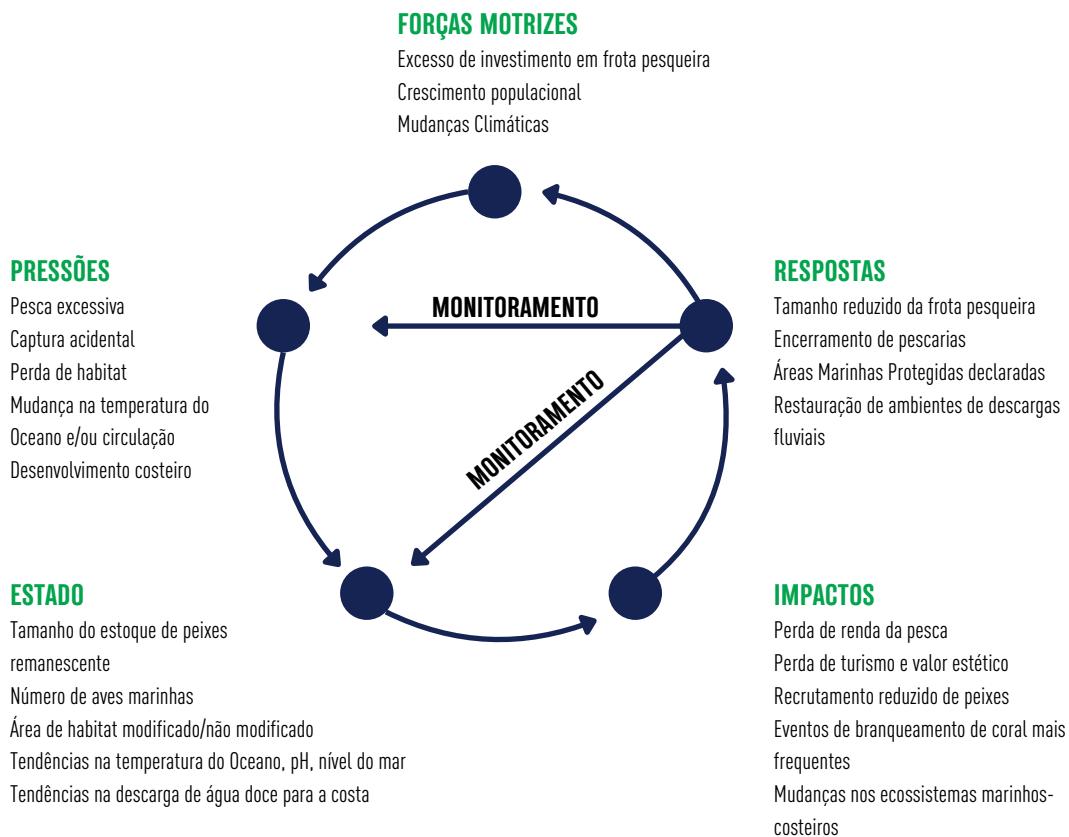


Figura I.4. Quadro lógico que subsidiou a estrutura do 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. DPSIR: *Driving forces* (forças motrizes/motoras ou vetores indiretos); *Pressures* (pressões ou vetores diretos); *State* (estado); *Impacts* (impactos) e *Responses* (respostas). Adaptado de Harris (2012).

CAPÍTULOS

O 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos é composto por seis capítulos cuja sequência e conteúdo refletem os elementos da abordagem analítica DPSIR, conforme ilustrado a seguir.

Capítulo 1. Contribuições da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos da zona marinha-costeira para a sociedade

Este capítulo revela a importância do Oceano e da zona costeira para o Brasil, em alinhamento com os quadros “Contribuição da natureza para as pessoas” e “Qualidade de vida” do Marco Conceitual da IPBES, e aborda o fluxo entre eles. O texto avalia o estado presente e as tendências passadas da diversidade de valores materiais e imateriais associados aos serviços ecossistêmicos, incluindo as inter-relações com a biodiversidade, funções ecossistêmicas e sociedade, tanto nas comunidades costeiras quanto naquelas que não vivem próximas ao mar. Ao considerar aspectos relacionados ao bem-estar e à socioeconomia, destaca os benefícios da natureza para as pessoas,

como pesca, maricultura, turismo, atividades recreativas e de lazer, indústrias que dependem da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos do mar, fontes de energia renovável do mar, transporte marítimo, recursos genéticos e bioprospecção marinha. Examina ainda a cultura oceânica e como o Oceano afeta a saúde humana, analisando os diferentes impactos das mudanças na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos para assegurar a alimentar, hídrica e energética e para a saúde, os modos de vida e a continuidade cultural. Questões como desigualdades (incluindo a intergeracional), relações sociais, espiritualidade e identidade cultural ligadas à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos também foram observadas.

Capítulo 2. Histórico de mudança e o estado atual da biodiversidade da zona marinha-costeira

O Capítulo 2 reflete o elemento da estrutura conceitual da IPBES relacionado ao estado do ambiente, enfatizando seus componentes, os fluxos e os processos que definem, sustentam ou impactam os benefícios da natureza para as pessoas abordados no capítulo anterior. Nele consta o que se sabe sobre as tendências passadas e o estado atual da biodiversidade e dos variados habitats e ecossistemas marinhos e costeiros, incluindo perda de área e de espécies, alteração da qualidade ambiental (ex. aspectos abióticos: físicos, geológicos e químicos) e efeitos positivos e negativos sobre os principais bens e serviços do ecossistema identificados anteriormente. Ao caracterizar a biodiversidade marinha-costeira brasileira e os principais grupos biológicos, habitats e ecossistemas, salienta a diversidade estrutural e funcional e sua variação ao longo e ao largo da costa brasileira, descrevendo o funcionamento ecossistêmico que modula os benefícios providos para as pessoas. O capítulo também destaca habitats frágeis e espécies de especial preocupação e importância, como as migratórias e as ameaçadas.

Capítulo 3. Vetores de mudança da biodiversidade e serviços ecossistêmicos da zona marinha-costeira

Considerando as mudanças da biodiversidade registradas no capítulo 2, aqui são apresentadas as evidências acumuladas no passado recente sobre as múltiplas ameaças interconectadas e que resultam em efeitos em cascata, colocando em risco a natureza e seus benefícios dos quais todas as pessoas dependem. Este capítulo discorre sobre os elementos da estrutura conceitual da IPBES associados ao *status* atual e às tendências passadas das forças motrizes (vetores indiretos) e das pressões (vetores diretos), analisando suas inter-relações. Os vetores indiretos pressupõem mudanças políticas globais e regionais, aspectos da governança, mudanças tecnológicas e na atividade econômica, alterações populacionais, fatores sociopolíticos, culturais e religiosos. Os vetores diretos incluem ações humanas como conversão de habitat, uso e práticas de manejo do espaço e de recursos aquáticos vivos e não vivos, poluição, introdução de espécies exóticas invasoras e efeitos das mudanças climáticas.

Capítulo 4. Cenários de transformação da zona marinha-costeira

Refletindo todas as caixas e os fluxos da estrutura conceitual da IPBES, este capítulo identifica tendências e cenários futuros dos vetores diretos e indiretos e seus efeitos sobre a na-

tureza e sobre suas contribuições para as pessoas. Concentra-se nas questões-chave que a sociedade deve enfrentar nas próximas décadas e que irão determinar as dinâmicas das interações com a natureza, fazendo uma análise integrada e cruzada dessas dinâmicas, incluindo feedback, sinergias, atrasos no tempo de implementação de políticas, pontos de inflexão, mudanças de estado, resiliência, inter-relações inter-regionais e compensações. O capítulo explora caminhos para o desenvolvimento sustentável, socialmente inclusivo e ecologicamente equilibrado e elucida o papel da sociedade nessas transformações.

Capítulo 5. Oportunidades e opções de governança para conservar e restaurar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos da zona marinha-costeira

Este capítulo se insere no âmbito conceitual da IPBES em “Instituições, governança e outros vetores indiretos” e sinaliza oportunidades e opções de governança, subsidiando a aplicação de diferentes instrumentos de gestão (existentes ou desejáveis) que permitam a transformação do território visando sua sustentabilidade. A partir dos desafios futuros para o uso sustentável e socioambientalmente justo, o texto mostra opções para integrar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos às estratégias de inclusão. Isso se dá por meio de mecanismos de participação social, em claro diálogo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, buscando identificar incentivos positivos para conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. As oportunidades e opções de governança e gestão, que equivalem às respostas do DPSIR, advêm das análises realizadas nos capítulos anteriores sobre estado e tendências da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos e incluem diferentes instrumentos de política, ferramentas de mercado e práticas de conservação e gestão. Foram consideradas escalas espaciais e temporais hierárquicas, do nível nacional ao local – incluindo comunidades tradicionais, quilombolas e indígenas –, bem como seus efeitos na equidade socioeconômica, cultural e de gênero.

Capítulo 6. Tecendo saberes: contribuições dos povos indígenas e das comunidades tradicionais para o 1º Diagnóstico Marinho-Costeiro

Com o intuito de identificar, valorizar e integrar diferentes sistemas de conhecimento ao Diagnóstico, este capítulo foi elaborado a partir das visões e experiências de povos indígenas e comunidades tradicionais ao longo da costa brasileira. O relato aqui apresentado é fruto de depoimentos e manifestações de representantes dos povos do mar durante uma sequência de oficinas online, seguindo a estrutura dos demais capítulos do Diagnóstico. De forma inédita, este capítulo materializa essas contribuições cujas narrativas reforçam a relação de interdependência entre o ser humano e a natureza e a necessidade de enfrentamento dos fenômenos e processos que comprometem a saúde do ambiente e das pessoas.

Finalmente, vale ressaltar que embora os capítulos possam apresentar dados ligeiramente diferentes sobre um mesmo fato ou assunto - a depender da fonte consultada - a magnitude dos dados não se altera.

REFERÊNCIAS

- Atkins, J., Burdon, D., Elliott, M., & Gregory, A. J. (2011). Management of the marine environment: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 62, pp. 215–226).
- Bombana, B., de Miranda Grilli, N., LY, X., LR, G., Polette, M., & Turra, A. (2021). Uso e conservação do oceano: para além do que se vê. *Noções de Oceanografia*, 819-845.
- Carvalho, A. B. (2018). *Economia do mar: conceito, valor e importância para o Brasil*. Tese de Doutorado em Economia do Desenvolvimento. Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- CEMBRA. (2012). Centro de Excelência para o Mar Brasileiro. *O Brasil e o Mar no Século XXI: relatório aos tomadores de decisão do país*. Em: Costa-Fernandes, L. F. (Coord.). (2a ed.). Niterói: BHMN.
- Claudet, J., Bopp, L., Cheung, W. W. L., Devillers, R., Escobar-Briones, E., Haugan, P., Heymans, J. J., Masson-Delmotte, V., Matz-Lück, N., Miloslavich, P., Mullineaux, L., Visbeck, M., Watson, R., Zivian, A. M., Ansorge, I., Araujo, M., Aricò, S., Bailly, D., Barbière, J., Barnerias, C., Bowler, C., Brun, V., Cazenave, A., Diver, C., Euzen, A., Gaye, A. T., Hilmi, N., Ménard, F., Moulin, C., Muñoz, N. P., Parmentier, R., Pebayle, A., Pörtner, H.-O., Osvaldina, S., Ricard, P., Serrão Santos, R., Sicre, M.-A., Thiébault, S., Thiele, T., Troublé, R., Turra, A., Uku, J., & Gaill, F. (2020). A roadmap for using the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development in support of science, policy, and action. *One Earth* (2[1], pp. 34–42). <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.012>
- Costanza, R., Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V. O., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: pp. 253-260.
- Costanza, R., Groot, R., Sutton, P., Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber S. & Turner, R. K. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26: pp. 152-158.
- CNUMAD. (1996). Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, p. 591.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., Adhikari, J.R., Arico, S., Báldi, A., & Bartuska, A. (2015). *The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people*. Current opinion in environmental sustainability, 14, pp.1-16.
- EEA. (1999). European Environment Agency. Environmental indicators: Typology and overview, *Technical report No. 25*. European Environment Agency, Copenhagen. Disponível em: <http://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>.
- Elliott, M., Burdon, D., Atkins, J. P., Borja, A., Cormier, R., De Jonge, V. N., & Turner, R. K. (2017). "And DPSIR begat DAPSI (W) R (M)!" - a unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*, 118(1-2), 27-40. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.049>.
- Franz, G., Garcia, C. A. E., Pereira, J., de Freitas, A. L. P., Rollnic, M., Garbossa, L. H. P., da Cunha, L. C., Lentini, C. A. D., Nobre, P., Turra, A., Trotte-Duhá, J. R., Cirano, M., Estefen, S. F., Lima, J. A. M., Paiva, A. M., Noernberg, M. A., Tanajura, C. A. S., Moutinho, J. L., Campuzano, F., Pereira, E. S., Lima, A. C., Mendonça, L. F. F., Nocko, H., Machado, L., Alvarenga, J. B. R., Martins, R. P., Böck, C. Stefoni, Toste, R., Landau, L., Miranda T., dos Santos F., Pellegrini, J., Juliano, M., Neves, R., & Polejack, A. (2021). Coastal Ocean Observing and Modeling Systems in Brazil: Initiatives and Future Perspectives. *Frontiers in Marine Science*. (Vol. 8. 1038p.). doi: 10.3389/fmars.2021.681619
- Halpern B. S., Longo, C., Hardy, D., Mcleod, K. L., Samhouri, J. F., Katona, S. K., Kleisner, K., Lester, S. E., O'Leary, J., Ranelletti, M., Rosenberg, A. A., Scarborough, C., Selig, E. R., Best, B. D., Brumbaugh, D. R., Chapin, F. S., Crowder, L. B., Daly, K. L., Doney, S. C., Elfes, C., Fogarty, M. J., Gaines, S. D., Jacobsen, K. I., Karrer, L. B., Leslie, H. M., Neeley, E., Pauly, D., Polasky, S., Ris, B., Martin, K. St., Stone, G. S., Sumaila, U. R. &

- Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature* 488: 615-620.
- Harris, P. (2012). United Nations Global Ocean Assessment: First global assessment of the state of the oceans. *AusGeoNews*. 105.
- IOC-Unesco. (2017). Intergovernmental Oceanographic Commission-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Global Ocean Science Report – The Current Status of Ocean Science around the World*. Valdés, L. et al. (Eds.), Paris, UNESCO Publishing.
- IOC-Unesco. (2020a). Intergovernmental Oceanographic Commission-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *The United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) Implementation Plan*. UNESCO, Paris, IOC Ocean Decade Series, 20. 54 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377082>
- IOC-Unesco. (2020b). Intergovernmental Oceanographic Commission-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Global Ocean Science Report 2020 – Charting Capacity for Ocean Sustainability*. Isensee, K. (Ed.), Paris, UNESCO Publishing.
- IPBES. (2019). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Diaz, & H. T. Ngo (Eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. Disponível em: <https://www.ipbes.net/global-assessment>
- Lana, P. C., & J. P. Castello (Orgs.). (2020). *Fronteiras do conhecimento em ciências do mar*. Editora da FURG, Rio Grande, 379 p. Disponível em: https://cienciasdomarbrasil.furg.br/images/livros/FronteirasCM_PPGMar.pdf
- Lubchenco J., Hauga, P. M., & Pangestu, M. E. (2020). Five priorities for a sustainable ocean economy. *Nature* 588, 30-32. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03303-3>
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2008). *Ma-*
crodianóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília, MMA, 242 p.
- Nobre, C. A., & J. A. Marengo. (2017). Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar. *Contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas*. INCT, São José dos Campos, SP, 608 p.
- OECD. (1993). Organisation for Economic Co-operation and Development. Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews. A Synthesis Report by the Group on the State of the Environment. *Environment Monographs* No. 83, Paris. [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(93\)179&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(93)179&docLanguage=En)
- OECD. (2016). Organisation for Economic Co-operation and Development. *Science, Technology and Innovation Outlook 2016 Country Profile*. Paris, France: OECD.
- ONU. (2015). Organização das Nações Unidas. *Transformando Nossa Mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>
- Patrício, J., Elliott, M., Mazik, K., Papadopoulou, K. N., & Smith, C. J. (2016). DPSIR—two decades of trying to develop a unifying framework for marine environmental management? *Front. Mar. Sci.* 3:177. <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2016.00177>
- Pauli, G. A. (2010). *The blue economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs*. Paradigm publications.
- Santoro, F., Santin, S., Scowcroft, G., Fauville, G., & Tuddenham, P. (2020). *Cultura oceânica para todos – um kit pedagógico*. IOC/UNESCO & UNESCO VENICE OFFICE, PARIS. IOC Manuals and Guides, 80, 136 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373449>
- Seixas, C. S., Davidson-Hunt, I., Kalikoski, D. C., Davy, B., Berkes, F., Castro, R., Medeiros, R. P. Mintz-Vera, C. V., & Araujo, L. G. (2019). Collaborative Coastal Management in Brazil: Advancements, Challenges, and Opportunities. Em: Salas, S., Chuenpagdee, R., & Barragan, M. J.

(Eds.). *Viability and Sustainability of Small-Scale Fisheries in Latin America and the Caribbean*. Springer. pp 425-251.

Seixas, C. S., Prado, D. S., Joly, C. A., May, P. H., Neves, E. M. S. C., & Teixeiras, L. R. (2020a). Governação Ambiental no Brasil: Rumo aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)? *Cadernos de Gestão Pública*, 25: 1-21.

Seixas, C. S., Vieira, P. F., Medeiros, R. P., Quevedo Neto, P. S., Serafini, T. Z. (2020b). *Governança, conservação e desenvolvimento em territórios marinhos-costeiros no Brasil*. São Carlos: RiMA Editora, 353p.

Silva, J. L. & Tundisi, J. G. (Coords). (2018). *Projeto de Ciência para o Brasil*. Rio de Janeiro: ABC. Disponível em: <http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2018/05/Projeto-de-Ciencia-para-o-Brasil.pdf>. Acesso em: 3 de fevereiro de 2021.

Stuchey, M. R., Vincent, A., Merkl, A., Bucher, M., Haugan, P. M., Lubchenco, J., & Pangestu, M. E. (2023). Ocean solutions that benefit people, nature and the economy. Em: *The Blue Compendium: From Knowledge to Action for a Sustainable Ocean Economy* (pp. 783-906). Cham: Springer International Publishing.

Turra, A., Cróquer, A., Carranza, A., Mansilla, A., Areces, A. J., Werlinger, C., Martínez-Bayón, C., Nassar, C. A. G., Plastino, E., Schwindt, E., Scarabino, F., Chow, F., Figueiroa, F. L., Berchez, F., Hall-Spencer, J. M., Soto, L. A., Buckeridge, M. S., Copertino, M. S., Széchy, M. T., Ghilardi-Lopes, N., Horta, P., Coutinho, R., Fraschetti, S. & Leão, Z. M. A. N. (2013). Global environmental changes: setting priorities for Latin American coastal habitats. *Global Change Biology* 19: 1965-1969.

Turra, A., Pinho, R., & Andrade, J. B. (2021). Cooperação internacional do Brasil em Ciência Oceânica. *Ciência e Cultura*, v. 73, p. 7-11.

Turra, A. & Denadai, M. R. (2016). Linking biodiversity and Global Environmental Changes in Brazilian coastal habitats. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64: 3-4.

WOA II. (2021). The Second World Ocean Assessment: World Ocean Assessment II. United Nations, New York: UN Press.

Anexo I

Modelo de quadrantes utilizado para estabelecer os níveis de confiança dos resultados apresentados no diagnóstico, de acordo com a quantidade e a qualidade de evidências e conforme o nível de concordância entre elas, segundo a Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES)^[1].



^[1] IPBES (2018). IPBES Guide on the production of assessments. IPBES secretariat, Bonn, Germany. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7568074>

CAPÍTULO 1: CONTRIBUIÇÕES DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ZONA MARINHA-COSTEIRA PARA A SOCIEDADE

Coordenadores de capítulo: Natalia Hanazaki, Patrícia Raggi Abdallah, Clemente Coelho Junior

Autores líderes: Guilherme Abuchahla, Vinicius Giglio, Luiz Paulo Assad, Letícia Veras Costa Lotufo

Jovens pesquisadores: Gabriel Barros Gonçalves de Souza, Cleiton Jardeweski

Autores contribuintes: Jurandir Cesário do Prado

Sugestão de citação: Hanazaki, N., Abdallah, P.R., Coelho Junior, C., de Souza, G.B.G., Abuchahla, G., Assad, L.P., Giglio, V., Lotufo, L.V.C., Jardeweski, C. (2024) Contribuições da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos da Zona Marinha-Costeira para a Sociedade. *Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano.* pp.28 - 61 doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.cap01

Dedicatória: À Alpina Begossi, pesquisadora brasileira pioneira nos estudos sobre ecologia humana de pescadores no litoral brasileiro.

Sumário Executivo

Os ecossistemas marinhos e costeiros do Brasil oferecem bens e serviços para a sociedade, contribuindo para a sua segurança alimentar, saúde, cultura e qualidade de vida (estabelecido, mas incompleto) {1.1}. Na economia, cerca de R\$ 1,11 trilhão (valor de 2015) são gerados anualmente pelos setores que exploram os recursos vivos e não vivos do ambiente marinho e costeiro, correspondendo a aproximadamente 20% do PIB brasileiro. Esses setores abarcam pesca e aquicultura, exploração de sal, uso da biodiversidade para produção de cosméticos, alimentos e fármacos, geração de energia a partir de fontes fósseis e renováveis, extração de recursos minerais, transporte marítimo e serviços (atividades ligadas ao turismo, lazer e recreação). O montante, entretanto, está largamente subestimado por não contabilizar os valores de todos os benefícios, incluindo as contribuições materiais e imateriais e os serviços de regulação e de manutenção de opções futuras.

O Oceano tem papel fundamental na regulação climática e na redução do efeito estufa por meio do sequestro e da estocagem de carbono. O gás carbônico, cujo aumento na atmosfera tem intensificado o efeito estufa, é absorvido (sequestrado) e estocado pelo Oceano, sendo usado por organismos para formar estruturas de carbonato de cálcio e para a produção de biomassa por meio da fotossíntese, processos que con-

tribuem para o balanço geoquímico (*estabelecido, mas incompleto*) {1.2.1}. Os manguezais, por exemplo, podem sequestrar até cinco vezes mais carbono do que biomas terrestres de regiões temperadas e tropicais, conseguindo estocar aproximadamente 380 MgC ha⁻¹. No Brasil, os manguezais abrangem uma área de mais de 10.000 km², responsável por cerca de 8,5% do estoque de carbono de todos os manguezais do planeta. Algas calcárias desprendidas do substrato podem ocupar grandes extensões do leito da plataforma continental brasileira, formando os bancos de rodolitos, que são reservatórios de carbonato de cálcio (cerca de 2x10¹¹ toneladas) de relevância mundial (*estabelecido, mas incompleto*) {1.2.1}. O fitoplâncton e outros organismos fotossintetizantes associados ao fundo do mar (algas e gramas marinhas) amplificam esse papel da zona costeira e marinha.

Ecossistemas costeiros prestam um importante serviço ecossistêmico ao proteger a linha de costa dos impactos de eventos oceanográficos extremos e da elevação do nível do mar (*bem estabelecido*) {1.2.1}. Os manguezais e os recifes de corais ajudam a conter a energia transportada pelas ondas em direção ao continente, reduzindo efeitos erosivos nas áreas costeiras. A proteção de manguezais, praias, restingas e dunas preserva o balanço sedimentar e atenua processos erosivos, além de acomodar movimentos regressivos da costa, sejam estes naturais ou intensificados pelas mudanças climáticas {1.2.1}.

O Brasil possui grande potencial e diversidade de fontes renováveis de energia no Oceano (correntes, ondas, marés e gradientes de temperatura e de salinidade) e ao longo da costa (eólica e solar) (*estabelecido, mas incompleto*) {1.2.2.1}. O potencial eólico offshore acumulado por ano é de cerca de 2.500 TWh para regiões com profundidade menor que 50 metros. O ambiente costeiro nacional tem potencial teórico médio anual de 91.8 GW de energia de ondas e aproximadamente 1.800 W/m² relativo à densidade de energia associada a correntes marinhas ao longo de toda a costa. Apesar da sua relevância, há escassez de investigações detalhadas sobre as potencialidades de utilização no tempo e no espaço que possam incentivar o setor a avaliar e mitigar os seus impactos sobre o ambiente biofísico e sobre os grupos sociais que dele dependem para seus modos de vida.

No Brasil, a pesca marinha-costeira é importante para a geração de renda (cerca de 0,12% do PIB de 2010) e de emprego (em torno de 1 milhão de pescadores profissionais com registro em 2012). A atividade contribui também para a segurança alimentar no país, fornecendo proteína animal para milhões de brasileiros (*bem estabelecido*) {1.2.2.2}. Embora seja pequena a participação relativa na formação do PIB nacional, a importância da pesca é destacada para a provisão de alimento, propiciando uma proteína animal relevante para a segurança alimentar. O consumo brasileiro de pescado foi de 9,75 kg/pessoa/ano em 2010, acompanhando o índice de 10 kg/pessoa/ano nos países da América Latina, mas ainda aquém da média mundial que, em 2018, registrou 20,5 kg/pessoa/ano. A captura de pescado no ambiente marinho e costeiro tende à estabilidade ao longo do tempo, com uma média anual em torno de 500 mil toneladas/ano. Ressalta-se que de 2014 em diante esse valor é calculado a partir de

dados estimados, dada a ausência de estatística do pescado capturado de forma ampla e sistematizada nas áreas marinhas e costeiras brasileiras, especialmente nas regiões norte e nordeste.

A biodiversidade e os ecossistemas marinhos-costeiros proporcionam benefícios físicos e psicológicos para milhões de pessoas por meio de experiências ligadas às atividades de turismo, recreação, esporte e apreciação de paisagens (*bem estabelecido*) {1.2.3.1, 1.2.3.2}. Em 2018, o turismo no Brasil gerou uma renda de 152,5 bilhões de dólares, correspondendo a 8,1% do PIB nacional, com destinos turísticos concentrados em municípios costeiros. Atividades de outros segmentos também se beneficiam da biodiversidade e dos ecossistemas marinhos-costeiros, como é o caso de esportes associados ao mar, turismo náutico, pesca recreativa, mergulho e turismo de observação da fauna silvestre como aves, baleias e golfinhos.

A diversidade de recursos genéticos marinhos representa uma importante oportunidade de inovação para o desenvolvimento de bioproductos de alto valor agregado no Brasil (*estabelecido, mas incompleto*) {1.2.2.4}. Até o ano de 2022, não existiam bioproductos farmacêuticos desenvolvidos a partir da biodiversidade marinha brasileira, mas já há iniciativas nas indústrias de cosméticos e alimentícia utilizando principalmente macroalgas. A introdução de estratégias de cultivo dessas macroalgas em substituição ao extrativismo pode contribuir para a sua sustentabilidade e promover o envolvimento das comunidades locais nas cadeias produtivas. Esse envolvimento, como observado em estados como Ceará e Rio Grande do Norte, favorece a geração de riquezas e o compartilhamento equitativo dos benefícios derivados da natureza. Trata-se também de uma oportunidade de reconquista de espaços perdidos pelos pescadores, em detrimento de outros projetos de desenvolvimento da aquicultura, do turismo, de energia e da atividade portuária, em toda a costa brasileira.

Ecossistemas marinhos e costeiros modelam e sustentam identidades, tradições e culturas, incluindo aquelas de povos indígenas e de comunidades locais (*bem estabelecido*) {1.2.2.4}. Considerando que cerca de 400 municípios brasileiros estão na zona costeira, muitas pessoas têm suas identidades relacionadas diretamente aos ambientes marinhos e costeiros. Existe uma enorme diversidade de práticas culturais ao longo do litoral do país, com significados simbólicos, espirituais e religiosos de valores inestimáveis. As reservas extrativistas marinhas, que atualmente cobrem uma área de 1.377.541 hectares, protegem os meios de vida e a cultura de populações tradicionais. Além disso, esses ecossistemas servem como fonte de inspiração e local de aprendizado para pesquisas científicas e práticas educacionais que impulsionam o desenvolvimento e forjam a identidade nacional.

Lacunas de conhecimento - As contribuições da natureza para as pessoas podem ser avaliadas tanto pelos seus benefícios materiais, diretamente mensuráveis economicamente, quanto por seus benefícios de regulação, imateriais e pelo potencial

de manutenção de opções que a conservação de ambientes marinhos e costeiros nos assegura. No Brasil, há carência de pesquisas sobre as contribuições imateriais e de regulação. O fortalecimento do fomento à pesquisa e à cultura oceânica, com a indução de políticas públicas que deem suporte a melhores oportunidades de governança para os ambientes marinhos e costeiros, pode minimizar ou mesmo reverter lacunas de conhecimento.

1.1. Introdução

O Brasil é o quinto país do mundo quando se avalia as contribuições dos valores associados aos serviços ecossistêmicos costeiros, mensurados através da estimativa de energia incorporada para um ecossistema produzir um recurso (ou emergia, segundo Odum *et al.*, 2000) e, na América do Sul, lidera o ranking com as maiores contribuições (Liu *et al.*, 2021). A zona marinha-costeira brasileira inclui um mosaico de ecossistemas interconectados que influencia a nossa qualidade de vida e bem-estar, tanto por meio de benefícios materiais (tais como o fornecimento de recursos pesqueiros), imateriais (como ambientes de lazer, contemplação e aprendizado) e de regulação e manutenção (como a regulação climática e a manutenção de processos biológicos). Na economia, os setores que exploram os recursos vivos (pesca e aquicultura, organismos para produção de cosméticos, fármacos, dentre outros) e não vivos do mar (como a extração de sal) e a energia (extração do petróleo e gás natural, e de minerais), aliados àqueles que trabalham com manufaturas vinculadas à indústria e ao mercado marítimo, transporte marinho e serviços do mar contribuem direta e indiretamente na formação do Produto Interno Bruto (PIB) do mar brasileiro, estimado por Carvalho (2018) em aproximadamente 20% do PIB nacional (cerca de R\$ 1,11 trilhão, ano 2015). Esse montante do PIB, que advém de produtos e serviços extraídos diretamente do mar e da exploração de recursos vivos e não vivos na zona marinha-costeira, está subestimado por não contabilizar, de forma mais ampla, os valores econômicos dos seus serviços ecossistêmicos, que deveriam ser considerados na estratégia de desenvolvimento do país (Howard *et al.*, 2011).

Alguns bens e serviços têm valores de uso direto, ou seja, os agentes econômicos se beneficiam diretamente da natureza (Costanza *et al.*, 1997). É o caso de alimentos (por exemplo, peixes, moluscos, crustáceos e algas), medicamentos e oportunidades relacionadas à recreação, como a pesca esportiva, ou à beleza cênica das praias, como o turismo. Porém, para a maior parte dos outros benefícios providos pelos ecossistemas e pela biodiversidade, como por exemplo os serviços que o Oceano presta na regulação do clima, na ciclagem de nutrientes e na produtividade primária, não há mercados e, consequentemente, não existe um preço de referência, fato que dificulta a sua valoração econômica (TEEB, 2010). Contudo, as contribuições da biodiversidade marinha e costeira para a sociedade não podem ser reduzidas apenas aos seus aspectos materiais ou diretamente vinculados aos benefícios econômicos passíveis de valoração

monetária. Essa perspectiva vai além do conceito original de serviços ecossistêmicos, que surgiu no fim dos anos 1970 a partir de uma visão utilitarista das funções ecosistêmicas, sendo fundamental para promover o interesse público na conservação da biodiversidade (Gómez-Bagethun *et al.*, 2010).

Tanto em forma quanto em interações de componentes estruturais e vivos, a biodiversidade marinha e costeira agrega a sua importância para a homeostase dos ecossistemas marinhos e costeiros e para sua própria manutenção (Allen & Holling, 2010). Uma visão holística do sistema marinho-costeiro requer a compreensão de suas relações com os sistemas adjacentes (terrestres) e sobrejacentes (atmosfera). Tais relações, somadas às interações entre seus componentes bióticos e abióticos e entre estes e os componentes dos outros sistemas, são expressas no conceito de conectividade que define o sistema terrestre.

Os manguezais nos fornecem um exemplo didático dessa conectividade: são ecossistemas que ocorrem na região entremarés, ou seja, são parcialmente dominados pelas forças do Oceano durante as preamarés, incluindo o aporte de matéria orgânica, sedimentos e espécies visitantes. Na maré baixa, são carreados elementos constituintes dos ecossistemas terrestres adjacentes, tanto para dentro do próprio bosque de mangue, quanto para o Oceano. Esse ciclo de matéria orgânica ou de compostos baseados em carbono tem se mostrado cada vez mais relevante com o passar dos anos e com as mudanças climáticas. Com aproximadamente 9.994 km² (Diniz *et al.*, 2019), o Brasil é o segundo país em extensão de cobertura desse ecossistema e sua relevância é evidente em muitos aspectos, principalmente no tocante à obtenção de alimentos, como caranguejos, peixes e ostras, contribuindo tanto para a geração de renda como para a subsistência de comunidades tradicionais e povos indígenas (MMA, 2018). Constituem áreas essenciais de berçário e alimentação dos peixes para a manutenção dos estoques pesqueiros no ambiente marinho (Seehusen *et al.*, 2011) e vão além do fornecimento de serviços de provisão e regulação. São ainda destacados por Queiroz *et al.* (2023) como importantes provedores de serviços culturais, que beneficiam diversas comunidades por meio de enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas. Sua relevância é reconhecida também em convenções internacionais das quais o Brasil é signatário, tais como a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, ou Convenção de Ramsar (Decreto 1.905, de 16 de maio de 1996). Além disso, nos últimos anos a importância dos manguezais para as pessoas e para o planeta se expressa em seu papel como sumidouro e estoque de carbono.

A conectividade também é socioecológica, abrangendo tanto o meio biogeofísico como os atores sociais e as instituições associadas a ele. Os sistemas socioecológicos podem ser definidos como sistemas complexos e adaptativos constituídos pelo meio biogeofísico ligado a atores sociais e instituições (Glaser *et al.*, 2012; Ostrom, 2009). A conectividade socioecológica se dá a partir da interação de componentes físicos, biológicos e sociais na evolução, na configuração e nos processos da paisagem. A decisão pela proteção de uma determinada área de bosque de mangue, por exemplo,

pode significar a manutenção da diversidade genética de espécies da flora e da fauna associada (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2018). Ao mesmo tempo, o controle populacional, consciente ou não, de certas espécies de interesse para o consumo humano (como, por exemplo, o caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*) pode impactar a distribuição de sua população e a comunidade ecológica da qual elas fazem parte (Schmidt *et al.*, 2013) e na geração de renda para as pessoas que as exploram. Pequenos processos podem acarretar processos em escalas mais amplas (ver Capítulo 3 sobre sinergias em votores de transformação), influenciando a relação entre ser humano e natureza.

1.2. Contribuições da natureza para as pessoas a partir da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos

Neste capítulo, as principais contribuições da zona marinha e costeira para o Brasil são apresentadas a partir das categorias de contribuições da natureza para as pessoas, propostas por Diaz *et al.* (2018), agrupadas em: i) contribuições de regulação, ii) contribuições materiais e iii) imateriais. Detalharemos, particularmente, as contribuições materiais e imateriais. No entanto, destacamos que essas categorias não são limitadas a esses três grandes grupos de contribuições e estão totalmente vinculadas: todas as contribuições de regulação se sobrepõem a contribuições imateriais; e as contribuições materiais representam parcialmente benefícios imateriais e vice-versa. Já a contribuição da natureza como manutenção de opções está presente em todas as categorias. Por exemplo, a atividade pesqueira e o cultivo de animais marinhos são atividades associadas a uma contribuição material de provisão, mas que dependem intrinsecamente das condições ambientais das funções ecossistêmicas de regulação. A manutenção de alguma regularidade na obtenção dos recursos pesqueiros é essencial para o fortalecimento dos serviços ecossistêmicos culturais usufruídos pelas comunidades pesqueiras, destacando-se a identidade cultural, a manutenção de tradições, o sentimento de pertencimento e a garantia do bem-estar.

Além disso, a grande diversidade de espécies utilizadas na produção pesqueira, seja para consumo direto ou para comercialização, contribui de formas variadas para os serviços ecossistêmicos disponibilizados pelo ambiente. Por exemplo, Holmlund e Hammer (1999) salientaram duas categorias principais de serviços ecossistêmicos providos por peixes: (i) aqueles serviços fundamentais para a função e resiliência ecossistêmica (serviços de regulação e conectividade); e (ii) serviços orientados por demandas e valores humanos, que podem ser essenciais para a sobrevivência da população e da sociedade em suas práticas (especialmente serviços culturais) (Figura 1.1). Assim, o serviço cultural de uma atividade pesqueira, extrativa ou de cultivo no mar contribui para além do fator econômico da produção e geração de renda e emprego. Ademais, dinamiza o turismo por atrair visitações e propiciar atividades de recreação (como a pesca esportiva e o turismo de base comunitária), levando as pessoas à contemplação do ambiente e dos modos de vida associados a essa atividade. Tais elementos são inspiradores para a arte, aprendizados, troca de experiências e inovações culturais.

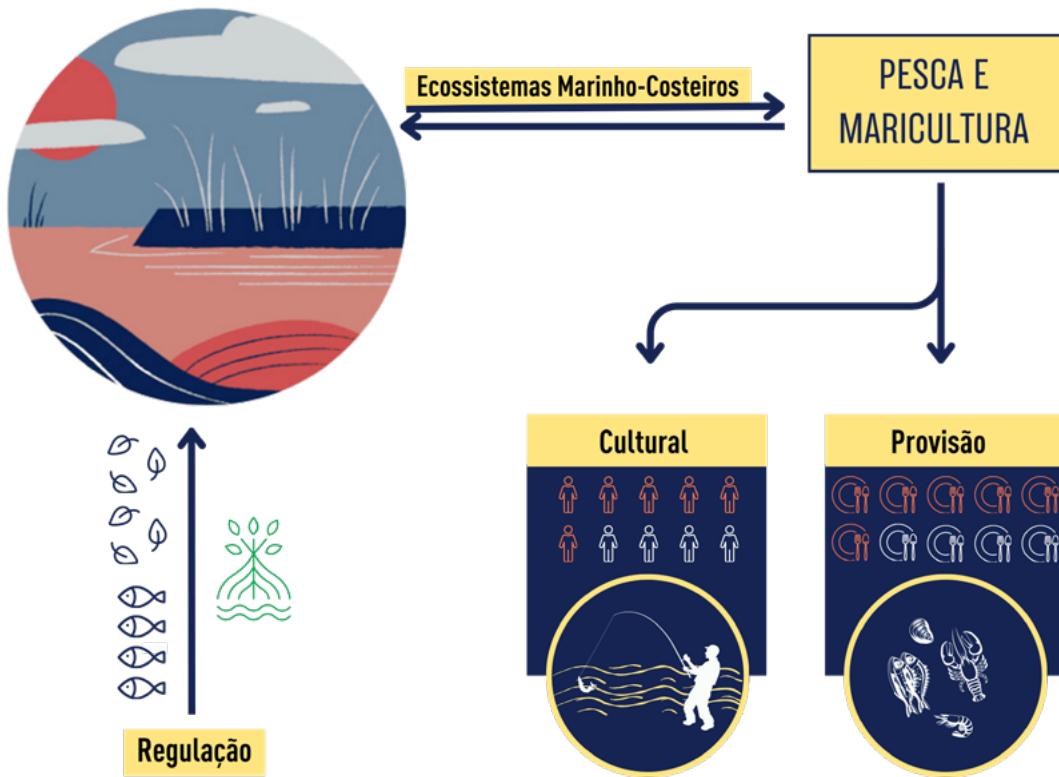


Figura 1.1. Relações entre os serviços de provisão, regulação e cultural, fornecidos pela zona marinha-costeira e pelas atividades de pesca e maricultura.

1.2.1. Contribuições de regulação

As contribuições ou serviços ecossistêmicos de regulação proveem benefícios como criação e manutenção de habitat; polinização e dispersão de sementes e de outros propágulos em ambientes costeiros; regulação do clima e da qualidade do ar; regulação da acidificação da água do mar; regulação da qualidade da água doce e costeira; formação, proteção e descontaminação de solos e sedimentos; regulação de perigos e eventos extremos; e regulação de organismos prejudiciais (como, por exemplo, espécies exóticas invasoras) e de processos biológicos (MEA, 2003; Diaz *et al.*, 2018).

Dentre as contribuições de regulação da zona marinha-costeira, a *formação e a manutenção de habitats* são fundamentais para a própria existência e evolução dos ecossistemas. Essa formação pode se dar a partir de arranjos geomorfológicos (Thom, 1967) e dos processos que deles derivam, tanto em hidrodinâmica quanto em relevo e em estabelecimento de espécies-chave, como organismos engenheiros (ex. corais, esponjas, algas e plantas) que aumentam a complexidade estrutural, a biodiversidade e a redundância funcional.

Outra contribuição de regulação é a *polinização e dispersão de sementes e propágulos* (Bravo *et al.*, 2008). Embora a polinização e a dispersão de sementes como uma contribuição da natureza para as pessoas sejam mais evidentes em ambientes terrestres (Diaz *et al.*, 2018), elas também são essenciais na zona marinha-costeira, sobretudo

em áreas de ecossistemas ecotonais como os manguezais, na dispersão de angiospermas marinhas (Kendrick *et al.*, 2017) e recentes descobertas descrevem a polinização de algas vermelhas (Lavaut *et al.*, 2022). Algumas áreas atuam como centros de dispersão de ovos e larvas de espécies marinhas que colonizam outras áreas por meio das correntes (Kinlan & Gaines, 2003). Em ambientes costeiros, a fragmentação de habitats aliada às consequentes alterações na biodiversidade (ver Capítulo 2) e a modificação da declividade natural de terrenos acima e abaixo da linha das marés têm o potencial de disruptão desta contribuição.

No ambiente aquático, além das plantas superiores, é de suma relevância o papel de organismos fotossintetizantes como os componentes do microfitobentos e do fitoplâncton (Winder & Sommer, 2012) para a *regulação da qualidade do ar* e a *regulação do clima*. De forma complementar, a regulação do clima está intimamente ligada à *regulação da disponibilidade de água doce*, uma vez que está associada aos fluxos de vapor d’água na atmosfera e aos ventos, bem como à captação da umidade do ar pela cobertura de vegetação, ou seja, o ciclo da água. Ademais, essa regulação mantém estreita relação com a *regulação de água doce e da qualidade das águas costeiras*. As formações geomorfológicas e a sucessão ecológica, que ocorrem na costa, influenciam o armazenamento da água doce em reservatórios, no lençol freático ou até mesmo como água intersticial. Diversos elementos e compostos percolam o sedimento ou solo da zona costeira, que funcionam como filtros para a água oriunda de rios ou da precipitação pluvial.

Como já mencionado, os manguezais são conhecidos por grandes estoques e altas taxas de sequestro de carbono na biomassa e nos solos (Hatje *et al.*, 2020; Quiros *et al.*, 2021; Jennerjahn, 2020; MacKenzie *et al.* 2020; Wang *et al.*, 2020). Assim, esse ecossistema de entremarés constitui uma estratégia econômica para algumas nações compensarem parte de suas emissões de dióxido de carbono. Rovai *et al.* (2022) identificaram que os manguezais brasileiros detêm 8,5% dos estoques globais de carbono depositados nesse ecossistema. Comparado a outros biomas florestais, os manguezais armazenaem até 4,3 vezes mais carbono por metro quadrado superficial do solo e ocupam o segundo lugar em estoques de carbono na biomassa, atrás apenas da floresta amazônica (Rovai *et al.*, 2022). A região de Cananéia, no litoral sul de São Paulo, abriga manguezais muito bem conservados por um mosaico de Unidades de Conservação. Estes têm os maiores estoques de carbono em nível de ecossistema por unidade de área, chegando a 380 MgC (toneladas de carbono) por hectare, quando equiparados a outros manguezais no país (Rovai *et al.*, 2021). Uma estimativa como essa fornece informações úteis para fortalecer os inventários regionais de carbono azul (ou o carbono capturado e armazenado pelos ecossistemas marinhos-costeiros) e potenciais emissões de CO₂ (equivalente de gás carbônico) e para estabelecer medidas de desempenho que subsidiem programas e metas de restauração.

Estrada *et al.* (2015) atribuíram valores monetários aos serviços de armazenamento e sequestro de carbono prestados pelos manguezais em Guaratiba, estado do Rio de Janeiro, considerando as perspectivas de mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL)

e redução de emissões por degradação florestal e desmatamento (REDD). A despeito de variações fisiográficas, estes autores estimaram que a biomassa armazenada acima do solo corresponde a cerca de US\$ 3,5 milhões e que os custos de manutenção anual desse armazenamento estariam entre US\$ 104.000 e US\$ 209.000.

A *regulação da acidificação do Oceano* é também uma contribuição de regulação da zona marinha-costeira (Price et al., 2007). Essa regulação se dá a partir da erosão das rochas costeiras e do substrato oceânico, bem como do decaimento dos esqueletos e estruturas de sustentação dos organismos marinhos à coluna d'água. Os bancos de rodolitos podem ocupar grandes extensões no fundo do mar, transformando fundos de areia em um ambiente altamente complexo que serve de casa e refúgio para uma infinidade de organismos. Tal qual os corais, esses bancos são reservatórios de carbonato de cálcio, contribuindo para o balanço global de CO₂ atmosférico e para o equilíbrio geoquímico do Oceano. Estima-se que o reservatório de carbonato da plataforma continental brasileira seja da escala de 2 x 10¹¹ tons (ReBentos, 2017).

Outra contribuição são os *processos pedogênicos, de proteção e de descontaminação de solos e sedimentos*. O resultado das interações entre o Oceano e a zona costeira é essencial para a formação de solos e sedimentos, ao exportar matéria para os corpos d'água costeiros que será trabalhada em diferentes processos de intemperismo físico-químico moldados por forçantes de amplitude de maré, regimes de ventos e formação de ondas, variáveis climáticas e meteorológicas, entre outras. Dias (2000) identificou a formação de bioclastos na plataforma adjacente do Ceará por meio da observação de depósitos superficiais de algas calcárias *Lithothamnium*, demonstrando o processo envolvido na transferência de materiais na relação continente/Oceano.

A importância de ecossistemas costeiros, principalmente manguezais, na *regulação de eventos extremos e seus impactos* tornou-se mais notória após o tsunami no Oceano Índico em dezembro de 2004, quando foi evidenciado o papel fundamental das florestas de mangue na contenção das ondas ou de grandes elementos transportados por elas em direção ao continente (Marois & Mitsch, 2015). Além dos manguezais, os recifes de corais como aqueles presentes no litoral nordestino prestam um serviço ecossistêmico crucial, protegendo a linha de costa contra o efeito erosivo de marés e ondas. Um estudo realizado no nordeste do Brasil observou que a perda de manguezais e outros ambientes que protegem a linha costeira brasileira pode significar custos de restauração que somam quase US\$ 4 bilhões (Zamboni et al., 2022).

Por fim, a *regulação de processos biológicos* abrange uma enorme variedade de fenômenos. Ocorre nas mais diversas instâncias e escalas em todas as zonas da paisagem marinha-costeira, desde os processos superficiais – como a exportação de matéria orgânica particulada a partir dos estuários para o Oceano aberto e a consequente proliferação de organismos que se alimentem desta – até processos de profundidade, como a ciclagem de nutrientes oriundos da neve marinha por organismos abissais. É importante notar que os compartimentos de bentos, nécton e plâncton detêm grande complexidade de formas, escalas e processos internos.

1.2.2. Contribuições materiais

1.2.2.1. Energia

O Brasil é hoje um dos maiores geradores de energia renovável do mundo. Mesmo assim, existem algumas preocupações associadas à sustentabilidade energética do país como, por exemplo, a crescente demanda por energia (ver Capítulo 3), a maior utilização de combustíveis fósseis, a expansão da produção de petróleo e o rápido crescimento das emissões de gases de efeito estufa (Luomi, 2014). Tais fatos representam tendências atuais que colocam em risco o futuro do desempenho nacional em geração de energia sustentável. Apesar disso, a Empresa de Pesquisa Energética do Brasil estimou, para o ano de 2022, um consumo doméstico de eletricidade de 690,1 TWh, produzida sobretudo por usinas hidrelétricas. A extensa linha de costa brasileira oferece recursos renováveis oceânicos e atmosféricos com uma vasta disponibilidade espacial e temporal. Essa disponibilidade é potencialmente estratégica para o uso de recursos renováveis, tanto pela abundância de diferentes fontes de energia como pela possibilidade de utilização híbrida desses recursos. Como principais fontes renováveis de energia no Oceano citamos as de natureza oceânica e as de natureza atmosférica. Dentre as fontes de energia oceânicas com potencial de utilização no Brasil ressalta-se as correntes marinhas, as ondas, as marés e os gradientes de temperatura e salinidade. Já os ventos e a radiação solar destacam-se, ao longo da costa brasileira, como fontes de energia renováveis atmosféricas na zona marinha-costeira. Segundo estudos preliminares conduzidos pela Empresa de Pesquisa Energética do Brasil, o país possui potencial técnico de aproximadamente 2.500 TWh de recurso eólico *offshore* considerando regiões com profundidade de até 50 metros e velocidade do vento superior a 7 m/s. Apenas para se ter uma ideia, o consumo anual de energia elétrica projetado por essa Empresa para o ano de 2023 é de cerca de 600 TWh (Shadman *et al.*, 2019).

Em que pese a contribuição significativa de energias renováveis na matriz energética e elétrica brasileira, devido especialmente à energia hidrelétrica, ainda existe um potencial inexplorado e inestimável de geração de energia renovável do Oceano ao longo da costa e na região oceânica adjacente. Embora quase 26% da população brasileira esteja localizada junto à costa¹, ainda há escassez de investigações e levantamentos aprofundados sobre a potencialidade de utilização de recursos energéticos renováveis do Oceano e sua conversão em eletricidade (Kirinus *et al.*, 2018). Estudos que revelem a distribuição detalhada espacial e temporal de recursos energéticos renováveis oceânicos oriundos de correntes marinhas, ondas, marés e gradientes de temperatura e salinidade são de fundamental importância para identificação de áreas propícias à potencial geração de energia renovável do mar (Shadman *et al.*, 2019). Adiciona-se às fontes de energia oceânicas citadas aquelas relacionadas aos ventos (eólica) e a solar, que também podem ser exploradas sobre o Oceano. Tais estudos, essenciais para o planejamento energético associado à utilização desses recursos renováveis, poderão

1. Considerando a delimitação da zona costeira contida na Portaria MMA 34/2021, esse percentual é de cerca de 25%, o que não deixa de ser expressivo, uma vez que estamos falando de apenas 5% do território continental nacional.

se beneficiar de iniciativas de pesquisa oceanográfica e meteorológica realizadas por diversas instituições de pesquisa e universidades em toda a costa brasileira.

A caracterização desse potencial energético deve considerar diferentes escalas temporais. Por exemplo, é de fundamental importância o entendimento da geração energética climatológica de determinada fonte que leve em conta as variações do seu potencial não apenas ao longo do ciclo sazonal, mas também sua variabilidade interanual decorrente da influência de fenômenos como, por exemplo, o *El Niño Southern Oscillation* (ENOS). Além disso, estudos que consigam identificar potenciais alterações das condições oceanográficas e meteorológicas frente a cenários de mudanças climáticas são igualmente relevantes para o entendimento do potencial energético e consequentemente para o planejamento energético de futuros empreendimentos.

Com foco nessa demanda, algumas metodologias de investigação que visam a caracterização espacial e temporal do potencial energético renovável no Oceano podem ser destacadas e deverão ser incentivadas no país. Um dos principais métodos consiste na implementação de modelos numéricos computacionais regionais oceanográficos e meteorológicos (Fragoso *et al.*, 2016; Assad *et al.*, 2020). Os resultados obtidos por esses modelos podem ser diretamente utilizados para estimativas detalhadas do potencial energético renovável associado a fontes de energia oceânicas e atmosféricas (Pimenta *et al.*, 2008; Tavares *et al.*, 2020). Estudos preliminares com base em resultados de modelos numéricos globais oceânicos indicam um potencial teórico médio anual de 91.8 GW de energia de ondas ao longo de toda a costa nacional e cerca de 1.800 w/m² relativo à densidade de energia associada a correntes marinhas na mesma região (Shadman *et al.*, 2019). Outro importante esforço investigativo a ser estimulado no Brasil diz respeito à aquisição de dados meteorológicos e oceanográficos de toda margem continental brasileira. Dados observados (*in situ* ou remotos) são fundamentais para estudos descritivos que busquem o conhecimento direto do comportamento espacial e temporal de fenômenos oceânicos e atmosféricos.

Além dos esforços a serem realizados e mantidos para entender e avaliar, no espaço e no tempo, os diferentes fenômenos oceânicos e atmosféricos visando aplicações diretas para estimar o potencial de energia renovável ao longo da costa brasileira, cabe ressaltar a necessidade de estudos ambientais, biológicos, sociais e econômicos. A análise integrada e multidisciplinar de todas essas informações é fundamental para o entendimento da distribuição espacial e temporal dos potenciais impactos e vulnerabilidades socioambientais relacionados à instalação de empreendimentos. Esse esforço analítico tem grande importância para minimizar quaisquer danos socioambientais e maximizar a sustentabilidade ambiental, social e econômica dos empreendimentos. Tal cenário está mais próximo do que se imagina: o Ibama publicou, em agosto de 2021, uma lista com 23 empreendimentos eólicos *offshore* com abertura de pedidos de licenciamento ambiental, com um potencial de mais de 46 MW de geração, incluindo 3.486 aerogeradores distribuídos nos estados do RS, RJ, BA, RN, CE e PI. Destaca-se também a necessidade do desenvolvimento tecnológico nacional relativo a equipamentos e instalações de geração de energia. É preciso que haja esforços científicos e de inovação que possam tornar competitivo o custo da energia das fontes citadas quando comparado àquele associado à produção de energia renovável e não renovável já existente no país.

1.2.2.2. Alimentos e alimentação

Estuários, manguezais e Oceano são fontes vitais de alimentos como pescados e frutos do mar que incluem, por exemplo, o caranguejo-ucá (*Ucides cordatus*), o guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), o vÔngole ou berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*), a ostra (*Crassostrea rhizophorae*), tainhas (*Mugil spp.*), robalos (*Centropomus spp.*), dentre outros (Castro, 2016). Os pescados são reconhecidos como uma das fontes mais saudáveis de proteína animal para consumo humano (Yaktine & Nesheim, 2007; FAO, 2014), podendo ser a principal fonte de proteína animal na alimentação de muitas comunidades ribeirinhas e vilas de pescadores (Unep, 2014). Conforme a CDB (2016), mais de 200 milhões de pessoas em todo o mundo dependem da pesca e/ou da criação de peixes marinhos para sua subsistência. Desse contingente, a grande maioria está em países em desenvolvimento, onde essas atividades são economias significativas das zonas costeiras e exercem papel fundamental, gerando fonte primária de proteína para mais de um bilhão de pessoas. Dias-Neto e Dias (2015) destacaram a pesca com uma atividade relevante no desenvolvimento do Brasil, garantindo a dieta alimentar de proteína animal (segurança alimentar) para milhões de brasileiros que tiveram e têm no pescado seu principal alimento.

Dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2020) relatam aumento no consumo mundial de pescados, passando de 13,4 kg/pessoa/ano (média de 1986 a 1995) para 20,5 kg/pessoa/ano em 2018. No Brasil, o consumo per capita sempre esteve abaixo da média mundial – cerca de 7,4 kg/pessoa/ano no final dos anos 1990 e chegando a 9,75 kg/pessoa/ano em 2010 (MPA, 2011) –, mas acompanhando os 10 kg/pessoa/ano que, segundo a FAO (2020), é o limite superior de pescado consumido nos países da América Latina.

O crescimento do consumo per capita é reflexo do incremento na produção do pescado advinda tanto da captura/pesca como da elevada produção aquícola. De acordo com a FAO (2020), entre 1986 e 1995 a média anual da produção mundial do pescado era de 101,8 milhões de toneladas, sendo 86,9 milhões de toneladas oriundas da pesca extrativa e 14,9 milhões provenientes da aquicultura. Em 2018, a oferta global de pescado para consumo humano aumentou para 178,5 milhões de toneladas (96,4 milhões de toneladas produzidas pela captura/pesca extrativa e 82,1 milhões de toneladas da aquicultura). A captura/pesca extrativa permaneceu estável, enquanto a produção aquícola contribuiu significativamente para suprir a crescente demanda do pescado como alimento. Entre 1986-1995, a produção mundial de pescados dividia-se em 85,36% advindos de captura e 14,64% de pescado cultivado ao passo que, em 2018, a distribuição passou a ser de 54% para 46% respectivamente, denotando a alta na produção aquícola brasileira (FAO, 2020).

No Brasil, a produção média da pesca extrativa de região costeira e marinha entre os anos 2010 e 2019 se manteve em torno de 524 mil toneladas/ano (FAO, 2020), saindo do patamar de 537 mil toneladas/ano de pescados capturados no mar brasileiro em 2010 para uma estimativa de 495 mil toneladas/ano em 2019. É preciso considerar que desde 2011 não há dados oficiais de produção pesqueira extrativa marinha, o que evidencia a vulnerabilidade dos estoques pesqueiros no país, pela incapacidade de uma gestão sustentável (Zamboni *et al.*, 2020, ver Capítulo 2).

A pesca extrativa, como atividade geradora de emprego e renda no Brasil, é confirmada por Dias-Neto & Dias (2015). Os autores registram cerca de 1 milhão de pescadores profissionais no ano de 2012, com aproximadamente 65% destes concentrados em cinco Unidades Federativas do país (Pará: 24,3%; Maranhão: 16,8%; Bahia: 12,1%; Amazonas: 8,1%; e Santa Catarina: 3,4%). A pesca, no ano de 2010, gerou em torno de R\$ 4,25 bilhões de receita bruta, correspondendo a 0,12% do PIB nacional. Embora seja um indicador relevante para a economia, a importância da atividade pesqueira no Brasil está mais atrelada à capacidade do setor em contribuir para a segurança alimentar, sobretudo dos segmentos sociais mais pobres. Conforme Dias-Neto (2003), “a pesca nacional é uma das poucas atividades que absorve mão de obra de pouca ou nenhuma qualificação, seja de origem rural ou urbana e, em alguns casos, é a única alternativa para a obtenção de alimento [proteína] para certos grupos de indivíduos e para a população excluída, especialmente a que vive no litoral ou às margens de corpos d’água, no ambiente continental”.

Além dos peixes, entre os alimentos fornecidos pelo ambiente marinho estão os crustáceos, como a lagosta-vermelha (*Panulirus argus*) e a lagosta-verde (*Panulirus laevicauda*), muito comuns no litoral do nordeste brasileiro (Aragão, 2013). O autor estima que cerca de 100 mil pessoas dependem direta ou indiretamente da pesca da lagosta no país, uma das práticas pesqueiras de maior importância social e econômica para alguns municípios litorâneos. Voltada basicamente para o mercado externo, a atividade exporta anualmente em torno de 2.500 toneladas de cauda, com rendimentos médios de 50 a 90 milhões de dólares para o período de 2000 a 2012 (Aragão, 2013).

A aquicultura, ou cultivo aquícola, de peixes, crustáceos, moluscos, algas e demais organismos aquáticos gerou, em 2019, aproximadamente R\$ 5,5 bilhões de receita bruta no Brasil, pagando ao produtor um valor médio de R\$ 6,90/kg do produto, considerando a aquicultura de água doce e a maricultura (Valenti *et al.*, 2021). Como produção de alta escala, destacamos o camarão (camarão-branco-do-pacífico *Litopenaeus vannamei*), predominante no Nordeste, e moluscos bivalves marinhos (mexilhões *Perna perna* e ostras *Crassostrea gigas* e *C. gasar* / *C. tulipa*) cultivados em todos os estados costeiros brasileiros. Em 2019, o camarão respondeu por 9,7% da produção nacional e os preços de primeira venda variaram de R\$ 17,50/kg a R\$ 22,00/kg (Valenti *et al.*, 2021), com produção de 54,3 mil toneladas (IBGE, 2020). Segundo Valenti *et al.* (2021), até 2010 o camarão de aquicultura era processado e exportado para os EUA e a Europa e, na última década, sua produção vem sendo reorientada para o mercado interno, dividindo o mercado com o camarão capturado pela pesca marinha no país. Os moluscos bivalves marinhos são cultivados basicamente por pescadores artesanais e funcionam como uma fonte alternativa de renda para estes, muitas vezes sendo a renda principal da família (Valenti *et al.*, 2021). É uma atividade que tem caráter familiar e artesanal, com produção direcionada, em sua grande maioria, para mercados locais. A produção nacional de 2019 foi estimada em 15,2 mil toneladas (13 mil ton de mexilhão *Perna perna* e 2 mil ton de ostra *Crassostrea gigas*), das quais 95% vêm do Sul (IBGE, 2020).

Em menor escala na aquicultura estão os peixes marinhos (beijupirá *Rachycentron canadum*, garoupa *Epinephelus marginatus* e cerca de 25 espécies ornamentais), os invertebrados marinhos (aproximadamente 100 espécies de corais e o microcrustáceo *Artemia*

franciscana), as macroalgas (*Porphyra*, *Hypnea*, *Gracilaria* e *Kappaphycus alvarezii*) e as microalgas (*Spirulina*, *Arthrospira platensis* e outras espécies usadas na alimentação de larvas de camarão). Trata-se de cultivos de expressão social e relevantes pelos seus sistemas produtivos alicerçados nos pequenos produtores, alimentando a economia do país com geração de empregos, renda e mercados, além de contribuírem com a oferta de alimentos de alto potencial de mercado (Valenti *et al.*, 2021). O cultivo de macroalgas, por exemplo, é focado na produção de ficocolóides (agar e carragena, principalmente) e de compostos com aplicações nas indústrias alimentícia, médico-farmacêutica, cosmética, química e têxtil (Valenti *et al.*, 2021). Para além dos benefícios à indústria, seu cultivo colabora para mitigar os impactos ambientais por meio da absorção de nitrogênio e fósforo. A produção de macroalgas se dá em quatro comunidades tradicionais no Ceará e no Rio Grande do Norte e, em 2016, foi estimada em 30 toneladas (FAO, 2019). Pereira *et al.* (2020) destacam que, considerando os baixos custos de produção na Ásia, no Brasil o cultivo de algas para ficocolóides é desvantajoso, sendo interessante centrar na produção das macroalgas para alimentação humana e geração de matéria-prima para uso em cosméticos.

Por fim, enquanto fonte de alimento e de outros produtos, reconhece-se a importância da produção de mel (Gomes *et al.*, 2017) e própolis em áreas de estuários e manguezais (Barth & Luz, 2009; Silva *et al.*, 2016), embora não haja dados oficiais de seu dimensionamento. A contribuição da zona costeira para a alimentação é subestimada, por não considerar a produção agrícola dos municípios nela localizados, que se beneficiam diretamente das contribuições de regulação do ambiente, como o regime de chuvas e a regulação climática.

1.2.2.3. Materiais e trabalho

Em relação aos materiais, destacam-se os recursos não vivos fornecidos pela zona marinha-costeira que têm dependência direta da biodiversidade. Sedimentos retrabalhados em estuários flúvio-marinhos (Suguió, 1973, 1999) proveem recursos minerais que beneficiam as pessoas, tais como areia e sal. A areia extraída de áreas costeiras e fluviais configura o segundo recurso mineral mais explorado no mundo depois da água, alcançando 40 a 50 bilhões de toneladas métricas por ano (Unep, 2022), embora a prática seja proibida em praias. Na zona marinha-costeira, as areias são habitats para microrganismos e cianobactérias que são base nas estruturas tróficas e que têm papel como substrato nos processos de sequestro de carbono (Unep, 2022). Nos estuários brasileiros, no entanto, não há dados oficiais que permitam um dimensionamento dessa extração.

O enorme reservatório de carbonato na plataforma continental brasileira representa uma importante fonte de calcário e micronutrientes com grande potencial econômico para uso agrícola como fertilizante e corretivo de solos ácidos (ReBentos, 2017). No país, três estados (Espírito Santo, Bahia e Maranhão) tiveram as reservas de granulados bioclásticos marinhos medidas e aprovadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral, cujo somatório fica na ordem de 962.330.131 toneladas (Cavalcanti, 2011).

Uma indústria que merece destaque são as salinas, que são áreas para produção de sal. A produção se concentra principalmente no estado do Rio Grande do Norte (até

97% do total), devido às características climáticas favoráveis, com prolongado período de seca e uma extensa planície costeira com estuários hipersalinos. Em anos com condições climáticas satisfatórias, a produção chega a 5 bilhões de toneladas por ano (Diniz & Vasconcelos, 2019). Todas as empresas que exploram esse recurso ficam nas planícies costeiras, colonizadas pelo ecossistema manguezal, com suas feições de floresta de mangue e planícies hipersalinas (ou apicuns). A atividade modifica a paisagem, substituindo áreas de sequestro e estoque de carbono (manguezais) por salinas (ver Capítulo 2, sobre perda de manguezais e apicuns para a implantação de salinas).

Outra contribuição do uso direto da zona marinha-costeira está relacionada às atividades portuárias e de navegação, que dependem do meio aquático e da estabilidade costeira e estuarina. Entretanto, na maioria dos portos brasileiros custos vultosos são gastos para manutenção dos canais navegáveis, com dragagem do leito de estuários e baías, em parte graças à supressão da vegetação de mangues. No Porto de Suape (Pernambuco), por exemplo, a dragagem iniciada em 2007, e ainda em execução, custará ao estado um total estimado entre R\$ 500 milhões e R\$ 1 bilhão.

No âmbito das contribuições imateriais da natureza para as pessoas, cabe ressaltar também a dependência por serviços ecossistêmicos marinhos-costeiros associados à cultura do transporte marítimo no litoral do país. Isso inclui características desse tipo de transporte adaptadas à diversidade de ambientes navegáveis existentes, com foco nas vias de acesso e na mobilidade.

1.2.2.4. Recursos medicinais, bioquímicos e genéticos

A evolução do conhecimento em biodiversidade e o desenvolvimento tecnológico permitiram o estudo do componente molecular das diversas espécies da fauna e da flora que compõem os recursos marinhos, por meio do uso de ferramentas genômicas, assim como do acesso a ambientes extremos, como o mar profundo e a Antártida (Blasiak *et al.*, 2021). Com isso, as riquezas associadas aos recursos genéticos marinhos assumiram uma nova dimensão para além da pesca e da maricultura, com impacto direto no desenvolvimento econômico e social.

Na legislação brasileira, o patrimônio genético é caracterizado como “*a informação de origem genética de espécies vegetais, animais, microbianas ou espécies de outra natureza, incluindo substâncias oriundas do metabolismo destes seres vivos*” (Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015). Ainda no campo conceitual, a bioprospecção pode ser definida como o esforço empreendido na exploração sistemática da biodiversidade em busca de recursos com valor econômico e social (Beattie *et al.*, 2005). Dessa combinação emergem múltiplas possibilidades e grandes desafios para o uso sustentável dos recursos genéticos do ambiente marinho.

Nesse contexto, a dimensão química da diversidade marinha tem especial valor, uma vez que já conhecemos mais de 35.000 substâncias descritas como produtos do metabolismo dos organismos marinhos, muitas delas com potenciais aplicações farmacêuticas, cosméticas e nutracêuticas, dentre outras (Carroll *et al.*, 2019; Newman & Cragg, 2020). Em 2023, 17 medicamentos desenvolvidos a partir de produtos naturais

marinhos se encontravam em uso clínico, sendo 12 deles para o tratamento do câncer. Além disso, no mesmo ano cerca de 30 fármacos estavam em fase de testes clínicos (<https://www.marinepharmacology.org/>).

Revisões recentes mostram que o Brasil conhece pouco as substâncias oriundas de seus organismos marinhos, com cerca de 238 espécies estudadas (excluindo algas), num total de 393 substâncias isoladas dentre as quais 61 têm propriedades anticâncer descritas (Ióca *et al.*, 2018; Wilke & Marinho-Soriano, 2017). Isso reflete muito mais as nossas limitações de pesquisa do que uma baixa riqueza biológica. Temos ainda um longo trabalho pela frente para o inventário da nossa biodiversidade. Alguns grupos, como crustáceos e moluscos, são mais bem conhecidos enquanto outros, como briozários e tunicados, começaram apenas recentemente a ser estudados de forma mais sistemática. A criação da Rede Nacional de Biotecnologia Marinha, em 2018, é uma iniciativa importante que pode transformar o cenário atual (Thompson *et al.*, 2018).

Além dos aspectos relacionados à pesquisa, temos uma limitada capacidade industrial de inovação farmacêutica. Nossa indústria é voltada majoritariamente para o comércio de genéricos e, em grande parte, a formular e embalar os princípios ativos que importam da China e da Índia (Pinto & Barreiro, 2013). O desenvolvimento de um medicamento é um processo demorado que leva aproximadamente 15 anos e caro, alcançando US\$ 1 bilhão de dólares (Wouters *et al.*, 2020). Só podemos reconhecer dois medicamentos totalmente produzidos no Brasil: Acheflan®, um anti-inflamatório obtido a partir de extratos de folhas de *Cordia verbenacea*, e Helleva® (carbonato de lodenasil), usado no tratamento da disfunção erétil (Pinto & Barreiro, 2013). Portanto, para mudar essa realidade, é preciso que haja incentivos substanciais nessa área.

Apesar de não termos produtos farmacêuticos nacionais desenvolvidos com base em um princípio obtido de fonte marinha no Brasil, alguns resultados promissores já podem ser mencionados, envolvendo as etapas pré-clínicas de pesquisa. Por exemplo, os diterpenos de *Dictyota menstrualis* e *Dictyota pfaffi*, algas pardas muito comuns nos recifes costeiros no Nordeste, mostraram-se eficazes contra o HIV-1, inibindo tanto a replicação do vírus quanto a infecção pelo HIV-1 em células de mamíferos (Pereira *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2005). A avaliação pré-clínica da toxicidade e eficácia do dolabeladienetriol, um diterpeno isolado de *D. pfaffi*, reforçou também seu potencial como medicamento anti-HIV-1 (Garrido *et al.*, 2017).

A indústria de cosméticos derivados de produtos naturais, por outro lado, tem tido um crescimento exponencial no Brasil e no mundo, com linhas de desenvolvimento majoritariamente baseadas em produtos vegetais. A maioria dos cosméticos de origem marinha é derivada de macroalgas e microalgas, mas um número crescente está sendo gerado por processos de biotecnologia marinha a partir de microrganismos como bactérias e fungos (Calado *et al.*, 2018). Algumas iniciativas para o uso de algas na produção de cosméticos têm sido observadas no país, revelando o enorme potencial da indústria de macroalgas (Marinho-Soriano, 2017). Um aspecto importante dessas iniciativas é o envolvimento das comunidades locais, incorporando sustentabilidade a uma atividade iniciada completamente baseada no extrativismo. Projetos como “Algás

do Brasil” e “Mulheres de Corpo e Alga” (www.algasdobrasil.com.br; www.brasilcidadao.org.br/projetos/mulheres-de-corpo-e-alga/), desenvolvidos por pequenas empresas de comunidades tradicionais do litoral nordestino, visam o uso sustentável de macroalgas em produtos cosméticos para cabelos e pele.

Há muitas outras possibilidades de uso dos recursos genéticos marinhos com grande potencial de desenvolvimento, geração de renda e conservação do ambiente. Alguns exemplos são o desenvolvimento de tintas anti-incrustantes e sistemas de bioremediação (Gama *et al.*, 2008; Blasiak *et al.*, 2021).

A sustentabilidade sempre foi um desafio no uso de recursos genéticos marinhos, pois a história do desenvolvimento de alguns dos produtos farmacêuticos hoje em uso clínico deixou um rastro de destruição resultante da sobre-exploração dos estoques dos organismos produtores. Na década de 1970, a descoberta de prostaglandinas no octocoral *Plexaura homomallia* no Caribe levou a um esforço de coleta que comprometeu suas populações (Costa-Lotufo *et al.*, 2009), mostrando o risco de basear uma cadeia produtiva puramente no extrativismo. Outro caso digno de nota é o desenvolvimento do anticâncer Halaven®, que se baseia na halicondrina, uma substância isolada de esponjas marinhas. Para o estudo pré-clínico foram coletados 600 kg de *Halichondria okadai* na costa do Japão (Hirata & Uemura, 1986) e mais 200 kg de *Lissodendoryx* sp. na Nova Zelândia (Litaudon *et al.*, 1994). A solução para a comercialização do Halaven viria a partir do desenvolvimento de um derivado mais simples, o mesilato de eribulina, que pode ser sintetizado em laboratório. Essas histórias nos ensinaram que não é viável desenvolver um medicamento baseado apenas na coleta dos recursos naturais, sendo necessário buscar um meio sustentável de alimentar a cadeia de produção. Existe atualmente um esforço mundial no sentido de atrelar a prospecção à sustentabilidade (Jimenez *et al.*, 2020).

Outro ponto importante diz respeito aos aspectos legais que regulam o acesso ao patrimônio genético. O protocolo de Nagoya, adotado em 2010 por 130 países e ratificado pelo Brasil em 2021, regulamenta o acesso aos recursos genéticos e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes de sua exploração. No Brasil, a Lei nº 13.123 de 2015 regulamenta o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Desta maneira, toda pesquisa feita em território nacional visando a utilização do patrimônio genético necessita de autorização do Conselho Gestor do Patrimônio Genético (CGENI), que pode ser obtida por meio de cadastro no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (Sisgen, ver Lei 13.123 de 20 de maio de 2015 e Decreto 8.772 de 12 de maio de 2016).

1.2.3. Contribuições imateriais

1.2.3.1. Aprendizado e inspiração

A zona marinha-costeira fornece oportunidades para o desenvolvimento das capacidades que permitem que as pessoas prosperem por meio da educação, da aquisição de conhecimentos e do desenvolvimento de habilidades para o bem-estar, a informação e a inspiração (Diaz *et al.*, 2018). A valorização do Oceano como provedor de bens e serviços, bem como espaço de aprendizado, espiritualidade, lazer e contemplação, impulsiona a cultura oceânica e o pertencimento ao mar (Raymundo *et al.*, 2021).

O Projeto Político Pedagógico da Zona Costeira e Marinha (Raymundo *et al.*, 2021), um instrumento de gestão educativa, diagnosticou, com base na percepção de agentes e instituições, aspectos sociais positivos: 39% identificaram a zona marinha-costeira como patrimônio natural, histórico e cultural; 20% como território de relevância econômica sustentável; 11% como território de instituições atuantes, com oportunidades de ação; e 10% com base comunitária local e tradicional (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Detalhamento das categorias de aspectos positivos da zona marinha-costeira (Raymundo *et al.*, 2021).

CATEGORIAS	ELEMENTOS DOS ASPECTOS POSITIVOS
Patrimônio natural, histórico e cultural	Alta relevância ecológica. Sítios históricos. Cultura popular como patrimônio. Material arqueológico. Atributos ambientais. Biodiversidade. Mosaico de unidades de conservação na região. Riqueza de ecossistemas. Variedade hídrica. Áreas de proteção ambiental. Beleza cênica. Serviços ambientais. Regulação climática.
Relevância econômica sustentável	Fontes diversificadas de recursos como o turismo e a pesca sustentável. Possibilidade de exploração de fontes de energia; alta produtividade; extrativismo. Exploração sustentável. Agricultura familiar e urbana; banco de alimentos como subsistência da comunidade local. Economia solidária. Ecodesenvolvimento.
Instituições e oportunidades de ação	Investimentos privados e públicos. Presença de várias instituições. Parceria privada, pública, de ONGs e da comunidade. Potencial educativo e atividades de EA. Instituições públicas como: ICMBio, Ibama e órgãos ambientais estaduais e municipais. Diversidade de atores envolvidos. Projetos diversos que ocorrem na ZCM (como o Projeto Peixe Boi). Aporte de projetos especiais como GEF-Mar e TerraMar. Alto potencial de captação de recursos para a conservação ambiental.
Base comunitária local e tradicional	Povos originários e Comunidades tradicionais como base comunitária. Espaços locais de resistência e participação social. União e sabedoria das comunidades para a resolução de problemas dos territórios. Grupos organizados da sociedade. Comunidades tradicionais ligadas ao Oceano. Sociobiodiversidade. Base comunitária na defesa de seu território.

O diagnóstico mostra ainda os desafios da educação ambiental para o uso sustentável dos recursos naturais da zona costeira e marinha, como gestão (51%) e governança (23%). Questões relacionadas às dificuldades de acesso aos recursos financeiros, à necessidade de formação de recursos humanos e à melhoria na articulação entre as instituições são apontadas como os maiores desafios a serem enfrentados. O Projeto Político Pedagógico identificou 176 ações de capacitação para o uso sustentável e a conservação da biodiversidade na zona costeira e marinha brasileira, sendo a maioria realizadas pela sociedade civil (31%) e 19% por instituições de ensino superior (Raymundo *et al.*, 2021).

Outra contribuição imaterial é a aquisição de conhecimentos advindos de pesquisa científica nos ambientes marinhos-costeiros. Nos últimos 30 anos, a produção científica no território nacional contendo os termos “marinho”, ou “costeiro”, ou “Oceano atlântico”, ou “plataforma continental” em títulos, resumos ou palavras-chave corresponde a mais

de 560 mil artigos publicados em revistas científicas indexadas. Em comparação à produção científica mundial nesses temas, esse número representa um percentual ainda pequeno (pouco mais de 4%). No entanto, já denota uma tendência de crescimento, considerando que há 30 anos esse percentual era menor que 0,5% (Figura 1.2).



Figura 1.2. Produção científica dos últimos 30 anos, no Brasil (barras azuis, escala no eixo vertical esquerdo) e no mundo (linha laranja, escala no eixo vertical direito), em artigos indexados publicados com as palavras-chave: *Marine OR Coastal OR Atlantic Ocean OR Continental shelf* (Fonte: Dados do Scopus extraídos em 2022)

Ademais, o mar é refletido nas artes e na cultura regional do país como fonte de inspiração e contemplação. A implantação das Reservas Extrativistas Marinhas no Brasil é um caso emblemático: sua criação foi inspirada na relação pessoas-mar e permite a aplicação de saberes e práticas de comunidades tradicionais aliada à proteção ambiental do território costeiro e marinho, contra novas explorações não tradicionais (Chamy, 2004).

Por fim, mares e Oceano também são fonte de inspiração para o desenvolvimento de novas tecnologias (Fish & Kocak, 2011), para além do benefício direto dos organismos marinhos como recursos medicinais, bioquímicos e genéticos. Organismos marinhos desenvolveram a capacidade de viver em ambientes com diferentes condições ambientais e várias funções biológicas marinhas serviram como inspiração biomimética para algumas tecnologias. Alguns exemplos são a função adesiva do bisso de bivalves e de sucção dos tentáculos de polvos e a coloração de organismos marinhos que inclui uma miríade de cores estruturais profundas (iridescência), inspirando aplicações em optoeletrônica, mecanismos antifalsificação, displays, sensores, robótica, dentre outras (Claverie *et al.*, 2020).

1.2.3.2. Experiências físicas e psicológicas

O contato e as experiências com ambientes naturais fornecem uma série de benefícios imateriais aos humanos, provendo oportunidades de melhorias no bem-estar físico e mental e contribuindo para a qualidade de vida humana (Wicks *et al.*, 2022). O litoral bra-

sileiro é amplamente utilizado para turismo e recreação por pessoas que buscam desfrutar de sua beleza cênica e biodiversidade. O popular turismo de sol e praia é a atividade recreativa mais comum, possuindo relevância econômica em comunidades costeiras de todo o litoral. Em 2018, o turismo no país gerou renda de US\$ 152,5 bilhões, o que corresponde a 8,1% do PIB nacional, sendo que a maioria dos destinos eram municípios costeiros (MTUR, 2019). Outras atividades de segmentos mais direcionados propiciam diferentes níveis de vivências nos ambientes costeiros e marinhos, como turismo náutico, pesca recreativa, mergulho e turismo de observação da fauna silvestre como aves, baleias e golfinhos. Apesar de sua importância, pouco se conhece sobre os benefícios do acesso a essas experiências, devido à dificuldade de mensurá-las e à sua natureza intangível e subjetiva (Oliveira & Berkes, 2014). Estudos têm usado abordagens alternativas para descrever como as pessoas acessam os benefícios das contribuições imateriais em nosso litoral, por meio de análises de imagens georreferenciadas postadas em redes sociais (Retka *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2021). Em um estudo em nível nacional que analisou mais de 21 mil imagens, as principais experiências registradas em ambientes marinhos-costeiros foram recreação social (46%), apreciação da paisagem (38%) e apreciação de monumentos naturais (7%) (Figura 1.3; Retka *et al.*, 2019). Essa pesquisa relatou que experiências estéticas foram mais representadas em unidades de conservação (UCs), enquanto a recreação esportiva e social foi mais comum fora das UCs (Vieira *et al.*, 2021). Em uma escala mais local, as contribuições imateriais do turismo e de atividades recreativas têm sido reportadas por meio de entrevistas com atores locais e turistas, sobretudo em UCs. Na Reserva Extrativista de Acaú-Goiana (PE), as principais contribuições detectadas estão atreladas a valores não estéticos, relações sociais e valores espirituais e inspiracionais (Pinheiro *et al.*, 2021). Dentre os mergulhadores recifais, as contribuições mais relevantes estão relacionadas à contemplação da biodiversidade, em especial as espécies carismáticas e os locais mais conservados (Giglio *et al.*, 2015; Marconi *et al.*, 2020).

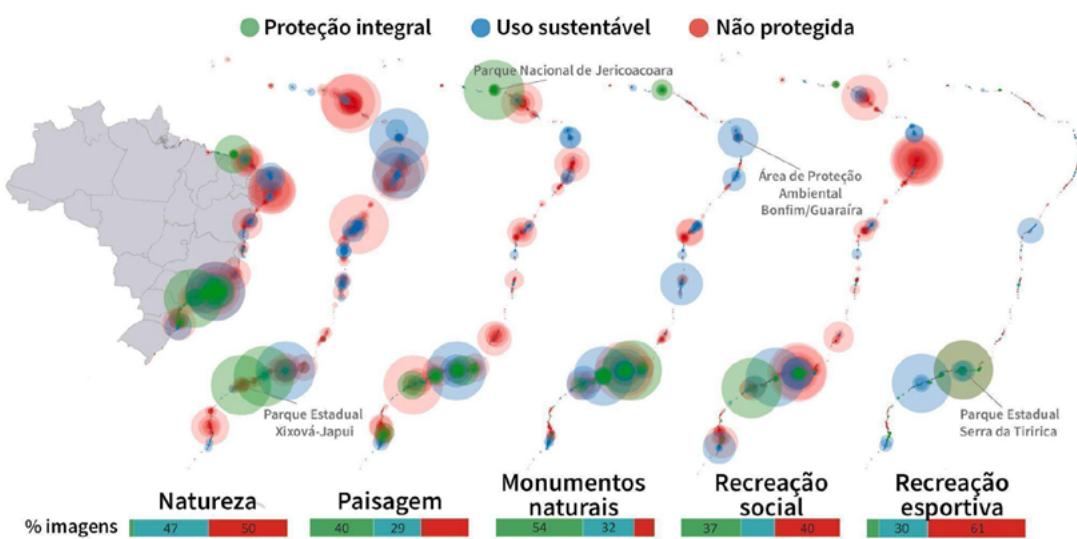


Figura 1.3. Distribuição espacial de contribuições imateriais dos ambientes costeiros e marinhos do Brasil. O tamanho dos círculos é proporcional ao número de fotos representando cada categoria de contribuição em diferentes níveis de proteção. Note que os tamanhos dos círculos não são comparáveis entre as categorias de contribuições e o nível de proteção. Adaptado de Vieira *et al.* (2021).

O turismo e as atividades recreativas em ambientes costeiros e marinhos atraem um público heterogêneo, de distintas classes sociais e poder econômico variado, que busca diferentes experiências imateriais com o ambiente natural. Vão desde mergulhadores e surfistas com gastos totais médios de R\$ 8.000,00 durante sua curta estadia em Fernando de Noronha (Silva-Junior *et al.*, 2021) até pessoas que procuram o turismo de praia e sol no litoral urbano mais próximo de sua residência (Santos, 2017).

Quando bem planejados e ordenados, o turismo e as atividades recreativas trazem uma série de benefícios imateriais sociais, além de econômicos e ambientais para comunidades costeiras (Stronza & Pêgas, 2008; Figura 1.4). Isso contribui para a preservação do patrimônio histórico-cultural e a conservação da biodiversidade, fomentando saúde e bem-estar e gerando renda e emprego. Se, por um lado, o turismo e as atividades recreativas proveem uma diversidade de benefícios imateriais, seu crescimento desordenado tem causado conflitos em muitas comunidades locais (Souza, 2021; ver Capítulo 3). Em Fernando de Noronha, embora o turismo traga uma rentabilidade econômica 10 vezes maior do que a pesca, as mudanças acarretadas pela atividade erodiram uma série de valores culturais e benefícios de recreação e psicológicos das comunidades locais, prejudicando sua transmissão para as gerações futuras (Lopes & Villasante, 2018; Outeiro *et al.*, 2019). Em São Francisco do Sul (SC) conflitos pelo uso do espaço entre pesca, turismo e outras atividades têm aumentado devido a políticas que privilegiam o desenvolvimento dos grupos de usuários com maior poder econômico (Herbst *et al.*, 2020). Comunidades pesqueiras têm migrado sua vocação principal da pesca de pequena escala para o turismo, que tem se mostrado mais rentável economicamente (Outeiro *et al.*, 2019). Entretanto, essas comunidades estabeleceram historicamente valores culturais, espirituais e inspiracionais que vão se esvaindo e que não são considerados no cálculo de geração de renda, o que traz conflitos e amplia a desigualdade social (Alexandre *et al.*, 2019). Dentre os arranjos do turismo, iniciativas de base comunitária são descritas como as mais socialmente justas por priorizar as necessidades do local e de quem mora nele (Fabrino *et al.*, 2016). Quando bem implementado, o turismo de base comunitária possibilita melhora na qualidade de vida dos moradores a partir do bom aproveitamento dos benefícios da natureza para as pessoas. O turismo de base comunitária é marcado pela gestão coletiva, pela transparência no uso e na destinação de recursos e pelo protagonismo da comunidade envolvida. O modo de vida e a cultura local também se tornam uns dos principais estímulos à atividade turística fomentada (Barreto, 2018). Entretanto, em que pese o aumento do interesse pelo turismo de base comunitária no Brasil, especialmente no litoral nordeste (Coriolano, 2009), os grandes programas de desenvolvimento do turismo ainda seguem a lógica capitalista, priorizando investimentos nos destinos com maior geração monetária (Barreto, 2018). Apesar da falta de informações, é notório que a extensa costa nacional fornece uma série de benefícios imateriais para as pessoas, sendo sua contribuição influenciada pelas condições sociais e pelo tipo de atividade envolvida (Kitzmann *et al.*, 2004).



Benefícios

Social

- Fomenta o bem-estar
- Promove a preservação do patrimônio histórico
- Promove a empatia transcultural
- Capacitação das comunidades
- Diversificação dos modos de vida
- Suporta a restauração e a manutenção da cultura local

Econômico

- Geração de empregos e renda para as comunidades locais
- Fundos para a gestão de unidades de conservação
- Incentivos econômicos para a proteção de habitats
- Receita para projetos comunitários
- Diversificação de modos de vida
- Comércio de produtos locais

Ambiental

- Suporte à conservação da biodiversidade
- Sensibilização do público com as questões ambientais
- Atração de cientistas-cidadãos e voluntários em iniciativas de conservação

Prejuízos

Má gestão/ordenamento

- Perda da cultura e da identidade local
- Redução do bem-estar e da qualidade de vida
- Degradação dos recursos naturais
- Degradação do patrimônio histórico
- Aumento do risco social nas comunidades

Figura 1.4. Sumário de benefícios oriundos das contribuições imateriais da natureza para as pessoas, relacionados ao turismo e às atividades recreativas em ambientes marinhos e costeiros. Baseado em OMT (2003) e Alexandre *et al.* (2019).

1.2.3.3. Sustentando identidades

Um importante benefício imaterial do ambiente marinho e costeiro para as pessoas são as contribuições que sustentam as identidades dos habitantes da zona costeira. O mar é parte imensurável da identidade cultural brasileira e está presente na música, no folclore, na literatura e nas mais diversas manifestações artísticas (Diegues, 2000). Mares e Oceano compõem a identidade de muitas religiões que possuem relação com o mar, com eventos, celebrações e cultos que fortalecem os vínculos intangíveis da população com esse ambiente. Fernandes-Pinto e Irving (2018) consideraram que há pelo menos 30 sítios sagrados em formações marinhas-costeiras. De forma mais es-

pecífica, temos as reservas extrativistas que atualmente são cerca de 24 unidades federais espalhadas em uma área de 1.377.541 hectares, protegendo os meios de vida e a cultura de populações tradicionais na costa brasileira.

No caso da zona marinha-costeira, é possível que o maior grupo de usuários diretos e indiretos de seus benefícios sejam aqueles envolvidos na pesca de pequena escala. Por sua vez, estes têm sido marginalizados no diálogo entre atores ambientais e econômicos que estão determinando as estratégias para o futuro do Oceano (Cohen *et al.*, 2019). Embora a pesca artesanal produza mais da metade de todo o pescado nacional (ver Cap. 6), o seu reconhecimento no país ainda está aquém do necessário. O trabalho e as atividades ao longo da cadeia de valor da pesca de pequena escala mobilizam um número expressivo de homens e mulheres, quando não de famílias inteiras, e representam um modo de vida singular (Gasalla & Ykuta, 2015). Além disso, o setor utiliza aproximadamente um oitavo da quantidade de combustível da pesca industrial e emprega 25 vezes mais pescadores, sendo grande demais para ser ignorado. Muitas dessas comunidades costeiras – que abarcam também extrativistas marinhos, como marisqueiros, catadores de crustáceos e maricultores – têm suas identidades conectadas ao ambiente e à natureza (Figura 1.5, ver Cap. 6). A própria definição de populações tradicionais no contexto brasileiro reflete o vínculo inato com os territórios, incluindo os “maretórios” (ver Cap. 6), sejam eles formalizados ou não, que compreendem os ecossistemas essenciais para a manutenção de seus modos de vida (Decreto nº 6.040 de 8 de fevereiro de 2007).



Figura 1.5. Ambientes marinhos-costeiros sustentam identidades e modos de vida de grupos tradicionais ao longo de todo o litoral brasileiro (fotos: Francisco José Bezerra Souto).

A compreensão das contribuições imateriais da natureza para as pessoas, ou dos serviços ecossistêmicos culturais associados a esses modos de vida e aos territórios e maretórios, retrata e cria um conjunto amplo de valores tangíveis e intangíveis sobre os ecossistemas. Dentre estes, se destacam princípios coletivos, normas, práticas e expectativas correlatas que influenciam a forma como os ecossistemas adquirem significado e importância para as pessoas (Figura 1.6, Fish *et al.*, 2016). Algumas dessas relações imateriais vão além dos benefícios culturais e tornam-se bens culturais, ou seja, passíveis de transações de mercado e eventual monetização, tal como o turismo de base comunitária. É fundamental que as contribuições da natureza para as pessoas, ao sustentar identidades tradicionais, levem em consideração a perspectiva dos atores que compõem os povos e as comunidades tradicionais e indígenas (Cap. 6).

Oliveira e Berkes (2014) exploraram o valor dos serviços ecossistêmicos, especialmente os culturais, por meio da percepção de moradores de uma vila de pescadores na região de Ilha Grande (RJ). Eles analisaram até que ponto conceitos e categorias de serviços ecossistêmicos podem acomodar o entendimento das pessoas sobre a sua relação humano+ambiente, indicando a incomensurabilidade e a intangibilidade dos serviços prestados pela procissão de barcos em homenagem a São Pedro, santo padroeiro católico dos pescadores. Em termos práticos, esses modos de vida ligados à territorialidade dos ecossistemas marinhos podem fornecer maneiras plausíveis de situar benefícios culturais em seu meio geográfico mais amplo. É possível também que estejam associados a uma gama de atributos definidos culturalmente (por exemplo, beleza, tranquilidade, distinção), passíveis de serem explorados no contexto da contribuição do capital natural (ver o Quadro 1.1, sobre a Escola Quilombola da Caçandoca).

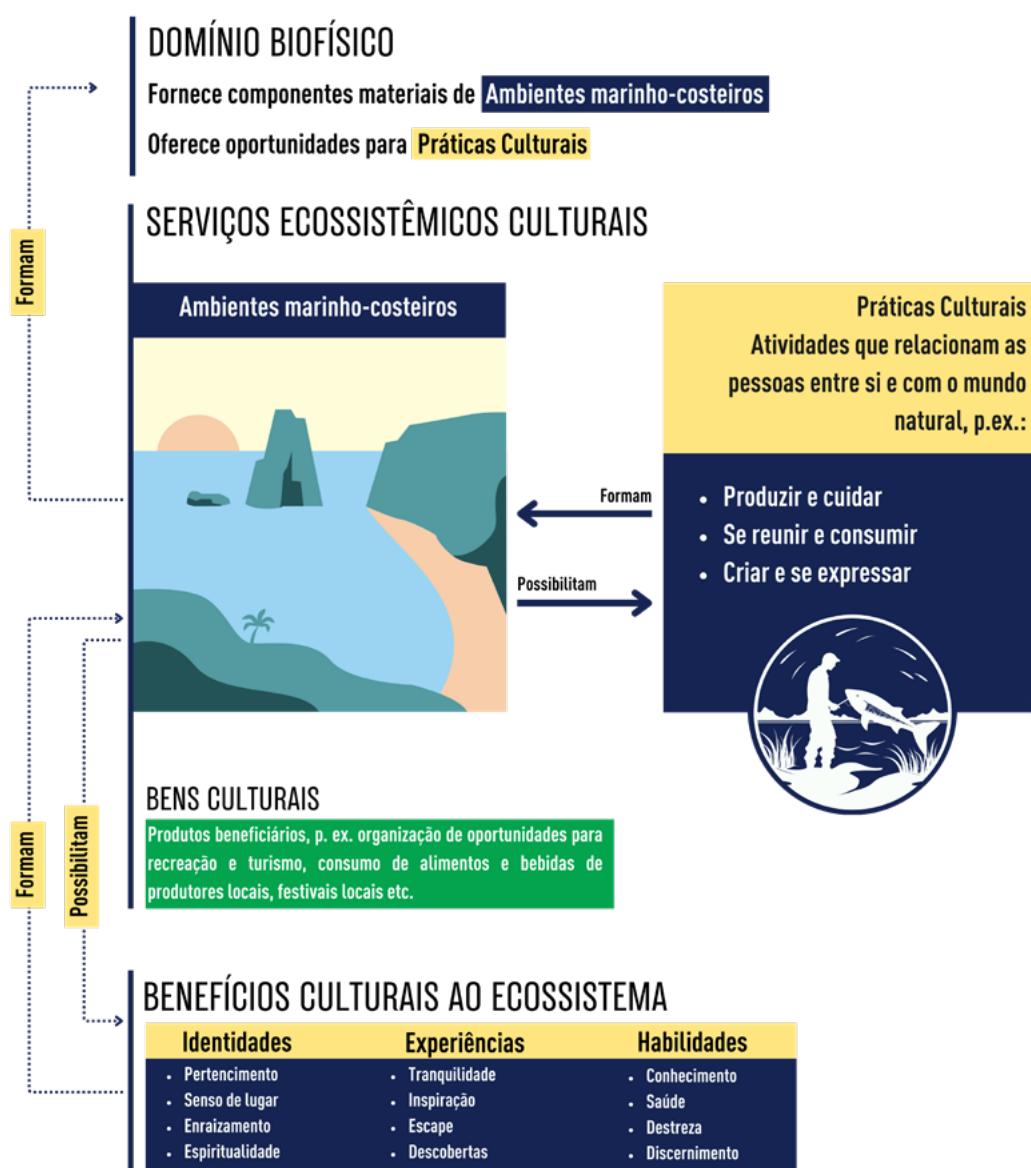


Figura 1.6. Valores culturais, no contexto de interação dos ambientes na zona marinha-costeira, que influenciam e são influenciados pelos serviços, benefícios e seu contexto biofísico (modificado a partir de Fish *et al.*, 2016).

Quadro 1.1. Escola Quilombola da Caçandoca

Contribuição: Jurandir Cesário do Prado

Uma escola quilombola tem como princípio a Lei 10.639* de 2003 e possui especificidades na formação dos professores que, dentro das possibilidades, precisam morar no território quilombola. Mesmo sendo lei, o Estado não cumpre o ensino da história africana e afro-brasileira e, muitas vezes, o conteúdo repassado vem permeado de estereótipos. A nossa proposta de uma escola étnico-cultural afro-brasileira não leva em conta somente a escrita, mas também a oralidade e a artesania dos nossos mestres griôs. Contudo, no momento é algo apenas ideal, pois nos informaram que “isso” não existia na grade curricular e a única possibilidade de uma possível contratação seria por intermédio da Fundart (Fundação de Arte e Cultura de Ubatuba), ou seja, como arte-educadores e não na condição de professores.

O ciclo de vida marinho e costeiro está intrinsecamente ligado à minha comunidade. O mar, assim como a costa, tem papel fundamental no processo educativo do quilombola, seja ele pescador ou não. Um mestre griô pescador pode, por meio da costura de uma rede ou da construção de uma canoa, fazer apontamentos matemáticos e geométricos que ele não sabe teorizar, mas sabe na prática. A escola dentro do quilombo Caçandoca fica em frente ao mar, a poucos passos da praia, possibilitando a interatividade das crianças com a natureza marinha de uma forma constante. E ainda tem o que sobrou de uma pequena área de mangue onde elas podem observar alguns guaiamuns...

*A Lei 10.639 de 9 de Janeiro de 2003 estabelece as diretrizes e as bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”.

1.2.4. Manutenção de opções

A gestão territorial da vasta zona marinha-costeira brasileira deve considerar a ótica das contribuições da biodiversidade para as pessoas, desde os materiais, imateriais e de regulação até a manutenção de opções (ver Capítulo 3). A diversidade de relações, valores, tradições e costumes da população brasileira vai muito além do provisionamento de alimentos para geração de renda (Pellowe & Leslie, 2021). Porém, existem muitas lacunas de compreensão da perspectiva contexto-específica das contribuições da natureza (Diaz *et al.*, 2018), tanto para a sociedade como um todo quanto para as comunidades tradicionais e locais em especial (ver Capítulo 6).

A conservação da natureza para as próximas gerações é uma manutenção de opção futura, mas no Brasil isto ainda é negligenciado. No entanto, as áreas marinhas e costeiras são qualificadas como patrimônio nacional (art. 20, inciso IV e art. 225, parágrafo

4, Constituição Federal, 1998) e deveriam, portanto, ter sua conservação reconhecida como um benefício para a sociedade e para o desenvolvimento do país. A conservação dessas áreas pode se dar por meio de mecanismos como a criação e a implantação das áreas marinhas protegidas, ou unidades de conservação (UCs). Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2021), a área marinha e costeira no país tem 27,8% de sua área protegida por 739 unidades de conservação. Destas, 190 UCs são marinhas, cobrindo 26,5% da área (27,6% do mar territorial e 26,4% da Zona Econômica Exclusiva). Em 2021, na parte terrestre 39% da área costeira continental estava protegida por 723 UCs.

Ademais, é necessário reconhecer os inúmeros desafios enfrentados no uso e na gestão da zona marinha-costeira, onde há uma sobreposição de interesses econômicos e/ou conflitos de usos (Herbst *et al.*, 2020) e crescentes demandas de mercado, que geram vetores de mudanças adicionais sobre a biodiversidade marinha-costeira.

1.3. Lacunas de dados e conhecimento

O ambiente costeiro, os mares e o Oceano são um patrimônio com um estoque de capital natural crucial para a saúde e a subsistência do nosso sistema terrestre. Tais ativos, com toda a biodiversidade da zona marinha-costeira, geram bens e serviços ecossistêmicos vitais, como alimentos, regulação do clima, proteção costeira e valor cultural que apoiam a vida no planeta, a sobrevivência e o bem-estar da humanidade em todo o mundo (IPBES, 2019). Atividades humanas, sociais e econômicas se beneficiam da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos do ambiente marinho-costeiro.

A soma das atividades econômicas de indústrias atreladas ao Oceano e os ativos, bens e serviços gerados pelos ecossistemas marinhos constituem, na definição da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2016), a economia do Oceano. Esta deve ser desenvolvida a partir do equilíbrio entre as necessidades das pessoas e do planeta, trilhando o caminho de uma Economia Oceânica Sustentável (Sumaila *et al.*, 2021). A economia oceânica sustentável contrapõe a “economia azul” ou o “crescimento azul”, que são baseados nos benefícios econômicos dos recursos marinhos (Bennett, 2018) e que tendem a encarar o Oceano como uma nova fronteira econômica. Uma economia oceânica sustentável requer ecossistemas marinhos saudáveis e resistentes para, assim, contribuir com a vida no planeta e o bem-estar das pessoas, de forma a minimizar os vetores de mudanças antropogênicas e climáticas que, cada vez mais, ameaçam a biodiversidade da zona marinha-costeira. A compreensão dos benefícios da natureza para as pessoas não pode ser focada somente (ou prioritariamente) naqueles materiais e diretamente mensuráveis economicamente, devendo considerar os benefícios de regulação, os inúmeros benefícios imateriais e o potencial de manutenção de opções que a conservação de ambientes marinhos e costeiros nos assegura.

Apesar do crescente reconhecimento sobre a importância da biodiversidade para o bem-estar humano, um corpo gradual de evidências indica que as taxas atuais de extinção de espécies podem ser no mínimo 100 vezes maiores do que os índices pré-humanos (Fernandez, 2000). A perda da biodiversidade é um dos problemas ambientais

mais críticos desta era, ameaçando os serviços ecossistêmicos e, consequentemente, o bem-estar humano (ver Capítulo 2). Esta perda acelerada de espécies, induzida pelo ser humano, revela que uma sexta extinção em massa já está em andamento (Ceballos *et al.*, 2015). O declínio das populações de espécies no ambiente marinho também é onipresente, mas as consequências para o funcionamento dos ecossistemas e suas implicações para o bem-estar material e imaterial das pessoas ainda é pouco enfatizado. Luypaert *et al.* (2020) apontam que apenas 11% das espécies marinhas estão descritas e recomendam maior ênfase em pesquisas sobre tendências de abundância, tamanhos populacionais e biomassa de espécies. O intuito é caracterizar completamente a difusão dos impactos antropogênicos no reino marinho, sendo estes os mais representativos estressores para as espécies marinhas ameaçadas, capaz de causar o colapso dos ecossistemas e afetar os serviços por elas prestados.

Fica claro que é necessário mudar as práticas existentes de usos do ambiente para garantir que elas sejam compatíveis com um desenvolvimento sustentável e que, nesse contexto em especial, possam proteger a vida na água marinha, contribuindo para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 14). A transição de uma economia oceânica para uma economia oceânica sustentável é fundamental para que se faça valer “o uso sustentável de longo prazo dos recursos do Oceano de forma a preservar a saúde e a resiliência dos ecossistemas marinhos e melhorar os meios de subsistência e empregos, equilibrando a proteção e prosperidade” (Winther *et al.*, 2020).

Ainda é possível evitar a dramática degradação da biodiversidade marinha por meio de esforços intensificados de conservação. Estes incluem as áreas marinhas protegidas e a sensibilização da sociedade para uma maior clareza sobre a nossa total dependência dos ambientes marinhos e costeiros. Para aumentar a efetividade dessas iniciativas, devemos ampliar a compreensão acerca das contribuições da natureza para as pessoas e, para tanto, é preciso entender o histórico de transformação das áreas marinhas e costeiras e os vetores e cenários dessas mudanças (ver Caps. 2 e 3). Para além de conhecer as contribuições positivas ou negativas da natureza para as pessoas, é necessário abordar as perspectivas específicas de contextos locais e as possibilidades de coprodução dessas contribuições (Diaz *et al.*, 2018), das quais não somos apenas beneficiários, mas também mantenedores e promotores. O sucesso desses esforços depende ainda da articulação entre a divulgação científica e o fortalecimento e indução de políticas públicas, de modo a amparar melhores oportunidades de governança para os ambientes marinhos e costeiros.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Gabriela Calixto Scelza, Luceni Hellebrandt e Dannieli Herbst que contribuíram com ideias iniciais na estruturação deste texto, e aos vários revisores externos que colaboraram em várias etapas da redação.

REFERÊNCIAS

- Alexandre, L. M. M., Macedo, H. S., & Araújo, H. M. (2019). Os impactos socioculturais e socioambientais do turismo no ambiente costeiro: um olhar para o litoral sul sergipano. *Confins*, 41. doi: 10.4000/confins.22118
- Allen, C. R., & Holling, C. S. (2010). Novelty, Adaptive Capacity, and Resilience. *Ecology and Society* 15(3), 24.
- Aragão, J. A. N. (2013). Pesca de lagostas no Brasil: monitorar para ordenar. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, Tamandaré - PE - v. 19, n. 1, p. 103-106.
- Assad, L. P. F., Toste, R., Böck, C. S., Nehme, D. M., Sancho, L., Soares, A. E., & Landau, L. (2020). Ocean climatology at Brazilian Equatorial margin: a numerical approach. *Journal of Computational Science*, 44, 101159. doi: 10.1016/j.jocs.2020.101159
- Barreto, C. E S. B. (2018). *Turismo de base comunitária: uma alternativa de desenvolvimento socioeconômico nas comunidades Junça, Tigre e Ponta dos Mangues, Pacatuba, Sergipe*. Dissertação de Mestrado. Instituto Federal de Sergipe.
- Barth, O. M., & Luz, C. F. P. (2009). Palynological analysis of Brazilian red propolis samples. *Journal of Apicultural Research*, 48(3), 181-188. doi: 10.3896/IBRA.1.48.3.06
- Beattie, A. J., Barthlott, W., Elisabetsky, E., Farrel, R., Kheng, C. T., Prance, I., Rosenthal, J., Simpson, D., Leakey, R., Wolfson, M., & Kate, K. (2005). New products and industries from biodiversity. Em: *Ecosystems and Human Well-Being*. Hassan, R.; R. Scholes, R.; Ash, N. (Eds.), Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, pp. 273-95.
- Bennett, N. J. (2018). Navigating a just and inclusive path towards sustainable oceans. *Marine Policy*, 97, 139-146. doi: 10.1016/j.marpol.2018.06.001
- Blasiak, R., Kenchington, E., Arrieta, J. M., Bermúdez-Monsalve, J. R., Calumpong, H., Changwei, S., & Wawrik, B. (2021). Developments in the exploration for and use of marine genetic resources, Em: United Nations. *The second World Ocean Assessment*, vol. II, chapter 23.
- Bravo, F., LeMay, V., Jandl, R., & von Gadow, K. (2008). *Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change*. Springer. 338 pp. doi: 10.1007/978-3-319-28250-3
- Calado, R., Leal, M. C., Gaspar, H., Santos, S., Marques, A., Nunes, M. L., & Vieira, H. (2018). How to Succeed in Marketing Marine Natural Products for Nutraceutical, Pharmaceutical and Cosmeceutical Markets. Em: *Grand Challenges in Marine Biotechnology*, pp. 317-403. Springer. doi: 10.1007/978-3-319-69075-9
- Carroll, A. R., Copp, B. R., Davis, R. A., Keyzers, R. A., & Prinsep, M. R. (2019). Marine natural products, Vol. 36, Natural Product Reports. *Royal Society of Chemistry*; p. 122-73. doi: 10.1039/C8NP00092A
- Carvalho, A. B. (2018). *Economia do mar: conceito, valor e importância para o Brasil*. Tese de Doutorado em Economia do Desenvolvimento. Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- Castro, C. B. (2016). Estuários e Manguezais. Em: Gerling, C.; Ranieri, C.; Fernandes, L.; Gouveia, M. T. J.; Rocha, V. (Orgs.). *Manual de ecossistemas: marinhos e costeiros para educadores*. Santos, SP. Editora Comunicar, 2016.
- Cavalcanti, V. M. M. (2011). *Plataforma Continental - a última fronteira da mineração brasileira*. Brasília: DNPM, 2011. 104 p.
- CDB. (2016). Convention on Biological Diversity Press Brief. *Sustainable Fisheries*. Disponível em: <https://www.cbd.int/idb/image/2016/promotional-material/ibd-2016-press-brief-fish.pdf>
- Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Barnosky, A. D., García, A., Pringle, R. M., & Palmer, T. M. (2015). Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science advances*, 1(5), e1400253. doi: 10.1126/sciadv.1400253
- Chamy, P. (2004). Reservas Extrativistas Marinhas como instrumento de reconhecimento do direito consuetudinário de pescadores artesanais brasileiros sobre territórios de uso comum. Em: *Anales del Décimo Congreso Bienal de la Asociación Internacional para el Estudio de la Propiedad Colectiva (IASCP)*. Oaxaca. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/download>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2023.

- Claverie, M., McReynolds, C., Petitpas, A., Thomas, M., & Fernandes, S. (2020). Marine-derived polymeric materials and biomimetics: An overview. *Polymers*, 12(5), 1002. doi: 10.3390/polym12051002
- Cohen, P. J., Allison, E. H., Andrew, N. L., Cinner, J., Evans, L. S., Fabinyi, M., Garces, L. R., Hall, S. J., Hicks, C. C., Hughes, T. P., Jentoft, S., Mills, D. J., Masu, R., Mbaru, E. K., & Ratner, B. D. (2019). Securing a just space for small-scale fisheries in the blue economy. *Frontiers in Marine Science*, 6, 171. doi: 10.3389/fmars.2019.00171
- Coriolano, L. N. M. T. (2009). O turismo comunitário no nordeste brasileiro. *Turismo de Base Comunitária: diversidade de olhares e experiências brasileiras*. Rio de Janeiro: Letra e Imagem: 277-288.
- Costa-Lotufo, L. V., Wilke, D. V., Jimenez, P. C., Epifanio, R. A. (2009). Organismos marinhos como fonte de novos fármacos: histórico e perspectivas. *Química Nova*, 32(3), 703-716.
- Costanza, R.; Cumberland, J.; Daly, H.; Goodland, R.; Norgaard, R. (1997). *Ecological Economics: An Introduction*. Boca Raton: St. Lucie Press.
- Dias, G. T. M. (2000). Granulados bioclásticos – algas calcárias. *Brazilian Journal of Geophysics*, 18 (3): 307 – 317 p.
- Dias-Neto, J.; Dias, J. F. O. (2015). *O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca*. Brasília: Ibama. 288 p.
- Dias-Neto, J. (2003). *Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil*. Brasília: Ibama. 242 p.
- Diaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martin-Lopez, B., Watson, R. T., Molnar, Z., & Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272. doi: 10.1126/science.aap8826
- Diegues, A. C. S. (2000). *A imagem das águas*. Hucitec, Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras. USP, São Paulo.
- Diniz, C., Cortinhas, L., Nerino, G., Rodrigues, R., Sadeck, L., Adami, M., & Souza-Filho, P. W. (2019). Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. *Remote Sensing*, 11, 808. doi: 10.3390/rs11070808
- Diniz, M. T. M., & Vasconcelos, F. P. (2019). A produção de sal marinho no Brasil e sua correlação com a pluviometria anual e o crescimento econômico nacional. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, 20, 20-35. doi: 10.14393/RCG206940504
- Estrada, G. C. D., Soares, M. L. G., Fernandez, V., & Almeida, P. M. M. (2015). The economic evaluation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of mangroves: a case study from southeastern Brazil. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, Vol. 11, No. 1, 29–35. doi: 10.1080/21513732.2014.963676
- FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of Food and Agriculture: Innovation in Family Farming*. Rome. Disponível em: www.fao.org/3/a-i4040e.pdf
- FAO. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Yearbook. *Fishery and Aquaculture Statistics*. FAO, Rome. Disponível em: http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2017_USBcard/navigation/index_content_aquaculture_e.htm.
- FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. *Sustainability in action*. Rome. doi: 10.4060/ca9229en
- Fabrino, N. H., Nascimento, E. P., & Costa, H. A. (2016) Turismo de Base Comunitária: uma reflexão sobre seus conceitos e práticas. *Caderno Virtual de Turismo*. 16(3):172-190. doi: 10.18472/cvt.16n3.2016.1178
- Fernandes-Pinto, E., & Irving, M. A. (2018). Entre Santos, Encantados e Orixás: uma jornada pela diversidade dos sítios naturais sagrados no Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 46, 37-60. doi: 10.5380/dma.v46i0.57281
- Fernandez, F. (2000). *O poema imperfeito: Crônicas de Biologia, Conservação da Natureza e seus Heróis*. Curitiba: UFPR, 260 p., 2000.
- Fish, R., Church, A., & Winter, M. (2016). Conceptualising cultural ecosystem services: A novel framework for research and critical engagement. *Ecosystem Services*, 21, 208-217. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.002
- Fish, F. E. & Kocak, D. M. (2011). Biomimetics and Marine Technology. *Marine Technology Society Journal*, 45(4), 8-13. doi: 10.4031/MTSJ.45.4.14

- Fragoso, M. R., de Carvalho, G. V., Soares, F. L. M., Faller, D. G., Assad, L. P. F., Toste, R., Sancho, L. M. B., Passos, E. N., Böck, C. S., Reis, B., Landau, L., Arango, H. G., & Moore, A. M. (2016). A 4D-variational ocean data assimilation application for Santos Basin, Brazil. *Ocean Dynamics*, 66(3), 419-434. doi: 10.1007/s10236-016-0931-5
- Gama, B. A. P., Carvalho, A. G. V., Weidner, K., Soares, A. R., Coutinho, R., Fleury, B. G., Teixeira, V. L., & Pereira, R. C. (2008). Antifouling activity of natural products from Brazilian seaweeds. *Botanica Marina*, 51(3), 191-201. doi: 10.1515/BOT.2008.027
- Garrido, V., Barros, C., Melchiades, V. A., Fonseca, R. R., Pinheiro, S., Ocampo, P., Teixeira, V. L., Cavalcanti, D. N., Giongo, V., Ratcliffe, N. A., Teixeira, G., & Paixão, I. C. N. P. (2017). Subchronic toxicity and anti-HSV-1 activity in experimental animal of dolabelladienetriol from the seaweed, Dictyota pfaffii. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 86, 193-198. doi: 10.1016/j.yrtph.2017.03.007
- Gasalla, M. A., & Ykuta, C. (2015). Revelando a pesca de pequena escala. São Paulo: USP.
- Giglio, V. J.; Luiz, O. J.; Schiavetti, A. (2015). Marine life preferences and perceptions among recreational divers in Brazilian coral reefs. *Tourism Management*, 51, 49-57. doi: 10.1016/j.tourman.2015.04.006
- Glaser, M., Christie, P., Diele, K., Dsikowitzky, L., Ferse, S., Nordhaus, I., Schlüter, A., Mañez, K. S., & Wild, C. (2012). Measuring and understanding sustainability-enhancing processes in tropical coastal and marine social-ecological systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(3), 300-308. doi: 10.1016/j.cosust.2012.05.004
- Gomes, R., Miranda, M. E., Gomes, E., Sombra, D., & Silva, J. (2017). Produção e qualidade de mel na zona da mata de Pernambuco. *Encyclopédia Biosfera*, 14(26).
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Eco-logical Economics*, 69(6), 1209-1218. doi: 10.1016/j.ecolecon.2009.11.007
- Hatje, V., Masqué, P., Patire, V. F., Dórea, A., & Barros, F. (2020). Blue carbon stocks, accumulation rates, and associated spatial variability in Brazilian mangroves. *Limnology and Oceanography*, 9999, 1-14. doi: 10.1002/lno.11607
- Herbst, D. F., Gerhardinger, L. C., Vila-Nova, D., Carvalho, F. G., & Hanazaki, N. (2020). Integrated and deliberative multidimensional assessment of a subtropical coastal-marine ecosystem (Babitunga bay, Brazil). *Ocean and Coastal Management*, 196, 105279. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105279
- Hirata, Y., & Uemura, D. (1986). Halichondrins—Antitumor polyether macrolides from a marine sponge. *Pure and Applied Chemistry*, 58, 701-710.
- Holmlund, C. M., & Hammer, M. (1999). Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics*, 29(2), 253-268. doi: 10.1016/S0921-8009(99)00015-4
- Howard, B. M., Hails, R. S., Watt, A., Potschin, M., & Haines-Young, R. (2011). Considerations in environmental science and management for the design of natural asset checks in public policy appraisal. *Defra Workshop*, 11th May 2011. Defra Project Code NE0122.
- IBGE. (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 29 de janeiro de 2023.
- Ióca, L. P., Nicacio, K. J., & Berlinck, R. G. (2018). Natural Products from marine invertebrates and microorganisms in Brazil between 2004 and 2017: Still the challenges, more rewards. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 29, 998-1031. doi: 10.21577/0103-5053.20180016
- IPBES. (2019). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Diaz, and H. T. Ngo (Eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1148 pages. doi: 10.5281/zenodo.3831673
- Jennerjahn, T. C. (2020). Relevance and magnitude of “Blue Carbon” storage in mangrove sediments: carbon accumulation rates vs. stocks, sources vs. sinks. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 247, 107027. doi: 10.1016/j.ecss.2020.107027
- Jimenez, P. C., Wilke, D. V., Branco, P. C., Bauermeister, A., Rezende-Teixeira, P., Gaudêncio, S.

- P., & Costa-Lotufo, L. V. (2020). Enriching cancer pharmacology with drugs of marine origin. *Brazilian Journal of Pharmacology*, 177(1), 3-27. doi: 10.1111/bph.14876
- Kendrick, G. A., Orth, R. J., Statton, J., Hovey, R., Montoya, L. R., Lowe, R. J., Krauss, S. L., & Sinclair, E. A. (2017). Demographic and genetic connectivity: the role and consequences of reproduction, dispersal and recruitment in seagrasses. *Biological Reviews*, 92(2), 921-938. doi: 10.1111/brv.12261
- Kinlan, B. P., & Gaines, S. D. (2003). Propagule dispersal in marine and terrestrial environments: a community perspective. *Ecology* 84 [8], doi: 10.1890/01-0622
- Kirinus, E. D. P., Oleinik, P. H., Cost, J., & Marques, W. C. (2018). Long-term simulations for ocean energy off the Brazilian coast. *Energy*, 163, 364-382. doi: 10.1016/j.energy.2018.08.080
- Kitzmann, D. I. S., Asmus, M. L., & Laydner, C. (2004). Gestão Costeira no Brasil. Estado atual e perspectivas. Programa de Apoyo a la Gestión Integrada en la Zona Costera Uruguaya. Montevideo, Ecoplata.
- Lavaut, E., Guillemin, M. L., Colin, S., Faure, A., Coudret, J., Destombe, C., & Valero, M. (2022). Pollinators of the sea: A discovery of animal-mediated fertilization in seaweed. *Science*, 377(6605), 528-530.
- Litaudon, M., Hart, J. B., Blunt, J. W., Lake, R. J., & Munro, M. H. G. (1994). Isohomohalichondrin B, a new antitumor polyether macrolide from the New Zealand deep-water sponge *Lissodendoryx* sp. *Tetrahedron Letters*, 35, 9435-9438.
- Liu, C., Liu, G., Yang, Q., Luo, T., He, P., Franzese, P. P., & Lombardi, G. V. (2021). Energy-based evaluation of world coastal ecosystem services. *Water Research*, 204, 117656. doi: 10.1016/j.watres.2021.117656
- Lopes, P. F. M., & Villasante, S. (2018). Paying the price to solve fisheries conflicts in Brazil's Marine Protected Areas. *Marine Policy*, 93, 1-8. doi: 10.1016/j.marpol.2018.03.016
- Luomi, M. (2014). *Sustainable Energy in Brazil: Reversing Past Achievements or Realizing Future Potential*. The Oxford Institute for Energy Studies: Oxford, UK; Vol. SP-34, ISBN 978-1-78467-005-4.
- Luypaert, T., Hagan, J. G., McCarthy, M. L., & Poti, M. (2020). Status of marine biodiversity in the Anthropocene. Em: Jungblut, S.; Wegener, A.; Liebich, V.; Bode-Dalby, M. [Eds.]. *Youmares 9 – The Oceans: our research, our future. Proceedings of the 2018 Conference for young marine researcher in Oldenburg, Germany*. doi: 10.1007/978-3-030-20389-4
- MacKenzie, R., Sharma, S., & Rovai, A. R. (2020). Environmental drivers of blue carbon burial and soil carbon stocks in mangrove forests. Em: *Dynamic Sedimentary Environments of Mangrove Coasts*, pp. 275-294. Elsevier. doi: 10.1016/b978-0-12-816437-2.0 0006-9
- Marconi, M. S., Giglio, V. J., Pereira-Filho, G. H., & Motta, F. S. (2020). Does quality of scuba diving experience vary according to the context and management regime of marine protected areas? *Ocean and Coastal Management*, 194, 105246. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105246
- Marinho-Soriano, E. (2017). Historical context of commercial exploitation of seaweeds in Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 29(2), 665-71. doi: 10.1007/s10811-016-0866-8
- Marois, D. E., & Mitsch, W. J. (2015). Coastal protection from tsunamis and cyclones provided by mangrove wetlands—a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1), 71-83.
- MEA. (2003). Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment. Island Press. 245 pp.
- MMA. (2021). Ministério do Meio Ambiente. *Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas*. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/ecossistemas-costeiros-e-marinhas/unidades-de-conservacao-costeiras-e-marinhas>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2023.
- MMA. (2018). Ministério do Meio Ambiente. *Atlas dos manguezais do Brasil*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília. 176 p.
- MPA. (2011). Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim estatístico da pesca e aquicultura Brasil 2010*. Brasília, 129 p.

- MTUR. (2019). Ministério do Turismo. *Anuário Estatístico de Turismo 2020*. Vol. 47 - Ano Base 2019 - 2ª Edição.
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural Products as Sources of New Drugs over the Nearly Four Decades from 01/1981 to 09/2019. *Journal of Natural Products*, Vol. 83. American Chemical Society. p. 770–803. doi: 10.1021/acs.jnatprod.9b01285
- Odum, H. T., Brown, M. T., & Williams, S. B. (2000). *Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios*. Folio #1 - Introduction and Global Budget. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, Univ. of Florida, Gainesville, 16 pp. Disponível em: <http://emergysystems.org/folios.php>
- OECD. (2016). Organisation for Economic Co-operation and Development. *The Ocean Economy in 2030*. OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264251724-en
- Oliveira, L. E. C., & Berkes, F. (2014). What value São Pedro's procession? Ecosystem services from local people's perceptions. *Ecological Economics*, 107, 114-121. doi: 10.1016/j.ecolecon.2014.08.008
- OMT. (2003). Organização Mundial do Turismo. *Guia de Desenvolvimento do Turismo Sustentável*. Tradução Sandra Netz. Porto Alegre: Boockman.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325, 419-422. doi: 10.1126/science.1172133
- Outeiro, L., Garcia-Rodrigues, J., Damásio, L. M. A., & Lopes, P. F. M. (2019). Is it just about the money? A spatial-economic approach to assess ecosystem service tradeoffs in a marine protected area in Brazil. *Ecosystem Services*, 38, 100959. doi: 10.1016/j.ecoser.2019.100959
- Pellowe, K. E., & Leslie, H. M. (2021). Ecosystem service lens reveals diverse community values of small-scale fisheries. *Ambio*, 50, 586-600. doi: 10.1007/s13280-020-01405-w
- Pereira, H. S., Leão-Ferreira, L. R., Moussatché, N., Teixeira, V. L., Cavalcanti, D. N., Costa, L. J., Diaz, R., & Frugulhetti, I. C. P. P. (2004). Antiviral activity of diterpenes isolated from the Brazilian marine alga *Dictyota menstrualis* against human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1). *Antiviral Research*, 64(1), 69-76. doi: 10.1016/j.antiviral.2004.06.006
- Pereira, H. S., Leão-Ferreira, L. R., Moussatché, N., Teixeira, V. L., Cavalcanti, D. N., Costa, L. J., Diaz, R., & Frugulhetti, I. C. P. P. (2005). Effects of diterpenes isolated from the Brazilian marine alga *Dictyota menstrualis* on HIV-1 reverse transcriptase. *Planta Medica*, 71(11), 1019-1024. doi: 10.1055/s-2005-873113
- Pereira, S. A., Kimpara, J. M., & Valenti, W. V. (2020). A bioeconomic analysis of the potential of seaweed *Hypnea pseudomusciformis* farming to different targeted markets. *Aquaculture Economics & Management*, 24(4), 507-525. doi: 10.1080/13657305.2020.1803445
- Pimenta, F., Kempton, W., & Garvine, R. (2008). Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of southeastern Brazil. *Renew Energy*, 33(11), 2375e87. doi: 10.1016/j.renene.2008.01.012
- Pinheiro, R. O.; Triest, L.; & Lopes, P. F. M. (2021). Cultural ecosystem services: Linking landscape and social attributes to ecotourism in protected areas. *Ecosystem Services*, Vol. 50, 101340. doi: 10.1016/j.ecoser.2021.101340
- Pinto, A. C., & Barreiro, E. J. (2013). Desafios da indústria farmacêutica brasileira. *Química Nova*, 36, 1557-1560.
- Price, J., Leemans, R., Gopal, J., Turley, C., Rounsevell, M., Dube, P., Tarazona, J., & Velichko, A. (2007) Ecosystems, their properties, goods and services. Em: Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., van der Linden, P. J., & Hanson, C. E. (Eds.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Queiroz, L. S., Rossi, S., & Meireles, A. J. A. (2023). Sociocultural Valuation of Mangroves: Subsidies for Public Policies Towards the Conservation of Brazilian Coastal Wetlands. Em: Schaeffer-Novelli, Y., Abuchahla, G. M. O., & Cintrón-Molero, G. (Eds.) *Brazilian Mangroves and Salt Marshes*. Em: Turra, A. (Ed.). Brazilian Marine Biodiversity Series. Springer Cham, p. 313-334. doi: 10.1007/978-3-031-13486-9

- Quiros, T. E. A. L., Sudo, K., Ramilo, R. V., Garay, H. G., Soniega, M. P. G., Baloloy, A., Blanco, A., Tamondong, A., Nadaoka, K., & Nakaoka, M. (2021). Blue carbon ecosystem services through a vulnerability lens: opportunities to reduce social vulnerability in fishing communities. *Frontiers in Marine Science*, 8, 671753. doi: 10.3389/fmars.2021.671753
- Raymundo, M. H. A., Almeida, E., Oliveira, M., Fichino, B., & Pereira, T. F. (2021). Projeto Político Pedagógico da Zona Costeira e Marinha do Brasil (PPPZCM). GIZ. Brasília/DF, 237 p.
- ReBentos. (2017). Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros. *Rodolitos, um oásis de biodiversidade marinha*. Disponível em: <https://rodolitos.wordpress.com/o-que-sao-ro-dolitos/>.
- Retka, J., Jepson, P., Ladle, R. J., Malhado, A. C. M., Vieira, F. A. S., Normande, I. C., Souza, C. N., Bragagnolo, C., & Correia, R. A. (2019). Assessing cultural ecosystem services of a large marine protected area through social media photographs. *Ocean and Coastal Management*, 176, 40-48. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2019.04.018
- Rovai, A. S., Coelho-Jr, C., Almeida, R., Cunha-Lignon, M., Menghini, R. P., Twilley, R. R., Cintrón-Molero, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (2021). Ecosystem-level carbon stocks and sequestration rates in mangroves in the Cananéia-Iguape lagoon estuarine system, southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management*, 479, 118553. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118553
- Rovai, A. S., Twilley, R. R., Worthington, T. A., & Riul, P. (2022). Brazilian mangroves: blue carbon hotspots of national and global relevance to natural climate solutions. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 787533. doi: 10.3389/ffgc.2021.787533
- Santos, D. K. (2017). *Valor econômico do turismo em uma praia urbana*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Reis-Neto, A. S., Abuchahla, G. M. O., Neta, L. C. P., & Lira-Medeiros, C. F. (2018). The mangroves of Araçá Bay through time: An interdisciplinary approach for conservation of spatial diversity at large scale. *Ocean and Coastal Management*, 164, 60-67. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.12.024
- Schmidt, A. J., Benvenuti, C. E., & Diele, K. (2013). Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-ucá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, 19(1), 9-25.
- Seehusen, S. E., Cunha, A. A., & Oliveira Jr., R. A. F. (2011). Iniciativas de PSA de proteção da biodiversidade na Mata Atlântica. Em: Guedes F. B., & Seehusen, S. E. *Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica - lições aprendidas e desafios*. (Org.) p.183-224. Brasília: MMA.
- Shadman, M., Silva, C., Faller, D., Zhiqia, W., Assad, L. P. F., Landau, L., Levi, C., & Estefen, S. F. (2019). Ocean Renewable Energy Potential, Technology, and Deployments: A Case Study of Brazil. *Energies*, 12, 3658. doi: 10.3390/en12193658
- Silva-Junior, J. M.; Souza, L. G. M. Weysfield, F. Q., Martins, M. A., & Silva, F. J. L. (2021). Uma proposta de valorização do turismo de mergulho e surf nas unidades de conservação marinhas do arquipélago de Fernando de Noronha (PE). *Revista Brasileira de Ecoturismo*, 14(2), 239-253. doi: 10.34024/rbecetur.2021.v14.11118
- Silva, P. B. B., Beger Uchoa, S. B., & Tonholo, J. (2016). Mapeamento tecnológico da própolis vermelha de Alagoas - PVA. *Cadernos de Prospecção*, 9(1), 30. doi: 10.9771/s.cprosp.2016.009.004
- Souza, H. E. N. (2021). Desenvolvimento costeiro na Amazônia: problemas socioambientais do litoral Paraense, Brasil. *Natural Resources*, 11(1), 62-73. doi: 10.6008/CBPC2237-9290.2021.001.0009
- Stronza, A., & Pêgas, F. (2008). Ecotourism and conservation: two cases from Brazil and Peru. *Human Dimensions of Wildlife*, 13(4), 263-279. doi: 10.1080/10871200802187097
- Suguió, K. (1999). *Geologia do quaternário e mudanças ambientais: (passado+presente=futuro?)*. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas.
- Suguió, K. (1973). *Introdução à sedimentologia*. EDUSP, São Paulo. 317p.
- Sumaila, U. R., Walsh, M., Hoareau, K., Cox, A., Teh, L., Abdallah, P. R., Akpalu, W., Anna, Z., Benzaken, D., Crona, B., Fitzgeald, T., Heaps, L., Issifu, I., Karousakis, K., Lange, G. M., Leland, A., Miller, D., Sack, K., Shahnaz, D., Thiele, T., Vestergaard,

- N., Yagi, N., & Zhang, J. (2021). *Financing a sustainable ocean economy*. *Nature Communications*, 12, 1-11. doi: 10.1038/s41467-021-23168-y
- Tavares, L. F. A., Shadman, M., Assad, L. P. F., Silva, C., Landau, L., & Estefen, S. F. (2020). Assessment of the offshore wind technical potential for the Brazilian Southeast and South regions. *Energy*, 1, 117097. doi: 10.1016/j.energy.2020.117097
- TEEB. [2010]. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*.
- Thom, B. G. (1967). Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, Mexico. *Journal of Ecology*, 55(2), 301-343. doi: 10.2307/2257879
- Thompson, F., Krüger, R., Thompson, C. C., Berlinck, R. G. S., Coutinho, R., Landell, M. F., Pavão, M., Mourão, P. A. S., Salles, A., Negri, N., Lopes, F. A. C., Freire, V., Macedo, A. J., Maraschin, M., Pérez, C. D., Pereira, R. C., Radis-Baptista, G., Rezende, R. P., Valenti, W. C., Abreu, P. C., & BioTecMar Network (2018). Marine biotechnology in Brazil: Recent developments and its potential for innovation. *Frontiers in Marine Science*, 5(236), 1-8. doi: 10.3389/fmars.2018.00236
- UneP. (2014). United Nations Environment Programme. *The importance of mangroves to people: a call to action*. Em: van Bochove, J.; Sullivan, E., & Nakamura, T. (Eds.). Cambridge: UNEP-WCMC.
- UneP. (2022). United Nations Environment Programme. *Sand and sustainability: 10 strategic recommendations to avert a crisis*. GRID-Geneva, Geneva, Switzerland.
- Valenti, W. C., Barros, H. P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G. W., & Cavalli, R. O. (2021). Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, 19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>
- Vieira, F. A. S., Santos, D. T. V., Bragagnolo, C., Campos-Silva, J. V., Correia, A. H., Jepson, P., Malhado, A. C. M., & Ladle, R. J. (2021). Social Media data reveals multiple cultural ecosystem services along the 8.500 kilometers of Brazilian coastline. *Ocean and Coastal Management*, 241, 105918. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105918
- Wang, F., Sanders, C. J., Santos, I. R., Tang, J., Schurech, M., Kirwan, M. L., Kopp, R. E., Zhu, K., Li, X., Liu, W., & Li, Z. (2020). Global blue carbon accumulation in tidal wetlands increases with climate change. *National Science Review*, 8, nwaa296. doi: 10.1093/nsr/nwaa296
- Wicks, C., Barton, J., Orbell, S., & Andrews, L. (2022). Psychological benefits of outdoor physical activity in natural versus urban environments: A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 14(3), 1037-1061. doi: 10.1111/aphw.12353.
- Wilke, D. V., & Marinho-Soriano, E. (2017). Historical context of commercial exploitation of seaweeds in Brazil. *Journal of Applied Phycology*, 29(2), 665-71. doi: 10.1007/s10811-016-0866-8
- Winder, M., & Sommer, U. (2012). Phytoplankton response to a changing climate. *Hydrobiologia*, 698, 5-16. doi: 10.1007/s10750-012-1149-2.
- Winther, J. G., Dai, M., Douvere, F., Fernandes, L., Halpin, P., Hoel, A. H., Juinio-Meñez, M. A., Li, Y., Morrissey, K., Rist, T., Rubio Scarano, F., Trice, A., Unger, S., & Whitehouse, S. (2020). *Integrated Ocean Management*. Washington, DC: World Resources Institute. Disponível em: www.oceanpanel.org/blue-papers/integrated-ocean-management
- Wouters, O. J., McKee, M., & Luyten, J. (2020) Estimated research and development investment needed to bring a new medicine to market, 2009-2018. *JAMA*, 323(9): 844-853. doi:10.1001/jama.2020.1166
- Yaktine, A. L., & Nesheim, M. C. (Eds.). (2007). *Seafood choices: balancing benefits and risks*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11762>.
- Zamboni, A., Dias, M., & Iwanicki, L. (2020). *Auditória da pesca Brasil 2020: uma avaliação integrada da governança, da situação dos estoques e das pesca-rias*. Brasília: Oceana Brasil. 64p.
- Zamboni, N. S., da Cunha Prudêncio, M., Amaro, V. E., de Matos, M. D. F. A., Verutes, G. M., & Carvalho, A. R. (2022). The protective role of mangroves in safeguarding coastal populations through hazard risk reduction: A case study in northeast Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 229, 106353.

CAPÍTULO 2: HISTÓRICO DE MUDANÇA E O ESTADO ATUAL DA BIODIVERSIDADE DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Coordenadores de capítulo: Margareth S. Copertino, Áurea Maria Ciotti

Autores líderes: Ana Carolina de Azevedo Mazzuco, Gleuci Moser, Rafael A. Magris, Flávia Lucena Frédou, Silvina Botta, Ruy Kenji Papa de Kikuchi, Luis Gustavo Cardoso, Tommaso Giarrizzo

Jovens pesquisadores: Marianna Lanari, Rodrigo Tardin

Autores contribuintes: Renato Mitsuo Nagata, Juliana Leonel

Sugestão de citação: Copertino, M.S., Ciotti, A.M., Botta, S., Cardoso, L.G., Frédou, F.L., Giarrizzo, T., Kikuchi, R.K.P., Lanari, M., Mazzuco, A.C.A., Magris, R.A., Moser, G., Tardin, R. (2024). Histórico de Mudança e o Estado Atual da Biodiversidade da Zona Marinha-Costeira. *Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano.* pp. 62-127. doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.cap02

Sumário Executivo

O sistema marinho-costeiro brasileiro abriga alta diversidade biológica, geomorfológica, oceanográfica e hidrológica (bem estabelecido) {2.2}. A Amazônia Azul abarca três Grandes Ecossistemas Marinhos (GEM's), duas províncias biogeográficas (tropical e temperada-quente) e oito ecorregiões marinhas. A diversidade de habitats engloba mais de 12 mil km² de manguezais (8,4% dos manguezais do planeta) {2.3.1}, mais de 800 km² de pradarias de gramas marinhas {2.2.2}, os únicos recifes de corais rasos do Atlântico Sul {2.2.2.3}, extensas formações de recifes de mar profundo, o maior banco de algas calcárias (rodolitos) do mundo e 33 mil km² de florestas de laminárias de profundidade {2.2.2.4}. Nos mais de 10 mil km de linha de costa, considerando todas suas reentrâncias, encontram-se principalmente praias arenosas, costões rochosos e manguezais, além de mais de 40 grandes estuários. Os registros para a fauna marinha realizados até o início de 2023 totalizam 51 espécies de mamíferos, 62 espécies de aves, 1.359 espécies de peixes, cinco espécies de tartarugas, 1.717 espécies de crustáceos, 1.913 espécies de moluscos, mais de 120 espécies de corais, sendo a maioria endêmicos, e ainda centenas de espécies pertencentes a outros grupos. De toda a fauna marinha, ao menos 160 espécies estão ameaçadas de extinção (IUCN) e 118 espécies de peixes e crustáceos configuram recursos pesqueiros. A flora marinha compreende acima de 2.300 espécies de algas – das quais 1.168 são macroalgas (165 pardas, 723 vermelhas e 280 verdes) –, mais de 20 espécies de plantas vasculares (cinco de árvores de mangue, cinco de gramas marinhas submersas e mais de 10 espécies em marismas) e um número superior a 40 espécies de plantas de dunas costeiras. Além disso, estima-se que possam existir centenas de milhares de espécies de

microrganismos dos grupos de fungos, bactérias e vírus, cuja biodiversidade é ainda pouco conhecida.

Alterações na biodiversidade marinha-costeira brasileira já afetam a estrutura e a função das comunidades biológicas (*bem estabelecido*), alterando bens e serviços ecossistêmicos para a sociedade (*estabelecido, mas incompleto*). Reduções na cobertura dos habitats costeiros são registradas ao longo de toda a costa (*bem estabelecido*) {2.2.2; 2.3.1; 2.3.2}. A área total ocupada por pradarias de gramas marinhas foi reduzida entre 30 e 50%, e duas espécies tropicais (*Halodule wright* e *Halophyla decipiens*) avançaram em direção ao Sul temperado (*estabelecido, mas incompleto*) {2.2.2.2}. Entre 2003 e 2017, a perda líquida da cobertura vegetal em manguezais foi de cerca de 200 km² (2% da área; 0,13% ao ano), sendo a erosão costeira, os eventos climáticos extremos e a instalação de carcinicultura os principais vetores de mudança (*bem estabelecido*) {2.3.1.2}. Aproximadamente 15% da área de praias e dunas foi perdida entre 1985 e 2019 {2.3.1.1}. Reduções entre 20 e 89% na abundância de indivíduos em bancos da macroalga *Sargassum* foram registradas (*bem estabelecido*), com reflexos na estrutura das comunidades associadas (*bem estabelecido*) {2.3.2}. Eventos de branqueamento com mortalidade de corais aumentaram em frequência, intensidade e abrangência desde 1990 (*bem estabelecido*) {2.3.3}. Comunidades bentônicas sofreram alterações em costões rochosos, baías e lagoas costeiras, bancos de rodolitos e recifes areníticos (*bem estabelecido*) {2.2.2}.

Florações de macroalgas de deriva têm aumentado em frequência e intensidade {2.3.4}. Em 2014 e 2015, as arribações de *Sargassum* (marés douradas) foram intensas em praias do Norte e Nordeste (*bem estabelecido*). Os registros de florações de marés verdes vêm aumentando em estuários e lagoas costeiras desde 2004 (*bem estabelecido*) por causas diversas, mas principalmente relacionadas ao excesso de nutrientes de fertilizantes aplicados na agricultura e ao esgoto urbano e rural (*estabelecido, mas incompleto*).

Alterações na estrutura do plâncton e picos de abundância de algumas espécies de fitoplâncton têm sido registrados concomitantemente ao aumento nas concentrações de nutrientes (*estabelecido, mas incompleto*) {2.3.5; 2.3.6}. Florações de microalgas potencialmente nocivas têm aumentado, com destaque para o crescimento notável de dinoflagelados produtores de biotoxinas ocorrido em 2016. O fenômeno levou ao fechamento de sítios de aquicultura no Sul e Sudeste do Brasil e acarretou impactos na saúde humana por contaminação (*estabelecido, mas incompleto*) {2.3.5}. Registros de agregações de animais gelatinosos do zooplâncton ocorrem desde os anos 2000 (ex. águas vivas) em praias do Pará, São Paulo e estados do sul do país (*estabelecido, mas incompleto*), associados ao aumento da temperatura e ao enriquecimento orgânico (eutrofização) (*inconclusivo*), trazendo impactos sobre a pesca e o turismo e afetando o sistema de saúde no caso das espécies que causam queimaduras em banhistas (*bem estabelecido*) {2.3.6}.

Os ecossistemas pelágicos, em algumas regiões oceânicas distantes da costa, aparentam estar mais conservados e apresentam alta taxa de endemismo para várias espécies (*inconclusivo*), enquanto regiões pelágicas mais próximas da costa sofrem declínio de populações (*bem estabelecido*) {2.3; 2.3.7}. Pelo menos seis espécies de aves (redução de 31% a 89%; *bem estabelecido*) e oito de elasmobrânquios (redução de cerca de 80%; *estabelecido, mas incompleto*) apresentaram reduções na abundância e/ou alterações de rotas migratórias (*estabelecido, mas incompleto*) {2.3.7}. Houve aumento de 12% na abundância de duas espécies de baleias desde a década de 1970 e de 9,2% nas ocorrências de duas espécies de tartarugas marinhas entre 1998 e 2006 (*bem estabelecido*), resultante de políticas e programas de conservação (ex. proibição da caça da baleia; programas do Projeto Tamar e licenciamento ambiental).

A biodiversidade marinha brasileira está impactada por diferentes tipos de contaminantes (*estabelecido, mas incompleto*) {2.3.8; 2.3.9}. O Brasil é o terceiro país com maior ingestão de plástico por organismos marinhos/estuarinos, com registros inclusive em áreas protegidas (*estabelecido, mas incompleto*). Há registro de ingestão de plástico afetando invertebrados (7 espécies), peixes (98 espécies, sendo 85% de interesse comercial), aves (32 espécies), mamíferos (7 espécies) e tartarugas (5 espécies) (*estabelecido, mas incompleto*) {2.4.9}. Concentrações elevadas de poluentes orgânicos persistentes (provenientes de pesticidas e produtos industriais) são observadas em espécies de cetáceos no Sudeste e no Sul do país (*estabelecido, mas incompleto*) {2.3.9}.

Mais de 50% dos estoques pesqueiros no Brasil estão sobre-explorados ou plenamente explorados (*estabelecido, mas incompleto*) {2.3.10}. Atualmente, em função da fragmentada gestão e da ausência de monitoramento dos recursos pesqueiros no país, apenas os estoques da lagosta-vermelha e da tainha, ambas em situação de sobrepesca, têm status de conservação conhecidos (*estabelecido, mas incompleto*).

Lacunas de conhecimento - A falta de observações de longo prazo e de levantamentos em ambientes de plataforma e oceânicos dificultam a avaliação de florações fitoplântônicas, de macroalgas e de organismos gelatinosos, bem como o entendimento de possíveis alterações das comunidades de ambientes mesofóticos e de mar profundo. As séries ausentes afetam avaliações sobre ondas de calor marinhas, branqueamento de corais e, em especial, sobre a gestão pesqueira do Brasil.

2.1. Introdução

O II World Ocean Assessment (WOA II, 2021), o Relatório Especial para Oceanos e Criosfera (IPCC, 2019) e os últimos relatórios-síntese do IPCC (IPCC, 2021, 2023) confirmam que as atividades humanas (degradação ambiental e efeitos das mudanças climáticas – ver Capítulo 3 [3.3]) estão causando a perda de habitats e mudanças na biodiversidade marinha-costeira. Globalmente, cerca de 1.200 espécies marinhas consideradas vulneráveis, ameaçadas ou em risco de extinção estão expostas a níveis crescentes de estresse (O'Hara *et al.*, 2021). Enquanto reduções na abundância e diversidade das algas e plantas desestruturam os habitats e diminuem a provisão de alimentos para os

demais níveis tróficos (efeitos *bottom-up*), alterações nos grupos de predadores modificam a abundância das presas (efeitos *top-down*), cujas consequências alcançam os produtores primários (cascatas tróficas). Essas alterações são detectadas com atraso de anos, o que torna urgente a manutenção de programas de monitoramento.

As taxas globais de produtividade primária oceânica decresceram 2% por década entre 1998 e 2015 (Gregg & Rousseaux, 2019; Kulk *et al.*, 2020) relacionadas com o aumento da temperatura superficial do mar (IPCC, 2021). Próximo à costa, as águas mais quentes e a eutrofização potencializam florações de microalgas (Glibert *et al.*, 2018), macroalgas flutuantes (Smetacek & Zingone, 2013) e agregações de organismos gelatinosos (Richardson *et al.*, 2009; Purcell, 2012). O declínio na abundância de peixes (Hutchings *et al.*, 2010) reflete no rendimento máximo sustentável de estoques explorados globalmente (53% em 2018; Rosenberg *et al.*, 2018), sendo raras as evidências de recuperação com a diminuição da pressão pesqueira (Hilborn *et al.*, 2020). A cobertura dos corais vivos encolheu mais de 50% (Eddy *et al.*, 2021), graças parcialmente a eventos de branqueamento. Diversos ecossistemas marinhos apresentam mudanças de fase, de sistemas ricos e complexos para sistemas simplificados e de biodiversidade reduzida (Souter *et al.*, 2021).

Na região costeira, somam-se os efeitos de eutrofização, alterações hidrológicas, entradas de resíduos sólidos e mudanças no uso do solo (ver Capítulo 3), causando perdas de ecossistemas vegetados como pradarias (10% a 69%; Dunic *et al.*, 2021), manguezais e marismas (mais de 50%; Thomas *et al.*, 2017). A degradação dos manguezais varia entre 0,1% até 0,4% anualmente, resultante de agricultura e aquicultura (62%), erosão (35%) e eventos extremos (3%) (Goldberg *et al.*, 2020). Perdas anuais de pradarias, estimadas entre 2 e 7%, são baseadas em poucos registros, concentrados nas regiões temperadas. A perda desses ecossistemas ameaça a manutenção de estoques pesqueiros, a depuração da água, a ciclagem de nutrientes, o sequestro de carbono e a proteção da linha de costa, reduzindo a resiliência das populações humanas e a capacidade de adaptação e mitigação das mudanças climáticas. O acúmulo crescente de resíduos sólidos, especialmente plástico (Schneider *et al.*, 2018), tem causado a morte de animais marinhos por emaranhamento ou ingestão (Katsanevakis, 2008; Azevedo-Santos *et al.*, 2021, Santos *et al.*, 2021). O plástico ainda serve como substrato para espécies potencialmente invasoras (ver Capítulos 3 [3.3.4] e 4 [4.2.1.6]) (García-Gómez *et al.*, 2021).

As informações nos relatórios internacionais estão concentradas no Atlântico Norte, no Pacífico Norte e no Oceano Ártico, sendo crítica a lacuna de dados para o Atlântico Sudoeste. Este capítulo avalia o estado de conservação da biodiversidade nos diversos habitats marinhos-costeiros do Brasil nas últimas décadas e indica as mudanças observadas. Iniciamos descrevendo e compilando registros de transformações em cada tipo de ecossistema ou habitat (ver Seção 2.2). Em seguida, analisamos os “indicadores de mudança” (ver Seção 2.3), baseados em índices reconhecidos como Variáveis Essenciais do Oceano¹ e/ou Variáveis Essenciais de Biodiversidade² (Muller-Karger *et al.*,

1. https://www.goosocean.org/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=114

2. <https://geobon.org/ebvs/what-are-ebvs/>

2018; Jetz *et al.*, 2019), sendo alguns denominados Variáveis Climáticas Essenciais³. As alterações significativas na biodiversidade e nos habitats marinhos-costeiros brasileiros, identificadas em diferentes graus de certeza e confiabilidade, foram relacionadas às possíveis consequências para os serviços ecossistêmicos indicados no Capítulo 1. Da mesma forma, as causas e os vetores das transformações foram apontados para serem discutidos no Capítulo 3. Esperamos preencher lacunas de conhecimento para a costa brasileira e o Atlântico Sudoeste e contribuir para futuras revisões nacionais e globais e para a escolha de estratégias regionais e locais de manejo e conservação dos ecossistemas (ver Capítulos 5 e 6 [6.5]), almejando um cenário sustentável (ver Capítulo 4) e uma melhor qualidade de vida (ver Capítulo 6 [6.4;6.5]).

2.2. Estado atual da biodiversidade marinha-costeira e processos relacionados

O estado atual e as transformações que sofrem ecossistemas marinhos-costeiros variam conforme o clima, as correntes oceânicas, os aportes continentais e a geomorfologia costeira, fatores que influenciam desde o(s) tipo(s) de habitat(s) dominante(s) até o grau de impacto natural ou antropogênico a que estão sujeitos (WOA II, 2021). Os efeitos das mudanças climáticas, os graus de vulnerabilidades e as respostas são distintas entre ecossistemas costeiros e oceânicos, e entre os habitats pelágicos e bentônicos (IPCC, 2019).

As transformações nos ecossistemas e nos habitats marinhos-costeiros no Oceano Atlântico Sudoeste foram resgatadas de sínteses e relatórios de programas de pesquisa (p. ex., Rede Clima, Projeto ReviZEE, Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (Peld), Sisbiota e MapBiomass) e complementadas por centenas de publicações internacionais e nacionais. Descrições detalhadas dos habitats e sua biota são encontradas em referenciais como: Planctologia na Plataforma Continental do Brasil (Brandini *et al.*, 1997), *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic* (Hoffmeyer *et al.*, 2018), *Coastal Plant Communities of Latin America* (Seeliger, 1991), *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic* (Seeliger *et al.*, 1997), Mamíferos Aquáticos da América do Sul e Antártica (Bastida *et al.*, 2018), Biologia Marinha (Pereira & Soares-Gomes, 2009) e Ecologia Marinha (Pereira & Soares-Gomes, 2020). Sínteses e diagnósticos específicos incluem um volume especial da Rebentos (Turra & Denadai, 2016), a série de livros *Brazilian Marine Biodiversity*; o *Atlas dos Manguezais do Brasil* (ICMBIO, 2018) e as publicações *Panorama da Erosão Costeira no Brasil* (MMA, 2018), *Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil* (MMA, 2010), *Conservação da biodiversidade marinha e costeira do Brasil* (Amaral & Jablonski, 2005) e *Cartas de Sensibilidade ao Óleo*⁴.

3. <https://gcos.wmo.int/en/essential-climate-variables>

4. (<https://antigo.mma.gov.br/seguranca-quimica/cartas-de-sensibilidade-ao-oleo/atlas,-cartas-e-mapas.html>)

2.2.1. Os ambientes físicos

O aquecimento global está induzindo a expansão e o deslocamento para o sul dos Giro Subtropicais (Marcello *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2020), a intensificação das correntes de contorno oeste e o aumento da temperatura mesmo em profundidade (Kersalé *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2016). O Atlântico Sudoeste é uma das regiões onde esses efeitos são marcantes, de Cabo Frio até a Terra do Fogo (Hobday & Pecl, 2014; Popova *et al.*, 2016), com a intensificação e o deslocamento no sentido sul da Corrente do Brasil (Yang *et al.*, 2016). As anomalias de temperatura superficial do mar derivadas por satélite foram de 0,5°C-1°C entre 1950 e 1999, de 0,5°C entre 2000 e 2016 (Franco *et al.*, 2020) e houve aquecimento de cerca de 0,03°C em águas profundas, entre 2009 e 2019 (Meinen *et al.*, 2020).

A ocorrência de um furacão de categoria 2 em Santa Catarina (SC) em 2004 (McTaggart-Cowan *et al.*, 2006; Vianna *et al.*, 2010), expressivas florações de fitoplâncton (ver Seção 2.3.4), ondas de calor marinha e extremos hidrológicos são registros crescentes por parte da ciência e de veículos de divulgação (ver Capítulos 2 [2.3] e 3 [3.3]). A acidificação das águas foi evidenciada em regiões de ressurgência costeira em Cabo Frio (RJ) e em Cabo de Santa Marta (SC), assim como no Nordeste (Carvalho-Borges *et al.*, 2018). Bancos de rodolitos e recifes de corais já foram diagnosticados como altamente vulneráveis à acidificação (Kerr *et al.*, 2016; Horta *et al.*, 2016; Cotovicz Jr. *et al.*, 2022).

As praias arenosas do Brasil são intercaladas por baías, golfões, costões rochosos, recifes de arenito, estuários, lagunas e deltas de rios, todos de alto valor estético e fontes de bem-estar humano (pesca, lazer, turismo, contemplação), porém suscetíveis às múltiplas pressões humanas por seu fácil acesso (ver Capítulo 3 [3.3]) e marcados por alterações nas últimas décadas (ver seções 2.2.2; 2.3) (Amaral *et al.*, 2016). Além de sustentar economicamente mais de 400 municípios costeiros, as praias protegem a linha de costa da energia das ondas de tempestades e a elevação do nível do mar, atuam no estoque e no transporte de sedimentos, filtram grandes volumes de água e reciclam nutrientes. Ocorrendo desde o delta do Parnaíba (PI) até Torres (RS), os costões rochosos e os afloramentos de rochas cristalinas se adensam no Sudeste, tanto na costa como nas ilhas (Carvalhal & Berchez, 2009; Coutinho & Zalmon, 2009; Coutinho *et al.*, 2016). No Nordeste dominam plataformas areníticas ou calcárias, incluindo extensos recifes carbonáticos, construídos por corais e/ou macroalgas calcáreas, desde águas rasas até regiões mesofóticas. Os mais de 40 estuários brasileiros possuem áreas que variam de 40 até mais de 1.000 km² (Lessa *et al.*, 2018), percorrendo, em sua maioria, trechos bastante urbanizados, acomodando atividades como pesca, turismo, instalações portuárias e moradia (Bernardino *et al.*, 2016). Como consequência, suas margens são alteradas e recebem materiais orgânicos e inorgânicos, bem como poluentes diversos (ver Capítulo 3 [3.3.5.]). Os estuários do país fornecem serviços ecossistêmicos de provisão (recursos pesqueiros)

e de regulação (ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono e proteção da costa) (Bernardino *et al.*, 2018a; Bissoli & Bernardino, 2018; Kauffman *et al.*, 2020).

A vulnerabilidade do Atlântico Sudoeste aos impactos das mudanças climáticas é ilustrada pela elevação do nível do mar acima da média global em boa parte do litoral brasileiro (WMO, 2023), pelo aumento na energia das ondas e na frequência e intensidade dos eventos meteo-oceanográficos extremos, o que acentuou processos de erosão e de inundação nas últimas décadas. Em média, 35% do litoral brasileiro exibe erosão, notável em praias do Norte e Nordeste (60 a 65%) (MMA, 2018). O litoral do Rio Grande do Sul apresenta erosão forte ou moderada em 49% da linha de costa, mas os recuos não parecem significativos (Nicolodi *et al.*, 2018). No Nordeste, apenas os estados do Maranhão e da Paraíba têm baixos níveis de erosão. A erosão costeira está reduzindo a largura das praias, removendo franjas de manguezais (ver Seção 2.2.2.1) e destruindo estruturas urbanas, com impactos adversos na economia dos municípios e na vida dos moradores (ver Capítulo 3 [3.2]).

2.2.2. Os habitats e a biota

Existem alterações na biota nacional em diversos grupos taxonômicos/funcionais, desde os habitats emersos e intermareais até a borda da plataforma continental do país (Turra & Denadai, 2016; Odebrecht *et al.*, 2017; Lana & Bernardino, 2018; Andrade *et al.*, 2020a; Magris *et al.*, 2021). Há registros de modificações na abundância das populações e na estrutura das comunidades em costões rochosos (Coutinho *et al.*, 2016; Martins *et al.*, 2012; Scherner *et al.*, 2013; Steigleder *et al.*, 2019), praias arenosas (Amaral *et al.*, 2016; Bom & Colling, 2022), baías, estuários e lagunas costeiras (Bernardino *et al.*, 2016; Amaral *et al.*, 2018; Caldeira *et al.*, 2017; De Paula *et al.*, 2020; Lanari & Copertino, 2017), bancos de macroalgas (Horta *et al.*, 2016; Gorman *et al.*, 2020; Sissini *et al.*, 2020), recifes coralinos e areníticos (Portugal *et al.*, 2017), pradarias de gramas marinhas (Barros *et al.*, 2013; Copertino *et al.*, 2016; Rosa & Copertino, 2022) e manguezais (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016; Servino *et al.*, 2018; Diniz *et al.*, 2019).

As raras séries temporais de longo prazo evidenciam reduções na riqueza, na abundância e na biomassa das assembleias de peixes estuarinos e costeiros (Araújo *et al.*, 2016, 2018; Belarmino *et al.*, 2021), incluindo estoques importantes (Haimovici & Cardoso, 2017). Alguns estudos ilustram modificações devido ao aumento da temperatura (Araújo *et al.*, 2018 para Baía de Sepetiba/RJ), compreendendo eventos de mortalidade em massa de bivalves e alterações nos regimes de pescarias (Franco *et al.*, 2020). Destacam-se o deslocamento para o sul de estoques da sardinha brasileira (Franco *et al.*, 2020) e evidências de tropicalização da megafauna demersal na Margem Meridional do país (de 21° S à 34° S), identificadas pelas capturas comerciais entre 2000 e 2019 (Perez & Sant'Ana, 2022).

Na zona costeira as transformações se agravam (ver Seções 2.2.2.1 a 2.2.2.5) em virtude da crescente urbanização e da ocupação não planejada do litoral brasileiro (ver Capítulo 3 [3.3]). No entorno de estuários e de grandes baías foram observadas modificações rápidas e intensas nas últimas décadas (Hatje & Barros, 2012; Abessa *et al.*, 2019; Varzim *et al.*, 2019; Bernardino *et al.*, 2021; Leão *et al.*, 2016; Elliff & Kikuchi, 2017; Cruz *et al.*, 2018; Soares *et al.*, 2021; Odebrecht *et al.*, 2017; Lemos *et al.*, 2022). Esses impactos englobam: destruição dos habitats para instalações e construções, aumento no aporte de nutrientes, contaminação por poluentes orgânicos persistentes, atividades pesqueiras, artes de pesca predatória, intensificação das atividades de turismo, expansão portuária, atividades de dragagem e circulação de veículos em praias (ver Capítulo 3). Ademais, acontecem desastres ambientais em larga escala no continente (rompimento da barragem de resíduos de minério; Gabriel *et al.*, 2020) e no Oceano (derrame de óleo no Nordeste; Magris & Giarrizzo, 2020), produzindo impactos em habitats, na flora e na fauna (Quadro 2.1).

Quadro 2.1. Eventos catastróficos

A zona costeira e o mar brasileiro sofreram com eventos catastróficos notáveis, como o colapso da barragem de Fundão, da mineradora de ferro Samarco, que devastou a bacia do Rio Doce em 2015. O acidente está entre os maiores desastres em barragens de rejeitos do mundo, tendo liberado 33 milhões de metros cúbicos de argila e areia fina que percorreram mais de 600 km desde o município de Mariana (MG) até o Oceano Atlântico (Hatje *et al.*, 2017; Magris *et al.*, 2019; Queiroz *et al.*, 2018). Os principais impactos foram (i) o aumento nas concentrações de material em suspensão e da turbidez na calha do rio e na zona costeira (Quaresma *et al.*, 2020); (ii) a contaminação e a bioacumulação por metais e metaloides, principalmente ferro, alumínio, manganês, arsênio, cádmio e mercúrio (Sá *et al.*, 2021; Manhães *et al.*, 2022); (iii) alterações nos índices ecológicos das comunidades de nécton, bentos e plâncton (Vilar *et al.*, 2022); e (iv) o aumento na abundância de espécies indicadoras de impacto (Condini *et al.*, 2022). Outro evento foi o derramamento de óleo ocorrido entre agosto de 2019 e março de 2020 que acometeu aproximadamente 3.000 km de linha de costa, do Piauí até o Rio de Janeiro. Estima-se que o derramamento se deu a uma distância de cerca de 700 km da costa de Pernambuco e que foram liberados algo entre 5.000 e 12.500 m³ de óleo cru (Zacharias *et al.*, 2021). A composição do óleo é compatível com as características geoquímicas do óleo proveniente da bacia da Venezuela (de Oliveira *et al.*, 2020), mas a origem do desastre permanece desconhecida. Além das praias, diversos outros habitats foram afetados como estuários, manguezais, pradarias de gramas marinhas e bancos de rodolitos (Magalhães *et al.*, 2021; Magris & Giarrizzo, 2020; Sissini *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2022). A extensão dos impactos observados ainda é preliminar e indica alterações de curto prazo em comunidades associadas a ambientes recifais (Campelo *et al.*, 2021; Craveiro *et al.*, 2021; Gusmão *et al.*, 2021; Lira *et al.* 2021).

Em áreas remotas (p. ex. ilhas oceânicas, extremos norte e sul) (Morais *et al.*, 2017a; Pinheiro *et al.*, 2020) ou próximo às Unidades de Conservação (Ferreira *et al.*, 2022; Portugal *et al.*, 2017) o estado de conservação de habitats é melhor. Entretanto, são reportadas alterações significativas (Andrades *et al.*, 2018a; Sissini *et al.*, 2020; Anderson *et al.*, 2021), pelo fato de a proteção desse zoneamento marinho nem sempre ser eficiente (Ferreira *et al.*, 2022).

Embora cada habitat tenha sua biodiversidade típica e sua dinâmica particular, estes estão interconectados e são interdependentes. Inúmeras espécies de invertebrados e peixes transitam entre o Oceano e a costa – seja para alimentação, crescimento e/ou reprodução (i.e., conectividade) –, ocorrendo desde migrações diárias, sazonais entre ecossistemas adjacentes até movimentos migratórios da megafauna por milhares de quilômetros. Portanto, modificações físico-químicas e biológicas em qualquer habitat impactarão potencialmente a biota dos habitats adjacentes ou parte de rotas migratórias estabelecidas.

2.2.2.1. Manguezais e marismas

No interior de estuários, deltas e lagunas costeiras se desenvolvem manguezais e marismas, habitats para inúmeras espécies ameaçadas e de importância comercial que são sustento para populações tradicionais (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2023). Os manguezais brasileiros cobrem cerca de 12.000 km² (8% dos manguezais do globo) do Amapá até Santa Catarina (MapBiomas, 2022). De Laguna (SC) até o Chuí (RS), mangues são substituídos por marismas (Isacch *et al.*, 2006; Martinetto *et al.*, 2016), cuja maior extensão contínua (72 km²) é encontrada no estuário da Lagoa dos Patos (RS) (Marangoni & Costa, 2009). Marismas também ocupam os pisos inferiores dos manguezais tropicais (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016), com extensas áreas nas planícies interiores dos manguezais amazônicos (Teixeira & Souza-Filho, 2009). Os manguezais do país estocam 8,4% do total de carbono dos manguezais do planeta, detendo taxas anuais elevadas de soterramento do carbono (Rovai *et al.*, 2022; Hatje *et al.*, 2023). Mais de 80% do estoque se concentra nas florestas dos estados do Maranhão, Amapá e Pará. O carbono estocado no solo das marismas brasileiras equivale à média global para esses ambientes (Kauffman *et al.*, 2018; Hatje *et al.*, 2023). Fluxos líquidos de CO₂ entre marisma e atmosfera no estuário da Lagoa dos Patos evidenciam que estes ambientes são sumidouros de carbono, sendo fundamentais na mitigação de gases de efeito estufa (Souza *et al.*, 2022).

As florestas de mangue se expandem e retraem em função de ciclos naturais, do aumento da temperatura e da elevação do nível do mar. Considerados áreas de proteção permanente pela legislação, cerca de 75% dos manguezais nacionais estão em unidades de conservação. A alteração da cobertura vegetal varia conforme a região do país (ver Seção 2.3.1). Estoques de carbono em manguezais decresceram no Ceará devido à implantação de cultivos de camarão (Kauffman *et al.*, 2018), que contaminam recursos estuarinos e pescado por metais e metalóides com alto risco ecológico e para a saúde

humana (Bernardino *et al.*, 2019; Gabriel *et al.*, 2020). Após eventos climáticos extremos, evidenciou-se uma redução significativa na produtividade primária em florestas de manguezais do Sudeste (Servino *et al.*, 2018; Gomes *et al.*, 2020, 2021b) e em marismas do Sul (Marangoni & Costa, 2009), impactando a exportação de matéria orgânica e a estrutura e abundância das comunidades de invertebrados bentônicos (Bernardino *et al.*, 2018b). A destruição e a fragmentação desses ecossistemas podem trazer prejuízos socioeconômicos associados à perda da proteção costeira, à emissão de gases de efeito estufa, à deterioração da qualidade da água e à redução de recursos pesqueiros, o que afeta diretamente as populações tradicionais que vivem no seu entorno.

2.2.2.2. Pradarias de gramas marinhas

Nos fundos rasos de estuários, lagunas e baías protegidas, e no lado interno dos recifes, se desenvolvem pradarias de gramas marinhas que colonizam desde o intermareal até profundidades de 20 m, com registros de até 60 m no entorno de recifes tropicais (Creed, 2003; Marques & Creed, 2008; Copertino *et al.*, 2016). A extensão total das pradarias na costa brasileira tem distribuição descontínua e não está estabelecida, o que limita avaliações regionais e globais (Creed *et al.*, 2023). Com base nos registros existentes, as estimativas somam entre 700 e 800 km² (Creed *et al.*, 2023; Hatje *et al.*, 2023), valor certamente subestimado. Os *hotspots* de abundância estão no Nordeste, com destaque para Costa dos Corais (AL e PE), Banco de Abrolhos (BA), Baía de Todos os Santos (BA) e estuários da Costa Semiárida (PI e CE).

O litoral do país tem seis espécies de fanerógamas marinhas descritas (*Halodule wright*, *H. emarginata*, *H. beaudeti*, *Halophyla decipiens*, *H. bailonii* e *Ruppia maritima*) (Copertino *et al.*, 2016; Barros *et al.*, 2014). Os prados marinhos brasileiros são em geral monoespecíficos, embora possam estar associados à alta riqueza de espécies de macroalgas (de Paula *et al.*, 2003) e de algas epífitas (Rosa & Copertino, 2022) que aumentam a produtividade e a complexidade dos fundos vegetados. As pradarias marinhas servem de berçário, refúgio e fonte de alimento para inúmeros invertebrados e peixes em diferentes fases do ciclo de vida (Garcia *et al.*, 1996; Pereira *et al.*, 2010, Barros *et al.*, 2013; Eggertsen *et al.*, 2017; Costa *et al.*, 2020; Pavone *et al.*, 2020; de Paula Costa *et al.*, 2022), incluindo espécies de interesse da pesca comercial como corvina (*Micropogonias furnieri*), tainha (*Mugil* spp.), camarão-rosa (*Pennaeus paulensis*) e siri-azul (*Calinectes sapidus*). Os prados abrigam espécies vulneráveis e ameaçadas, como peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), budiões (*Halichoeres rubrovirens* e *Scarus trispinosus*) e cavalo-marinho (*Hippocampus* spp.) (ICMBIO, 2018).

Informações sobre os estoques de carbono no solo das pradarias se limitam a poucos estuários e baías (Patterson *et al.*, 2016; Howard *et al.*, 2018; Gorman *et al.*, 2020, Hatje *et al.*, 2023), com valores médios (90 ± 80 Mg C ha⁻¹) inferiores às médias globais. Os valores mais altos foram encontrados no estuário Timonha-Ubatuba da costa semiárida, entre Ceará e Piauí, nas proximidades de manguezais. A elevada concentração de

CaCO_3 nos sedimentos marinhos da costa do Sudeste (Espírito Santo e Rio de Janeiro) sugere que o sequestro de carbono dessas pradarias é compensado pela liberação de CO_2 durante a calcificação (Howard *et al.*, 2018).

As pradarias de gramas marinhas brasileiras estão em estado crítico de conservação, impactadas por estressores múltiplos (ver Capítulo 3), em particular dentro de estuários e de áreas recifais rasas (Copertino & Seeliger, 2010; Cupertino *et al.*, 2016; Magris *et al.*, 2021; Magalhães *et al.*, 2021). Os poucos locais com estudos de longo prazo (p.ex. estuário da Lagoa dos Patos/RS, Lagoa de Araruama/RJ, Complexo Estuarino de Paranaguá/PR, Tamandaré/PE) apresentaram reduções drásticas (de 30 até 50%) na extensão e na cobertura dos prados entre 1980 e os anos 2010, associadas a alterações hidrológicas, aporte de nutrientes, atividades de pesca e eventos climáticos extremos (Short *et al.*, 2006; Sordo *et al.*, 2011; Barros *et al.*, 2013; Marques *et al.*, 2015; Cupertino *et al.*, 2016). Por outro lado, a expansão das espécies tropicais *Halophyla decipiens* e *Halodule wrightii* foi registrada em São Paulo e em Santa Catarina, respectivamente, (Ferreira *et al.*, 2015; Gorman *et al.*, 2016), criando nichos e aumentando a capacidade de suporte dos fundos não consolidados (Pavone *et al.*, 2020). Reduções nas pradarias de gramas marinhas podem impactar negativamente a depuração da água, a estabilização de sedimentos, a manutenção da biodiversidade e dos recursos pesqueiros e a capacidade de sequestro de carbono (Waycott *et al.*, 2009), relações ainda pouco compreendidas no caso do Brasil.

No estuário da Lagoa dos Patos, reduções das pradarias de *Ruppia maritima* contribuíram para alterações na abundância e na composição da macrofauna bentônica (Bem-venutti & Colling, 2010; Lanari *et al.*, 2018; Misturini & Colling, 2021) e nas assembleias de peixes (Garcia & Vieira, 1997), incluindo a diminuição na abundância de espécies estuarino residentes (Garcia *et al.*, 2017; Belarmino *et al.*, 2021). As pradarias oferecem maior proteção para ovos e larvas de peixes nos estágios iniciais, que migram para habitats adjacentes (p. ex. manguezais, banco de rodolitos, recifes de corais, ambientes pelágicos ou profundos) em diferentes fases ontogenéticas ou sazonalmente (p. ex. estuário da Lagoa dos Patos/RS, Costa *et al.*, 2016; costa semi-árida/CE, Costa *et al.*, 2020; Tamandaré/PE, Bastos *et al.*, 2022; Costa dos Corais/AL, da Silva *et al.*, 2022). Isso evidencia a importância do conhecimento acerca da conectividade na paisagem marinha para a conservação de recursos pesqueiros e a proposição de áreas protegidas (Costa *et al.*, 2022; da Silva *et al.*, 2022).

2.2.2.3. Formações recifais

Formações recifais (coralinas ou areníticas) ocorrem por toda a costa, colonizadas por flora e fauna diversas. Os recifes do Nordeste possuem elevado endemismo de corais, de outros invertebrados e de peixes (Leão *et al.*, 2016). O Banco de Abrolhos abriga um dos maiores e mais ricos recifes de corais do Atlântico Sul (Leão *et al.*, 2016), a maior extensão contínua de rodolitos (Amado-Filho *et al.*, 2012), além de pradarias de gramas marinhas de profundidade, de desconhecida distribuição e extensão. Destaca-se

entre Tamandaré (PE) e Maceió (AL), um contínuo de formações dentro da maior área de proteção marinha do Brasil (APA Costa dos Corais, 4.000 km²) que protege ecossistemas interconectados desde a linha da costa até a quebra da plataforma (manguezais, praias, pradarias de gramas marinhas, recifes eufóticos e mesofóticos), garantindo a conservação e o uso sustentável dos recursos pesqueiros, bem como atividades econômicas de lazer e turismo (Miranda *et al.*, 2020). Os bancos de rodolitos – camadas cumulativas de nódulos de algas calcárias – estão localizados de forma dispersa do Rio Amazonas até Santa Catarina, do infralitoral até 30 e 150 m (zonas mesofóticas), mas se estendem sobretudo na plataforma continental externa (Horta *et al.*, 2016) e no entorno de ilhas oceânicas, no banco de Abrolhos e na cadeia Vitória-Trindade (Amado-Filho *et al.*, 2012).

O monitoramento dos recifes costeiros mostra o desaparecimento e a substituição de espécies, havendo relatos da redução gradual do hidrocoral *Millepora alcicornis* nas porções mais rasas, entre 1960 e 2000 na Baía de Todos os Santos e imediações (Leão & Kikuchi, 1999), além da extinção local de *Mussismilia brasiliensis*, resultando em mudança na estrutura da comunidade (Dutra *et al.*, 2006). Ainda nessa baía, observou-se a substituição da comunidade coralina pelo zoantídeo *Palythoa grandiflora*, com impacto negativo para as populações de peixes locais (Cruz *et al.*, 2015). A partir de 2008, predominam o estabelecimento e a dispersão de diversas espécies invasoras como o coral-sol *Tubastraea* sp (Miranda *et al.*, 2016, 2018) e de espécies de octocorais e briozoários. No litoral de Pernambuco, foram registradas mudanças significativas na composição das macroalgas e nas assembleias recifais sob impacto da urbanização (Vasconcelos *et al.*, 2019). Nos recifes da costa Leste, foi detectada a contaminação de peixes por resíduos de celulose e microplástico (Macieira *et al.* 2021). Exemplos de bom estado de conservação emergem para algumas áreas recifais do Nordeste, como no estado da Paraíba (Leite *et al.*, 2020). Diversos ambientes recifais de águas rasas mostram declínio em resposta à poluição costeira, eutrofização, aumento nas taxas de sedimentação, além do turismo desregulado, exploração de organismos marinhos ornamentais, bioinvasões, e o aquecimento global (Leão & Kikuchi, 1999; Leão *et al.*, 2016, 2019). Estima-se que 16 a 37% dos recifes de coral do Brasil estão sob risco alto a muito alto de impactos cumulativos de estressores locais e globais (Magris *et al.*, 2018; Soares *et al.*, 2021). Os recifes mais impactados foram os mais afetados por aumento de temperatura e pressão de pesca (Magris *et al.*, 2018). Eventos de branqueamento atingiram 26 espécies de corais entre 1994 e 2020 (Soares *et al.*, 2021) (ver Seção 2.3.3). Mesmo sem registros oficiais de mortalidade em massa, a saúde atual dos recifes está decaendo (Soares *et al.*, 2021), em especial daqueles submetidos à elevação de temperatura da água ou localizados próximos aos grandes centros urbanos do país (Cruz *et al.*, 2018; Teixeira *et al.*, 2021; Soares *et al.*, 2022).

2.2.2.4. Costões e afloramentos rochosos

Os costões rochosos se distribuem desde o Delta do Parnaíba (PI) até Torres (RS), se concentrando na região Sudeste onde estão os maiores adensamentos urbanos e usos

síncronicos da zona costeira (Coutinho & Zalmon, 2009). São ambientes de alta dinâmica, caracterizados pela zonação marcada em faixas verticais ou mosaicos de organismos bentônicos sésseis como macroalgas, mexilhões, cracas e cirripédios. Costões sofrem impactos diretos de fenômenos como urbanização (p. ex., Baía de Guanabara, Puga *et al.*, 2019; Baía de Vitória, Varzim *et al.*, 2019), eutrofização, pesca predatória, extrativismo de mariscos e macroalgas, eventos climáticos extremos, com efeitos negativos sobre a estrutura e o funcionamento das comunidades (Coutinho *et al.*, 2016). O estabelecimento de espécies exóticas representa uma das maiores ameaças atuais para a fauna nativa (p.ex., coral-sol, Creed *et al.*, 2008; Coutinho *et al.*, 2013).

As regiões do intermareal e infralitoral dos costões rochosos são colonizadas por extensos bancos de macroalgas, em especial no litoral do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, onde se encontram as maiores diversidades de algas do Atlântico Sul (Mazzuco *et al.*, 2020; Anderson *et al.*, 2021). Essas comunidades podem produzir entre 0,7 até 2 kg C. m⁻² (Guimarães *et al.*, 2005) e suportam comunidades de invertebrados bentônicos, peixes e megafauna (Aued *et al.*, 2018; Andrade *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2018; Mazzucco *et al.*, 2019; Stelzer *et al.*, 2021). Entre o sul da Bahia e o norte do Rio de Janeiro, extensas florestas de laminárias ocorrem em zonas mesofóticas (entre 40 até mais de 200 m de profundidade), cuja espécie fundadora (*Laminaria abyssalis*) é endêmica da costa brasileira. Essas florestas de grandes macroalgas pardas são refúgios de profundidade abaixo de águas tropicais oligotróficas (Graham *et al.*, 2007), mantidas pelo alto e constante aporte de nutrientes e pelas baixas temperaturas das águas de ressurgência costeira (Marins *et al.*, 2014; Anderson *et al.*, 2021). Extensos bancos de rodolitos crescem associados a esse mesmo fundo marinho (Amado-Filho *et al.*, 2007; Aued *et al.*, 2018).

A urbanização afetou bastante a biodiversidade de macroalgas marinhas no Atlântico Sudoeste, observada de forma gradual na Baía de Guanabara (RJ) nos últimos dois séculos (De Paula *et al.*, 2020). Áreas mais urbanizadas apresentam reduções de coberturas de algas calcárias e riqueza de macroalgas frondosas (Scherner *et al.*, 2013), além de substituição de macroalgas pardas fundadoras por algas verdes efêmeras e oportunistas (Scherner *et al.*, 2013). Na Baía de Sepetiba (RJ) ocorreu uma diminuição na biomassa e no número de espécies de macroalgas e o aumento de espécies de algas oportunistas nos costões de áreas mais degradadas (Caldeira *et al.*, 2017). Houve redução de 52% dos bancos de *Sargassum* entre 1969-2017 na costa Sudeste-Sul do Brasil – cerca de 2,6% ao ano –, devido ao aumento da urbanização e do aquecimento global (Gorman *et al.*, 2020). Entre 1980 e 2000 sucedeu um decréscimo significativo no número de espécies de algas pardas na região de Angra dos Reis (RJ), sob influência do aumento da temperatura da água do mar nas proximidades da usina nuclear (Széchy *et al.*, 2017).

2.2.2.5. Ecossistemas pelágicos

Estimativas da produção primária fitoplanctônica no Brasil são esparsas (Brandini *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 2016; Gaeta & Brandini, 2006) e sugerem um acumulado entre 130 e 680 gC m⁻²ano⁻¹, sendo os valores máximos atingidos nas regiões Norte e Sul e

os mínimos no Nordeste (Conti & Scardi, 2010; Vicente *et al.*, 2021), mostrando a dependência de volumes de aportes continentais e dos processos de ressurgência costeira (de Souza *et al.*, 2020) (ver Capítulo 4). Na Baía de Guanabara (RJ) e no estuário da Lagoa dos Patos (RS), observações de longo prazo (programas Peld⁵) ilustram variações sazonais para o fitoplâncton e zooplâncton e apontam alterações na composição dos primeiros, tipicamente dominados por flagelados e cianobactérias filamentosas (RJ) e por diatomáceas (RS). Na Lagoa dos Patos se nota um aumento dos dinoflagelados (Haraguchi *et al.*, 2015; Odebrecht *et al.*, 2018), enquanto na baía de Guanabara é reportado um número crescente de florações de algas potencialmente nocivas (ver Seção 2.3.4). Todavia, a dominância dos copépodes *Acartia tonsa* e *Paracalanus parvus* foi mantida nos dois ambientes (Valentin *et al.*, 2020; Muxagata & Teixeira-Amaral, 2019). Na Baía de Guanabara, as maiores densidades de fitoplâncton ocorrem na primavera e no verão, épocas em que organismos gelatinosos (Ctenophora, Cnidaria) podem episodicamente compor 20% do mesozooplâncton (Valentin *et al.*, 2020).

Em longo prazo, estimativas da biomassa fitoplanctônica ao longo da costa brasileira (Ciotti *et al.*, 2010) reforçam a importância da injeção de nutrientes e de materiais continentais. Nas regiões Sul e Sudeste, se destacam os aportes do Rio da Prata (Ciotti *et al.*, 1995) e eventos da ressurgência costeira (Brandini *et al.*, 2018). Na região Norte o escoamento do rio Amazonas (Santos *et al.*, 2008) e o crescimento de cianobactérias fixadoras de N₂ favorecem a comunidade mesozooplanctônica (Conroy *et al.*, 2017) e a produtividade primária (Araújo *et al.*, 2017). As plataformas continentais Nordeste e Leste são oligotróficas, exceto no Banco de Abrolhos (Ciotti *et al.*, 2007). A maior produtividade em locais de ressurgência costeira impacta de modo positivo as comunidades bentônicas da plataforma continental (Quintana *et al.*, 2015) e de maneira potencial os recifes mesofóticos.

Os ecossistemas pelágicos apresentam riqueza de espécies de mamíferos marinhos, incluindo 34 espécies de cetáceos odontocetos (golfinhos), sete espécies de cetáceos misticetos (baleias de barbatanas), duas espécies de sirênios e oito espécies de pinípedes. Nas regiões oceânicas, as baleias rorquals (Balaenopteridae) e os odontocetos (ex., o cachalote *Physeter macrocephalus*, golfinhos do gênero *Stenella* ou o golfinho-comum *Delphinus delphis*) estão distribuídos em diversas latitudes (Moreno *et al.*, 2005; do Amaral *et al.*, 2015; Di Tullio *et al.*, 2016). Nas regiões costeiras, a baleia-jubarte (*Megaptera novaengliae*) e a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) ocorrem sazonalmente na época reprodutiva enquanto outras espécies possuem populações residentes (p. ex., o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, a toninha, *Pontoporia blainvillei* e o boto-de-lahille, *Tursiops gephyreus*) (Bastida *et al.*, 2018). O peixe-boi-marinho (*Trichechus manatus*) habita exclusivamente no Norte e no Nordeste (Luna *et al.*, 2008) enquanto o leão-marinho-do-sul (*Otaria flavescens*) e o lobo-marinho-sul-americano (*Arctocephalus australis*) são encontrados sobretudo no extremo sul do Brasil (Prado *et al.*, 2016)⁵.

5. <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/peld>

Os peixes mesopelágicos representam menos de 20% das espécies do Atlântico Sul-doeste, mas têm importância em biomassa (Melo *et al.*, 2020), sendo registradas 24 ordens, 56 famílias e 207 espécies (Bertrand, 2015, 2017; Eduardo *et al.*, 2022). Cerca de 52% da diversidade de táxons, 90% dos espécimes coletados e 72% da biomassa total pertencem às famílias Myctophidae, Stomiidae, Gonostomatidae, Melamphaidae e Sternopychidae (Eduardo, 2021). A urbanização (ver Capítulo 3 [3.2]) parece alterar os nichos de espécies de peixes estuarinos, bem como a estrutura das cadeias tróficas em áreas contaminadas e poluídas (p. ex., foz do Rio Doce) (Andrade *et al.*, 2020b).

Em ambientes remotos como ilhas oceânicas, parcéis, recifes de borda de plataforma continental e montes submarinos, as informações são mais escassas e recentes e os indicadores sugerem bom estado de conservação e saúde, com a presença de predadores de topo, espécies raras (Pimentel *et al.*, 2020), altas taxas de endemismo em assembleias de peixes (Andrade *et al.*, 2018b), cardumes abundantes e diversos (Morais *et al.*, 2017a) e ricas comunidades bentônicas (Cordeiro *et al.*, 2020). Alguns locais, no entanto, apresentam declínio na abundância de peixes carnívoros (Andrade *et al.*, 2018b), como é o caso da Baía de Sepetiba (RJ), onde a população de 40 espécies de peixes diminuiu entre 1980 e 2010 (Araújo *et al.*, 2018). Esse cenário se agrava para espécies de peixes demersais, afetadas em razão de um maior esforço de pesca (Lira *et al.*, 2021; Pérez & Sant'Ana, 2022).

2.2.2.6. Mar profundo

Ambientes bentônicos de mar profundo abrigam encostas sedimentadas, cânions submarinos, recifes de corais de água fria, infiltrações e fontes de metano, montes submarinos e guyots. Apenas 0,06% das espécies no mundo são reportadas nesses ambientes, com destaque para meiofauna e macrofauna de fundos não consolidados (De Léo *et al.*, 2020). As raras observações no Brasil ilustram a alta diversidade e biomassa bentônica nas áreas mais superiores do talude e próximo a pontos de ressurgências e diminuição da riqueza de espécies de macro e megabentos do Sudeste ao Sul (De Léo *et al.*, 2020). Todavia, extensos recifes de corais ocorrem em águas profundas, com mais de 100 espécies registradas (Scleractinia e Octocorallia), apresentando diferenças em abundância e ocorrência entre as regiões Sul-Sudeste (dominância de *Desmophyllum pertusum*, *Solenosmilia variabilis* e *Madrepora oculata*) e Norte-Nordeste (dominância de octocorais das famílias Priminoidae, Clavulariidae, Plexauridae, Alcyoniidae, Isididae, Coralliidae e Paragorgidae) (Kitahara *et al.*, 2020). As comunidades microbianas desses locais começaram a ser investigadas em 2015 (Signori *et al.*, 2020). Existem estudos sobre atividades microbianas nas infiltrações asfálticas no Planalto Norte de São Paulo (Jiang *et al.*, 2018; Queiroz *et al.*, 2020), em carcaças de megafauna (Cavalett *et al.*, 2017), nos montes submarinos da cadeia Vitória-Trindade (Signori, 2014) e nos sedimentos de hidrato de gás do Cone do Rio Grande (Miller *et al.*, 2015).

2.3. Indicadores de mudanças

2.3.1. Extensão de habitats costeiros terrestres e perda de cobertura vegetal

Os dados públicos atuais sobre mudanças no uso do solo e cobertura vegetal costeira foram obtidos a partir da base de dados⁶, de produtos e publicações do projeto MapBiomas (2022; Diniz *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2020), que cobre todo o território nacional costeiro com imagens de satélite desde 1985 e mostrou que perdas de área são notáveis para praias, dunas e apicuns (Figura 2.1). Esses e outros habitats são considerados frágeis por serem vulneráveis ou expostos a fortes ameaças (Quadro 2.2).

2.3.1.1. Praias e dunas

De 1985 até 2021, os estados costeiros perderam 15% da extensão de praias e dunas (~700 km²; Figura 2.1). A perda absoluta foi de 25% (com ganho de 11%) devido à urbanização, plantações (principalmente silvicultural), extração de areia, pastagens e processos erosivos. Mais de 50% dos cordões de dunas se encontram nos lençóis maranhenses (MA) e na barreira gaúcha (RS). Cerca de 30% do cordão de dunas do RS foi impactado por silvicultura e pastagens (MapBiomas, 2022), sendo observados ao sul do estado extração de areia, destruição da vegetação natural, redução de nutrientes e acidificação do solo, além de alterações no balanço hídrico e na movimentação de areia (Rosa & Cordazzo, 2007). As dunas costeiras brasileiras foram ainda afetadas pela recreação-pisoteio, pela deposição de lixo e pela introdução de espécies exóticas advindas da urbanização. Esses impactos reduzem a biodiversidade e a estabilidade do solo, tornando-as vulneráveis a tempestades e à elevação do nível do mar.

2.3.1.2. Manguezais e apicuns

O mapeamento feito pelo MapBiomas em 2022 computa cerca de 11.00 km² de florestas de manguezais, com 85% delas concentradas nos estados do Maranhão, Pará, Amapá e Bahia. O estudo revela que pelo menos 19 km² incluem fazendas de aquicultura, em especial sobre apicuns e campos alagados do Ceará, do Rio Grande do Norte e da Bahia. O aparente incremento de 2% na cobertura das florestas entre 1985 e 1998 resultou da menor disponibilidade dos dados do satélite Landsat (Diniz *et al.*, 2019). Dados mais confiáveis, entre 2000 e 2021, estimaram perda de 2% (cerca de 11 mil hectares). Essa estimativa é corroborada por estudos independentes (Goldberg *et al.*, 2020; Thomas *et al.*, 2017) e equivale à taxa de perda de 0,13% ao ano, muito similar às médias globais. As florestas são dinâmicas, com expansões e regressões: 85% estiveram estáveis por até 10 ou 20 anos, enquanto os restantes 15% permaneceram estáveis por menos de 10 anos (Diniz *et al.*, 2019), sendo as mais dinâmicas

6. <https://mapbiomas.org/estatisticas>

encontradas no Amapá (40%), seguidas pelas florestas das regiões Sudeste e Sul. Apicuns são dinâmicos e intercalam perdas e ganhos de magnitudes aproximadas. Suas maiores extensões estão localizadas no Maranhão (58%), junto aos mais vastos manguezais. Relativamente estáveis entre 1985 e 2000 (650 km^2), esses habitats encolheram cerca de 12% de 2000 a 2020. Na região Norte, a diminuição dos apicuns se deu principalmente pelo avanço da floresta de mangue, assim como pela dinâmica de rios e oceanos. No Nordeste, a perda está relacionada sobretudo à expansão da aquicultura e da salicultura. A conservação dos apicuns é essencial para garantir a dinâmica natural do ecossistema de manguezal, tamponando em períodos de seca e permitindo a expansão da floresta no caso de intrusão marinha (Pagliosa *et al.*, 2012).

As reduções nas florestas dos manguezais brasileiros foram causadas principalmente por erosão costeira, eventos climáticos extremos, aquicultura e salicultura (Goldberg *et al.*, 2020; Ferreira & Lacerda, 2016; Gomes *et al.*, 2021a; Lacerda *et al.*, 2021). Com a elevação do nível do mar, o manguezal tende a expandir sobre as áreas transicionais internas (apicuns e campos alagados), dinâmica observada nas regiões deltaicas do Pará, onde a floresta avançou $2,7 \text{ km}^2$ sobre terrenos mais elevados entre 1984 e 2017 (Cohen *et al.*, 2018). No Nordeste, os manguezais estão adentrando alguns estuários em decorrência da redução de chuvas e da intrusão salina (Jennerjahn *et al.*, 2017; Pelage *et al.*, 2019). Com isso, no entanto, sofrem pressões antrópicas múltiplas, como uso da terra, urbanização, fazendas de camarão, alterações na hidrologia da bacia hidrográfica, superexploração de recursos naturais e construção costeira (Godoy & Lacerda, 2015; Lacerda *et al.*, 2021). Em faixas da planície costeira na região Sudeste, as florestas ocupam cinturões entre o Oceano e a Serra do Mar, circundados por rodovias e intensa urbanização (p. ex., sul do RJ, norte de SP, Vitória/ES, Florianópolis/SC, Baía de Paranaguá/PR), limitando o avanço do manguezal em direção ao continente no caso de elevação do nível do mar. No limite sul dos manguezais do país, o mangue vem penetrando em áreas de marismas e campos, como possível resposta ao aquecimento global (Cohen *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022; França *et al.*, 2019).

2.3.1.3. Marismas

No Brasil, informações sobre extensão e modificações na cobertura vegetal de marismas são raras. Para o bioma Mata Atlântica, o projeto MapBiomas analisou a cobertura vegetal herbácea flúvio-marinha (marismas e campos alagados), evidenciando o aumento na extensão desses habitats a partir do final dos anos 1990 (Figura 2.1). Nas marismas da Lagoa dos Patos (RS), as perdas de áreas foram associadas à agricultura, urbanização e construção portuária no final do século XIX e início do século XX (Marangoni & Costa, 2009). A dinâmica natural de marismas envolve processos construtivos e destrutivos relacionados a ciclos hidrológicos anuais e “interdecadais” (Marangoni & Costa, 2009). Esses habitats ainda são impactados por eutrofização, despejo de contaminantes e resíduos sólidos, invasão de espécies exóticas e dragagem do canal de acesso (Costa *et al.*, 2019a; Pinheiro *et al.*, 2021).

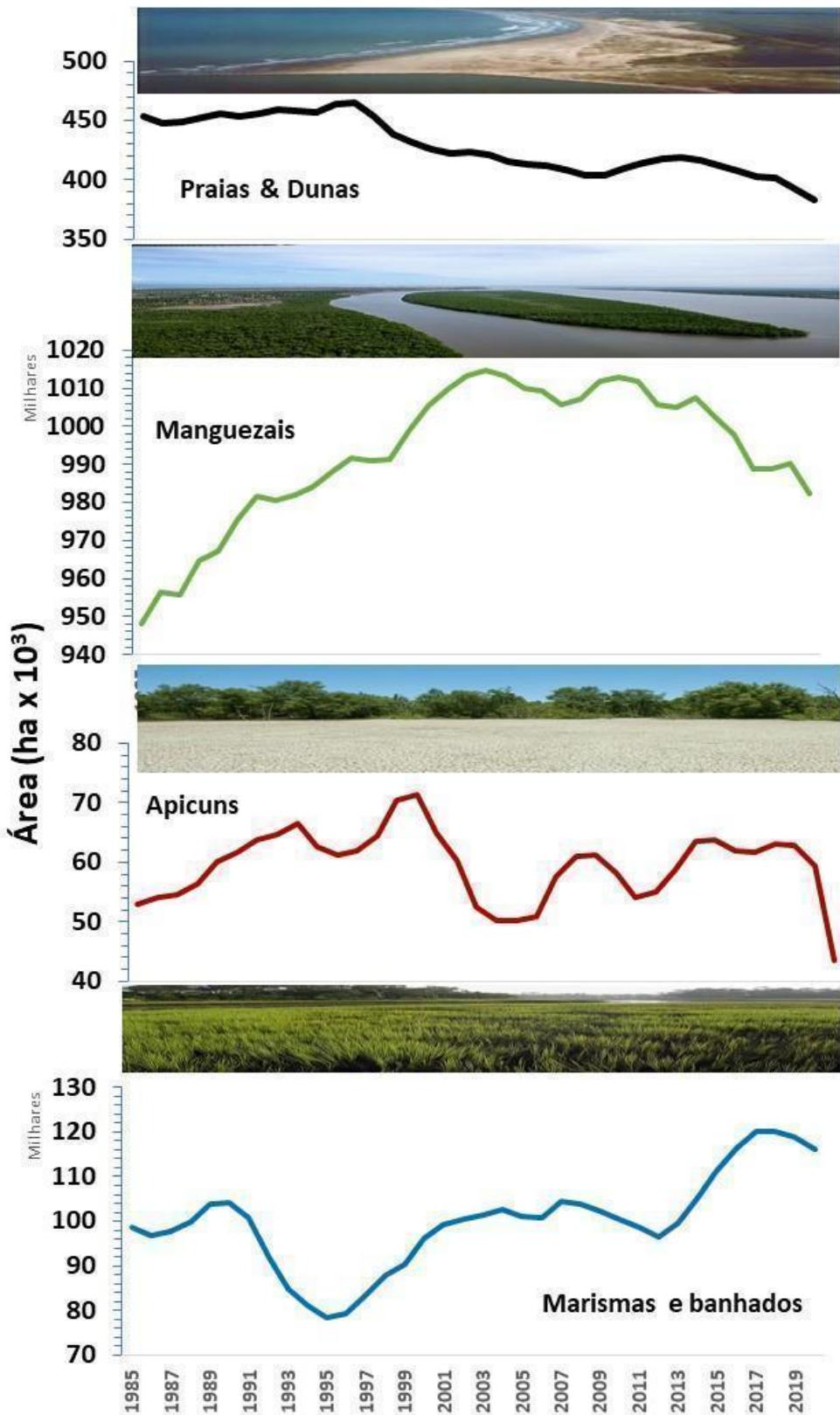


Figura 2.1. Variabilidade na extensão total dos habitats costeiros para todo o território nacional, de 1985 até 2019, a partir da análise do banco de dados de imagens dos sensores Landsat. Dados brutos disponibilizados pelo projeto MapBiomas (2022). As áreas indicam os valores líquidos, considerando perdas e ganhos.

Quadro 2.2. Habitats frágeis e Áreas Marinhas Ecologicamente ou Biologicamente Significativas

Áreas que contêm espécies ou habitats com papéis ecológicos chave (p. ex. espécies fundadoras) são consideradas “Áreas Ecologicamente ou Biologicamente Significativas” (EBSAs, da sigla em inglês) (Figura 2.2), de acordo com critérios adotados na 9ª Conferência das Partes (COP 9) da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Já os habitats frágeis são aqueles vulneráveis ou expostos a fortes ameaças. A deterioração ambiental e a perda de espécies nas EBSAs podem impactar diversas outras espécies em um efeito em cascata, trazendo inúmeros prejuízos sociais e econômicos. Na zona costeira do Brasil, destacam-se os seguintes habitats frágeis (Yokota & Lessa, 2006):

1. Manguezais da costa Norte do país (ecorregião Amazônia, sensu Spalding et al., 2007) e estuários associados fazem parte de uma EBSAs que compreende a região da desembocadura dos rios Amazonas e Orinoco. Esses manguezais são sensíveis à degradação ambiental por estarem em áreas com forte pressão antrópica decorrente de pesca (Blaber & Barletta, 2016), poluição (Souza-Filho et al., 2009), desenvolvimento costeiro (Hayashi et al., 2019), aquicultura (Tenório et al., 2015), erosão costeira (Cohen et al., 2005) e elevação do nível do mar. Aproximadamente 25% dos manguezais e das áreas estuarinas encontram-se sob o nível mais alto de ameaça antrópica na região (Magris et al., 2021). Essa região costeira abriga espécies ameaçadas e vulneráveis, incluindo elasmobrânquios e o peixe-boi marinho.

2. Recifes de corais rasos da costa Nordeste e Leste do Brasil, altamente vulneráveis à acidificação e à elevação da temperatura do mar, estão sujeitos a outros impactos múltiplos (Leão et al., 2016; Leão et al., 2019; Duarte et al., 2020), como pescarias destrutivas (Dutra et al., 2006; Leão et al., 2019; Magris et al., 2018), poluição (Dutra et al., 2006; Leão et al., 2019; de Carvalho-Souza et al., 2018), turismo e extrativismo (Eliff & Kikuchi, 2017; Leão et al., 2019). Mais de 55 km² de recifes de corais de águas rasas foram impactados pelo derrame de óleo entre 2019 e 2020 (Magris & Giarrizzo, 2020). Cerca de 24,7 e 28,6% dos recifes rasos das ecorregiões Nordeste e Leste, respectivamente, estão submetidos aos níveis mais altos de ameaça (Magris et al., 2021).

3. Costões rochosos da costa Leste brasileira estão expostos à poluição, ao turismo excessivo, à sobrepesca, à coleta de mariscos e à urbanização desordenada nesse trecho populoso do litoral (Barbosa et al., 2021). Aproximadamente 25% desses ambientes estão sob forte ameaça dos impactos antrópicos (Magris et al., 2021).

4. Pradarias de gramas marinhas são submetidas à forte pressão antrópica – decorrente de alterações nas bacias de drenagem, da pesca intensa e da poluição – e ao desenvolvimento costeiro pujante no entorno de estuários e baías (Copertino et al., 2016). De modo geral, a localização de 25% desses ambientes coincide com áreas consideradas hotspots de impacto antrópico (Magris et al., 2021). Na costa Leste do Brasil esta proporção chega a alcançar quase 30% da área total de pradarias.

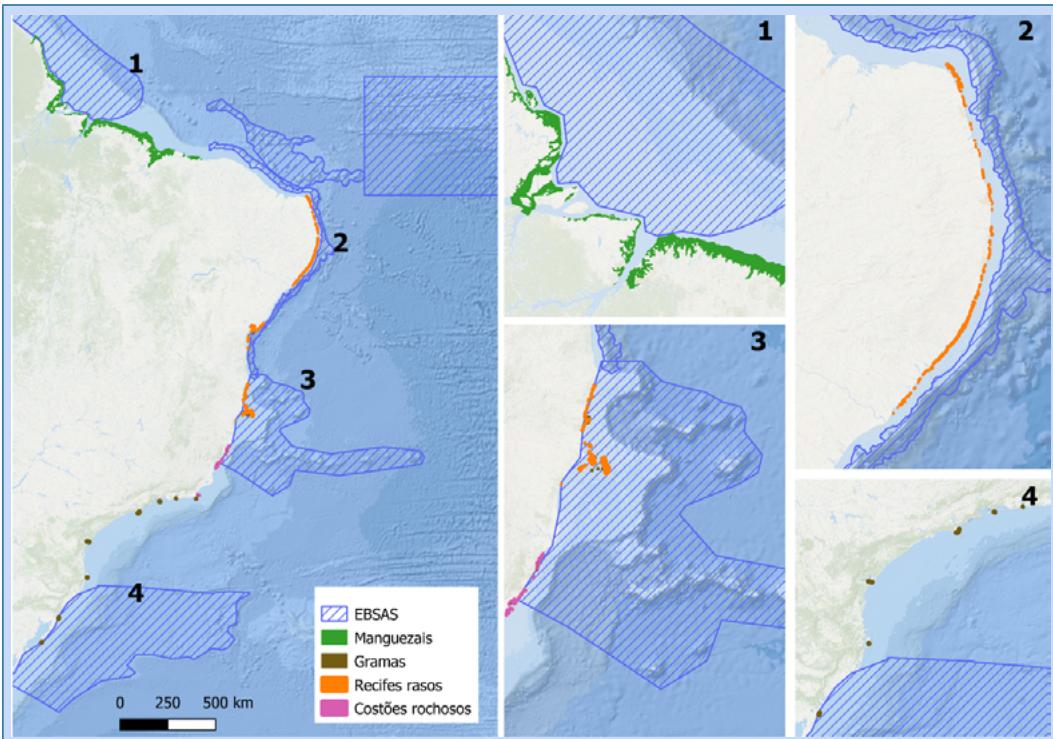


Figura 2.2. Áreas marinhas significativas do ponto de vista biológico e ecológico (i.e., EBSAs) definidas pela Convenção sobre Diversidade Biológica e a ocorrência de habitats frágeis ao longo da costa, definidos pela alta sobreposição entre estes e os impactos de atividades humanas.

2.3.2. Perda de bancos de macroalgas

Perdas de bancos de macroalgas pardas e estruturadoras de comunidades são reportadas mundialmente (Filbee-Dexter & Wernberg, 2018) e, na costa nacional, se observa essa tendência para *Sargassum* spp. no infralitoral raso (De Paula *et al.*, 2020; Gorman *et al.*, 2020; Széchy *et al.*, 2017). Desde 1969 vêm ocorrendo declínios de bancos de *Sargassum*, com médias de 52% (20 a 89%, dependendo do local). Estes coincidem com o aumento na abundância de espécies de macroalgas menores, causando simplificação das comunidades (Caldeira *et al.*, 2017; Gorman *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2012; Scherner *et al.*, 2013) e impactando a provisão de habitats e a disponibilidade de matéria orgânica para os demais níveis tróficos (Gouvêa *et al.*, 2020).

Alterações na distribuição de florestas de grandes algas pardas (*kelp*s) são esperadas sob distintos cenários de emissões de gases estufa (IPCC, 2019). No Brasil, a conservação dos bancos de *Laminaria abyssalis* de profundidade (> 60m) nas regiões de ressurgência do Espírito Santo e do Rio de Janeiro é preocupante. Distintos cenários de emissões e aumento da temperatura (ver Capítulo 4 [4.2]) sugerem redução dos bancos naturais e deslocamentos da espécie para latitudes e profundidades maiores (Anderson *et al.*, 2021). Entretanto, os refúgios profundos de laminárias em regiões tropicais ocorrem somente sob uma combinação de condições específicas e estáveis

de substrato rochoso iluminado, com temperaturas abaixo de 16°C e aporte constante de nutrientes (Graham *et al.*, 2007). Tal conjunção de fatores é rara ou inexistente em outras partes da plataforma continental subtropical do país. Embora ainda não quantificado, os bancos de *L. abyssalis* estão ameaçados pela pesca de arrasto, pela exploração de óleo e por desastres ambientais (Quadro 2.1), o que sugere a sua inclusão na lista vermelha da International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Anderson *et al.*, 2021).

2.3.3. Cobertura e branqueamento de corais

A saúde dos recifes de corais pode ser indicada pelo percentual de cobertura dos corais pétreos e das algas calcáreas associado às mudanças na cobertura de macroalgas foliosas e filamentosas. Em âmbito global, a cobertura dos recifes por corais construtores reduziu 14% entre 2009 e 2018 (Souter *et al.*, 2021). Desde o início do século, a cobertura das algas filamentosas e frondosas nos recifes brasileiros vem aumentando em cerca de 70%, tendo sido observada uma estabilização entre 2007 e 2015. Sítios monitorados mostraram uma tendência de aumento nos corais construtores até 2015 e, desse ano em diante, um incremento de 20% na cobertura por macroalgas (Ferreira *et al.*, 2021). Essas “mudanças de fase” – caracterizadas pela substituição de organismos construtores (corais e algas calcáreas) por não construtores (macroalgas filamentosas e foliosas) – causam redução das taxas de acreção de carbonato e alteram a complexidade dos habitats, com consequências para a composição e a abundância das demais espécies recifais. No Brasil, os zoantídeos também contribuem para a mudança de fase observada nos recifes, como na Baía de Todos os Santos (BA) (Cruz *et al.*, 2015, 2018). As mudanças nesses indicadores refletem a influência de impactos locais, como a poluição industrial e por efluentes domésticos, o incremento de sedimentação associada ao desmatamento nas bacias fluviais, as invasões biológicas, entre outros fatores (Soares *et al.*, no prelo).

Eventos de branqueamento de corais são relatados desde os anos 1990 (Leão *et al.*, 2016; Ferreira, 2020) na Bahia (Litoral Norte, Baía de Todos os Santos, Arquipélago de Tinharet-Boipeba e em Abrolhos; Leão *et al.*, 2008; Lisboa *et al.*, 2018; Teixeira *et al.*, 2019), na Costa dos Corais (AL e PE), em Ponta Seixas (PB), no Atol das Rocas (Ferreira *et al.*, 2013; Gaspar *et al.*, 2021), em Fernando de Noronha (Ferreira *et al.*, 2013), na costa do Ceará (Soares *et al.*, 2019) e nos recifes amazônicos (Amaral *et al.*, 2006). Esses eventos estão aumentando em frequência, intensidade e abrangência no Brasil, tanto em recifes tropicais como subtropicais (Duarte *et al.*, 2020; Banha *et al.*, 2020; Gaspar *et al.*, 2021), impactando até as espécies de corais mais resistentes (Dias & Gondim, 2016; Soares *et al.*, 2019). Embora em geral as taxas de mortalidade fossem inferiores a 4% (Leão *et al.*, 2008; Kikuchi *et al.*, 2010; Miranda *et al.*, 2017; Teixeira *et al.*, 2019), durante o evento de 2019-2020 elas chegaram a 50% para algumas espécies em Abrolhos (Ferreira *et al.*, 2021) e Atol das Rocas (Gaspar *et al.*, 2021), atingindo o maior índice registrado no país. A susceptibilidade ao branqueamento varia conforme a espécie e o local (Leão *et al.*, 2008). A severidade tendeu a aumentar na Bahia, indo

de Abrolhos no Extremo sul até o Litoral Norte, acompanhando os padrões de anomalias térmicas e os eventos do El Niño (Lisboa *et al.*, 2018) e constituindo os maiores episódios observados próximos da costa (Kikuchi *et al.*, 2010; Krug *et al.*, 2012; Leão *et al.*, 2008). Anomalias térmicas e ondas de calor marinhas são cada vez mais frequentes e intensas, como indicado pelos registros de temperatura do mar na região de Abrolhos (Ferreira *et al.*, 2021) ou no Atol das Rocas (Gaspar *et al.*, 2021). Seus efeitos para o branqueamento e a composição das comunidades ainda são pouco compreendidos.

2.3.4. Florações de macroalgas

Florações de macroalgas flutuantes, “marés douradas” ou “verdes” são favorecidas pela fertilização antrópica e pelo aquecimento das águas (Smetacek & Zingone, 2013). As inundações por “marés douradas”, compostas principalmente por *Sargassum natans* e *S. fluitans*, aumentaram de maneira extraordinária após 2011, com registros para quase todas as regiões do Caribe e do Atlântico tropical. Na costa brasileira, grandes inundações ocorreram em 2014 e 2015 na costa do Pará e do Maranhão, nos arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro-São Paulo e em Atol das Rocas (Sissini *et al.*, 2017), de forma simultânea aos registros na costa do México, nas ilhas do Caribe e na África Ocidental tropical (WOA II, 2021). Embora massas flutuantes de *S. natans* tenham sido previamente reportadas na costa nacional (Széchy *et al.*, 2012), as inundações de 2014 e 2015 geraram acúmulos de quase 2.000 toneladas de biomassa úmida (i.e., 98 kg m⁻² de biomassa seca) em praias da costa Amazônica (Sissini *et al.*, 2017), provenientes do grande cinturão de *Sargassum* flutuante do Atlântico formado entre a costa do Brasil e a África (Gower *et al.*, 2013; Johns *et al.*, 2020). Ademais, há indícios de que incrementos no aporte de nutrientes do Rio Amazonas promovam o enriquecimento do Atlântico tropical, estimulando o supercrescimento dessas algas (Louime *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2019). A deposição das biomassas algais no litoral do México e do Caribe acarretou a redução da qualidade da água, mudanças na estrutura das comunidades bentônicas e a mortalidade de corais e peixes (Hendy *et al.*, 2021), com efeitos deletérios para o turismo (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2019). No Brasil a quantificação desses impactos ainda não foi possível. Contudo, relatos de mau cheiro e de prejuízos para o lazer e o turismo induziram a remoção das biomassas depositadas no Pará (O Globo, 2015).

O aumento na frequência, intensidade e duração das marés verdes foi identificado em estuários e lagunas costeiras, compostas por *Ulva*, *Cladophora*, *Chaetomorpha* e *Rizoclonium*, com registros no estuário do Rio Piranhas-Açu (RN) (Gonçalves, 2020), nas Lagoas Rodrigo de Freitas, de Araruama e da Tijuca (RJ) (Amaral *et al.*, 2018; Carvalho *et al.*, 2014; Vezzone *et al.*, 2021) e na Lagoa dos Patos (RS) (da Rosa & Garcia, 2013; Lanari & Copertino, 2017; Lanari *et al.*, 2017). Marés verdes persistentes ocorreram no estuário da Lagoa dos Patos no inverno de 2010, cobrindo até 30 km² de zonas rasas (Gianasi *et al.*, 2011) e gerando impactos ecológicos como: redução da luz para os produtores primários bênticos, anoxia, inibição do crescimento e sufocamento de pradarias, além de mudanças na macrofauna bentônica (Silva, 2015; Lanari *et al.*, 2017,

2018; Gonçalves, 2020). Nas lagunas do Sul e em estuários hipersalinos do Nordeste, os eventos estão associados aos períodos de secas, às ondas de calor e ao aumento na disponibilidade de nutrientes, em especial o fósforo (Lanari *et al.*, 2018; Gonçalves, 2020).

2.3.5. Florações de microalgas nocivas

Como no restante do globo (WOA II, 2021), estudos de longo prazo no Brasil evidenciam alterações na estrutura das comunidades fitoplanctônicas (Odebrecht *et al.*, 2010; Haraguchi *et al.*, 2015; Odebrecht *et al.*, 2018; Abreu *et al.*, 2017) e aumento nas florações de algas nocivas (De Souza *et al.*, 2018; Anderson *et al.*, 2002; Gowen *et al.*, 2012, Moser *et al.*, 2012; Hatje *et al.*, 2021). As florações de microalgas promovem: (i) alteração na cor da água e produção de mucilagens ou espumas, potencialmente tóxicas; (ii) acúmulo de biotoxinas em pescados para consumo humano; (iii) proibição da coleta de moluscos e/ou de outros invertebrados e fechamento de praias (Castro & Moser, 2012; Hallegraeff *et al.*, 2021). O consumo de pescado, ostras e mexilhões capazes de acumular as toxinas afeta a saúde humana (Hallegraeff *et al.*, 2021), mesmo quando as microalgas estão em baixas densidades (ex. 200 células/L de *Alexandrium*). O elevado custo social dessas florações envolve tanto a saúde pública como a economia (pesca, maricultura e turismo).

Apesar dos inúmeros apontamentos de florações de microalgas pela costa do país, seus gatilhos são pouco compreendidos (Castro *et al.*, 2016; Montoya *et al.*, 2018; Müller *et al.*, 2020) e não há legislação ambiental específica para esse problema (Castro *et al.*, 2016). Os eventos relacionados às intoxicações humanas são registrados em lagoas e estuários brasileiros (Silva *et al.*, 2013). Um total de 31 eventos foram documentados entre 1994 e 2016, em especial aqueles formados por cianobactérias (*Harmful Algal Event Database*⁷), enquanto 36 casos foram reportados entre 2007 e 2015 por monitoramentos nacionais (Castro *et al.*, 2016). Destes 36, 22 ocorreram no Sudeste, em áreas densamente ocupadas como a Baía de Guanabara e o Complexo Lagunar de Jacarepaguá, no estado do Rio de Janeiro (Fistarol *et al.*, 2015; Viana *et al.*, 2019). Já se nota uma expansão geográfica de florações de diferentes dinoflagelados potencialmente tóxicos, como *Alexandrium tamarense*, *A. catenella*, *Gymnodinium catenatum* e espécies do complexo *Dinophysis acuminata* (Méndes & Carreto, 2018).

Florações do gênero *Alexandrium* junto à costa têm o potencial de gerar síndrome paralisante (Anderson *et al.*, 2012; Etheridge, 2010), havendo registros na Bahia, no Rio de Janeiro e no Rio Grande do Sul (Menezes *et al.*, 2018). Por sua vez, as de *Dinophysis acuminata* estão ligadas a eventos de síndrome diarreica, sobretudo no Sul e no Sudeste, onde ostras e mexilhões são cultivados (Mafra-Júnior *et al.*, 2006; Mariné *et al.*, 2009; Mello *et al.*, 2010; Simões *et al.*, 2015; Tibiriçá *et al.*, 2015; Mafra-Júnior *et al.*, 2019; Lassudrie *et al.*, 2020; Alves *et al.*, 2018; Alves *et al.*, 2020). Entre maio e julho de

7. <http://haedat.iode.org>

2016, a faixa litorânea de Santa Catarina a São Paulo foi tomada por um grande evento, o que levou ao primeiro embargo comercial na produção e no consumo de ostras e mexilhões pelas autoridades sanitárias de São Paulo (A Tribuna, 2016; Barrera-Alba *et al.*, 2019). A síndrome diarreica, associada à espécie *Prorocentrum caipirignum*, foi observada no Rio de Janeiro e na Bahia (Nascimento *et al.*, 2017). Toxinas produzidas por dinoflagelados bentônicos tóxicos (*Ostreopsis spp.*) foram registradas no arquipélago de Currais (SP) (Nascimento *et al.*, 2012; Tibiriçá *et al.*, 2019), no Complexo Estuarino de Paranaguá (SP) (Moreira-Gonzalez *et al.*, 2020) e na Baía de Todos os Santos (BA) (Mendes *et al.*, 2017).

Florações da diatomácea *Pseudo-nitzschia spp.* são reportadas com frequência em sistemas estuarinos no Sul e no Sudeste do país (Odebrecht *et al.*, 2002; Fernandes *et al.*, 2013; Tibiriçá *et al.*, 2015) e estão relacionadas a eventos de síndrome amnésica (Hallegraeff *et al.*, 2021). Estas ocorreram em sítios de maricultura em Santa Catarina (Fernandes *et al.*, 2013) e próximo a Cabo Frio (RJ) (Costa *et al.*, 2019b; Werlang *et al.*, 2020), onde foram também registradas neurotoxinas produzidas por outras diatomáceas (Werlang *et al.*, 2020).

Na região sob influência da pluma do Rio da Prata, que abrange a plataforma continental Sul e Sudeste, a frente oceânica apresenta florações recorrentes de dinoflagelados e diatomáceas produtoras de toxinas (Brandini *et al.*, 2018), como as causadoras de síndrome paralisante (Proença *et al.*, 2001) e amnésica (Odebrecht & Castello, 2001; Fernandes & Brandini, 2010). Trabalhos recentes sobre surtos da doença de Haff em Salvador (BA) mostram a presença de palitoxinas em peixes (Cardoso *et al.*, 2022). Em regiões oceânicas, ocorrem florações da cianobactéria *Trichodesmium*, com potencial produção de saxitoxinas (Detoni *et al.*, 2016).

Dois eventos se destacaram em extensão geográfica: a floração do ciliado *Mesodinium rubrum*, em 2014, na plataforma continental Sul e Sudeste (800 Km)⁸ e a floração que teve início em novembro de 2021 e persistiu por oito semanas ao longo de 200 km na costa e na plataforma interna do estado do Rio de Janeiro⁹, marcada por uma sucessão de espécies predominantes, incluindo flagelados (p. ex., *Tetraselmis spp.*), ciliados (*Mesodinium rubrum*) e diversos dinoflagelados (*Scrippsiella* e outros gêneros; Lange *et al.*, 2022).

2.3.6. Explosões populacionais de animais gelatinosos

Agregações sazonais de animais gelatinosos planctônicos (cnidários, ctenóforos e taíáceos) – conhecidos como medusas, mães d’água e águas vivas – são comuns no

8. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/82968/a-dark-bloom-in-the-south-atlantic; http://www.cebimar.usp.br/images/cebimar/servicos-e-produtos/edicoes/Folheto-Nocivas-CEBIMarUSP.pdf?msclkid=c4a7665dadae11ec8f66eef7056d24e7>

9. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/149316/red-tide-off-rio>

Oceano. Porém, a frequência e a magnitude desses eventos têm aumentado em todo o planeta, com impactos na pesca, na aquicultura, na indústria, em usinas nucleares, no lazer e no turismo (Bosch-Belmar *et al.*, 2021). Agregações volumosas impactam a estrutura das comunidades, como no caso de grandes medusas que consomem mesozooplâncton (p. ex., *Lychnorhiza lucerna*) (Nagata & Morandini, 2018) e peixes (p. ex., *Olindias sambaciensis*) (Zamponi & Mianzam, 1985; Nagata *et al.*, 2015; Purcell & Studervant, 2001; Purcell & Arai, 2001). Por exemplo, na Lagoa dos Patos (RS), as densidades de copépodos decresceram após acúmulos da hidromedusa invasora *Cnidostoma fallax* (~ 11.000 org m^{-3}) durante um período de baixa vazão e altas temperaturas (Teixeira-Amaral *et al.*, 2021).

No Brasil, as agregações de medusas têm prejudicado a pesca artesanal e a industrial, obstruindo redes de pesca, forçando o deslocamento das operações (Nagata *et al.*, 2009; Schroeder *et al.*, 2014; Rutkowski *et al.*, 2018) e acarretando surtos de acidentes em banhistas (Haddad Jr. *et al.*, 2010; Marques *et al.*, 2014; Haddad Jr. *et al.*, 2019). Surtos são epidêmicos no Sul do país, causando lesões epidérmicas ou queimaduras (Haddad Jr. *et al.*, 2017). Os casos de envenenamento podem ser leves (Haddad Jr. *et al.*, 2017, 2018, 2019), mas espécies como a caravela-portuguesa (*Physalia physalis*) e os cubozoários (*Tanymoia haplonema* e *Chiropsalmus quadrumanus*) geram problemas mais graves. No litoral Norte e Nordeste os surtos são provocados, em sua maior parte, pela caravela-portuguesa (Bastos *et al.*, 2017; Haddad Jr. *et al.*, 2017). No litoral paulista, são originados sobretudo por *Chrysaora lactea* (Haddad Jr. *et al.*, 2002; Haddad Jr. *et al.*, 2018), que também é a causa principal dos acidentes no Paraná e no norte de Santa Catarina (Marques *et al.*, 2014; Haddad *et al.*, 2018). Já no litoral sul catarinense e ao longo do Rio Grande do Sul, a espécie que se destaca é a *Olindias sambaciensis* (Resgalla *et al.*, 2011; Haddad *et al.*, 2019).

Os dados da fauna acompanhante de pesca revelam que grandes agregações de cifomedusa (p. ex. *Lychnorhiza lucerna*) e hidromedusas (p. ex. *Rhacostoma atlanticum*, *O. sambaciensis*) alcançam um índice de biomassa superior ao das espécies-alvo da pesca (Graça-Lopes *et al.*, 2002; Branco & Verani, 2006; Schroeder *et al.*, 2014). Os eventos cíclicos variam ao longo dos anos (Nagata *et al.*, 2009, Rutkowski *et al.*, 2018) e há a ocorrência de espécies raras. Nos anos 1960, agregações da cifomedusa *Phyllorhiza punctata* prejudicaram as pescarias no litoral paulista (Moreira, 1961), o que só voltou a acontecer nos anos 2000 na costa do Paraná e em Santa Catarina (Haddad & Nogueira Jr., 2006).

As agregações anômalas sobrecarregam guarda-vidas e atendimentos nas unidades de saúde e afetam a balneabilidade e as atividades esportivas e recreativas (Haddad *et al.*, 2017, 2018). A inexistência de dados históricos limita o entendimento e a previsão dos eventos na maior parte do país, sendo as poucas observações concentradas no litoral do Pará (Banha *et al.*, 2020), do Paraná (Nogueira Jr. & Haddad, 2017), de Santa Catarina (Branco & Verani, 2006; Nogueira *et al.*, 2010; Schroeder *et al.*, 2014; De Barba *et al.*, 2016; Rutkowski *et al.*, 2018; Resgalla *et al.*, 2019) e São Paulo (Graça-Lopes *et al.*, 2002). No Paraná, um surto que chegou a cerca de 20.000 acidentes (600 atendidos em unidades de pronto atendimento) foi atribuído a agregações de *C. lactea* (verão de 2011-2012, Marques *et al.*, 2014). No litoral gaúcho, foram registrados mais de 254.000 acidentes nos verões de 2018 e 2019 (Haddad *et al.*, 2019).

2.3.7. Alterações nas populações de espécies migratórias

As informações sobre a redução na abundância e a alteração nas rotas de espécies marinhas migratórias estão concentradas nos estudos de elasmobrânquios, aves, tartarugas e mamíferos marinhos, tanto em plataforma quanto nas áreas oceânicas. Enquanto existem grandes alterações de rotas e redução na abundância de aves e elasmobrânquios, ações de proteção têm garantido um aumento populacional para espécies de tartarugas e baleias.

Os registros indicam redução na abundância de pelo menos seis espécies (de um total de 40) de aves-marinhais que nidificam em ilhas no Atlântico Sul (Geórgias do Sul, Falklands, Tristão da Cunha, Ascensão) e migram para as costas continentais (Olmos & Bugoni, 2006; Phillips *et al.*, 2016). Os declínios anuais variam de 0,8% para o albatroz-errante (*Diomedea exulans*) a 5,3% para o albatroz-de-tristão (*D. dabbenena*) (Cuthbert *et al.*, 2005; Olmos & Bugoni, 2006; Phillips *et al.*, 2016). De maneira cumulativa, as reduções somam 31% (desde 1989) para o albatroz-de-sobrancelha (*Thalassarche melanophrys*) e até 89% (1980 a 2010) para o albatroz-de-cabeça-cinza (*T. chrysostoma*). Foram projetados declínios para algumas espécies considerando três gerações: 65% para o albatroz-de-sobrancelha e 58% para o albatroz-de-nariz-amarelo (*T. chlororhynchos*) (Cuthbert *et al.*, 2005; Olmos & Bugoni, 2006; Phillips *et al.*, 2016). Avistagens e indivíduos encalhados (300) de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) no Nordeste foram relacionados a eventos de temperaturas do ar mais frias e ciclones de meia-latITUDE (Silva *et al.*, 2012).

A mortalidade de pardelas e albatrozes está associada a fatores como pesca, poluição, espécies invasoras e degradação das áreas de reprodução (Phillips *et al.*, 2016), sendo que a pesca se destaca na costa Sul-Sudeste nos últimos 25 anos. Pelo menos 15 espécies de aves marinhas foram capturadas por petrechos de pesca, principalmente espinhéis ao longo da plataforma continental (Petry & Fonseca, 2002; Olmos & Bugoni, 2006; Neves *et al.*, 2007; Bugoni *et al.*, 2008a, 2008b; Fogliarini *et al.*, 2019).

Apesar de a última estatística pesqueira nacional sistematizada ser de 2009, estima-se que a sobrepesca (sobretudo por captura acidental em redes (Quadro 2.3)) tenha reduzido mais de 80% da abundância de várias espécies de elasmobrânquios nos últimos 20 anos (Portaria nº 125/2014 do Ministério do Meio Ambiente). Mais de 6 mil indivíduos do tubarão-azul, *Prionace glauca*, foram capturados ao longo da costa entre 2004 e 2008, totalizando 85-90% para o grupo (Coelho *et al.*, 2012, 2018). Enquanto nas costas Leste e Nordeste diversas espécies de elasmobrânquios, incluindo juvenis, permanecem alvo de pesca (Barcellos *et al.*, 2022), as ilhas costeiras e oceânicas seguem sendo refúgios para esses animais (Wetherbee *et al.*, 2007; Pimentel *et al.*, 2020).

As populações de tartarugas-marinhais que nidificam no território brasileiro têm estabilizado ou aumentado devido à ação de projetos de conservação (Marcovaldi *et al.*, 2005, Marcovaldi & Chaloupka, 2007). As populações de tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) recuperaram (Almeida *et al.*, 2011; Colman *et al.*, 2015) ou aumentaram sua

abundância (Pereira *et al.*, 2023) tanto nos locais de nidificação (arquipélagos de Trindade e de Fernando de Noronha) como nas áreas costeiras de forrageamento (9,2% em Ubatuba/SP, entre 1995 e 2016) [Silva *et al.*, 2017]. As tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*), que nidificam em praias do Sudeste e Nordeste, aumentaram de 1,9 a 6,4% entre 1998 e 2006 (Marcovaldi & Chaloupka, 2007). Entretanto, ameaças como a captura acidental em redes (cerca de 4 mil tartarugas-cabeçudas em dez anos nas regiões Sudeste e Sul do país) e resíduos plásticos persistem (ver Seção 2.3.8).

No passado, populações de baleias reduziram significativamente devido aos impactos da caça, culminando no colapso do estoque da baleia-franca austral (*Eubalaena australis*) em 1830 e na perda de 11 a 32 mil baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) entre 1830 e 1924 (Morais *et al.*, 2017b). A proteção iniciada nos anos 1970 favoreceu um aumento anual de 12% na abundância de ambas as espécies (Groch, 2017; Wedekin *et al.*, 2017). Estima-se uma recuperação de 93% da população de baleia-jubarte (Zerbini *et al.*, 2019), embora continuem as capturas accidentais e os efeitos da poluição química e sonora (Nelms *et al.*, 2021). Em longo prazo, evidenciou-se a manutenção da rota de migração das baleias-jubarte entre as Ilhas Geórgia do Sul e Abrolhos, apesar da variação das condições climáticas (Horton *et al.*, 2020).

Quadro 2.3. Captura incidental de cetáceos em petrechos de pesca

Um dos principais problemas de conservação enfrentados pelos mamíferos marinhos, em especial os pequenos cetáceos costeiros (*i.e.* golfinhos), é a captura incidental em petrechos de pesca. No Brasil, três espécies de pequenos cetáceos restritas às águas costeiras – o boto-cinzento (*Sotalia guianensis*), o boto-de-lahille (*Tursiops gephycrus*) e a toninha (*Pontoporia blainvillii*) – têm interações negativas com redes de pesca ao longo do litoral, principalmente com emalhe de fundo. O boto-cinzento, que habita a faixa que vai do Amapá até Santa Catarina, consta como espécie “quase ameaçada” (Secchi *et al.*, 2018) na lista vermelha da IUCN (Quadro 2.3) e como “vulnerável” na lista nacional de espécies ameaçadas (Brasil, 2019). A toninha é o cetáceo mais ameaçado do Atlântico Sul Ocidental, devido sobretudo aos níveis insustentáveis dessa mortalidade não natural que ocorre na extensão de sua distribuição na costa Sudeste e Sul do país (Secchi, 2010). A espécie aparece como “vulnerável” na lista vermelha da IUCN e como “criticamente ameaçada” na lista brasileira (Brasil, 2019). O boto-de-lahille, encontrado apenas na região Sul, também enfrenta a mortalidade por redes de pesca costeira, que constituem a principal ameaça à viabilidade de suas pequenas populações (Fruet *et al.*, 2012, 2021). Ele está listado como “vulnerável” pela IUCN (Vermeulen *et al.*, 2019) e como “em perigo” pela Lista Vermelha Nacional de Espécies Ameaçadas (Brasil, 2019). Esses cetáceos sofrem ainda os impactos da poluição, da degradação do habitat e de capturas intencionais (Fruet *et al.*, 2016; Secchi *et al.*, 2021). Entretanto, o efeito sincrônico desses fatores na mortalidade das populações é pouco conhecido.

2.3.8. Impactos do plástico na vida marinha

A magnitude do impacto da poluição por plásticos no Oceano pode ser quantificada pelo número de espécies que apresentam interação, seja por emaranhamento ou ingestão. As artes de pesca abandonadas, perdidas ou descartadas, feitas em grande parte com matéria-prima plástica, são uma grande ameaça à biodiversidade marinha (Azevedo-Santos *et al.*, 2021). Os efeitos mais deletérios derivam da ingestão de plásticos que provocam problemas crônicos ou morte da biota (Bucci *et al.*, 2020; Marn *et al.*, 2020; Puskic *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2021). Os plásticos se fragmentam no ambiente por degradação mecânica, fótica e térmica (Andrade, 2011; Collignon *et al.*, 2014), produzindo frações de tamanho decrescentes como os macroplásticos (>25 mm), os mesoplásticos (<25 mm-5 mm), os microplásticos (<5 mm – 1 μm) e os nanoplásticos (<1 μm) (Cózar *et al.*, 2014; Lambert & Wagner, 2016; Crawford & Quinn, 2017). Os microplásticos representam mais da metade de todas as frações no ambiente (Munari *et al.*, 2017), sendo bastante acessíveis para ingestão por organismos marinhos (Critchel & Hoogenboom, 2018; Constant *et al.*, 2019).

Nos últimos 40 anos, o Brasil tem chamado a atenção como o segundo país - entre 71 - em número de registros de ingestão de plástico por organismos marinhos e estuarinos, totalizando 155 táxons (Global pLastic ingestiOn initiatiVE – Glove) (Monteiro *et al.*, 2022). A ingestão de plástico é documentada em 69 estudos, com ênfase nas espécies de peixes (102 táxons), aves (32), invertebrados (9), mamíferos (7) e tartarugas (5). Os registros ocorreram em 15 dos 17 estados costeiros (ficaram de fora Amapá e Piauí), liderados pelo Rio Grande do Sul (35) e pelo Rio de Janeiro (32) (Neto *et al.*, 2020; Costa *et al.*, 2021; Petry *et al.*, 2021).

A maioria dos estudos de ingestão de plástico por peixes foi realizada em ambientes rasos e em estuários (Pegado *et al.*, 2018), mas sabe-se que o plástico já está presente no conteúdo alimentar de peixes mesopelágicos (Justino *et al.*, 2022). Cerca de 85% das espécies de peixes documentadas são de interesse comercial, com destaque para a sardinha *Sardinella brasiliensis*, o peixe-espada *Trichiurus lepturus*, o dourado *Coryphaena hippurus*, o robalo *Centropomus undecimalis* e a cioba *Lutjanus analis*. Existem registros para espécies ameaçadas como o tubarão-baleia *Rhincodon typus* e para o criticamente ameaçado tubarão-martelo *Sphyrna tiburo*.

As aves marinhas estão bem representadas nos estudos sobre impactos de plásticos, concentrados nas regiões Sudeste e Sul, que ressaltam o pinguim-de-magalhães *Spheniscus magellanicus* e a fragata (ou tesourão) *Fregata magnificens*. Um estudo na costa Nordeste avaliou os atobás-mascarados (*Sula dactylatra*) na Reserva Biológica do Atol das Rocas (RN). Das 32 espécies registradas com ingestão de plástico, nove estão na lista vermelha de espécies brasileiras ameaçadas e, dentre estas, três estão criticamente ameaçadas: os albatrozes (albatroz-de-tristão *Diomedea dabbenena* e albatroz-gigante *D. exulans*) e a grazina-de-trindade (*Pterodroma arminjoniana*).

As cinco espécies de tartarugas marinhas observadas no litoral do país são impactadas pela ingestão de plástico (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys olivacea*) (Bugoni et al., 2001; Poli et al., 2015), sendo 60% dos registros localizados entre o Rio Grande do Sul e o Ceará. Não há informações disponíveis para o estado do Piauí e a costa Norte.

A ingestão de plástico por mamíferos marinhos no Brasil continua desconhecida, mesmo após o primeiro registro (Secchi & Zarzur, 1999). Existem registros para cinco cetáceos (Padula et al., 2023), um sirênio e um pinípede, havendo duas espécies listadas como ameaçadas: o peixe-boi *Trichechus manatus* e a toninha *Pontoporia blainvillei*.

Embora mais de 25% das espécies de invertebrados marinhos tenham relevância econômica e sejam utilizadas na alimentação humana, é limitado o número de estudos sobre a ingestão de plástico por esses animais. Percebe-se um baixo esforço amostral com foco nesse grupo e uma grande dificuldade laboratorial em separar nano e microplástico sem qualquer tipo de contaminação ambiental. Há um destaque para quatro poliquetas (Gusmão et al., 2016), dois crustáceos (Costa et al., 2019c; Barros et al., 2020), dois cefalópodes de águas profundas (Ferreira et al., 2022) e uma anêmona (Morais et al., 2020).

Os impactos por emaranhamento de materiais plásticos estão comprovados para 20 espécies de animais marinhos (entre crustáceos, peixes, tartarugas, aves e mamíferos) em seis estados costeiros, incluindo áreas protegidas (p. ex., Monumento Natural do Arquipélago das Ilhas Cagarras e Fernando de Noronha) (Azevedo-Santos et al., 2021). Os registros, no entanto, não permitem uma análise quantitativa.

2.3.9 Poluentes orgânicos persistentes

Poluentes orgânicos persistentes (POPs) são compostos sintéticos tóxicos e resistentes à degradação, capazes de bioacumulação e de serem transportados para regiões afastadas das fontes, tanto na atmosfera como no Oceano (Mörner et al., 2002), e constituem um problema de dimensões globais. Os POPs englobam compostos organoclorados, organobromados e perfluorados usados como praguicidas, além de produtos e subprodutos industriais que chegam no Oceano via drenagem urbana, transporte atmosférico ou oceânico. Cerca de 35 substâncias são classificadas como POPs (Convenção de Estocolmo), de uso/produção banida ou restrita, incluindo as bifenilas policloradas (PCBs), o diclorodifeniltricloroetano (DDT), os difenil éter polibromados (PBDEs), o ácido perfluorooctânico sulfônico (PFOS), o hexaclorobenzeno (HCB), o hexaclorociclohexano (HCH) e o mirex.

Mamíferos marinhos, cetáceos e pinípedes, devido à sua longevidade, posição trófica e alta gordura corporal, são considerados bioindicadores, por serem repositórios ideais desses contaminantes. No Brasil, as ocorrências de POPs se limitam a organoclorados em espécies costeiras no Sul e Sudeste, sendo a distribuição e os níveis relaciona-

dos à distância das fontes de contaminação, às variações de tamanho, à dieta e à longevidade das espécies. Com a exceção de *Lagenodelphis hosei* e *Stenella coeruleoalba*, estudos com espécies oceânicas são os mais raros.

Os valores de PCBs (8 - 86 $\mu\text{g g}^{-1}$ peso lipídico - pl) e DDTs (2 - 26 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl) são relativamente baixos em espécies costeiras como *Delphinus capensis*, *Steno bredanensis* e *Tursiops truncatus* (Lailson-Brito et al., 2012; Santos-Neto et al., 2014). Para as espécies maiores de plataforma, como a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*) e a orca (*Orcinus orca*), os índices atingem concentrações mais altas de PCBs (63 e 18 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl) e DDTs (257 e 125 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl) (Lailson-Brito et al., 2012).

As espécies costeiras mais estudadas são a toninha (*Pontoporia blainvilliei*) e o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), ambas classificadas como ameaçadas de extinção (Dorneles et al., 2013; Montone et al., 2023; Santos-Neto et al., 2014). No boto-cinza as concentrações médias de PCBs variaram de 1,1 (CE) a 107 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl (Baía da Guanabara, RJ) e na toninha de 2 (sul de SP) a 19 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl (Baixada Santista, SP) (Dorneles et al., 2013; Montone et al., 2023; Santos-Neto et al., 2014). Os níveis de PCBs encontrados para o boto-cinza na Baía da Guanabara figuram entre os mais altos reportados para cetáceos no mundo (279 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl). Já os níveis de DDTs variaram de 0,3 (CE) a 72 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl (Cananéia, SP) na toninha e de 1 (RS) a 9,9 $\mu\text{g g}^{-1}$ pl (Sul de SP/Norte do PR) no boto-cinza (Santos-Neto et al., 2014; Yogui et al., 2003; Kajiwara et al., 2004). No geral, as espécies apresentam altos valores de PCBs em regiões mais industrializadas e, no caso de DDTs, isso ocorre em locais com histórico mais agrícola (Santos-Neto et al., 2014; Yogui et al., 2003; Kajiwara et al., 2004). Com relação aos PBDEs e PFOS, as concentrações são de 2-3 ordens de grandeza menores do que para os PCBs e DDTs (Leonel et al., 2010; Leonel et al., 2014).

A variação temporal de POPs encontrados em mamíferos ajuda a avaliar a eficiência das medidas regulatórias para o uso desses compostos. Tais avaliações estão disponíveis apenas para toninhas no Rio Grande do Sul e em São Paulo. Não houve alterações significativas entre 1994 e 2004 para PCBs e DDTs, mas foi detectado um aumento exponencial para os PBDEs no Rio Grande do Sul (Leonel et al., 2012, 2014). Em um período maior (2000-2018), observou-se uma leve queda na concentração desses três compostos em São Paulo (Montone et al., 2023).

Dentre os efeitos adversos de POPs à saúde dos cetáceos, nas concentrações limites (p. ex., 17 $\mu\text{g g}^{-1}$ para PCBs), destaca-se a imunossupressão (Kannan et al., 2000). Os altos níveis de contaminação, somados a diversos outros estressores de origem antrópica (i.e., captura accidental em redes de pesca, perda de qualidade do habitat), tornam os indivíduos vulneráveis, levando a reduções populacionais expressivas tanto em populações costeiras como nas de plataforma continental. Por exemplo, um evento anômalo de mortalidade de botos-cinza foi documentado nas Baías de Ilha Grande e Sepetiba (RJ) em 2017/2018, devido a uma epidemia de morbillivírus. A alta mortalidade foi associada à provável imunossupressão causada pela alta carga de POPs e outros

contaminantes (p.ex., mercúrio) previamente registrados nas populações (Manhães *et al.*, 2021; Cunha *et al.*, 2021). A perda desses predadores desestabiliza as redes tróficas e impacta o turismo de observação de cetáceos (Hammerschlag *et al.*, 2019).

Diferentemente dos organoclorados e dos organobromados, os compostos perfluorados (PFAS) têm alta solubilidade em água. Isso torna seu transporte oceânico muito eficiente, tendo sido detectados níveis consideráveis a 4.500 m de profundidade na margem continental brasileira (Miranda *et al.*, 2021). O uso de sulfluramida na silvicultura nacional é uma fonte notável de compostos perfluorados para o Atlântico Sul (Gilljam *et al.*, 2015), que se degradam produzindo o PFOS (Zabaleta *et al.*, 2018; Nascimento *et al.*, 2018), explicando as elevadas concentrações desse composto na margem continental do país (Benskin *et al.*, 2012). Por ser um dos maiores produtores e consumidores de sulfluramida no mundo, o Brasil tem papel-chave nesse impacto para o ambiente marinho.

2.3.10. Abundância de estoques pesqueiros

O Estado brasileiro não mantém um programa sistemático e permanente de estatística pesqueira, fundamental para a avaliação e a gestão dos recursos marinhos. A primeira e mais abrangente iniciativa ocorreu no início dos anos 2000 com o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Revizeel), que detectou estoques plenamente explorados (23%) ou sobre-explorados (33%) (Haimovici *et al.*, 2006). Diversos esforços locais, liderados por instituições acadêmicas, têm avaliado a sustentabilidade de alguns recursos pesqueiros (p. ex., demersais do sul do Brasil) (Vooren & Klipper, 2005; Haimovici & Cardoso, 2017; Pérez & Sant'Ana, 2022). Dos 118 estoques pesqueiros identificados para o mar brasileiro, 6% (oito espécies) têm *status* conhecido (Zamboni *et al.*, 2020) e apenas três possuem gestão de competência exclusiva da autoridade pesqueira do país: lagosta-vermelha (*Panulirus argus*), tainha (*Mugil liza*) e corvina (*Micropogonias furnieri*) (Haimovici *et al.*, 2021), todas em situação de sobrepesca. As demais espécies, atuns e afins são recursos pelágicos migratórios compartilhados com outros países do Oceano Atlântico, cuja gestão é de responsabilidade da *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas* (ICCAT). Vinte e dois anos após o Programa Revizeel, cinco grandes projetos foram desenvolvidos por instituições acadêmicas nacionais. Executadas no âmbito do chamado “Ordenamento da Pesca Marinha Brasileira” (MCTI/MPA/CNPq nº 22/2015), essas iniciativas compilaram informações de mais de 100 estoques pesqueiros nas regiões marinhas-costeiras do Brasil. Os resultados dos projetos estão sendo disponibilizados no site do MPA¹⁰ e devem subsidiar medidas de regulamentação para as principais espécies e pescarias do país. A avaliação do risco de extinção de espécies de interesse pesqueiro e de outras espécies é realizada pela IUCN (Quadro 2.4).

10. <https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/cadastro-registro-e-monitoramento/projetos-de-pesquisa/2022/chamada-mcti-mpa-cnpq-ndeg-22-2015#:~:text=A%20Chamada%20MCTI%2FMPA%2FCNPq,de%20subsidiar%20o%20ordenamento%20pesqueiro>

Quadro 2.4. Espécies ameaçadas

Mais de 8.500 espécies da fauna marinha foram avaliadas em relação ao seu risco de extinção, utilizando critérios e categorias da Lista Vermelha da IUCN em escala regional. As categorias compreendem 10 níveis diferentes de ameaça: Extinto (EX), Regionalmente Extinto (RE), Extinto na Natureza (EW), Criticamente Ameaçado (CR), Ameaçado (EN), Vulnerável (VU), Quase Ameaçado (NT), Menos Preocupante (LC), Dados Deficientes (DD) e não avaliados (NE) (siglas dos termos em inglês). A lista vermelha, atualizada em 2022 e 2023, enumerou 160 espécies marinhas como ameaçadas de extinção no Brasil. Elasmobrânquios marinhos representam aproximadamente 35% de todas as espécies ameaçadas de extinção no país e 64% das espécies classificadas como ‘criticamente ameaçadas’. As demais espécies de peixes constituem quase 28% da lista, sendo a maior parte classificada como ‘vulnerável’ (72% das espécies em algum nível de risco). Os avanços recentes na proteção das populações e de sítios reprodutivos de tartarugas-marinhas fizeram com que uma das espécies (*Chelonia mydas*) fosse retirada da lista vermelha. O peixe-bruxa *Myxine sotoi* foi outra espécie que deixou de constar na lista de espécies ameaçadas. Oito espécies foram recategorizadas para ‘dados deficientes’. Por outro lado, outras 14 espécies entraram na lista, a maioria elasmobrânquios (10). As demais espécies permanecem sob risco de extinção, sendo que 16 mudaram de categoria de risco. Vinte e uma espécies de aves marinhas encontram-se ameaçadas, das quais seis estão sob o mais alto risco de extinção (p. ex., o tesourão grande *Fregata minor*). Entre os mamíferos marinhos que usam a plataforma continental e/ou oceânica, 25,8% das espécies avaliadas no livro vermelho estão em risco de extinção, com atenção especial para duas espécies ‘criticamente ameaçadas’: a toninha *Pontoporia blainvillei* e a baleia-azul *Balaenoptera musculus*.

2.4. Lacunas de dados e conhecimento

As informações aqui compiladas se concentram nos ambientes costeiros, próximos aos centros urbanos e a instituições de pesquisa, com recortes espaciais e de espécies. Isso limita a aplicação de enfoques ecossistêmicos (Cap. 1), atribuições de impactos (Cap. 3) e projeções futuras (Cap. 4). A falta de dados tem implicações para a governança, o manejo e a conservação da biodiversidade (Cap. 5), assim como para a qualidade de vida das populações humanas (Cap. 6). As séries temporais de longo prazo são escassas e poucas têm duração suficiente para evidenciar padrões ao longo de décadas e vetores de transformação.

Mesmo com lacunas regionais, é possível concluir que a biodiversidade e os ecossistemas marinhos-costeiros brasileiros sofrem efeitos crônicos das atividades hu-

manas. As maiores alterações registradas nos ecossistemas costeiros (ver Seção 2.2.2) estão relacionadas não apenas à proximidade das fontes de impactos, mas também à maior dificuldade de acesso às ocorrências nos ambientes de plataforma e oceânico. Há ainda deficiência de informações relativas ao mapeamento de processos de larga escala, como florações fitoplanctônicas e de macroalgas, ondas de calor marinhas e os efeitos após a passagem de tempestades e furacões.

Os dados de maior consistência e abrangência espacial são as mudanças no uso do solo dos ecossistemas costeiros emersos (manguezais, marismas, praias e dunas), disponibilizadas pelo projeto MapBiomas (ver Seção 2.3.1). Dados sobre a extensão dos habitats submersos como pradarias de gramas marinhas (ver Seção 2.2.2.2) e bancos de macroalgas (ver Seções 2.2.2.3 e 2.3.2) são intervalados no tempo e no espaço. Existem muitas lacunas sobre a extensão e o funcionamento das comunidades nos bancos de *Laminaria abyssalis* (ver Seção 2.3.2). Como a biodiversidade e a extensão dos recifes mesofóticos do Norte e Nordeste começaram a ser investigadas somente na última década (Moura *et al.* 2016; Francini-Filho *et al.* 2018; Vale *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2022), há grande deficiência de dados sobre o funcionamento das comunidades, as interações com os ambientes rasos e os estressores locais. Os impactos da pesca de arrasto, da exploração de óleo e de desastres ambientais não foram quantificados para a maior parte dos habitats da plataforma continental. É crucial o entendimento sobre as transformações na biota do mar profundo brasileiro (ver Seção 2.2.2.6), sendo que grande parte dos dados gerados são inacessíveis e de propriedade privada (empresas de *offshore*).

Com o aumento na frequência, na intensidade e na abrangência dos eventos de branqueamento de corais (ver Seção 2.3.3) se fazem necessários estudos que elucidem os efeitos desse fenômeno sobre a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas recifais. Faltam também estudos de cenários futuros sobre os impactos da intensificação do aquecimento global e das ondas de calor marinhas nos recifes.

O estado de conhecimento e de conservação das pradarias de gramas marinhas no país continua bastante crítico. Em que pese a sua biodiversidade e os serviços ecosistêmicos associados, esses habitats estão altamente ameaçados e não receberam a devida valorização e atenção por programas e políticas nacionais de conservação.

Informações sobre o aumento dos eventos de florações de macroalgas oportunistas (ver Seção 2.3.4), de microalgas potencialmente nocivas (ver Seção 2.3.5) e de agregações de organismos gelatinosos (ver Seção 2.3.6) são baseadas em registros pontuais, concentrados nas regiões Sudeste e Sul. A ausência de estudos e dados históricos sobre a maioria das espécies limita o estabelecimento de relações causais dos fenômenos. A formação de uma fonte de *Sargassum* holopelágico no Atlântico central tropical, aliada aos eventos de inundações na costa do Nordeste (ver Seção 2.3.4), ainda é pouco compreendida. As lacunas regionais e temporais demandam a

criação de programas nacionais de monitoramento e alerta para esses eventos, em conjunto com medidas de temperatura da água e aportes de nutrientes.

Embora se conheça os sítios reprodutivos e alimentares da maior parte das espécies de aves, tartarugas e mamíferos marinhos, investigações sobre alterações nas rotas dos animais migratórios permanecem incipientes. Reduções nas abundâncias são significativas para aves e elasmobrânquios (ver Seção 2.3.7), mas a falta de sistemas nacionais de estatística pesqueira dificulta a obtenção de indicadores sobre a maioria das espécies de importância econômica. Parte das lacunas deverão ser preenchidas com dados obtidos do programa Ordenamento da Pesca Marinha Brasileira, que cobre os principais estoques costeiros e oceânicos. A iniciativa avalia cerca de 100 espécies e fornece parâmetros relevantes para a gestão pesqueira no país.

Ainda não é possível uma completa quantificação sobre a ocorrência de resíduos plásticos na biota e nos diferentes habitats marinhos-costeiros brasileiros. Além disso, pouco se sabe sobre as alterações na fauna e na flora estressadas pela presença dos resíduos plásticos e sobre os impactos sobre a saúde humana, sobretudo via o consumo de pescados. A avaliação dos níveis dos poluentes orgânicos persistentes (POPs) em cetáceos foi viável para as regiões Sudeste e Sul, havendo ainda grandes lacunas para o Norte e o Nordeste. Os programas de monitoramento ao longo da costa oferecem possibilidades de coleta de tecidos, tanto de animais vivos quanto mortos (provenientes de encalhes e capturas incidentais). Desastres nos últimos anos (p. ex. rompimento da barragem de Fundão/Mariana) alertam para a necessidade de se estabelecer programas nacionais de monitoramento dos POPs e outros contaminantes (p. ex. metais pesados).

As inferências sobre as relações entre biodiversidade, funcionalidade e serviços ecossistêmicos ainda são empíricas e qualitativas. Inexistem avaliações quantitativas sobre como as reduções na abundância e na composição de plantas e algas (ver Seções 2.3.1 e 2.3.2) afetam a produção primária e secundária, o ciclo dos materiais, as exportações de matéria orgânica e o sequestro de carbono. Igualmente desconhecidos são os efeitos das reduções nos predadores de topo (ver Seção 2.3.7) sobre os níveis tróficos inferiores. Faltam estudos quantitativos dos processos reguladores das funções ecológicas dos habitats e de suas espécies. Essa lacuna limita a compreensão sobre a forma como reduções na biodiversidade – em seus mais diversos níveis (i.e. diversidade genética, de espécies, famílias, grupos funcionais, habitats etc.) – abalam a estabilidade e a resiliência dos ecossistemas aos impactos antropogênicos, incluindo aqueles impostos pelas mudanças climáticas (Quadro 2.4). A gestão pesqueira nacional tem sido feita com dados de projetos descontínuados, sendo urgente o estabelecimento de uma política que garanta programas ininterruptos de avaliação de estoques (Quadro 2.5).

Quadro 2.5. Caminhos para a sustentabilidade pesqueira

A ausência de informações básicas e confiáveis sobre as pescarias no Brasil perpetua o estado de desconhecimento do nível de exploração da maioria dos estoques, que podem estar próximos do esgotamento (Lucena-Frédu et al., 2021). A gestão da atividade pesqueira está fundamentada em um modelo da década de 1960, baseado na produtividade e na conservação de algumas espécies-alvo (Dias-Neto, 2003). Na medida em que os estoques-alvo foram reduzindo esse modelo foi sendo gradativamente fragilizado (Dias-Neto, 2003; Haimovici et al., 2006) e passou a vigorar uma tendência de diversificação da pesca apoiada em tecnologias, áreas/períodos de pesca e recursos-alvo (Perez et al., 2001). A gestão ineficiente, a fraca governança, a erosão dos sistemas tradicionais de uso de recursos, os regimes de livre acesso, a pobreza, a falta de empregos alternativos e o fácil acesso a estoques com baixos custos de investimento e operação impulsionaram a pesca excessiva e acentuaram a vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas (Gasalla et al., 2017; Bertrand et al., 2018). Esses problemas ajudam a perpetuar o desconhecimento acerca do estado e da capacidade de suporte da maioria dos estoques pesqueiros no país (Lucena-Frédu et al., 2021). Um agravante é a destruição dos habitats de reprodução, desenvolvimento e alimentação das espécies (ver Seção 2.2.2), o que coloca em risco a manutenção dos estoques. Portanto, o manejo requer ações efetivas, que não sejam restritas aos impactos da atividade de pesca (ver Seção 2.3.10). É imprescindível que o governo promova projetos de maior abrangência e programas contínuos e sistemáticos de coleta e análise de dados, incluindo informações técnicas, socioeconômicas e ecológicas e assegurando a aplicação do Enfoque Ecossistêmico da Pesca.

Reduções na abundância das populações afetam a diversidade genética intrapopulacional, com implicações para a resiliência dos ecossistemas e o potencial de adaptação futura às novas condições climáticas (Kardos et al., 2021). Tais informações são raras para os ecossistemas marinhos e costeiros no Brasil, mas têm o potencial de ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade marinha (em especial de microorganismos). Por fim, destacamos que muitos dados de biodiversidade, obtidos em estudos de avaliação ambiental e em planos de manejo, ainda não estão disponíveis. Para progredir nessa frente, é preciso que haja uma legislação que possibilite o acesso e que exija uma melhor qualidade dos dados.

AGRADECIMENTOS: Os autores contribuintes: Renato Mitsuo Nagata e Juliana Leonel.

REFERÊNCIAS

- Abessa, D. M. S., Rachid, B. R. F., Zaroni, L. P., Gasparro, M. R., Pinto, Y. A., Bícego, M. C., Horstellan, M. A., Sarkis, J. E. S., Muniz, P., Moreira, L. B., & Sousa, E. C. P. M. (2019). Natural factors and chemical contamination control the structure of macrobenthic communities in the Santos Estuarine System [SP, Brazil]. *Community Ecology*, 20: 121-137.
- Abreu, P. C., Marangoni, J., & Odebrecht, C. (2017). So close, so far: differences in long-term chlorophyll a variability in three nearby estuarine-coastal stations. *Marine Biology Research*, 13(1), 9–21. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1189081>
- Almeida, A. P., Moreira, L. M., Bruno, S. C., Thomé, J. C. A., Martins, A. S., Bolten, A. B., & Bjornadal, K. A. (2011). Green turtle nesting on Trindade Island, Brazil: abundance, trends, and biometrics. *Endangered Species Research*, 14(3), 193–201.
- Alves, T. P., Schramm, M. A., Proença, L. A. O., Pinto, T. O., & Mafra, L. L. (2018). Interannual variability in Dinophysis spp. abundance and toxin accumulation in farmed mussels (*Perna perna*) in a subtropical estuary. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6), 329. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6699-y>
- Alves, T. P., Pinto, T. O., & Mafra, L. L. (2020). Frequent accumulation of diarrheic shellfish toxins by different bivalve species in a shallow subtropical estuary. *Regional Studies in Marine Science*, 40, 101501. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101501>
- Amado-Filho, G. M., Maneveldt, G., Manso, R. C. C., Marins-Rosa, B. v., Pacheco, M. R., & Guimarães, S. M. P. B. (2007). Estructura de los mantos de rodolitos de 4 a 55 metros de profundidad en la costa sur del estado de Espírito Santo, Brasil. *Ciencias Marinas*, 33(4), 399–410. <https://doi.org/10.7773/cm.v33i4.1148>
- Amado-Filho, G. M., Moura, R. L., Bastos, A. C., Salgado, L. T., Sumida, P. Y., Guth, A. Z., Francini-Filho, R. B., Pereira-Filho, G. H., Abrantes, D. P., Brasileiro, P. S., Bahia, R. G., Leal, R. N., Kaufman, L., Kleypas, J. A., Farina, M., & Thompson, F. L. (2012). Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ Bio-Factories in the Tropical South West Atlantic. *PLoS ONE*, 7(4), e35171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035171>
- Amaral, A. C. Z., Corte, G. N., Filho, J. S. R., Denadai, M. R., Colling, L. A., Borzone, C., Veloso, V., Omena, E. P., Zalmon, I. R., Rocha-Barreira, C. de A., Souza, J. R. B. de, Rosa, L. C. da, & Almeida, T. C. M. de (2016). Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 5–16. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160933064sp2>
- Amaral, A. C. Z., & Jablonski, S. (2005). Conservação da biodiversidade marinha e costeira do Brasil. *Megadiversidade* 1(1):43-51.
- Amaral, F. D., Hudson, M., & Steiner, A. (2006). Note on the widespread bleaching observed at the Manuel Luiz Marine State Park, Maranhão, Brazil. *Arquivos de Ciências Marinhas*, 39, 138–141.
- Amaral, H. B. F., Reis, R. P., Figueiredo, M. A. de O., & Pedrini, A. de G. (2018). Decadal shifts in macroalgae assemblages in impacted urban lagoons in Brazil. *Ecological Indicators*, 85(April 2017), 869–877. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.055>
- Anderson, A. B., Assis, J., Batista, M. B., Serrão, E., Guabirola, H. C., Delfino, S. D. T., Pinheiro, H. T., Pimental, C. R., Gomes, L. E. de O., Vilar, C. C., Bernardino, A. F., Horta, P., Ghisolfi, R. D., & Joyeux, J. C. (2021). Global warming assessment suggests the endemic Brazilian kelp beds as an endangered ecosystem. *Marine Environmental Research*, 168, 1–9.
- Anderson, D. M., Glibert, P. M., & Burkholder, J. M. (2002). Harmful algal blooms and eutrophication: Nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, 25(4), 704–726. <https://doi.org/10.1007/BF02804901>
- Anderson, D. M., Alpermann, T. J., Cembella, A. D., Collos, Y., Masseret, E., & Montresor, M. (2012). The globally distributed genus *Alexandrium*: Multifaceted roles in marine ecosystems and impacts on human health. *Harmful Algae*, 14, 10–35. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.10.012>

- Andrades, R., Gomes, M. P., Pereira-Filho, G. H., Souza-Filho, J. F., Albuquerque, C. Q., & Martins, A. S. (2014). The influence of allochthonous macroalgae on the fish communities of tropical sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 144, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.04.014>
- Andrades, R., Guabiroba, H. C., Hora, M. S. C., Martins, R. F., Rodrigues, V. L. A., Vilar, C. C., Giarrizzo, T., & Joyeux, J. C. (2020b). Early evidences of niche shifts in estuarine fishes following one of the world's largest mining dam disasters. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111073. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111073>
- Andrades, R., Santos, R. G., Joyeux, J.-C., Chelazzi, D., Cincinelli, A., & Giarrizzo, T. (2018a). Marine debris in Trindade Island, a remote island of the South Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 137, 180–184. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.003>
- Andrades, R., Pegado, T., Godoy, B. S., Reis-Filho, J. A., Nunes, J. L. S., Grillo, A. C., Machado, R. C., Santos, R. G., Dalcin, R. H., Freitas, M. O., Kuhnen, V. V., Barbosa, N. D., Adelir-Alves, J., Albuquerque, T., Bentes, B., & Giarrizzo, T. (2020a). Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends and recommendations for future approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110842. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842>
- Andrades, R., Reis-Filho, J. A., Macieira, R. M., Giarrizzo, T., & Joyeux, J. C. (2018b). Endemic fish species structuring oceanic intertidal reef assemblages. *Scientific Reports*, 8(1), 10791. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29088-0>
- Andrade, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Araújo, F. G., de Azevedo, M. C. C., & Guedes, A. P. (2016). Inter-decadal changes in fish communities of a tropical bay in southeastern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 3, 107–118. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2015.06.001>
- Araújo, F. G., Teixeira, T. P., Guedes, A. P. P., de Azevedo, M. C. C., & Pessanha, A. L. M. (2018). Shifts in the abundance and distribution of shallow water fish fauna on the southeastern Brazilian coast: a response to climate change. *Hydrobiologia*, 814(1), 205–218. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3537-8>
- Araújo, M., Noriega, C., Hounsou-gbo, G. A., Velleda, D., Araujo, J., Bruto, L., Feitosa, F., Flores-Montes, M., Lefèvre, N., Melo, P., Otsuka, A., Travassos, K., Schwamborn, R., & Neumann-Leitão, S. (2017). A Synoptic Assessment of the Amazon River-Ocean Continuum during Boreal Autumn: From Physics to Plankton Communities and Carbon Flux. *Frontiers in Microbiology*, 8(JUL). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01358>
- A Tribuna. (2016). Consumo e venda de moluscos estão proibidos no Estado de São Paulo. Disponível em: <http://wwwatribuna.com.br/noticias/noticias-detalle/santos/consumo-de-moluscos-bivalves-estaproibido/?cHash=c936e644836340a5 b4c19ae8655eeacf>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2017.
- Aued, A. W., Smith, F., Quimbayo, J. P., Cândido, D. V., Longo, G. O., Ferreira, C. E. L., Witman, J. D., Floeter, S. R., & Segal, B. (2018). Large-scale patterns of benthic marine communities in the Brazilian Province. *PLOS ONE*, 13(6), e0198452. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198452>
- Azevedo-Santos, V. M., Marques, L. M., Teixeira, C. R., Giarrizzo, T., Barreto, R., & Rodrigues-Filho, J. L. (2021). Digital media reveal negative impacts of ghost nets on Brazilian marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin*, 172, 112821. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112821>
- Banha, T. N. S., Capel, K. C. C., Kitahara, M. v., Francini-Filho, R. B., Francini, C. L. B., Sumida, P. Y. G., & Mies, M. (2020). Low coral mortality during the most intense bleaching event ever recorded in subtropical Southwestern Atlantic reefs. *Coral Reefs*, 39(3), 515–521. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01856-y>
- Barbosa, M. C., Luiz, O. J., Cordeiro, C. A. M. M., Giglio, V. J., & Ferreira, C. E. L. (2021). Fish and spearfisher traits contributing to catch composition. *Fisheries Research*, 241, 105988. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105988>
- Barcellos, L. R., Barreto, R., & Lessa, R. P. (2022).

- Occurrence and population structure of sharks in two ecologically or biologically significant marine areas off north-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(5), 713–726. <https://doi.org/10.1002/aqc.3787>
- Barrera-Alba, J. J., Piedras, F. R., Duarte, C. L., Lopes, R. N. T., & Moser, G. A. O. (2019). Morphometric characterization of *Dinophysis acuminata*/D. *sacculus* complex in Guanabara Bay, Brazil. *Biota Neotropica*, 19(3). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2018-0607>
- Barros, K., Costa, F., & Rocha-Barreira, C. (2014). A *Halophila baillonis* Ascherson bed on the semi-arid coast of Brazil. *Feddes Repertorium*, 125(3–4), 93–97. <https://doi.org/10.1002/fedr.201400033>
- Barros, K. V. de S., Rocha-Barreira, C. de A., & Magalhães, K. M. (2013). Ecology of Brazilian seagrasses: Is our current knowledge sufficient to make sound decisions about mitigating the effects of climate change? *Iheringia, Série Botânica*, 68(1), 163–178. <https://doi.org/10.VI.2012>
- Barros, M. S. F., dos Santos Calado, T. C., & de Sá Leitão Câmara de Araújo, M. (2020). Plastic ingestion lead to reduced body condition and modified diet patterns in the rocky shore crab *Pachygrapsus transversus* (Gibbes, 1850) (Brachyura: Grapsidae). *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111249. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111249>
- Bastos, D. M. R. F., Júnior, V. H., & Nunes, J. L. S. (2017). Human envenomations caused by Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*) in urban beaches of São Luis city, Maranhão State, Northeast Coast of Brazil. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 50(1), 130–134. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0257-2016>
- Bastos, R. F., Lippi, D. L., Gaspar, A. L. B., Yogui, G. T., Frédou, T., Garcia, A. M., & Ferreira, B. P. (2022). Ontogeny drives allochthonous trophic support of snappers: Seascape connectivity along the mangrove-seagrass-coral reef continuum of a tropical marine protected area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 264, 107591. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107591>
- Bastida, R., Rodriguez, D., Secchi, E. R., & da Silva, V. M. F. (2018). *Mamíferos aquáticos da América do Sul e Antártica* (Vol. 1, p. 360). Buenos Aires. ISBN: 9789879132616
- Belarmino, E., Francisco de Nóbrega, M., Grimm, A. M., da Silva Copertino, M., Vieira, J. P., & Garcia, A. M. (2021). Long-term trends in the abundance of an estuarine fish and relationships with El Niño climatic impacts and seagrass meadows reduction. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 261, 107565. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107565>
- Bemvenuti, C. E., & Colling, L. A. (2010). As Comunidades de Macroinvertebrados Bentônicos. Em: Seeliger, U., & Odebrecht, C. (Orgs.). *O Estuário da Lagoa dos Patos. Um Século de Transformações*. Rio Grande: EdFURG, p. 101–114.
- Benskin, J. P., Muir, D. C. G., Scott, B. F., Spencer, C., de Silva, A. O., Kylin, H., Martin, J. W., Morris, A., Lohmann, R., Tomy, G., Rosenberg, B., Tanayasu, S., & Yamashita, N. (2012). Perfluoroalkyl Acids in the Atlantic and Canadian Arctic Oceans. *Environmental Science & Technology*, 46(11), 5815–5823. <https://doi.org/10.1021/es300578x>
- Bernardino, A. F., Gomes, L. E. de O., Hadlich, H. L., Andrade, R., & Correa, L. B. (2018b). Mangrove clearing impacts on macrofaunal assemblages and benthic food webs in a tropical estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 126, 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.008>
- Bernardino, A. F., Nóbrega, G. N., & Ferreira, T. O. (2021). Consequences of terminating mangrove's protection in Brazil. *Marine Policy*, 125, 104389. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104389>
- Bernardino, A. F., Pagliosa, P. R., Christofoletti, R. A., Barros, F., Netto, S. A., Muniz, P., & Lana, P. da C. (2016). Benthic estuarine communities in Brazil: moving forward to long term studies to assess climate change impacts. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 81–96. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160849064sp2>
- Bernardino, A. F., Pais, F. S., Oliveira, L. S., Gabriel, F. A., Ferreira, T. O., Queiroz, H. M., & Mazzuco, A. C. A. (2019). Chronic trace metals effects of mine tailings on estuarine assemblages revealed by environmental DNA. *PeerJ*, 7, e8042. <https://doi.org/10.7717/peerj.8042>

- Bernardino, A. F., Reis, A., Pereira Filho, A. C. D., de Oliveira Gomes, L. E., Bissoli, L. B., & de Barros, F. C. R. (2018a). Benthic Estuarine Assemblages of the Eastern Marine Brazilian Ecoregion (EME). Em: Lana, P. & Bernardino, A. (Eds.). *Brazilian estuaries*. Vol. 1, pp. 95–116. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77779-5_4
- Bertrand, A. (2015). ABRACOS cruise, RV Antea.
- Bertrand, A. (2017). ABRACOS 2 cruise, RV Antea.
- Bertrand, A., Vogler, R., & Defeo, O. (2018). Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: Southwest Atlantic and Southeast Pacific marine fisheries. Em: *Climate Changes Impacts in Fisheries and Aquaculture* (p. 325).
- Bissoli, L. B., & Bernardino, A. F. (2018). Benthic macrofaunal structure and secondary production in tropical estuaries on the Eastern Marine Ecoregion of Brazil. *PeerJ*, 6, e4441. <https://doi.org/10.7717/peerj.4441>
- Blaber, S. J. M., & Barletta, M. (2016). A review of estuarine fish research in South America: what has been achieved and what is the future for sustainability and conservation? *Journal of Fish Biology*, 89(1), 537–568. <https://doi.org/10.1111/jfb.12875>
- Bom, F. C., & Colling, L. A. (2022). The bivalves Amarilladesma mactroides and Donax hanleyanus as bioindicators of the impact of vehicles on Cassino Beach, southern Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 94(suppl 4). <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211265>
- Bosch-Belmar, M., Milisenda, G., Basso, L., Doyle, T. K., Leone, A., & Piraino, S. (2021). Jellyfish Impacts on Marine Aquaculture and Fisheries. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 29(2), 242–259. <https://doi.org/10.1080/23308249.2020.1806201>
- Branco, J. O., & Verani, J. R. (2006). Pesca do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. Em: Branco, J. O. & Marenzi, A. W. C. (Eds.), *Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC*. (1st Ed., pp. 153–170). Editora da Univali
- Brandini, F. P., Lopes, R. M., Gutseit, K. S., Spach, H. L., & Sassi, R. (1997). *Planctonologia Na Plataforma Continental Do Brasil: Diagnose e Revisão Bibliográfica*.
- Brandini, F. P., Tura, P. M., & Santos, P. P. G. M. (2018). Ecosystem responses to biogeochemical fronts in the South Brazil Bight. *Progress in Oceanography*, 164(April), 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.04.012>
- Brasil. (2019). Portaria nº 375, de 1º de agosto de 2019.
- Bucci, K., Tulio, M., & Rochman, C. M. (2020). What is known and unknown about the effects of plastic pollution: A meta-analysis and systematic review. *Ecological Applications*, 30(2). <https://doi.org/10.1002/eap.2044>
- Bugoni, L., Krause, L., & Petry, M. V. (2001). Marine Debris and Human Impacts on Sea Turtles in Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1330–1334. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00147-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00147-3)
- Bugoni, L., Neves, T. S., Leite Jr, N. O., Carvalho, D., Sales, G., Furness, R. W., Stein, C. E., Peppes, F. V., Giffoni, B. B., & Monteiro, D. S. (2008a). Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil. *Fisheries Research*, 90(1-3), 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.10.013>
- Bugoni, L., Mancini, P. L., Monteiro, D. S., Nascimento, L., & Neves, T. S. (2008b). Seabird bycatch in the Brazilian pelagic longline fishery and a review of capture rates in the southwestern Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*, 5(2-3), 137–147. <https://doi.org/10.3354/esr00115>
- Caldeira, A. Q., de Paula, J. C., Reis, R. P., & Giordano, R. G. (2017). Structural and functional losses in macroalgal assemblages in a southeastern Brazilian bay over more than a decade. *Ecological Indicators*, 75, 242–248. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.029>
- Campelo, R. P. S., Lima, C. D. M., Santana, C. S., Silva, A. J., Neumann-Leitão, S., Ferreira, B. P., Soares, M. O., Melo Júnior, M., & Melo, P. A. M. (2021). Oil spill: the invisible impact on the base of trop-

- cal marine food webs. *Mar Pollut Bull* 167:112281. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112281.
- Cardoso, C. W., Oliveira e Silva, M. M., Bandeira, A. C., Silva, R. B., Prates, A. P. P. B., Soares, É. S., Silva, J. J. M., de Souza, L. J. R., Souza, M. M. da S., Muñoz, M. A., Pires, R. S. S., Araujo Neto, J. F., Santos, M. S. S., Mafra Junior, L. L., Alves, T. P., Schramm, M. A., & Ribeiro, G. S. (2022). Haff Disease in Salvador, Brazil, 2016–2021: Attack rate and detection of toxin in fish samples collected during outbreaks and disease surveillance. *The Lancet Regional Health - Americas*, 5, 100092. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100092>.
- Carvalhal, F., & Berchez, F. A. S. (2009). *Costão Rochoso, a diversidade em microescala*. Textos Educacionais, EDUSP. 31p.
- Carvalho, A. P. A. M., Costa, R. dos S., & Rosa, J. da C. L. da. (2014). *Eutrofização e introdução de espécies exóticas em estuário hipersalino: Lagoa de Araruama, Rio de Janeiro, Brasil*.
- Carvalho-Borges, M. de, Orsell, I. B. M., Ferreira, M. L. de C., & Kerr, R. (2018). Seawater acidification and anthropogenic carbon distribution on the continental shelf and slope of the western South Atlantic Ocean. *Journal of Marine Systems*, 187, 62–81. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.06.008>
- Castro, N. O. de, & Moser, G. A. de O. (2012). Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. *Oecologia Australis*, 16[02], 235–264. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.05>
- Castro, N. O., Domingos, P., & Moser, G. A. O. (2016). National and international public policies for the management of harmful algal bloom events. A case study on the Brazilian coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 128, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.ocemoan.2016.04.016>
- Cavalett, A., Silva, M. A. C. da, Toyofuku, T., Mendes, R., Taketani, R. G., Pedrini, J., Freitas, R. C. de, Sumida, P. Y. G., Yamanaka, T., Nagano, Y., Pelizzari, V. H., Perez, J. A. A., Kitazato, H., & Lima, A. O. de S. (2017). Dominance of Epsilonproteobacteria associated with a whale fall at a 4204 m depth – South Atlantic Ocean. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 146, 53–58. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.10.012>
- Ciotti, A. M., Garcia, C. a E., & Jorge, D. S. F. (2010). Temporal and meridional variability of Satellite-estimates of surface chlorophyll concentration over the Brazilian continental shelf. *Panamjas*, 5(2), 64–81. <https://papers2://publication/uuid/BE1217AF-B83D-4AFB-97C5-F3A1D433E001>
- Ciotti, A. M., Gonzales-Rodrigues, E., Andrade, L., Paranhos, R., & Carvalho, W. F. (2007). Clorofila a, medidas bio-ópticas e produtividade primária. Em: Valentim, J. L. (Ed.), *Características hidrobiológicas da região da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Vol. 1, pp. 61–72.
- Ciotti, Á. M., Odebrecht, C., Fillmann, G., & Möller, O. O. (1995). Freshwater outflow and Subtropical Convergence influence on phytoplankton biomass on the southern Brazilian continental shelf. *Continental Shelf Research*, 15(14), 1737–1756. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(94\)00091-Z](https://doi.org/10.1016/0278-4343(94)00091-Z)
- Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Lino, P. G., & Santos, M. N. (2012). An overview of the hooking mortality of elasmobranchs caught in a swordfish pelagic longline fishery in the Atlantic Ocean. *Aquatic Living Resources*, 25(4), 311–319. <https://doi.org/10.1051/alr/2012030>
- Coelho, R., Mejuto, J., Domingo, A., Yokawa, K., Liu, K.-M., Cortés, E., Romanov, E. v., da Silva, C., Hazin, F., Arocha, F., Mwilima, A. M., Bach, P., Ortiz de Zárate, V., Roche, W., Lino, P. G., García-Cortés, B., Ramos-Cartelle, A. M., Forsellido, R., Mas, F., Ohshima, S., Courtney, D., Sabarros, P. S., Pérez, B., Wogerbauer, C., Tsai, W.-P., Carvalho, F., & Santos, M. N. (2018). Distribution patterns and population structure of the blue shark (*Prionace glauca*) in the Atlantic and Indian Oceans. *Fish and Fisheries*, 19(1), 90–106. <https://doi.org/10.1111/faf.12238>
- Cohen, M. C. L., Filho, P. W. M. S., Lara, R. J., Behling, H., & Angulo, R. J. (2005). A Model of Holocene Mangrove Development and Relative Sea-level Changes on the Bragança Peninsula (Northern Brazil). *Wetlands Ecology and Management*, 13(4), 433–443. <https://doi.org/10.1007/s11273-004-0413-2>
- Cohen, M. C. L., de Souza, A. v., Rossetti, D. F., Pessenda, L. C. R., & França, M. C. (2018). De-

- cadal-scale dynamics of an Amazonian mangrove caused by climate and sea level changes: Inferences from spatial-temporal analysis and digital elevation models. *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(14), 2876–2888. <https://doi.org/10.1002/esp.4440>
- Cohen, M. C. L., Rodrigues, E., Rocha, D. O. S., Freitas, J., Fontes, N. A., Pessenda, L. C. R., de Souza, A. v., Gomes, V. L. P., França, M. C., Bonotto, D. M., & Bendassolli, J. A. (2020). Southward migration of the austral limit of mangroves in South America. *CATENA*, 195, 104775. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104775>
- Collignon, A., Hecq, J.-H., Galgani, F., Collard, F., & Goffart, A. (2014). Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean-Corsica). *Marine Pollution Bulletin*, 79(1–2), 293–298. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.023>
- Colman, L. P., Patrício, A. R. C., McGowan, A., Santos, A. J., Marcovaldi, M. Â., Bellini, C., & Godley, B. J. (2015). Long-term growth and survival dynamics of green turtles (*Chelonia mydas*) at an isolated tropical archipelago in Brazil. *Marine Biology*, 162, 111–122.
- Condini, M. V., Pichler, H. A., de Oliveira-Filho, R. R., Cattani, A. P., Andrade, R., Vilar, C. C., Joyeux, J. C., Soeth, M., de Biasi, J. B., Eggertsen, L., Dias, R., Hackradt, C. W., Félix-Hackradt, F. C., Chiquieri, J., Garcia, A. M., & Hostim-Silva, M. (2022). Marine fish assemblages of Eastern Brazil: An update after the world's largest mining disaster and suggestions of functional groups for biomonitoring long-lasting effects. *Science of the Total Environment*, 807(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150987>
- Conroy, B. J., Steinberg, D. K., Song, B., Kalmbach, A., Carpenter, E. J., & Foster, R. A. (2017). “Mesozooplankton graze on cyanobacteria in the Amazon River plume and western tropical North Atlantic.” *Frontiers in microbiology* 8: 1436.
- Constant, M., Kerhervé, P., Mino-Vercellio-Verolle, M., Dumontier, M., Sánchez Vidal, A., Canals, M., & Heussner, S. (2019). Beached microplastics in the Northwestern Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.032>
- Conti, L., & Scardi, M. (2010). Fisheries yield and primary productivity in large marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 410, 233–244. <https://doi.org/10.3354/meps08630>
- Copertino, M. S., Creed, J. C., Lanari, M. O., Magalhães, K., Barros, K., Lana, P. C., Sordo, L., & Horta, P. A. (2016). Seagrass and Submerged Aquatic Vegetation (VAS) Habitats off the Coast of Brazil: state of knowledge, conservation and main threats. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 53–80. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920161036064sp2>
- Copertino, M. S., & Seeliger, U. (2010). Habitats de *Ruppia maritima* e de macroalgas. Em: Seeliger, U., & Odebrecht, C. [Eds.]. *Estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações* (First, pp. 92–98). Editora da FURG.
- Cordeiro, C. A. M. M., Harborne, A. R., & Ferreira, C. E. L. (2020). The Biophysical Controls of Macroalgal Growth on Subtropical Reefs. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00488>
- Costa, A. C. P., Garcia, T. M., Paiva, B. P., Ximenes Neto, A. R., & Soares, M. de O. (2020). Seagrass and rhodolith beds are important seascapes for the development of fish eggs and larvae in tropical coastal areas. *Marine Environmental Research*, 161, 105064. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105064>
- Costa, E. F. S., Dias, J. F., & Madureira, L. A. S. P. (2021). Ingestion of macroplastics by common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the Atlantic Ocean. *Ocean and Coastal Research*, 69. <https://doi.org/10.1590/2675-2824069.20-002efsc>
- Costa, L. D. F., Souza, M. S. De, Werlang, C. C., Madureira, L. A. S. P., Weigert, S. C., Coletto, J. S., Pinho, M. P., & Yunes, J. S. (2019b). Domoic acid in the tropical South Atlantic Ocean—An environment case study. *Toxicon* 167: 101–105.
- Costa, L. L., Arueira, V. F., da Costa, M. F., di Benedetto, A. P. M., & Zalmon, I. R. (2019c). Can the Atlantic ghost crab be a potential biomonitor of

- microplastic pollution of sandy beaches sediment? *Marine Pollution Bulletin*, 145, 5–13. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.019>
- Costa, L., Mirlean, N., Quintana, G., Adebayo, S., & Johannesson, K. (2019a). Distribution and geochemistry of arsenic in sediments of the world's largest choked estuary: the Patos Lagoon, Brazil. *Estuaries and Coasts*, 42(7), 1896–1911.
- Costa, M. D. P., Magris, R. A., Muelbert, J. H., Vieira, J. P., Castello, J. P., Copertino, M. S., & Possingham, H. P. (2022). Spatial zoning to conserve fish species with complex life cycles in estuaries. *Ocean & Coastal Management*, 221, 106115. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106115>
- Costa, M. D. P., Possingham, H. P., & Muelbert, J. H. (2016). Incorporating early life stages of fishes into estuarine spatial conservation planning. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(6), 1013–1030. <https://doi.org/10.1002/aqc.2584>
- Cotovicz Jr., L. C., Marins, R. V., & Abril, G. (2022). Coastal ocean acidification in Brazil: a brief overview and perspective. *Arq. Ciênc. Mar*, Fortaleza, 55: 345. 368 <http://dx.doi.org/10.32360/78514>
- Coutinho, R., & Zalmon, I. R. (2009). Os BENTOS de costões rochosos. Em: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Eds.), *Biologia Marinha* (1st Ed., pp. 281–298). Interciência.
- Coutinho, R., Gonçalves, J. E. A., Messano, L. V. R., & Ferreira, C. E. (2013). Avaliação crítica das bioinvasões por bioincrustação. *A Ressurgência*, 11–18.
- Coutinho, R., Yaginuma, L. E., Siviero, F., Santos, J. C. Q. P. dos, López, M. S., Christofoletti, R. A., Berchez, F., Ghilardi-Lopes, N. P., Ferreira, C. E. L., Gonçalves, J. E. A., Masi, B. P., Correia, M. D., Sovierzoski, H. H., Skinner, L. F., & Zalmon, I. R. (2016). Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 27–36. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920161015064sp2>
- Cózar, A., Echevarría, F., González-Gordillo, J. I., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández-León, S., Palma, Á. T., Navarro, S., García-de-Lomas, J., Ruiz, A., Fernández-de-Puelles, M. L., & Duarte, C. M. (2014). Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10239–10244. <https://doi.org/10.1073/pnas.1314705111>
- Craveiro, N., de Almeida Alves, R. V., da Silva, J. M., Vasconcelos, E., de Almeida Alves-Junior, F., & Rosa Filho, J. S. (2021). Immediate effects of the 2019 oil spill on the macrobenthic fauna associated with macroalgae on the tropical coast of Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 165, 112107.
- Crawford, C. B., & Quinn, B. (2017). 4-Physicochemical properties and degradation. *Microplastic Pollutants*. Elsevier, pp. 57–100.
- Creed, J. C. (2003). The seagrasses of South America: Brazil, Argentina and Chile. Em: E. P. Green, & F. T. Short (Eds.). *World Atlas of seagrasses*. University of California Press.
- Creed, J. C., Oliveira, A. E. S., & de Paula, A. F. (2008). *Cnidaria, Scleractinia, Tubastraea coccinea Lesson, 1829 and Tubastraea tagusensis Wells, 1982: Distribution extension*. Check List, 4(3), 297–300.
- Creed, J. C., Aranda, L. S., de Sousa, J. G., Brito do Bem, C. B., Dutra, B. S. A. V. M., Lanari, M., Sousa, V. E., Magalhães, K. M., Magris, R. A., Vivanco-Bercovich, M., Cruz, I., Horta, P. A., Riul, P., Casares, F. A., Ovando, X., & Copertino, M. (2023). A Synthesis of Provision and Impact in Seagrass Ecosystem Services in the Brazilian Southwest Atlantic. *Sustainability* 15(20), 14722. doi.org/10.3390/su152014722
- Critchell, K., & Hoogenboom, M. O. (2018). Effects of microplastic exposure on the body condition and behaviour of planktivorous reef fish (*Acanthochromis polyacanthus*). *PLoS ONE*, 13(3), e0193308. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193308>
- Cruz, I. C. S., Loiola, M., Albuquerque, T., Reis, R., de Anchieta C. C. Nunes, J., Reimer, J. D., Mizuyama, M., Kikuchi, R. K. P., & Creed, J. C. (2015). Effect of Phase Shift from Corals to Zoantharia on Reef Fish Assemblages. *PLoS ONE*, 10(1), e0116944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116944>

- Cruz, I. C. S., Waters, L. G., Kikuchi, R. K. P., Leão, Z. M. A. N., & Turra, A. (2018). Marginal coral reefs show high susceptibility to phase shift. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 551–561. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.07.043>
- Cunha, H. A., Santos-Neto, E. B., Carvalho, R. R., Ikeda, J. M., Groch, K. R., Díaz-Delgado, J., Guari, E. B., Brião, J. A., Oliveira, R. B., Flach, L., Bisi, T. L., Catão-Dias, J. L., Azevedo, A. F., Lailson-Brito Jr, J. (2021). Epidemiological features of the first Unusual Mortality Event linked to cetacean morbillivirus in the South Atlantic (Brazil, 2017–2018). *Marine Mammal Science*, 37(4), 1375–1390.
- Cuthbert, R., Hilton, G., Ryan, P., & Tuck, G. N. (2005). At-sea distribution of breeding Tristan albatrosses Diomedea dabbenena and potential interactions with pelagic longline fishing in the South Atlantic Ocean. *Biological Conservation*, 121(3), 345–355. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.05.007>
- da Rosa, V. C., & Garcia, M. (2013). Ocorrência de Ulva spp., Polysiphonia sp., e Microcystis aeruginosa nas praias do Saco do Laranjal, Pelotas, RS. *Revista Thema*, 10(1), 122–137.
- da Silva, V. E. L., Assis, I. O. de, Campos-Silva, J. V., Paulino, G. V. B., & Fabré, N. N. (2022). Relative importance of habitat mosaics for fish guilds in the northeastern coast of Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 50, 102145. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102145>
- De Barba, F. F. M. de, Bazi, C. C., Pessatti, M. L., & Resgalla Jr, C. (2016). Macromedusae of Southern Brazil: temporal variation, population structure and biochemical composition. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(2), 127–136. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592016101806402>
- de Carvalho-Souza, G. F., Llope, M., Tinôco, M. S., Medeiros, D. v., Maia-Nogueira, R., & Sampaio, C. L. S. (2018). Marine litter disrupts ecological processes in reef systems. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 464–471. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.049>
- De Léo, F. C., Bernardino, A. F., Sumida, P. Y. G., & Turra, A. (2020). Continental Slope and Submarine Canyons: Benthic Biodiversity and Human Impacts. Em: Sumida, P.Y.G., Bernardino, A.F., De Léo, F. C. (Eds.) *Brazilian Deep-Sea Biodiversity. Brazilian Marine Biodiversity*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53222-2_3
- de Oliveira, O. M., Queiroz, A. F. D. S., Cerqueira, J. R., Soares, S. A., Garcia, K. S., Pavani Filho, A., Rosa, M. de L. da S., Suzart, C. M., Pinheiro, L. de L., & Moreira, I. T. (2020). Environmental disaster in the northeast coast of Brazil: Forensic geochemistry in the identification of the source of the oily material. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111597.
- de Paula, A. F., Figueiredo, M. A. de O., & Creed, J. C. (2003). Structure of the Macroalgal Community Associated with the Seagrass Halodule wrightii Ascherson in the Abrolhos Marine National Park, Brazil. *Botanica Marina*, 46(5). <https://doi.org/10.1515/BOT.2003.041>
- de Paula Costa, M., Magris, R. A., Muelbert, J. H., Vieira, J. P., Castello, J. P., Copertino, M. S., & Possingham, H. P. (2022). Spatial zoning to conserve fish species with complex life cycles in estuaries. *Ocean & Coastal Management*, 221, 106115. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106115>
- De Paula, J. C., Lopes-Filho, E. A. P., Carvalho, W. F. de, Coração, A. C. de S., & Yoneshigue-Vallentin, Y. (2020). Long-term changes in macroalgae assemblages reveal a gradual biodiversity loss over the last 200 years in the hypereutrophic Guanabara Bay. *Marine Environmental Research*, 162(August). <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.105153>
- de Souza, M. M., Mathis, M., Mayer, B., Noernberg, M. A., & Pohlmann, T. (2020). Possible impacts of anthropogenic climate change to the upwelling in the South Brazil Bight. *Climate Dynamics*, 55(3–4), 651–664. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05289-0>
- De Souza, M. S., Muelbert, J. H., Costa, L. D., Klebring, E. V., & Yunes, J. S. (2018). Environmental variability and cyanobacterial blooms in a subtropical coastal lagoon: searching for a sign of climate change effects. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1727.
- Detoni, A. M. S., Ciotti, Á. M., Calil, P. H. R., Tavano, V. M., & Yunes, J. S. (2016). Trichodesmium latitudinal distribution on the shelf break in the south-

- western Atlantic Ocean during spring and autumn. *Global Biogeochemical Cycles*, 30(11), 1738–1753. <https://doi.org/10.1002/2016GB005431>
- Dias, T. L. P., & Gondim, A. I. (2016). Bleaching in scleractinians, hydrocorals, and octocorals during thermal stress in a northeastern Brazilian reef. *Marine Biodiversity*, 46(1), 303–307. <https://doi.org/10.1007/s12526-015-0342-8>
- Diniz, C., Cortinhas, L., Nerino, G., Rodrigues, J., Sadeck, L., Adami, M., & Souza-Filho, P. (2019). Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. *Remote Sensing*, 11(7), 808. <https://doi.org/10.3390/rs11070808>
- Di Tullio, J. C., Gandra, T. B. R., Zerbini, A. N., & Secchi, E. R. (2016). Diversity and Distribution Patterns of Cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic Outer Continental Shelf and Slope. *PLoS ONE*, 11(5), e0155841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155841>
- do Amaral, K. B., Alvares, D. J., Heinzelmann, L., Borges-Martins, M., Siciliano, S., & Moreno, I. B. (2015). Ecological niche modeling of Stenella dolphins (Cetartiodactyla: Delphinidae) in the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 472, 166–179. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.07.013>
- Dorneles, P. R., Sanz, P., Eppe, G., Azevedo, A. F., Bertozi, C. P., Martínez, M. A., Secchi, E. R., Barbosa, L. A., Cremer, M., Alonso, M. B., Torres, J. P. M., Lailson-Brito, J., Malm, O., Eljarrat, E., Barceló, D., & Das, K. (2013). High accumulation of PCDD, PCDF, and PCB congeners in marine mammals from Brazil: A serious PCB problem. *Science of The Total Environment*, 463–464, 309–318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.015>
- Duarte, G. A. S., Villela, H. D. M., Deocleciiano, M., Silva, D., Barroso, A., Cardoso, P. M., Vilela, C. L. S., Rosado, P., Messias, C. S. M. A., Chacon, M. A., Santoro, E. P., Olmedo, D. B., Szpilman, M., Rocha, L. A., Sweet, M., & Peixoto, R. S. (2020). Heat Waves Are a Major Threat to Turbid Coral Reefs in Brazil. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00179>
- Dunic, J. C., Brown, C. J., Connolly, R. M., Turschwell, M. P., & Côté, I. M. (2021). Long-term declines and recovery of meadow area across the world's seagrass bioregions. *Global Change Biology*, 27(12), 2789–2803. <https://doi.org/10.1111/gcb.15684>
- Dutra, L. X. C., Kikuchi, R. K., & Leão, Z. M. A. N. (2006). Todos os Santos Bay coral reefs, Eastern Brazil, revisited after 40 years. *10th International Coral Reef Symposium*.
- Eddy, T. D., Lam, V. W. Y., Reygondeau, G., Cisneros-Montemayor, A. M., Greer, K., Palomares, M. L. D., Bruno, J. F., Ota, Y., & Cheung, W. W. L. (2021). Global decline in capacity of coral reefs to provide ecosystem services. *One Earth*, 4(9), 1278–1285. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.08.016>
- Eduardo, L. N. (2021). Lighting up the dark side of the ocean: biodiversity and ecology of deep-sea fishes from the Southwestern Tropical Atlantic. *Tese de Doutorado da Université Montpellier e Universidade federal de Pernambuco*. Recife, Brasil.
- Eduardo, L. N., Bertrand, A., Lucena-Fredou, F., Villarins, B. T., Martins, J. R., Afonso, G. V. F., Pietsch, T. W., Frédou, T., & Di Dario, F., & Mincharone, M. M. (2022). Rich and underreported: first integrated assessment of the diversity of mesopelagic fishes in the Southwestern Tropical Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, 9, 937154.
- Eggertsen, L., Ferreira, C. E. L., Fontoura, L., Kautsky, N., Gullström, M., & Berkström, C. (2017). Seaweed beds support more juvenile reef fish than seagrass beds in a south-western Atlantic tropical seascape. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 196, 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.06.041>
- Elliff, C. I., & Kikuchi, R. K. P. (2017). Ecosystem services provided by coral reefs in a Southwestern Atlantic Archipelago. *Ocean and Coastal Management*, 136, 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.11.021>
- Etheridge, S. M. (2010). Paralytic shellfish poisoning: Seafood safety and human health perspectives. *Toxicon*, 56(2), 108–122. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.12.013>
- Fernandes, L. F., & Brandini, F. P. (2010). The

- potentially toxic diatom *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo in the Paraná and Santa Catarina States, Southern Brazil. *Iheringia, Sér. Bot.*, 65(1), 47–62.
- Fernandes, L. F., Cavalcante, K. P., Proença, L. A. D. O., & Schramm, M. A. (2013). Blooms of *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* and *P. calliantha*, and associated domoic acid accumulation in shellfish from the South Brazilian coast. *Diatom Research*, 28(4), 381–393. <https://doi.org/10.1080/0269249X.2013.821424>
- Ferreira, A. C., & Lacerda, L. D. (2016). Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. *Ocean & Coastal Management*, 125, 38–46. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.011>
- Ferreira, B. P., Costa, M. B. S. F., Coxey, M. S., Gaspar, A. L. B., Veleda, D., & Araujo, M. (2013). The effects of sea surface temperature anomalies on oceanic coral reef systems in the southwestern tropical Atlantic. *Coral Reefs*, 32(2), 441–454. <https://doi.org/10.1007/s00338-012-0992-y>
- Ferreira, B. P. (2020). Status and trends of coral reefs of the Brazil region. Em: Souther, D. (Ed.), *Status of Coral Reefs of the World: 2020* (p. 13).
- Ferreira, C., Horta, P. A., Almeida, G. M., Zitta, C. S., de M. Oliveira, E., Gueye, M. B. Y. B., & Rodrigues, A. C. (2015). Anatomical and ultrastructural adaptations of seagrass leaves: an evaluation of the southern Atlantic groups. *Protoplasma*, Vol. 252(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s00709-014-0661-9>
- Ferreira, G. V. B., Justino, A. K. S., Eduardo, L. N., Lenoble, V., Fauvette, V., Schmidt, N., Junior, T. V., Frédou, T., & Lucena-Frédu, F. (2022). Plastic in the inferno: Microplastic contamination in deep-sea cephalopods (*Vampyroteuthis infernalis* and *Abrolia veranyi*) from the southwestern Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 174, 113309. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113309>
- Ferreira, L. C. L., Grillo, A. C., Reginaldo Filho, F. P. M., Souza, F. N. R., & Longo, G. O. (2021). Different responses of massive and branching corals to a major heatwave at the largest and richest reef complex in South Atlantic. *Marine Biology*, 168(5), 54. <https://doi.org/10.1007/s00227-021-03863-6>
- Filbee-Dexter, K., & Wernberg, T. (2018). Rise of Turfs: A New Battlefront for Globally Declining Kelp Forests. *BioScience*, 68(2), 64–76. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix147>
- Fistarol, G. O., Coutinho, F. H., Moreira, A. P. B., Venas, T., Cánovas, A., de Paula, S. E. M., Coutinho, R., de Moura, R. L., Valentim, J. L., Tenenbaum, D. R., Paranhos, R., do Valle, R. de A. B., Vicente, A. C. P., Amado Filho, G. M., Pereira, R. C., Kruger, R., Rezende, C. E., Thompson, C. C., Salomon, P. S., & Thompson, F. L. (2015). Environmental and Sanitary Conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. *Frontiers in Microbiology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01232>
- Fogliarini, C. de O., Bugoni, L., Haimovici, M., Secchi, E. R., & Cardoso, L. G. (2019). High mortality of adult female Magellanic penguins by gillnet fisheries in southern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(10), 1657–1664. <https://doi.org/10.1002/aqc.3143>
- França, M. C., Pessenda, L. C., Cohen, M. C., de Azevedo, A. Q., Fontes, N. A., Silva, F. B., ... & Maccario, K. (2019). Late-Holocene subtropical mangrove dynamics in response to climate change during the last millennium. *The Holocene*, 29(3), 445–456.
- Francini-Filho, R. B., Asp, N. E., Siegle, E., Hocevar, J., Lowyck, K., D'avila, N., ... & Thompson, F. L. (2018). Perspectives on the Great Amazon Reef: Extension, biodiversity, and threats. *Frontiers in Marine Science*, 5, 142.
- Franco, B. C., Defeo, O., Piola, A. R., Barreiro, M., Yang, H., Ortega, L., Gianelli, I., Castello, J. P., Vera, C., Buratti, C., Pájaro, M., Pezzi, L. P., & Möller, O. O. (2020). Climate change impacts on the atmospheric circulation, ocean, and fisheries in the southwest South Atlantic Ocean: a review. *Climatic Change*, 162(4), 2359–2377. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02783-6>
- Fruet, P. F., Kinás, P. G., Da Silva, K. G., Di Tullio, J. C., Monteiro, D. S., Dalla Rosa, L., Estima, S. C., & Secchi, E. R. (2012). Temporal trends in mortality and effects of by-catch on common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*, in southern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 92, 1865–1876.

- Fruet, P. F., Möller, L. M., & Secchi, E. R. (2021). Dynamics and Viability of a Small, Estuarine-Resident Population of Lahille's Bottlenose Dolphins From Southern Brazil. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1159.
- Fruet, P. F., Zappes, C. A., Bisi, T. L., Simoes-Lopes, P. C., Laporta, P., Loureiro, J. D. & Flores, P. A. C. (2016). Report of the working group on interactions between humans and *Tursiops truncatus* in the southwest Atlantic Ocean. *Lat. Am. J. Aquatic Mamm.* 11, 79–98.
- Gabriel, F. A., Silva, A. G., Queiroz, H. M., Ferreira, T. O., Hauser-Davis, R. A., & Bernardino, A. F. (2020). Ecological Risks of Metal and Metalloid Contamination in the Rio Doce Estuary. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 16(5), 655–660. <https://doi.org/10.1002/ieam.4250>
- Gaeta, S. A., & Brandini, F. P. (2006). Produção Primária do Fitoplâncton na Região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Em: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (Eds.), *Produção Primária do Fitoplâncton na Região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS)* (pp. 219–264). EDUSP.
- Garcia, A. M., Claudino, M. C., Mont'Alverne, R., Pereyra, P. E. R., Copertino, M., & Vieira, J. P. (2017). Temporal variability in assimilation of basal food sources by an omnivorous fish at Patos Lagoon Estuary revealed by stable isotopes (2010–2014). *Marine Biology Research*, 13, 98–107. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1206939>
- Garcia, A. M., & Vieira, J. P. (1997). Abundância e diversidade da assembléia de peixes dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L., no estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). *Atlântica*, 19, 161–181.
- Garcia, A. M., Vieira, J. P., Bemvenuti, C. E., & Geraldi, R. M. (1996). Abundância e diversidade da assembléia de crustáceos decápodos dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L. no estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). *Nauplius*, 4, 113–128.
- García-Gómez, J. C., Garrigós, M., & Garrigós, J. (2021). Plastic as a vector of dispersion for marine species with invasive potential: A review. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 629756. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.629756>
- Gasalla, M. A., Abdallah, P. R., & Lemos, D. (2017). Potential Impacts of Climate Change in Brazilian Marine Fisheries and Aquaculture. Em: *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture* (pp. 455–477). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119154051.ch14>
- Gaspar, T. L., Quimbayo, J. P., Ozekoski, R., Nunes, L. T., Aued, A. W., Mendes, T. C., Garrido, A. G., & Segal, B. (2021). Severe coral bleaching of *Siderastrea stellata* at the only atoll in the South Atlantic driven by sequential Marine Heatwaves. *Biota Neotropica*, 21(2). <https://doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2020-1131>
- Gianasi, B. L., Araujo, M. L. V., & Copertino, M. S. (2011). Utilização de LANDSAT-TM no estudo de uma floração de macroalgas de deriva no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Anais Do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 7044.
- Gilljam, J. L., Leonel, J., Cousins, I. T., & Benskin, J. P. (2016). Is Ongoing Sulfuramid Use in South America a Significant Source of Perfluoroocitanesulfonate (PFOS)? Production Inventories, Environmental Fate, and Local Occurrence. *Environmental Science & Technology*, 50(2), 653–659. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04544>
- Glibert, P. M., Berdalet, E., Burford, M. A., Pitcher, G. C., & Zhou, M. (Eds.). (2018). *Global ecology and oceanography of harmful algal blooms*. Vol. 232. Cham: Springer.
- Godoy, M. D. P., & Lacerda, L. D. de. (2015). Mangroves Response to Climate Change: A Review of Recent Findings on Mangrove Extension and Distribution. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2), 651–667. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520150055>
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., & Fatoyinbo, T. (2020). Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology*, 26(10), 5844–5855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>
- Gomes, L. E. de O., & Bernardino, A. F. (2020). Drought effects on tropical estuarine benthic assemblages in Eastern Brazil. *Science of The*

- Total Environment, 703, 135490. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135490>
- Gomes, L. E. de O., Sanders, C. J., Nobrega, G. N., Vescovi, L. C., Queiroz, H. M., Kauffman, J. B., Ferreira, T. O., & Bernardino, A. F. (2021a). Ecosystem carbon losses following a climate-induced mangrove mortality in Brazil. *Journal of Environmental Management*, 297, 113381. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113381>
- Gomes, L. E. de O., Vescovi, L. C., & Bernardino, A. F. (2021b). The collapse of mangrove litterfall production following a climate-related forest loss in Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 162, 111910. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111910>
- Gomes, M. P., de Albuquerque, C. Q., Andrade, R., Martins, A. S., Robinson, L. A., & Spencer, M. (2018). Influence of detached macroalgae on fish size and condition in nearshore habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 211, 227-237.
- Gonçalves, C. T. P. (2020). *Florações de macroalgas e seus efeitos sobre a pesca e macrofauna em uma região neotropical*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 140p.
- Gorman, D., Horta, P., Flores, A. A. V., Berchez, F. As., Batista, M. B., Filho, E. S. L., Melo, M. S., Ignacio, B., Carneiro, I., Villaça, R., & Széchy, M. (2020). Decadal losses of canopy-forming algae along the warm temperate coastline of Brazil. *Global Change Biology*, 26(3), 1446-1457. <https://doi.org/10.1111/gcb.14956>
- Gorman, D., Turra, A., Bergstrom, E. R., & Horta, P. A. (2016). Population expansion of a tropical seagrass (*Halophila decipiens*) in the southwest Atlantic (Brazil). *Aquatic Botany*, 132, 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2016.04.002>
- Gouvêa, L. P., Assis, J., Gurgel, C. F. D., Serrão, E. A., Silveira, T. C. L., Santos, R., Duarte, C. M., Peres, L. M. C., Carvalho, V. F., Batista, M., Bastos, E., Sissini, M. N., & Horta, P. A. (2020). Golden carbon of Sargassum forests revealed as an opportunity for climate change mitigation. *Science of The Total Environment*, 729, 138745. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138745>
- Gowen, R. J., Tett, P., Bresnan, E., Davidson, K., McKinney, A., Harrison, P. J., Milligan, S., Mills, D. K., Silke, J., & Crooks, A. M. (2012). Anthropogenic nutrient enrichment and blooms of harmful phytoplankton. Em: *Oceanography and Marine Biology*. CRC Press.
- Gower, J., Young, E., & King, S. (2013). Satellite images suggest a new Sargassum source region in 2011. *Remote Sensing Letters*, 4(8), 764-773. <https://doi.org/10.1080/2150704X.2013.796433>
- Graça-Lopes, R., Puzzi, A., Severino-Rodrigues, E., Bartolotto, A. S., Guerra, D. S. F., & Figueiredo, K. T. B. (2002). Comparação entre a Produção de Camarão-Sete-Barbas e de Fauna Acompanhante pela Frota-de-Pequeno-Porte Sediada na Praia de Perequê, Estado De São Paulo, Brasil. *Boletim Do Instituto de Pesca*, 28(2), 189-194. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10412202>
- Graham, M. H., Kinlan, B. P., Druehl, L. D., Garske, L. E., & Banks, S. (2007). Deep-water kelp refugia as potential hotspots of tropical marine diversity and productivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(42), 16576-16580.
- Gregg, W. W., & Rousseaux, C. S. (2019). Global ocean primary production trends in the modern ocean color satellite record (1998–2015). *Environmental Research Letters*, 14, 124011.
- Groch, K. (2017). Conservation advances for the southern right whales in Brazil. Em: *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America: Technological Innovation and Conservation* (pp. 441-475). Cham: Springer International Publishing.
- Guimarães, M. A., Paiva, A. de M., & Coutinho, R. (2005). Modeling *Ulva* spp. dynamics in a tropical upwelling region. *Ecological Modelling*, 188(2-4), 448-460. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.04.023>
- Gusmão, F., Domenico, M. di, Amaral, A. C. Z., Martínez, A., Gonzalez, B. C., Worsaae, K., Ivar do Sul, J. A., & Cunha Lana, P. da. (2016). In situ ingestion of microfibres by meiofauna from sandy beaches. *Environmental Pollution*, 216, 584-590. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.015>
- Gusmão, J. B., Albergaria-Barbosa, A. C., Kikuchi, R. K. P., & Combi, T. (2021). The barnacle Chthamalus stellatus (L.) (Cirripedia: Chthamalidae) as a bioindicator of microplastic pollution in a coastal area of Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 162, 111910. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111910>

- malus bisinuatus is the only sessile invertebrate colonizing oil patches on beachrocks one year after a massive oil spill on the Northeastern Brazilian coast. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 112952.
- Haddad Jr., V., Costa, M. A. de O., & Nagata, R. (2019). Outbreak of jellyfish envenomations caused by the species Olindias sambaquiensis (CNI-DARIA: HYDROZOA) in the Rio Grande do Sul state [Brazil]. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 52, 10–11. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0137-2019>
- Haddad Jr., V., da Silveira, F. L., Cardoso, J. L. C., & Morandini, A. C. (2002). A report of 49 cases of cnidarian envenoming from southeastern Brazilian coastal waters. *Toxicon*, 40(10), 1445–1450. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(02\)00162-9](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(02)00162-9)
- Haddad Jr., V., da Silveira, F. L., & Migotto, Á. E. (2010). Skin lesions in envenoming by cnidarians (Portuguese man-of-war and jellyfish): Etiology and severity of accidents on the Brazilian coast. *Revista Do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 52(1), 47–50. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652010000100009>
- Haddad Jr., V., Morandini, A. C., & Rodrigues, L. E. (2018). Jellyfish Blooms Causing Mass Envenomations in Aquatic Marathonists: Report of Cases in S and SE Brazil [SW Atlantic Ocean]. *Wilderness and Environmental Medicine*, 29(1), 142–145. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2017.09.012>
- Haddad Jr., V., Szpilman, D., & Szpilman, M. (2017). Lesões por águas-vivas – Recomendação Sobrasa. Disponível em: www.sobrasa.org.
- Haddad, M. A., & Nogueira Jr., M. (2006). Reappearance and seasonality of Phyllorhiza punctata von Lendenfeld (Cnidaria, Scyphozoa, Rhizostomeae) medusae in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(3), 824–831. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000300030>
- Haimovici, M., & Cardoso, L. G. (2017). Long-term changes in the fisheries in the Patos Lagoon estuary and adjacent coastal waters in Southern Brazil. *Marine Biology Research*, 13(1), 135–150. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1228978>
- Haimovici, M., Cavole, L. M., Cope, J. M., & Cardoso, L. G. (2021). Long-term changes in population dynamics and life history contribute to explain the resilience of a stock of Micropogonias furnieri (Sciaenidae, Teleostei) in the SW Atlantic. *Fisheries Research*, 237, 105878. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105878>
- Haimovici, M., Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Cergole, M. C., Madureira, L. S., Bernardes, R. A., & Ávila-da-Silva, A. O. (2006). Recursos pesqueiros da região Sudeste-Sul. *Programa Revizee - Relatório Executivo-Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica do Brasil*, 207–242.
- Hallegraeff, G., Enevoldsen, H., & Zingone, A. (2021). Global harmful algal bloom status reporting. *Harmful Algae*, 102, 101992. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.101992>
- Hammerschlag, N., Schmitz, O. J., Flecker, A. S., Lafferty, K. D., Sih, A., Atwood, T. B., Gallagher, A. J., Irschick, D. J., Skubel, R., & Cooke, S. J. (2019). Ecosystem Function and Services of Aquatic Predators in the Anthropocene. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(4), 369–383. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.01.005>
- Haraguchi, L., Carstensen, J., Abreu, P. C., & Odebrecht, C. (2015). Long-term changes of the phytoplankton community and biomass in the subtropical shallow Patos Lagoon Estuary, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 162, 76–87. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.03.007>
- Hatje, V., Andrade, R. L. B., Oliveira, C. C. de, Poljak, A., & Gxaba, T. (2021). Pollutants in the South Atlantic Ocean: Sources, Knowledge Gaps and Perspectives for the Decade of Ocean Science. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.644569>
- Hatje, V., & Barros, F. (2012). Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: past, present and future scenarios. *Marine Pollution Bulletin*, 64(11), 2603–2614.
- Hatje, V., Copertino, M., Patire, V. F., Ovando, X., Ogbuka, J., Johnson, B. J., Kennedy, H., Masque, P., & Creed, J. C. (2023). Vegetated coastal ecosystems in the Southwestern Atlantic Ocean are an

- unexploited opportunity for climate change mitigation. *Communications Earth and Environment*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00828-z>
- Hatje, V., Pedreira, R. M. A., de Rezende, C. E., Schettini, C. A. F., de Souza, G. C., Marin, D. C., & Hackspacher, P. C. (2017). The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. *Scientific Reports*, 7(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11143-x>
- Hayashi, S. N., Souza-Filho, P. W. M., Nascimento, W. R., & Fernandes, M. E. B. (2019). The effect of anthropogenic drivers on spatial patterns of mangrove land use on the Amazon coast. *PLoS ONE*, 14(6), e0217754. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217754>
- Hendy, I. W., Woolford, K., Vincent-Piper, A., Burt, O., Schaefer, M., Cragg, S. M., Sanchez-Navarro, P., & Ragazzola, F. (2021). Climate-driven golden tides are reshaping coastal communities in Quintana Roo, Mexico. *Climate Change Ecology*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.ecochg.2021.100033>
- Hilborn, R., Amoroso, R. O., Anderson, C. M., Baum, J. K., Branch, T. A., Costello, C., de Moor, C. L., Faraj, A., Hively, D., Jensen, O. P., Kurota, H., Little, L. R., Mace, P., McClanahan, T., Melnychuk, M. C., Minto, C., Osio, G. C., Parma, A. M., Pons, M., Segurado, S., Szuwalski, C. S., Wilson, J. R., & Ye, Y. (2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(4), 2218–2224. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909726116>
- Hobday, A. J. & Pecl, G. T. (2014) Identification of global marine hotspots: sentinels for change and vanguards for adaptation action. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 24, 415–425.
- Hoffmeyer, M. S., Sabatini, M. E., Brandini, F. P., Calliari, D. L., Santinelli, N. H. (Eds.). (2018). *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic*. Springer, Cham. ISBN: 978-3-319-77868-6
- Horta, P. A., Riul, P., Amado Filho, G. M., Gurgel, C. F. D., Berchez, F., Nunes, J. M. de C., Scherner, F., Pereira, S., Lotufo, T., Peres, L., Sissini, M., Bastos, E. de O., Rosa, J., Munoz, P., Martins, C., Gouvêa, L., Carvalho, V., Bergstrom, E., Schubert, N., ... Figueiredo, M. [2016]. Rhodoliths in Brazil: Current knowledge and potential impacts of climate change. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 117–136. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160870064sp2>
- Horton, T. W., Zerbini, A. N., Andriolo, A., Danilewicz, D., & Sucunza, F. (2020). Multi-decadal humpback whale migratory route fidelity despite oceanographic and geomagnetic change. *Frontiers in Marine Science*, 414. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00414>
- Howard, J. L., Creed, J. C., Aguiar, M. V., & Fourqurean, J. W. (2018). CO₂ released by carbonate sediment production in some coastal areas may offset the benefits of seagrass “Blue Carbon” storage. *Limnology and Oceanography*, 63(1), 160–172.
- Hutchings, J. A., Minto, C., Ricard, D., Baum, J. K., & Jensen, O. P. (2010). Trends in the abundance of marine fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 67(8), 1205–1210. <https://doi.org/10.1139/F10-081>
- ICMBio. (2018). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Atlas dos Manguezais do Brasil*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 176 p.
- IPCC. (2019). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Special report on the Ocean and Cryosphere in a changing climate*. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/12/02_SROCC_FM_FINAL.pdf
- IPCC. (2021). Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for policymakers. Em: Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A., Connors S. L., Péan C., Berger S., Caud N., Chen Y., Goldfarb L., Gomis M. I., Huang M., Leitzell K., Lonnoy E., Matthews J. B. R., Maycock T. K., Waterfield T., Yelekçi O., Yu R., & Zhou B. (Eds.). *Climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 3–32. doi: 10.1017/9781009157896.001

- IPCC. (2023). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H. Lee & J. Romero, Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- Isacch, J. P., Costa, C. S. B., Rodriguez-Gallego, L., Conde, D., Escapa, M., Gagliardini, D. A., & Iribarne, O. O. (2006). Distribution of saltmarsh plant communities associated with environmental factors along a latitudinal gradient on the south-west Atlantic coast. *Journal of Biogeography*, 33(5), 888–900. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01461.x>
- Jennerjahn, T. C., Gilman, E., Krauss, K. W., Lacerda, L. D., Nordhaus, I., & Wolanski, E. (2017). Chapter 7: mangrove ecosystems and climate change. Em: Rivera-Monroy, V. H., Lee, S. Y., Kristensen, E., Twilley, R. R. (Eds.). *Mangrove ecosystems: a global biogeographic perspective structure, function and ecosystem services*. Springer, New York
- Jetz, W., McGeoch, M. A., Guralnick, R., Ferrier, S., Beck, J., Costello, M. J., Fernandez, M., Geller, G. N., Keil, P., Merow, C., Meyer, C., Muller-Karger, F. E., Pereira, H. M., Regan, E. C., Schmeller, D. S., & Turak, E. (2019). Essential biodiversity variables for mapping and monitoring species populations. *Nature Ecology & Evolution*, 3(4), 539–551. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0826-1>
- Jiang, K., Zhang, J., Sakatoku, A., Kambayashi, S., Yamanaka, T., Kanehara, T., Fujikura, K., & Pellizari, V. H. (2018). Discovery and biogeochemistry of asphalt seeps in the North São Paulo Plateau, Brazilian Margin. *Scientific Reports*, 8(1), 12619. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30928-2>
- Johns, E. M., Lumpkin, R., Putman, N. F., Smith, R. H., Muller-Karger, F. E., T. Rueda-Roa, D., Hu, C., Wang, M., Brooks, M. T., Gramer, L. J., & Werner, F. E. (2020). The establishment of a pelagic *Sargassum* population in the tropical Atlantic: Biological consequences of a basin-scale long distance dispersal event. *Progress in Oceanography*, 182, 102269. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102269>
- Justino, A. K. S., Ferreira, G. V. B., Schmidt, N., Eduardo, L. N., Fauville, V., Lenoble, V., Sempéré, R., Panagiotopoulos, C., Mincarone, M. M., Frédou, T., & Lucena-Frédou, F. (2022). The role of mesopelagic fishes as microplastics vectors across the deep-sea layers from the Southwestern Tropical Atlantic. *Environmental Pollution*, 300, 118988. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118988>
- Kajiwara, N., Matsuoka, S., Iwata, H., Tanabe, S., Rosas, F. C. W., Fillmann, G., & Readman, J. W. (2004). Contamination by Persistent Organochlorines in Cetaceans Incidentally Caught Along Brazilian Coastal Waters. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 46(1), 124–134. <https://doi.org/10.1007/s00244-003-2239-y>
- Kannan, K., Blankenship, A. L., Jones, P. D., & Giesy, J. P. (2000). Toxicity Reference Values for the Toxic Effects of Polychlorinated Biphenyls to Aquatic Mammals. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 6(1), 181–201. <https://doi.org/10.1080/10807030091124491>
- Kardos, M., Armstrong, E. E., Fitzpatrick, S. W., Hauser, S., Hedrick, P. W., Miller, J. M., Tallmon, D. A., & Funk, W. C. (2021). The crucial role of genome-wide genetic variation in conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(48). doi: 10.1073/pnas.2104642118.
- Katsanevakis, S. (2008). Marine Debris, a Growing Problem: Sources, Distribution, Composition, and Impacts. *Marine Pollution: New Research* (pp. 53–100). Nova Science Publishers.
- Kauffman, J. B., Adame, M. F., Arifanti, V. B., Schiele-Beers, L. M., Bernardino, A. F., Bhomia, R. K., Donato, D. C., Feller, I. C., Ferreira, T. O., Jesus Garcia, M. del C., MacKenzie, R. A., Megonigal, J. P., Murdiyarso, D., Simpson, L., & Hernández Trejo, H. (2020). Total ecosystem carbon stocks of mangroves across broad global environmental and physical gradients. *Ecological Monographs*, 90(2). <https://doi.org/10.1002/ecm.1405>
- Kauffman, J. B., Bernardino, A. F., Ferreira, T. O., Bolton, N. W., Gomes, L. E. de O., & Nobrega, G. N. (2018). Shrimp ponds lead to massive loss of soil carbon and greenhouse gas emissions in nor-

- theastern Brazilian mangroves. *Ecology and Evolution*, 8(11), 5530–5540. <https://doi.org/10.1002/ece3.4079>
- Kerr, R., Da Cunha, L. C., Kikuchi, R. K., Horta, P. A., Ito, R. G., Müller, M. N., ... & Copertino, M. S. (2016). The western south Atlantic Ocean in a high-CO₂ world: current measurement capabilities and perspectives. *Environmental management*, 57, 740–752.
- Kersalé, M., Meinen, C. S., Perez, R. C., Le Hénaff, M., Valla, D., Lamont, T., Sato, O. T., Dong, S., Terre, T., Van Caspel, M., Chidichimo, M. P., Van Den Berg, M., Speich, S., Piola, A. R., Campos, E. J. D., Ansorge, I., Volkov, D. L., Lumpkin, R., & Garzoli, S. L. (2020). Highly variable upper and abyssal overturning cells in the South Atlantic. *Sci. Adv.* [Vol. 6]. <https://www.science.org>
- Kikuchi, R. K. P., Leão, Z. M. A. N., & Oliveira, M. D. M. (2010). Conservation status and spatial patterns of AGRRA vitality indices in Southwestern Atlantic Reefs. *Revista de Biologia Tropical*, 58, 1–31.
- Kitahara, M. V., Cordeiro, R. T. S., Barbosa, R. V., Pires, D. de O., & Sumida, P. Y. G. (2020). Brazilian Deep-Sea Corals. Em: Sumida, P. Y. G., Bernardino, A. F., & de Leo, F. C. (Eds.), *Brazilian Deep-Sea Biodiversity*. pp. 73–107. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53222-2_4
- Krug, L. A., Gherardi, D. F. M., Stech, J. L., de Andrade Nery Leão, Z. M., & de Kikuchi, R. K. P. (2012). Characterization of coral bleaching environments and their variation along the Bahia state coast, Brazil. *International Journal of Remote Sensing*, 33(13), 4059–4074. <https://doi.org/10.1080/01431161.2011.639505>
- Kulk, G., Platt, T., Dingle, J., Jackson, T. Jönsson, B. F., Bouman, H. A., Babin, M., Brewin, R. J. W., Doblin, M., Estrada, M., Figueiras, F. G., Furuya, K., González-Benítez, N., Gudfinnsson, H. G., Gudmundsson, K., Huang, B., Isada, T., Kovač, Ž., Lutz, V. A., Marañón, E., Raman, M., Richardson, K., Rozenzema, P. D., van de Poll, W. H., Segura, V., Tilstone, G. H., Uitz, J., van Dongen-Vogels, V., Yoshikawa, T., & Sathyendranath, S. (2020). Primary production, an index of climate change in the ocean: satellite-based estimates over two decades. *Remote Sensing* 12, no. 5: 826.
- Lacerda, L. D., Ward, R. D., Godoy, M. D. P., de Andrade Meireles, A. J., Borges, R., & Ferreira, A. C. (2021). 20-Years Cumulative Impact From Shrimp Farming on Mangroves of Northeast Brazil. *Front. For. Glob. Change* 4:653096. doi: 10.3389/ffgc.2021.653096
- Lailson-Brito, J., Dorneles, P. R., Azevedo-Silva, C. E., Bisi, T. L., Vidal, L. G., Legat, L. N., Azevedo, A. F., Torres, J. P. M., & Malm, O. (2012). Organochlorine compound accumulation in delphinids from Rio de Janeiro State, southeastern Brazilian coast. *Science of The Total Environment*, 433, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.030>
- Lambert, S., & Wagner, M. (2016). Characterisation of nanoplastics during the degradation of polystyrene. *Chemosphere*, 145, 265–268. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.11.078>
- Lana, P., & Bernardino, A. F. (Eds.). (2018). *Brazilian estuaries: a benthic perspective*. Springer. 212 pp.
- Lanari, M., & Copertino, M. (2017). Drift macroalgae in the Patos Lagoon Estuary (southern Brazil): effects of climate, hydrology and wind action on the onset and magnitude of blooms. *Marine Biology Research*, 13(1), 36–47. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1225957>
- Lanari, M., Copertino, M., Colling, L. A., & C. Bom, F. (2018). The impact of short-term depositions of macroalgal blooms on widgeon-grass meadows in a river-dominated estuary. *Harmful Algae*, 78, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2018.07.006>
- Lanari, M., Kennedy, H., Copertino, M. S., Wallner-Kersanach, M., & Claudino, M. C. (2017). Dynamics of estuarine drift macroalgae: growth cycles and contributions to sediments in shallow areas. *Marine Ecology Progress Series*, 570, 41–55. <https://doi.org/10.3354/meps12116>
- Lange, P. K., Moser, G. A. O., Lima, DT., Rodrigues, A. V., Fernandes L. A., & Nascimento, A. M. (2022). Unprecedented HABs in beaches of Rio, Brazil. *Harmful Algae News An IOC Newsletter on*

- Toxic Algae and Algal Blooms, N. 70.
- Lassudrie, M., Hégaret, H., Wikfors, G. H., & da Silva, P. M. (2020). Effects of marine harmful algal blooms on bivalve cellular immunity and infectious diseases: A review. *Developmental & Comparative Immunology*, 108, 103660. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2020.103660>
- Leão, Z. M. A. N., & Kikuchi, R. K. P. (1999). The Bahian coral reefs - from 7000 years B.P. to 2000 years A.D. *Ciência e Cultura*, 51(3), 262–273.
- Leão, Z. M. A. N., Kikuchi, R. K. P., & Oliveira, M. D. B. (2008). Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. *Biota Neotropica*, 8(3), 1–15.
- Leão, Z. M. A. N., Kikuchi, R. K. P., & Oliveira, M. D. M. (2019). The Coral Reef Province of Brazil. Em: Sheppard, C. (Ed.), *World Seas: an Environmental Evaluation* (2a ed., Vol. 1, pp. 813–833). Academic Press.
- Leão, Z. M. A. N., Kikuchi, R. K. P., Ferreira, B. P., Neves, E. G., Sovierzoski, H. H., Oliveira, M. D. M., Maida, M., Correia, M. D., & Johnsson, R. (2016). Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 97–116. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160916064sp2>
- Leite, D., Vasconcelos, E., Riul, P., Freitas, N., & Miranda, G. (2020). Dataset of macrobenthic species in urban coastal reef environments in Brazilian northeast. *Data in Brief*, 31, 105773. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105773>
- Lemos, V. M., Lanari, M., Copertino, M., Secchi, E. R., de Abreu, P. C. O. v., Muelbert, J. H., Garcia, A. M., Dumont, F. C., Muxagata, E., Vieira, J. P., Colling, A., & Odebrecht, C. (2022). Patos Lagoon estuary and adjacent marine coastal biodiversity long-term data. *Earth System Science Data*, 14(3), 1015–1041. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1015-2022>
- Leonel, J., Sericano, J. L., Fillmann, G., Secchi, E., & Montone, R. C. (2010). Long-term trends of polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides in franciscana dolphin (*Pontoporia blainvilie*) from Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 60(3), 412–418. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.10.011>
- Leonel, J., Sericano, J. L., Secchi, E. R., Bertozzi, C., Fillmann, G., & Montone, R. C. (2014). PBDE levels in franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*): Temporal trend and geographical comparison. *Science of The Total Environment*, 493, 405–410. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.06.003>
- Leonel, J., Taniguchi, S., Sasaki, D. K., Cascaes, M. J., Dias, P. S., Botta, S., de O. Santos, M. C., & Montone, R. C. (2012). Contamination by chlorinated pesticides, PCBs and PBDEs in Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) in western South Atlantic. *Chemosphere*, 86(7), 741–746. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.10.049>
- Lessa, G. C., Santos, F. M., Souza Filho, P. W., & Corrêa-Gomes, L. C. (2018). Brazilian estuaries: A geomorphologic and oceanographic perspective. Em: Lana, P. C., & Bernadino, A. F. (Eds.). *Brazilian estuaries: a benthic perspective*, 1–37. Springer.
- Lira, A. S., Lucena-Frédu, F., & le Loc'h, F. (2021). How the fishing effort control and environmental changes affect the sustainability of a tropical shrimp small scale fishery. *Fisheries Research*, 235, 105824. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105824>
- Lisboa, D. S., Kikuchi, R. K. P., & Leão, Z. M. A. N. (2018). El Niño, Sea Surface Temperature Anomaly and Coral Bleaching in the South Atlantic: A Chain of Events Modeled With a Bayesian Approach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123(4), 2554–2569. <https://doi.org/10.1002/2017JC012824>
- Louime, C., Fortune, J., & Gervais, G. (2017). Sargassum Invasion of Coastal Environments: A Growing Concern. *American Journal of Environmental Sciences*, 13(1), 58–64. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.58.64>
- Lucena-Frédu, F., Eduardo, L. N., Lira, A., Pela-ge, L., Passarone, R., & Frédu, T. (2021). Atividade pesqueira artesanal no Nordeste do Brasil. Em: *Ciências do mar: Dos oceanos do mundo ao nordeste do Brasil: Bioecologia, pesca e aquicultura* (Vol. 2, pp. 374–405). Via Design Publicações.

- Luna, F. O., Lima, R. P., Araujo, J. P., & Passavante, J. Z. O. (2008). Status de conservação do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus* Linnaeus, 1758) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 10(2), 145–153.
- Macieira, R. M., Oliveira, L. A. S., Cardozo-Ferreira, G. C., Pimentel, C. R., Andrade, R., Gasparini, J. L., Sarti, F., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Gomes, L. C., & Giarrizzo, T. (2021). Microplastic and artificial cellulose microfibers ingestion by reef fishes in the Guarapari Islands, southwestern Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 167, 112371. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112371>
- Mafra-Júnior, L. L., Fernandes, L. F., & Proença, L. A. O. (2006). Harmful algae and toxins in paraguá bay, Brazil: bases for monitoring. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54(2–3), 107–121. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592006000200002>
- Mafra-Júnior, L. L., Nolli, P. K. W., Mota, L. E., Domit, C., Soeth, M., Luz, L. F. G., Sobrinho, B. F., Leal, J. G., & di Domenico, M. (2019). Multi-species okadaic acid contamination and human poisoning during a massive bloom of *Dinophysis acuminata* complex in southern Brazil. *Harmful Algae*, 89, 101662. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101662>
- Magalhães, K. M., Barros, K. V. de S., Lima, M. C. S. de, Rocha-Barreira, C. de A., Rosa Filho, J. S., & Soares, M. de O. (2021). Oil spill + COVID-19: A disastrous year for Brazilian seagrass conservation. *Science of the Total Environment*, 764, 142872. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142872>
- Magris, R. A., Costa, M. D. P., Ferreira, C. E. L., Vilar, C. C., Joyeux, J. C., Creed, J. C., Copertino, M. S., Horta, P. A., Sumida, P. Y. G., Francini-Filho, R. B., & Floeter, S. R. (2021). A blueprint for securing Brazil's marine biodiversity and supporting the achievement of global conservation goals. *Diversity and Distributions*, 27(2), 198–215. <https://doi.org/10.1111/ddi.13183>
- Magris, R., Grech, A., & Pressey, R. (2018). Cumulative Human Impacts on Coral Reefs: Assessing Risk and Management Implications for Brazilian Coral Reefs. *Diversity*, 10(2), 26. <https://doi.org/10.3390/d10020026>
- Magris, R. A., & Giarrizzo, T. (2020). Mysterious oil spill in the Atlantic Ocean threatens marine biodiversity and local people in Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 153(February), 110961. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110961>
- Magris, R. A., Marta-Almeida, M., Monteiro, J. A. F. F., & Ban, N. C. (2019). A modelling approach to assess the impact of land mining on marine biodiversity: Assessment in coastal catchments experiencing catastrophic events (SW Brazil). *Science of the Total Environment*, 659, 828–840. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.238>
- Manhães, B. M. R., Santos-Neto, E. B., Tovar, L. R., Guari, E. B., Flach, L., Kasper, D., Galvão, P. M. A., Malm, O., Gonçalves, R. A., Bisi, T. L., Azevedo, A. F., Lailson-Brito, J. (2021). Changes in mercury distribution and its body burden in delphinids affected by a morbillivirus infection: Evidences of methylmercury intoxication in Guiana dolphin. *Chemosphere*, 263, 128286.
- Manhães, B. M. R., Vannuci-Silva, M., Brião, J. A., Guari, E. B., Botta, S., Colosio, A. C., Ramos, H. G. C., Barbosa, L. A., Cunha, I. A. G., Azevedo, A. F., Cunha, H. A., Bisi, T. L., & Lailson-Brito, J. (2022). Temporal trends of trace elements bioaccumulation by a vulnerable cetacean (*Pontoporia blainvillei*) before and after one of the largest mining disasters worldwide. *Science of The Total Environment*, 804, 150196. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150196>
- MapBiomas. (2022). Projeto MapBiomas. Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra na Zona Costeira - Coleção 7. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2022/11/18/radiografia-da-costa-brasileira-nos-ultimos-37-anos-manguezais-estaveis-praias-e-dunas-em-retracao/>. Acesso em: 11 de novembro de 2024.
- Marangoni, J. C., & Costa, C. S. B. (2009). Natural and anthropogenic effects on salt marsh over five decades in the patos lagoon (Southern Brazil). *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(4), 345–350. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592009000400009>
- Marcello, F., Wainer, I., & Rodrigues, R. R. (2018). South Atlantic Subtropical Gyre Late Twentieth Century Changes. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123(8), 5194–5209. <https://doi.org/10.1029/2017JC013380>

- g/10.1029/2018JC013815
- Marcovaldi, M. A., Patiri, V., & Thomé, J. C. (2005). Projeto TAMAR-IBAMA: twenty-five years protecting Brazilian sea turtles through a community-based conservation programme. *Marit Stud*, 3(2), 39-62.
- Marcovaldi, M. Â., & Chaloupka, M. (2007). Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. *Endangered Species Research*, 3(2), 133-143. doi:10.3354/esr003133
- Mariné, G. F., Silva, P. P. O., de Oliveira, G. M., & Ferreira, V. de M. (2009). Detecção de ácido ocaidaico em cultivo de mexilhões Perna perna, Angra dos Reis, RJ. *Ciência Rural*, 40(1), 193-196. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000250>
- Marins, B. V., Amado-Filho, G. M., Barbarino, E., Pereira-Filho, G. H., & Longo, L. L. (2014). Seasonal changes in population structure of the tropical deep-water kelp *Laminaria abyssalis*. *Phycological Research*, 62(1), 55-62.
- Marn, N., Jusup, M., Kooijman, S. A. L. M., & Klanjscek, T. (2020). Quantifying impacts of plastic debris on marine wildlife identifies ecological breakpoints. *Ecology Letters*, 23(10), 1479-1487. <https://doi.org/10.1111/ele.13574>
- Marques, A. C., Haddad, V., Rodrigo, L., Marques-Da-Silva, E., & Morandini, A. C. (2014). Aggregaciones de medusas (*Chrysaora lactea*, Cnidaria, Semaeostomeae) en el sur de Brasil y consecuencias de picaduras en humanos. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5), 1194-1199. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue5-fulltext-23>
- Marques, L. V., & Creed, J. C. (2008). Biologia e ecologia das fanerógamas marinhas do Brasil. *Oecologia Australis*, 12(2), 315-331.
- Marques, L. V., Short, F. T., & Creed, J. C. (2015). Sunspots drive seagrasses. *Biological Rhythm Research*, 46(1), 63-68. <https://doi.org/10.1080/09291016.2014.948300>
- Martinetto, P., Montemayor, D. I., Alberti, J., Costa, C. S. B., & Iribarne, O. (2016). Crab Bioturbation and Herbivory May Account for Variability in Carbon Sequestration and Stocks in South West Atlantic Salt Marshes. *Frontiers in Marine Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00122>
- Martins, C. D. L., Arantes, N., Faveri, C., Batista, M. B., Oliveira, E. C., Pagliosa, P. R., Fonseca, A. L., Nunes, J. M. C., Chow, F., Pereira, S. B., & Horta, P. A. (2012). The impact of coastal urbanization on the structure of phytobenthic communities in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 772-778. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.01.031>
- Mazzuco, A. C. A., Stelzer, P. S., & Bernardino, A. F. (2020). Substrate rugosity and temperature matters: patterns of benthic diversity at tropical intertidal reefs in the SW Atlantic. *PeerJ*, 8, e8289. <https://doi.org/10.7717/peerj.8289>
- Mazzuco, A. C. A., Stelzer, P. S., Donadia, G., Bernardino, J. V., Joyeux, J.-C., & Bernardino, A. F. (2019). Lower diversity of recruits in coastal reef assemblages are associated with higher sea temperatures in the tropical South Atlantic. *Marine Environmental Research*, 148, 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.05.008>
- McTaggart-Cowan, R., Bosart, L. F., Davis, C. A., Atallah, E. H., Gyakum, J. R., & Emanuel, K. A. (2006). Analysis of Hurricane Catarina (2004). *Monthly Weather Review*, 134(11), 3029-3053. <https://doi.org/10.1175/MWR3330.1>
- Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed Ocean Bottom Temperature Variability at Four Sites in the Northwestern Argentine Basin: Evidence of Decadal Deep/Abyssal Warming Amidst Hourly to Interannual Variability During 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020GL089093>
- Mello, D. F., Proença, L. A. de O., & Barracco, M. A. (2010). Comparative Study of Various Immune Parameters in Three Bivalve Species during a Natural Bloom of *Dinophysis acuminata* in Santa Catarina Island, Brazil. *Toxins*, 2(5), 1166-1178. <https://doi.org/10.3390/toxins2051166>
- Melo, M. R. S., Caires, R. A., & Sutton, T. T. (2020). The scientific explorations for deep-sea fishes in Brazil: the known knowns, the known unknowns, and the unknown unknowns. *Brazilian deep-sea biodiversity*, 153-216. ISBN: 978-3-030-53221-5

- Mendes, M. C. de Q., Nunes, J. M. C., Menezes, M., Fraga, S., Rodríguez, F., Vázquez, J. A., Blanco, J., Franco, J. M., & Riobó, P. (2017). Toxin production, growth kinetics and molecular characterization of *Ostreopsis cf. ovata* isolated from Todos os Santos Bay, tropical southwestern Atlantic. *Toxicon*, 138, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2017.08.007>
- Méndez, S. M., & Carreto, J. I. (2018). Harmful Algal Blooms in the Río de la Plata Region. Em: *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic* (pp. 477–493). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_21
- Menezes, M., Branco, S., Miotto, M. C., & Alves-de-Souza, C. (2018). The Genus *Alexandrium* (Dinophyceae, Dinophyta) in Brazilian Coastal Waters. *Frontiers in Marine Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00421>
- Miller, D. J., Ketzer, J. M., Viana, A. R., Kowsmann, R. O., Freire, A. F. M., Oreiro, S. G., Augustin, A. H., Lourega, R. v., Rodrigues, L. F., Heemann, R., Preissler, A. G., Machado, C. X., & Sbrissa, G. F. (2015). Natural gas hydrates in the Rio Grande Cone [Brazil]: A new province in the western South Atlantic. *Marine and Petroleum Geology*, 67, 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2015.05.012>
- Miranda, A. A., Almeida, A. C. S., & Vieira, L. M. (2018). Non-native marine bryozoans (Bryozoa: Gymnolaemata) in Brazilian waters: Assessment, dispersal and impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 130, 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.03.023>
- Miranda, D. de A., Leonel, J., Benskin, J. P., Johansson, J., & Hatje, V. (2021). Perfluoroalkyl Substances in the Western Tropical Atlantic Ocean. *Environmental Science & Technology*, 55(20), 13749–13758. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c01794>
- Miranda, R. J., Costa, Y., Lorders, F. L., Nunes, J. de A. C. C., & Barros, F. (2016). New records of the alien cup-corals (*Tubastraea* spp.) within estuarine and reef systems in Todos os Santos Bay, Southwestern Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, 9(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s41200-016-0053-2>
- Miranda, R. J., Cruz, I. C. S., & Leão, Z. M. A. N. (2017). Coral bleaching in the Caramuanas reef (Todos os Santos Bay, Brazil) during the 2010 El Niño event. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(2), 351–360. <https://doi.org/10.3856/vol41-issue2-fulltext-14>
- Miranda, R. J., Malhado, A. C. M., Fabré, N. N., Batista, V. da S., Santos, R., Campos-Silva, J. V., Correia, R., Santos, A. P. de O., Cardoso, A., Pinheiro, B. R., Oliveira, B. S. S. P. de, Sampaio, C. L. S., Moura, F. de B. P., Normande, I. C., Ramires, L., Araujo, L. M. de, Efe, M. A., Belluci, M. da S. P., Landell, M. F., ... Ladle, R. J. (2020). INTEGRATING LONG TERM ECOLOGICAL RESEARCH (LTER) AND MARINE PROTECTED AREA MANAGEMENT: CHALLENGES AND SOLUTIONS. *Oecologia Australis*, 24(02), 279–300. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2402.05>
- Miranda, R. J., Nunes, J. de A. C. C., Mariano-Neto, E., Sippo, J. Z., & Barros, F. (2018). Do invasive corals alter coral reef processes? An empirical approach evaluating reef fish trophic interactions. *Marine Environmental Research*, 138, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.03.013>
- Misturini, D., & Colling, L. A. (2021). Can short-term meteorological events alter subtropical estuarine macrobenthic assemblages in seagrass meadows (Patos Lagoon Estuary - Southern Brazil)? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 261, 107532. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107532>
- MMA. (2010). Ministério do Meio Ambiente. *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Brasília: MMA/SBF/GBA, 148 p.
- MMA. (2018). Ministério do Meio Ambiente. *Panorama da erosão costeira no Brasil*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Organização: Dieter Muehe. Brasília, DF: MMA.
- Monteiro, R., Andrade, R., Noleto-Filho, E., Pegado, T., Morais, L., Gonçalves, M., Santos, R., Sbrana, A., Franceschini, S., Soares, M. O., Rus-

- so, T., & Giarrizzo, T. (2022). GLOVE: The Global Plastic Ingestion Initiative for a cleaner world. *Marine Pollution Bulletin*, 185, 114244. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114244> s2675-28242020068276
- Montone, R. C., Alonso, M. B., Santos, M. C. O., Méndez-Fernandez, P., Taniguchi, S., Barbosa, A. P. M., Gonçalves, R. M., Padilha, J. de A., Bertozzi, C., da Silva, J., Marigo, J., Pereira, A. D. S., & Lourenço, R. A. (2023). Temporal trends of persistent organic pollutant contamination in Franciscana dolphins from the Southwestern Atlantic. *Environmental Research*, 216, 114473. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114473>
- Montoya, N. G., Carignan, M. O., & Carreto, J. I. (2018). Alexandrium tamarensis/catenella Blooms in the Southwestern Atlantic: Paralytic Shellfish Toxin Production and Its Trophic Transference. *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic* (pp. 453–476). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_20
- Morais, I. O. B., Danilewicz, D., Zerbini, A. N., Edmundson, W., Hart, I. B., & Bortolotto, G. A. (2017b). From the southern right whale hunting decline to the humpback whaling expansion: a review of whale catch records in the tropical western South Atlantic Ocean. *Mammal Review*, 47(1), 11–23. <https://doi.org/10.1111/mam.12073>
- Morais, L. M. S., Sarti, F., Chelazzi, D., Cincellli, A., Giarrizzo, T., & Martinelli Filho, J. E. (2020). The sea anemone Bunodosoma cangicum as a potential biomonitor for microplastics contamination on the Brazilian Amazon coast. *Environmental Pollution*, 265, 114817. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114817>
- Morais, R. A., Ferreira, C. E. L., & Floeter, S. R. (2017a). Spatial patterns of fish standing biomass across Brazilian reefs. *Journal of Fish Biology*, 91(6), 1642–1667. <https://doi.org/10.1111/jfb.13482>
- Moreira-González, A. R., Brustolin, M. C., & Mafrá Junior, L. L. (2020). Composition and abundance of benthic microalgae from the Estuarine Complex of Paranaguá Bay (southern Brazil) with special emphasis on toxic species. *Ocean and Coastal Research*, 68. <https://doi.org/10.1590/1414-7539.2020.00034>
- Moreira, M. G. B. S. (1961). Sobre Mastigias scintillae sp. nov. (Scyphomedusae, Rhizostomeae) das costas do Brasil. *Boletim Do Instituto Oceanográfico Da Universidade de São Paulo*, 11(2), 5–30.
- Moreno, I., Zerbini, A., Danilewicz, D., de Oliveira Sa, S., Simões-Lopes, P., Lailson-Brito, J., & Azevedo, A. (2005). Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus Stenella (Cetacea: Delphinidae) in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 300, 229–240. <https://doi.org/10.3354/meps300229>
- Mörner, J., Bos, R., & Fredrix, M. (2002). *Reducing and eliminating the use of persistent organic pesticides: guidance on alternative strategies for sustainable pest and vector management*. Geneva: UNEP/FAO/WHO.
- Moser, G. A. O., Ciotti, A. M., Giannini, M. F. C., Tonini, R. C., & Harari, J. (2012). Changes in phytoplankton composition in response to tides, wind-induced mixing conditions, and freshwater outflows in an urbanised estuarine complex. *Brazilian Journal of Biology*, 72(1), 97–111.
- Moura, R. L., Amado-Filho, G. M., Moraes, F. C., Brasileiro, P. S., Salomon, P. S., Mahiques, M. M., ... & Thompson, F. L. (2016). An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Science advances*, 2(4), e1501252.
- Muller-Karger, F. E., Miloslavich, P., Bax, N. J., Simmons, S., Costello, M. J., Sousa Pinto, I., Canonico, G., Turner, W., Gill, M., Montes, E., Best, B. D., Pearlman, J., Halpin, P., Dunn, D., Benson, A., Martin, C. S., Weatherdon, L. V., Appeltans, W., Provoost, P., ... Geller, G. (2018). Advancing Marine Biological Observations and Data Requirements of the Complementary Essential Ocean Variables (EOVs) and Essential Biodiversity Variables (EBVs) Frameworks. *Frontiers in Marine Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00211>
- Müller, M. N., Mardones, J. I., & Dorantes-Aranda, J. J. (2020). Editorial: Harmful Algal Blooms (HABs) in Latin America. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00034>
- Munari, C., Scoponi, M., & Mistri, M. (2017). Plas-

- tic debris in the Mediterranean Sea: Types, occurrence and distribution along Adriatic shorelines. *Waste Management*, 67, 385–391. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.020>
- Muxagata, E. & Teixeira-Amaral, P. (2019). Continuous monitoring of the micro and mesozooplankton of the Patos Lagoon estuary and adjacent coastal area. *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira – SiBBR*. Sampling event dataset. doi: 10.15468/1xkowr
- Nagata, R. M., Haddad, M. A., & Nogueira, M. (2009). The nuisance of medusae (Cnidaria, Medusozoa) to shrimp trawls in central part of southern Brazilian Bight, from the perspective of artisanal fishermen. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(3), 312–325.
- Nagata, R. M., & Morandini, A. C. (2018). Diet, prey selection, and individual feeding rates of the jellyfish *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa, Rhizostomeae). *Marine Biology*, 165(12), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s00227-018-3445-5>
- Nagata, R. M., Moreira, M. Z., Pimentel, C. R., & Morini, A. C. (2015). Food web characterization based on δ15N and δ13C reveals isotopic niche partitioning between fish and jellyfish in a relatively pristine ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 519 [Purcell 2012], 13–27. <https://doi.org/10.3354/meps11071>
- Nascimento, R. A., Nunoo, D. B. O., Bizkarguenaga, E., Schultes, L., Zabaleta, I., Benskin, J. P., Spanó, S., & Leonel, J. (2018). Sulfuramid use in Brazilian agriculture: A source of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) to the environment. *Environmental Pollution*, 242, 1436–1443. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.07.122>
- Nascimento, S. M., Corrêa, E. V., Menezes, M., Valrela, D., Paredes, J., & Morris, S. (2012). Growth and toxin profile of *Ostreopsis cf. ovata* (Dinophyta) from Rio de Janeiro, Brazil. *Harmful Algae*, 13, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.09.008>
- Nascimento, S. M., Mendes, M. C. Q., Menezes, M., Rodríguez, F., Alves-de-Souza, C., Branco, S., Riobó, P., Franco, J., Nunes, J. M. C., Huk, M., Morris, S., & Fraga, S. (2017). Morphology and phylogeny of *Prorocentrum caipirignum* sp. nov. (Dinophyceae), a new tropical toxic benthic dinoflagellate. *Harmful Algae*, 70, 73–89. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2017.11.001>
- Nelms, S. E., Alfaro-Shigueto, J., Arnould, J. P., Avila, I. C., Nash, S. B., Campbell, E., ... & Godley, B. J. (2021). Marine mammal conservation: over the horizon. *Endangered Species Research*, 44, 291–325. <https://doi.org/10.3354/esr01115>
- Neto, J. G. B., Rodrigues, F. L., Ortega, I., Rodrigues, L. dos S., Lacerda, A. L. d. F., Coletto, J. L., Kessler, F., Cardoso, L. G., Madureira, L., & Proietti, M. C. (2020). Ingestion of plastic debris by commercially important marine fish in southeast-south Brazil. *Environmental Pollution*, 267, 115508. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115508>
- Neves, T., Mancini, P. L., Nascimento, L., Miguéis, A. M. B., & Bugoni, L. (2007). Overview of seabird bycatch by Brazilian fisheries in the South Atlantic Ocean. *ICCAT Collective Volume of Scientific Papers*, 60, 2085–2093.
- Nicolodi, J., Caliari, J., Toldo-Júnior, E., Figueiredo, S., Machado Jr. V., Silva, A. Mota, L. M., & Teixeira, P. (2018). Rio Grande do Sul. Em: Panorama da erosão costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 690–750.
- Nogueira Jr., M., & Haddad, M. A. (2017). Seasonal distribution, abundance and biomass of large medusae in subtropical coast of Brazil. pp. 3–26. Em: Mariotini, L [Ed.]. *Jellyfish: Ecology, Distribution Patterns and Human Interactions*. Nova Publishers, New York, USA.
- Nogueira, M., Nagata, R. M., & Haddad, M. A. (2010). Seasonal variation of macromedusae (Cnidaria) at North Bay, Florianópolis, Southern Brazil. *Zoologia*, 27(3), 377–386. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000300009>
- Odebrecht, C., Abreu, P. C., Bemvenuti, C. E., Copertino, M., Muelbert, J. H., Vieira, J. P., & Seeliger, U. (2010). The Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil: Biotic Responses to Natural and Anthropogenic Impacts in the Last Decades (1979–2008). Em: M. J. Kennish, & H. W. Paerl (Eds.). *Coastal Lagoons: Critical Habitats of Environmental Change*. CRC Press.

- Odebrecht, C., Azevedo, S., Garcia, V., Huszar, V. L., Magalhaes, V., Menezes, M., Proença, L., Rörig, L., Tenembaum, D., Villac, M. C., & Yunes, J. (2002). Floraciones de microalgas nocivas en Brasil: estado del arte y proyectos en curso. Em: Sar, E. A., Ferrario, M. E., & Reguera, B. (Eds.) *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*. Instituto Español de Oceanografia: Vol. Parte III (pp. 217–234).
- Odebrecht, C., & Castello, J. P. (2001). The Convergence Ecosystem in the Southwest Atlantic. Em: Seeliger, U., & Kjerfve, B. (Eds.). *Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Ecological Studies*, vol 144. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04482-7_12
- Odebrecht, C., Secchi, E. R., Abreu, P. C., Muelbert, J. H., & Uiblein, F. (2017). Biota of the Patos Lagoon estuary and adjacent marine coast: long-term changes induced by natural and human-related factors. *Marine Biology Research*, 13(1), 3–8. <https://doi.org/10.1080/17451000.2016.1258714>
- Odebrecht, C., Villac, M. C., Abreu, P. C., Haraguchi, L., Gomes, P. D. F., & Tenenbaum, D. R. (2018). Flagellates Versus Diatoms: Phytoplankton Trends in Tropical and Subtropical Estuarine-Coastal Ecosystems. Em: *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic* (pp. 249–267). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_12
- O Globo. [2015]. Algas marinhas mudam a paisagem da praia do Atalaia, em Salinas. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2015/04/algas-marinhas-mudam-paisagem-da-praia-do-atalaia-em-salinas.html>
- O’Hara, C. C., Frazier, M., & Halpern, B. S. (2021). At-risk marine biodiversity faces extensive, expanding, and intensifying human impacts. *Science*, 372(6537), 84–87. doi: 10.1126/science.abe6731
- Olmos, F. & Bugoni, L. (2006). Agregações de aves marinhas associadas à pesca de espinhel-de-fundo na região sudeste-sul do Brasil. Em: Neves, T. S., Bugoni, L. & Rossi-Wongtschowski, C. L. B. (Eds.) *Aves oceânicas e suas interações com a pesca na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico-USP: Série documentos REVIZEE: Score Sul (Pp. 69-81).
- Padula, A. D., Machado, R., Milmann, L., de León, M. C., Gana, J. C., Wickert, J. C., ... & Denuncio, P. E. (2023). Marine debris ingestion by odontocete species from the Southwest Atlantic Ocean: absence also matter. *Marine Pollution Bulletin*, 186, 114486. ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114486>
- Pagliosa, P. R., Rovai, A. S., & Fonseca, A. L. (2012). Carbon mismanagement in Brazil. *Nature Climate Change*, 2(11), 764–764. <https://doi.org/10.1038/nclimate1718>
- Patterson, E. W. (2016). Stocks and sources of carbon buried in the salt marshes and seagrass beds of Patos Lagoon, southern Brazil. *Honors Theses*, 170. <http://scarab.bates.edu/honortheses/170>
- Pavone, C. B., Gorman, D., & Flores, A. A. V. (2020). Evidence of surplus carrying capacity for benthic invertebrates with the poleward range extension of the tropical seagrass *Halophila decipiens* in SE Brazil. *Marine Environmental Research*, 162, 105108. <https://doi.org/10.1016/j.marenres.2020.105108>
- Pegado, T. De S. S., Schmid, K., Winemiller, K. O., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Dei, L., & Giarrizzo, T. (2018). First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 814-821. ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.035>.
- Pelage, L., Domalain, G., Lira, A. S., Travassos, P., & Frédou, T. (2019). Coastal land use in Northeast Brazil: mangrove coverage evolution over three decades. *Tropical Conservation Science*, 12, 1940082918822411.
- Pereira, J. A., Martins, A. S., Seminoff, J. A., & de Azevedo Mazzuco, A. C. (2023). Long-term changes in body size of green turtles nesting on Trindade Island, Brazil: Signs of recovery?. *Marine Environmental Research*, 186, 105930.
- Pereira, P. H. C., Ferreira, B. P., & Rezende, S. M. (2010). Community structure of the ichthyofauna associated with seagrass beds (*Halodule wrightii*) in Formoso River estuary - Pernambuco, Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*,

- 82(3), 617–628. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652010000300009>
- Pereira, P. H., Lima, G. V., Araujo, J. C., Gomes, E., Côrtes, L. G., Pontes, A. V., ... & Brito, C. C. (2022). Mesophotic reefs of the largest Brazilian coastal protected area: mapping, characterization and biodiversity. *Diversity*, 14(9), 760.
- Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (Eds.). (2009). *Biologia Marinha*. Interciênciac.
- Pereira, R. C., & Soares-Gomes, A. (Eds.). (2020). *Ecologia Marinha*. Interciênciac.
- Perez, J. A., Pezzuto, P. R., Rodrigues, L. F., Valentini, H., & Vooren, C. M. (2001). Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 5(1), 1-34
- Perez, J. A. A., & Sant'Ana, R. (2022). Tropicalization of demersal megafauna in the western South Atlantic since 2013. *Communications Earth & Environment*, 3(1), 227. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00553-z>
- Petry, M. V., Araújo, L. D., Brum, A. C., Benemann, V. R. F., & Finger, J. V. G. (2021). Plastic ingestion by juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) off the coast of Southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 167, 112337. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112337>
- Petry, M. V., & Fonseca, V. D. S. (2002). Effects of human activities in the marine environment on seabirds along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 13(2), 137-142.
- Phillips, R. A., Gales, R., Baker, G. B., Double, M. C., Favero, M., Quintana, F., ... & Wolfaardt, A. (2016). The conservation status and priorities for albatrosses and large petrels. *Biological Conservation*, 201, 169-183. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.06.017>
- Pimentel, C. R., Andrade, R., Ferreira, C. E. L., Gadig, O. B. F., Harvey, E. S., Joyeux, J., & Giarrizzo, T. (2020). BRUVS reveal locally extinct shark and the way for shark monitoring in Brazilian oceanic islands. *Journal of Fish Biology*, 96(2), 539-542. <https://doi.org/10.1111/jfb.14228>
- Pinheiro, H. T., Macena, B. C. L., Francini-Filho, R. B., Ferreira, C. E. L., Albuquerque, F. v., Bezerra, N. P. A., Carvalho-Filho, A., Ferreira, R. C. P., Luiz, O. J., Mello, T. J., Mendonça, S. A., Nunes, D. M., Pimentel, C. R., Pires, A. M. A., Soares-Gomes, A., Viana, D. L., Hazin, F. H. v., & Rocha, L. A. (2020). Fish biodiversity of Saint Peter and Saint Paul's Archipelago, Mid-Atlantic Ridge, Brazil: new records and a species database. *Journal of Fish Biology*, 97(4), 1143-1153. <https://doi.org/10.1111/jfb.14484>
- Pinheiro, L. M., Carvalho, I. v., Agostini, V. O., Martinez-Souza, G., Galloway, T. S., & Pinho, G. L. L. (2021). Litter contamination at a salt marsh: An ecological niche for biofouling in South Brazil. *Environmental Pollution*, 285, 117647. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117647>
- Poli, C., Mesquita, D. O., Saska, C., & Mascarenhas, R. (2015). Plastic ingestion by sea turtles in Paraíba State, Northeast Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 105(3), 265-270. <https://doi.org/10.1590/1678-476620151053265270>
- Popova, E., Yool, A., Byfield, V., Cochrane, K., Coward, A. C., Salim, S. S., Gasalla, M. A., Henson, S. A., Hobday, A. J., Pecl, G. T., Sauer, W. H., & Roberts, M. J. (2016). From global to regional and back again: common climate stressors of marine ecosystems relevant for adaptation across five ocean warming hotspots. *Global Change Biol.* <https://doi.org/10.1111/gcb.13247>.
- Portugal, A. B., Carvalho, F. L., Soares, M. de O., Horta, P. A., & de Castro Nunes, J. M. (2017). Structure of macroalgal communities on tropical rocky shores inside and outside a marine protected area. *Marine Environmental Research*, 130, 150-156. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.019>
- Prado, J. H. F., Mattos, P. H., Silva, K. G., & Secchi, E. R. (2016). Long-Term Seasonal and Interannual Patterns of Marine Mammal Strandings in Subtropical Western South Atlantic. *PLoS ONE*, 11(1), e0146339. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146339>
- Proença, L., Tamanaha, M., & Souza, N. (2001). The toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*

- Graham in southern Brazilian waters. *Atlântica*, 23[June 1997], 59–65.
- Puga, C. A., Torres, A. S. S., Paiva, P. C., Yoneshigue-Valentin, Y., & Junqueira, A. O. R. (2019). Multi-year changes of a benthic community in the mid-intertidal rocky shore of a eutrophic tropical bay (Guanabara Bay, RJ – Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 226, 106265. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106265>
- Purcell, J. E. (2012). Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environmental perturbations. *Annual Review of Marine Science*, 4(2009), 209–235. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-120709-142751>
- Purcell, J. E., & Arai, M. N. (2001). Interactions of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: A review. *Hydrobiologia*, 451, 27–44. <https://doi.org/10.1023/A:1011883905394>
- Purcell, J., & Sturdevant, M. (2001). Prey selection and dietary overlap among zooplanktivorous jellyfish and juvenile fishes in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 67–83. <https://doi.org/10.3354/meps210067>
- Puskic, P. S., Lavers, J. L., & Bond, A. L. (2020). A critical review of harm associated with plastic ingestion on vertebrates. *Science of The Total Environment*, 743, 140666. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140666>
- Quaresma, V. S., Bastos, A. C., Leite, M. D., Costa, A., Cagnin, R. C., Grilo, C. F., Zogheib, L. F., & Santos Oliveira, K. S. (2020). The effects of a tailing dam failure on the sedimentation of the eastern Brazilian inner shelf. *Continental Shelf Research*, 205(July). <https://doi.org/10.1016/j.csr.2020.104172>
- Queiroz, H. M., Nóbrega, G. N., Ferreira, T. O., Almeida, L. S., Romero, T. B., Santaella, S. T., Bernardino, A. F., & Otero, X. L. (2018). The Samarco mine tailing disaster: A possible time-bomb for heavy metals contamination? *Science of the Total Environment*, 637–638, 498–506. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.370>
- Queiroz, L. L., Bendia, A. G., Duarte, R. T. D., das Graças, D. A., da Costa da Silva, A. L., Nakayama, C. R., Sumida, P. Y., Lima, A. O. S., Nagano, Y., Fujikura, K., Kitazato, H., & Pellizari, V. H. (2020). Bacterial diversity in deep-sea sediments under influence of asphalt seep at the São Paulo Plateau. *Antonie van Leeuwenhoek*, 113(5), 707–717. <https://doi.org/10.1007/s10482-020-01384-8>
- Quintana, C. O., Bernardino, A. F., de Moraes, P. C., Valdemarsen, T., & Sumida, P. Y. G. (2015). Effects of coastal upwelling on the structure of macrofaunal communities in SE Brazil. *Journal of Marine Systems*, 143, 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.11.003>
- Resgalla, C., Petri, L., da Silva, B. G. T., Brilha, R. T., Araújo, S. A., & Almeida, T. C. M. (2019). Outbreaks, coexistence, and life cycle of jellyfish species in relation to abiotic and biological factors along a South American coast. *Hydrobiologia*, 839(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-03998-0>
- Resgalla, C., Rosseto, A. L., & Haddad, V. (2011). Report of an outbreak of stings caused by Olindias sambaquiensis Muller, 1861 (Cnidaria: Hydrozoa) in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59(4), 391–396. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592011000400009>
- Richardson, A. J., Bakun, A., Hays, G. C., & Gibbons, M. J. (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(6), 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.01.010>
- Rodrigues, E., Cohen, M. C. L., Pessenda, L. C. R., França, M. C., Magalhaes, E., & Yao, Q. (2022). Poleward mangrove expansion in South America coincides with MCA and CWP: a diatom, pollen, and organic geochemistry study. *Quaternary Science Reviews*, 288, 107598.
- Rodríguez-Martínez, R. E., Medina-Valmaseda, A. E., Blanchon, P., Monroy-Velázquez, L. v., Almazán-Becerril, A., Delgado-Pech, B., Vásquez-Yeomans, L., Francisco, V., & García-Rivas, M. C. (2019). Faunal mortality associated with massive beaching and decomposition of pelagic Sargassum. *Marine Pollution Bulletin*, 146(June), 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.015>

- Rosa, L. S., & Cordazzo, C. V. (2007). Perturbações antrópicas na vegetação das dunas da Praia do Cassino (RS). *Cadernos de Ecologia Aquática*, 2(2), 1–12.
- Rosa, V. C., & Copertino, M. (2022). Diversity and Variation of Epiphytic Diatoms on *Ruppia maritima* L., Related to Anthropogenic Impact in an Estuary in Southern Brazil. *Diversity*, 14(10), 787. <https://doi.org/10.3390/d14100787>
- Rosenberg, A. A., Kleisner, K. M., Afflerbach, J., Anderson, S. C., Dickey-Collas, M., Cooper, A. B., Fogarty, M. J., Fulton, E. A., Gutiérrez, N. L., Hyde, K. J. W., Jardim, E., Jensen, O. P., Kristiansen, T., Longo, C., Minte-Vera, C. V., Minto, C., Mosqueira, I., Osio, G. C., Ovando, D., ... Ye, Y. (2018). Applying a New Ensemble Approach to Estimating Stock Status of Marine Fisheries around the World. *Conservation Letters*, 11(1), e12363. <https://doi.org/10.1111/conl.12363>
- Rovai, A. S., Twilley, R. R., Worthington, T. A., & Riul, P. (2022). Brazilian Mangroves: Blue Carbon Hotspots of National and Global Relevance to Natural Climate Solutions. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.787533>
- Rutkowski, T., Schroeder, R., & Resgalla, C. (2018). Occurrences of Jellyfish in the Industrial Fishing Activity of the Southeastern and Southern Regions of Brazil. *Marine and Coastal Fisheries*, 10(2), 144–151. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10017>
- Sá, F., Longhini, C. M., Costa, E. S., da Silva, C. A., Cagnin, R. C., Gomes, L. E. de O., Lima, A. T., Bernardino, A. F., & Neto, R. R. (2021). Time-sequence development of metal(lloid)s following the 2015 dam failure in the Doce river estuary, Brazil. *Science of the Total Environment*, 769, 144532. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144532>
- Santos, M. L. S., Muniz, K., Barros-Neto, B., & Araujo, M. (2008). Nutrient and phytoplankton biomass in the Amazon River shelf waters. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 80(4), 703–717. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652008000400011>
- Santos-Neto, E. B., Azevedo-Silva, C. E., Bisi, T. L., Santos, J., Meirelles, A. C. O., Carvalho, V. L., Azevedo, A. F., Guimarães, J. E., & Lailson-Brito, J. (2014). Organochlorine concentrations (PCBs, DDTs, HCHs, HCB and MIREX) in delphinids stranded at the northeastern Brazil. *Science of The Total Environment*, 472, 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.117>
- Santos, R. G., Machovsky-Capuska, G. E., & Andrade, R. (2021). Plastic ingestion as an evolutionary trap: Toward a holistic understanding. *Science*, 373(6550), 56–60. <https://doi.org/10.1126/science.abh0945>
- Schaeffer-Novelli, Y., de Oliveira Abuchahla, G. M., & Cintrón-Molero, G. (Eds.). (2023). *Brazilian mangroves and salt marshes*. Springer.
- Schaeffer-Novelli, Y., Soriano-Sierra, E. J., Vale, C. C. do, Bernini, E., Rovai, A. S., Pinheiro, M. A. A., Schmidt, A. J., Almeida, R. de, Coelho Júnior, C., Menghini, R. P., Martinez, D. I., Abuchahla, G. M. de O., Cunha-Lignon, M., Charlier-Sarubo, S., Shirazawa-Freitas, J., & Cintrón-Molero, G. (2016). Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 37–52. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160919064sp2>
- Scherner, F., Horta, P. A., Oliveira, E. C., Simonassi, J. C., Hall-Spencer, J. M., Chow, F., Nunes, J. M. C., & Pereira, S. M. B. (2013). Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 76, 106–115.
- Schneider, F., Parsons, S., Clift, S., Stolte, A., & McManus, M. C. (2018). Collected marine litter - A growing waste challenge. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 162–174. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.011>
- Schroeder, R., Branco, J. O., Freitas, F., & Resgalla, C. (2014). Evaluación preliminar de la captura incidental de medusas capturadas frente al sur y sureste de Brasil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(2), 289–300. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue2-fulltext-1>
- Secchi, E. R. (2010). Life History and Ecology of Franciscana, *Pontoporia blainvilieei* (Cetacea, Pontoporiidae). Pp: 301–321. Em: Shostell, J. M., & Ruiz-Garcia, M. (Eds.). *Biology, Evolution and Conservation of River Dolphins within South America*

- and Asia. Vol. 1, Hauppange: Nova Science Publishers Inc. Hauppange.
- Secchi, E. R., Cremer, M. J., Danilewicz, D., & Lailson-Brito, J. (2021). A synthesis of the ecology, human-related threats and conservation perspectives for the endangered franciscana dolphin. *Frontiers in Marine Science*. doi: <http://dx.doi.org/10.3389/fmars.2021.617956>
- Secchi, E., Santos, M. P., & Reeves, R. (2018). Sotalia guianensis. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T181359A50386256. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T181359A50386256.en>. Downloaded on 10 April 2022.
- Secchi, E. R., & Zarzur, S. (1999). Plastic debris ingested by a Blainville's beaked whale, Mesoplodon densirostris, washed ashore in Brazil. *Aquatic Mammals*, 25 (1):21-24.
- Seeliger, U. (Ed.). (1991). *Coastal Plant Communities of Latin America*, Academic Press.
- Seeliger, U., Odebrecht, C., & Castello, J. P. (Eds.). (1997). *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Berlin: Springer.
- Servino, R. N., Gomes, L. E. de O., & Bernardino, A. F. (2018). Extreme weather impacts on tropical mangrove forests in the Eastern Brazil Marine Ecoregion. *Science of The Total Environment*, 628-629, 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.068>
- Short, F. T., Mckenzie, L. J., Coles, R. G., Vidler, K. P., & Gaeckle, J. L. (2006). *SeagrassNet: Manual for scientific monitoring of seagrass habitat*. New Hampshire: Wordwide: 75 p.
- Signori, C. N. (2014). *Chemosynthesis and bacterial production in marine ecosystems: quantification, importance and regulatory factors*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Signori, C. N., Lima, A. O. de S., Nakayama, C. R., & Pellizari, V. H. (2020). Deep-Sea Microbes in the Southwestern Atlantic. Em: Sumida, P. Y. G., Bernardino, A. F. & Léo, F. C. (Eds.), *Brazilian Deep-Sea Biodiversity*. pp. 133–151. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53222-2_6
- Silva, A. F. da. (2015). *Comunidades macrofaunais bênticas associadas às algas de deriva e à grama marinha Halodule wrightii Ascherson na Ilha do Japonês, Cabo Frio, RJ*. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Evolução, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Silva, B. M., Bugoni, L., Almeida, B. A., Giffoni, B. B., Alvarenga, F. S., Brondizio, L. S., & Becker, J. H. (2017). Long-term trends in abundance of green sea turtles (*Chelonia mydas*) assessed by non-lethal capture rates in a coastal fishery. *Eco-logical indicators*, 79, 254-264.
- Silva, M., Barreiro, A., Rodriguez, P., Otero, P., Azevedo, J., Alfonso, A., Botana, L., & Vasconcelos, V. (2013). New Invertebrate Vectors for PST, Spiroliides and Okadaic Acid in the North Atlantic. *Marine Drugs*, 11(6), 1936–1960. <https://doi.org/10.3390/md11061936>
- Silva, R. R., Pereira, J., Tanajura, C. A., Lentini, C. A., Cirano, M., Boersma, P. D., & Rodrigues, R. R. (2012). Occurrence of Magellanic penguins along the Northeast Brazilian coast during 2008 austral winter. *The Scientific World Journal*. <https://doi.org/10.1100/2012/686184>
- Simões, E., Vieira, R. C., Schramm, M. A., Mello, D. F., de Almeida Pontinha, V., da Silva, P. M., & Barracco, M. A. (2015). Impact of harmful algal blooms (*Dinophysis acuminata*) on the immune system of oysters and mussels from Santa Catarina, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(4), 773–781. <https://doi.org/10.1017/S0025315414001702>
- Sissini, M. N., Berchez, F., Hall-Spencer, J., Ghilardi-Lopes, N., Carvalho, V. F., Schubert, N., Koerich, G., Diaz-Pulido, G., Silva, J., Serrão, E., Assis, J., Santos, R., Floeter, S. R., Rörig, L., Barufi, J. B., Bernardino, A. F., Francini-Filho, R., Turra, A., Hofmann, L. C., ... Horta, P. A. (2020). Brazil oil spill response: Protect rhodolith beds. *Science*, 367(6474), 156–156. <https://doi.org/10.1126/science.aba2582>
- Sissini, M. N., de Barros Barreto, M. B. B., Szečhy, M. T. M., de Lucena, M. B., Oliveira, M. C., Gower,

- J., Liu, G., de Oliveira Bastos, E., Milstein, D., Gusmão, F., Martinelli-Filho, J. E., Alves-Lima, C., Colepicolo, P., Ameka, G., de Graftjohnson, K., Gouveia, L., Torrano-Silva, B., Nauer, F., Marcos De Castro Nunes, J., ... Horta, P. A. (2017). The floating Sargassum (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean - Likely scenarios. *Phycologia*, 56(3), 321–328. <https://doi.org/10.2216/16-92.1>
- Smetacek, V., & Zingone, A. (2013). Green and golden seaweed tides on the rise. *Nature*, 504(7478), 84–88. <https://doi.org/10.1038/nature12860>
- Soares, M. O., Kitahara, M. V., Santos, M. E. A., Bejarano, S., Rabelo, E. F., & Cruz, I. C. S. (2022). The flourishing and vulnerabilities of zoantharians on Southwestern Atlantic reefs. *Marine Environmental Research*, 173, 105535. <https://doi.org/10.1016/J.MARENVR.2021.105535>.
- Soares, M. O., Matos, E., Diniz, B., Paiva, S. V., Gurgel, A. L., Lucas, C. C., Freitas, J. E. P., Teixeira, C. E. P., Guerra, R. G. P., Barros, E. L., Kitahara, M., Capel, K. C. C., Cotovicz Jr., L. C., Cruz, I. C. S., Rabelo, E. F. (no prelo). Chapter 10 - Climate change and local impacts threaten Brazilian coral reefs. Em: Kikuchi R. K. P., Leão, Z. M. A. N., De Araujo, M. E., Lotufo, T. M. C. (Eds.) *Brazilian coral reefs - A multidisciplinary approach*, Springer.
- Soares, M. O., Rossi, S., Gurgel, A. R., Lucas, C. C., Tavares, T. C. L., Diniz, B., Feitosa, C. V., Rabelo, E. F., Pereira, P. H. C., Kikuchi, R. K. P. de, Leão, Z. M. A. N., Cruz, I. C. S., Carneiro, P. B. de M., & Alvarez-Filip, L. (2021). Impacts of a changing environment on marginal coral reefs in the Tropical Southwestern Atlantic. *Ocean & Coastal Management*, 210, 105692. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2021.105692>
- Soares, M. O., Teixeira, C. E. P., Ferreira, S. M. C., Gurgel, A. L. A. R., Paiva, B. P., Menezes, M. O. B., Davis, M., & Tavares, T. C. L. (2019). Thermal stress and tropical reefs: mass coral bleaching in a stable temperature environment? *Marine Biodiversity*, 49(6), 2921–2929. <https://doi.org/10.1007/s12526-019-00994-4>
- Sordo, L., Fournier, J., de Oliveira, V. M., Gern, F., de Castro Panizza, A., & da Cunha Lana, P. (2011). Temporal variations in morphology and biomass of vulnerable Halodule wrightii meadows at their southernmost distribution limit in the southwestern Atlantic. *Botanica Marina*, 54(1), 13–21. <https://doi.org/10.1515/BOT.2011.007>
- Souter, D., Planes, S., Wicquart, J., Logan, M., Obura, D. & Staub, F. (2021) *Status of Coral Reefs of the World: 2020 Executive Summary*. Global corals reef monitoring network. Disponível em: <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2021/10/Chapter-7.-Status-and-trends-of-coral-reefs-of-the-East-Asian-Seas-region.pdf>
- Souza, C. M. Jr., Shimbo, J. Z., Rosa, M. R., Parente, L. L., Alencar, A. A., Rudorff, B. F. T., Hasenack, H., Matsumoto, M., Ferreira, L. G., Souza-Filho, P. W. M., Oliveira, S. W. de, Rocha, W. F., Fonseca, A. V., Marques, C. B., Diniz, C. G., Costa, D., Monteiro, D., Rosa, E. R., Vélez-Martin, E., Weber, E. J., Lentti, F. E. B., Paternost, F. F., Pareyn, F. G. C., Siqueira, J. V., Viera, J. L., Ferreira Neto, L. C., Saraiva, M. M., Sales, M. H., Salgado, M. P. G., Vasconcelos, R., Galano, S., Mesquita, V. V., & Azevedo, T. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing*, Vol. 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.
- Souza-Filho, P. W. M., Gonçalves, F. D., Rodrigues, S. W. P., Costa, F. R., & Miranda, F. P. (2009). Multi-Sensor Data Fusion for Geomorphological and Environmental Sensitivity Index Mapping in the Amazonian Mangrove Coast, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 1592–1596.
- Souza, R. B., Copertino, M. S., Fisch, G., Santini, M. F., Pinaya, W. H. D., Furlan, F. M., Alves, R. de C. M., Möller, O. O., & Pezzi, L. P. (2022). Salt marsh-atmosphere CO₂ exchanges in Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.892857>
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Halpern, B. S., Jorge, M. A., Lombana, A., Lourie, S. A., Martin, K. D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C. A., & Robertson, J. (2007). Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience*, 57(7), 573–583. <https://doi.org/10.1641/B570707>

- Steigleder, K. M., Copertino, M. S., Lanari, M., Camargo, M., & Fujii, M. T. (2019). Latitudinal gradient in intertidal seaweed composition off the coast of southern Brazil and Uruguay. *Aquatic Botany*, 156, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2019.04.003>
- Stelzer, P. S., Mazzuco, A. C. A., Gomes, L. E., Martins, J., Netto, S., & Bernardino, A. F. (2021). Taxonomic and functional diversity of benthic macrofauna associated with rhodolith beds in SE Brazil. *PeerJ*, 9, e11903. <https://doi.org/10.7717/peerj.11903>
- Széchy, M. T. M. de, Guedes, P. M., Baeta-Neves, M. H., & Oliveira, E. N. (2012). Verification of *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon (Heterokontophyta: Phaeophyceae) from the Sargasso Sea off the coast of Brazil, western Atlantic Ocean. *Check List*, 8(4), 638. <https://doi.org/10.15560/8.4.638>
- Széchy, M. T. M., Koutsoukos, V. S., & Barboza, C. A. M. (2017). Long-term decline of brown algal assemblages from southern Brazil under the influence of a nuclear power plant Long-term decline of brown algal assemblages from southern Brazil under the influence of a nuclear power plant. *Ecological Indicators*, 80, 258–267. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.019>
- Teixeira-Amaral, P., Rodrigues de Lemos, V., Muñagata, E., & Nagata, R. M. (2021). Temporal dynamics of mesoplanktonic cnidarians in a subtropical estuary: Environmental drivers and possible trophic effects. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 249(November). <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107076>
- Teixeira, C. D., Chiroque-Solano, P. M., Ribeiro, F. v, lis Carlos-Jú niorID, L. A., Neves, L. M., Salomon, P. S., Salgado, L. T., Falsarella, L. N., Cardoso, G. O., Villela, L. B., Freitas, M. O., Moraes, F. C., Bastos, A. C., & Moura, R. L. (2021). Decadal [2006-2018] dynamics of Southwestern Atlantic's largest turbid zone reefs. *PLoS ONE*, 16(2), e0247111. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247111>
- Teixeira, C. D., Leitão, R. L. L., Ribeiro, F. v., Moraes, F. C., Neves, L. M., Bastos, A. C., Pereira-Filho, G. H., Kampel, M., Salomon, P. S., Sá, J. A., Falsarella, L. N., Amario, M., Abieri, M. L., Pereira, R. C., Amado-Filho, G. M., & Moura, R. L. (2019). Sustained mass coral bleaching [2016–2017] in Brazilian turbid-zone reefs: taxonomic, cross-shelf and habitat-related trends. *Coral Reefs*, 38(4), 801–813. <https://doi.org/10.1007/s00338-019-01789-6>
- Teixeira, S. G., & Souza Filho, P. W. M. e. (2009). Mapeamento de ambientes costeiros tropicais (Golfão Maranhense, Brasil) utilizando imagens de sensores remotos orbitais. *Revista Brasileira de Geofísica*, 27, 69–82. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2009000500006>
- Tenório, G. S., Souza-Filho, P. W. M., Ramos, E. M. L. S., & Alves, P. J. O. (2015). Mangrove shrimp farm mapping and productivity on the Brazilian Amazon coast: Environmental and economic reasons for coastal conservation. *Ocean & Coastal Management*, 104, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.ocemoaman.2014.12.006>
- Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A., & Simard, M. (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS ONE*, 12(6), e0179302. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179302>
- Tibiriçá, C. E. J. de A., Fernandes, L. F., & Mafra-Júnior, L. L. (2015). SEASONAL AND SPATIAL PATTERNS OF TOXIGENIC SPECIES OF Dinophysis AND Pseudo-nitzschia IN A SUBTROPICAL BRAZILIAN ESTUARY. *Brazilian Journal of Oceanography*, 63(1), 17–32. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592015071906301>
- Tibiriçá, C., Leite, I., Batista, T., Fernandes, L., Chomérat, N., Herve, F., Hess, P., & Mafra, L. (2019). Ostreopsis cf. ovata Bloom in Currais, Brazil: Phylogeny, Toxin Profile and Contamination of Mussels and Marine Plastic Litter. *Toxins*, 11(8), 446. <https://doi.org/10.3390/toxins11080446>
- Turra, A., & Denadai, M. R. (2016). Linking biodiversity and Global Environmental Changes in Brazilian coastal habitats. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 3–4. <https://doi.org/10.1590/S1679-87592016064sp2ed>
- Vale, N. F., Braga, J. C., de Moura, R. L., Salgado, L. T., de Moraes, F. C., Karez, C. S., ... & Bastos, A.

- C. [2022]. Distribution, morphology and composition of mesophotic 'reefs' on the Amazon Continental Margin. *Marine Geology*, 447, 106779.
- Valentin, J. L., Gouvêa, G. V., & Gomes, C. L. [2020]. MESOZOOPLÂNTON E MASSAS D'ÁGUA NA BAÍA DE GUANABARA: DEZ ANOS DE MONITORAMENTO. *Oecologia Australis*, 24(02), 349–364. <https://doi.org/10.4257/oeco.2020.2402.09>
- Varzim, C. S., Hadlich, H. L., Andrade, R., Mazzucco, A. C. de A., & Bernardino, A. F. [2019]. Tracing pollution in estuarine benthic organisms and its impacts on food webs of the Vitoria Bay estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 229, 106410. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106410>
- Vasconcelos, E. R. T. P. P., Vasconcelos, J. B., Reis, T. N. de V., Cocentino, A. de L. M., Mallea, A. J. A., Martins, G. M., Neto, A. I., & Fujii, M. T. [2019]. Macroalgal responses to coastal urbanization: relative abundance of indicator species. *Journal of Applied Phycology*, 31(2), 893–903. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1639-3>
- Vermeulen, E., Fruet, P., Costa, A., Coscarella, M., Laporta, P. [2019]. *Tursiops truncatus* Ssp. *Geophyreus*. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T134822416A135190824.en>. Acesso em: 10 de Abril de 2022.
- Vezzone, M., dos Anjos, R. M., Cesar, R. G., Muniz, M., Cardoso, R., Felizardo, J. P., Vasconcelos, D., & Polivanov, H. [2021]. Using stable isotopes to discriminate anthropogenic impacts of the sedimentary organic matter pollution in the Rodrigo de Freitas Lagoon (RJ, Brazil). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(4), 4515–4530. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10835-8>
- Viana, T. V., Fistarol, G. O., Amario, M., Menezes, R. B., Carneiro, B. L. R., Chaves, D. M., Hargreaves, P. I., Silva-Lima, A. W., Valentin, J. L., Tenenbaum, D. R., Arruda, E. F., Paranhos, R., & Salomon, P. S. [2019]. Massive Blooms of *Chattonella subsalsa* Biecheler (Raphidophyceae) in a Hypereutrophic, Tropical Estuary—Guanabara Bay, Brazil. *Frontiers in Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00085>
- Vianna, M. L., Menezes, V. V., Pezza, A. B., & Simmonds, I. [2010]. Interactions between Hurricane Catarina (2004) and warm core rings in the South Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 115(C7), C07002. <https://doi.org/10.1029/2009JC005974>
- Vicente, T. M., Yamashita, C., Sousa, S. H. de M. e., & Ciotti, A. M. [2021]. Evaluation of the relationship between biomass of living (stained) benthic foraminifera and particulate organic matter vertical flux in an oligotrophic region, Campos Basin, southeastern Brazilian continental margin. *Journal of Sea Research*, 176(August), 102110. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2021.102110>
- Vilar, C. C., Andrade, R., Szablak, F. T., Guabiruba, H. C., Pichler, H. A., Bastos, K. V., de Lima, L. R. S., Bastos, P. G. P., Martins, R. F., Rodrigues, V. L. A., Hostim-Silva, M., & Joyeux, J.-C. [2022]. Variability in nearshore fish biodiversity indicators after a mining disaster in eastern Brazil. *Marine Environmental Research*, 175, 105565. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2022.105565>
- Vooren, C. M., & Klipper, S. [2005]. *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Porto Alegre: Igare, 262p.
- Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B., & Montoya, J. P. [2019]. The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, 365(6448), 83–87. <https://doi.org/10.1126/science.aaw7912>
- Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J. B., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J. W., Heck, K. L., Hughes, A. R., Kendrick, G. A., Kenworthy, W. J., Short, F. T., & Williams, S. L. [2009]. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12377–12381. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>
- Wedekin, L. L., Engel, M. H., Andriolo, A., Prado, P. I., Zerbini, A. N., Marcondes, M. M. C., ... & Simões-Lopes, P. C. [2017]. Running fast in the slow lane: rapid population growth of humpback whales after exploitation. *Marine Ecology Progress Series*, 575, 195–206. doi: <https://doi.org/10.3354/meps12211>
- Werlang, C. C., de Souza, M. S., Fonseca Costa, L.

- D., Céspedes Campos, M. C., & Yunes, J. S. (2020). Toxigenic phytoplankton groups and neurotoxin levels related to two contrasting environmental conditions at the coastal area of Rio de Janeiro (west of South Atlantic). *Toxicon*, 184, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.06.016>
- Wetherbee, B. M., Gruber, S. H., Rosa, R. S. (2007) Movement patterns of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris* within Atol das Rocas, Brazil: a nursery characterized by tidal extremes. *Mar Ecol Prog Ser* 343:283–293. <https://doi.org/10.3354/meps06920>
- WMO. (2023). World Meteorological Organization State of the Global Climate 2022. 55p.
- WOA II. (2021). *The Second World Ocean Assessment: World Ocean Assessment II*. United Nations, New York: UN Press.
- Yang, H., Lohmann, G., Krebs-Kanzow, U., Ionita, M., Shi, X., Sidorenko, D., Gong, X., Chen, X., & Gowan, E. J. (2020). Poleward Shift of the Major Ocean Gyres Detected in a Warming Climate. *Geophysical Research Letters*, 47(5). <https://doi.org/10.1029/2019GL085868>
- Yang, H., Lohmann, G., Wei, W., Dima, M., Ionita, M., & Liu, J. (2016). Intensification and poleward shift of subtropical western boundary currents in a warming climate. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121(7), 4928–4945. <https://doi.org/10.1002/2015JC011513>
- Yogui, G. T., de Oliveira Santos, M. C., & Montone, R. C. (2003). Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) from the Cananéia estuary, southeastern Brazil. *Science of The Total Environment*, 312(1–3), 67–78. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00198-0](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00198-0)
- Yokota, L., & Lessa, R. P. (2006). A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 75, 349–360.
- Zabaleta, I., Bizkarguenaga, E., Nunoo, D. B. O., Schultes, L., Leonel, J., Prieto, A., Zuloaga, O., & Benskin, J. P. (2018). Biodegradation and Uptake of the Pesticide Sulfluramid in a Soil–Carrot Mesocosm. *Environmental Science & Technology*, 52(5), 2603–2611. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03876>
- Zacharias, D. C., Gama, C. M., & Fornaro, A. (2021). Mysterious oil spill on Brazilian coast: Analysis and estimates. *Marine Pollution Bulletin*, 165(January), 112125. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112125>
- Zamboni, A., Dias, M., & Iwanicki, L. (2020). *Auditória da pesca Brasil 2020: uma avaliação integrada da governança, da situação dos estoques e das pescarias*. Brasília: Oceana Brasil. 64p.
- Zamponi, M. O., & Mianzam, H. W. (1985). La mecánica de captura y alimentación de Olindias sambaquiensis Müller, 1861 (Limnomedusae) en el medio natural y en condiciones experimentales. *Hist Nat*, 269–278.
- Zerbini, A. N., Adams, G., Best, J., Clapham, P. J., Jackson, J. A., & Punt, A. E. (2019). Assessing the recovery of an Antarctic predator from historical exploitation. *Royal Society Open Science*, 6(10), 190368. <https://doi.org/10.1098/rsos.190368>

CAPÍTULO 3: VETORES DE MUDANÇA DA BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Coordenadores de capítulo: Luciana Travassos, João Luiz Nicolodi, Eduardo Siegle

Autores líderes: Claudio Egler, Lucia Sousa e Silva, Renato Rodrigues Neto, Bianca Bentes, Tatiane Medeiros, Miguel da Costa Accioly, Patrícia de Menezes Cardoso

Jovem pesquisadora: Carla Elliff

Autores contribuintes: Jurandir Cesário do Prado, Maria José Pacheco, Robson Dias Possidonio

Sugestão de citação: Travassos, L., Nicolodi, J. L., Siegle, E., Elliff, C., Accioly, M.C., Bentes, B., Cardoso, P.M., Egler, C., Medeiros, T., Rodrigues Neto, R., Sousa e Silva, L. (2024). Vetores de Mudança da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos da Zona Marinha-Costeira. Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. pp. 128-169. doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.cap03

Sumário Executivo

Uma boa governança tende a reduzir impactos antrópicos nos biomas (*estabelecido, mas incompleto*) {3.2.1}. Os instrumentos de planejamento e gestão incidentes na porção marinha-costeira do território, quando elaborados (ou adaptados) para atuarem de forma integrada e estratégica entre setores e níveis de governo, tendem a contribuir para uma boa governança. Destacam-se o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc) e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) como oportunidades de integração, a fim de evitar desperdício de recursos, tempo e retrabalho técnico de construção e análise de bancos de dados que são a base desses instrumentos de planejamento. No entanto, há lacunas de implementação e problemas de fragmentação nessas políticas públicas que comprometem sua eficácia.

O reconhecimento e a titulação coletiva dos territórios de povos e comunidades tradicionais contribui para a promoção da conservação e/ou restauração da biodiversidade e da sociobiodiversidade (*estabelecido, mas incompleto*) {3.2.2}. Povos indígenas e comunidades locais desempenham um papel central na conservação da biodiversidade e na manutenção dos serviços ecossistêmicos que geram bem-estar humano. As florestas conservadas por povos indígenas e comunidades tradicionais são importantes para a mitigação da crise climática na escala local, regional e global. No Brasil, as áreas mais preservadas são aquelas habitadas e utilizadas por essas populações que praticam seus modos de vida segundo os conhecimentos ancestrais de coexistência com a natureza. Sabe-se, entretanto, que não existe justiça climática e ambiental sem

que haja justiça racial e territorial. A garantia dos direitos territoriais e a inclusão desses direitos nos instrumentos de planejamento e gestão territorial auxiliam na reparação das injustiças socioambientais e incentivam o uso racional e sustentável dos recursos naturais costeiros.

A participação social tem sido limitada no país, trazendo consequências para a biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos (*estabelecido, mas incompleto*) {3.2.2}. Desde a Constituição de 1988, o Brasil conta com diversas instâncias já regulamentadas de participação social (ex. assembleias, fóruns regionais, conselhos), mas a participação não tem sido fomentada a contento (ex. falta apoio para a participação da sociedade civil em conselhos). Se efetivamente implementadas, respeitando-se a participação da sociedade civil organizada, tais instâncias podem contribuir para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. O fortalecimento da ampla participação social em instâncias formais de gestão territorial, como as áreas protegidas, tem colaborado para uma maior resiliência dessas áreas e, consequentemente, para a provisão de seus serviços ecossistêmicos.

O processo intenso e não planejado de urbanização do litoral brasileiro agravado, entre outros fatores, pelo grande contingente de populações flutuantes em períodos de veraneio impacta a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Esse processo contribui em muito para a expansão urbana sobre áreas ainda preservadas e promove, em seu cerne, desigualdades territoriais e injustiça ambiental e social (*bem estabelecido*) {3.3.1; 3.3.2}. A partir da década de 1950, a urbanização do litoral intensificou-se com a implantação da infraestrutura rodoviária e com a expansão de estruturas industriais, logísticas, portuárias e turísticas. Dentre os principais impactos dessa urbanização destacam-se a valorização fundiária, a expulsão da população mais vulnerável para áreas frágeis do ponto de vista ambiental – com perda de acesso a territórios de moradia e de trabalho (ex. acesso dos pescadores ao mar) – e a consolidação de núcleos urbanos sem infraestrutura de saneamento básico e, em muitos casos, em áreas de alto risco geológico (ex. deslizamento de encostas e inundações).

O adensamento e a diversificação de infraestruturas na zona marinha-costeira têm gerado ameaças para a biodiversidade (*estabelecido, mas incompleto*) {3.3.2}. Manguezais e áreas inundáveis foram aterrados e ocupados para a instalação de cais e atracadouros. A industrialização acentuou a construção de ferrovias e rodovias que conectam os portos com terras interioranas, causando efeitos diretos e indiretos sobre os ecossistemas da zona costeira estudados em diversos estados. Atualmente, o sistema portuário brasileiro está em grande parte orientado para um conjunto de mercadorias a granel, sobretudo minérios, petróleo e grãos. A extração de petróleo e gás natural em águas profundas e ultraprofundas nos campos do pré-sal agravou a concentração de equipamentos portuários em locais selecionados, intensificando o trânsito de embarcações para apoio logístico às plataformas flutuantes. Tais equipamentos e embarcações podem contribuir para a degradação e a supressão de habitats, atuando como fonte de contaminação.

A atividade pesqueira e a aquicultura cresceram muito nas últimas décadas, em resposta à demanda por pescado e derivados que contribuem para o bem-estar humano. Por outro lado, quando praticadas de forma irresponsável, elas vêm desencadeando alterações nos ecossistemas (*bem estabelecido*) {3.3.3}. A pesca excessiva (ou “sobrepesca”), com destaque para o setor industrial, produz danos não somente aos recursos de interesse comercial, mas aos ecossistemas como um todo. A captura da fauna acompanhante (*bycatch*) chega a ser maior que a das espécies-alvo, com 361.000 toneladas/ano de organismos marinhos capturados como *bycatch* no Brasil. Além disso, a pesca de arrasto degrada o fundo do mar e promove a suspensão de sedimentos. A pesca fantasma - resultante da perda ou do descarte de petrechos no mar - tem também impacto significativo na biodiversidade e nos estoques pesqueiros. A aquicultura pode contribuir para a perda de biodiversidade por meio da eutrofização, da liberação de resíduos químicos e de efluentes, da introdução e do escape de animais exóticos (como peixes e camarões), da destruição de manguezais e outros habitats, da dispersão de parasitas e doenças, e da introdução de organismos patogênicos. Apesar de o crescimento da aquicultura não ter sido tão expressivo diante do potencial do setor, os problemas a ela associados alertam para a necessidade de um cuidado especial nessa expansão.

Os registros de espécies exóticas e invasoras têm aumentado no país e causado impactos à biodiversidade e na provisão de serviços ecossistêmicos (*bem estabelecido*) {3.3.4}. Diversas espécies exóticas e invasoras se estabeleceram no Brasil, tanto no ambiente de água doce (ex. *Macrobrachium rosenbergii* e *Oreochromis niloticus*) como no marinho (ex. *Litopenaeus vannamei* e *Pterois volitans*). Embora possam apresentar algumas vantagens para a produção de alimentos, sem o acompanhamento adequado esses organismos afetam as espécies nativas e o funcionamento dos ecossistemas. As regiões insulares são particularmente vulneráveis aos impactos relacionados às invasões biológicas, sobretudo pelo seu endemismo e isolamento, a exemplo de Fernando de Noronha e da Ilha da Trindade.

A diversificação das atividades industriais tem gerado uma variedade e uma quantidade cada vez maiores de contaminantes nos ambientes marinhos e costeiros. Os poluentes mais estudados, com efeitos cumulativos e sinérgicos, são os metais, o petróleo e seus derivados, os nutrientes, o lixo no mar, os pesticidas, os poluentes emergentes (ex. fármacos) e o dióxido de carbono (*bem estabelecido*) {3.3.5}. Na zona marinha-costeira do país destacam-se os impactos fisiológicos, ecológicos e, inclusive, socioeconômicos desses poluentes, em especial nas áreas próximas à infraestrutura urbana e industrial, como portos e polos industriais. Dada a conectividade do Oceano, mesmo áreas distantes da costa podem ser fonte de poluição e afetar áreas remotas. O derramamento de petróleo na costa Nordeste do Brasil, em 2019, é um caso notável e recente de poluição em nosso litoral, impactando a economia de diversos municípios litorâneos e o bem-estar de seus habitantes.

As mudanças climáticas, decorrentes de atividades humanas que implicam na emissão de CO₂ – incluindo queima de combustíveis fósseis e incêndios florestais

por todo o planeta –, aumentam a vulnerabilidade social e ambiental da costa brasileira (*estabelecido, mas incompleto*) {3.3.1; 3.3.4; 3.3.5; 3.4}. A elevação do nível do mar, a alteração no regime de ventos e ondas, o aumento da frequência de extremos climáticos e o aumento da temperatura constituem grandes desafios a serem enfrentados em áreas urbanizadas localizadas na zona costeira. Figuram ainda como efeitos negativos das mudanças climáticas na biodiversidade do país o branqueamento dos corais e a dissolução dos esqueletos de algas formadas por carbonato de cálcio. O aquecimento climático também influencia o incremento do número de espécies invasoras.

Os ecossistemas e a biodiversidade são afetados por vetores de mudança de maneira sinérgica, complexa e geralmente pouco percebida (*bem estabelecido*) {3.3.6}. O crescimento econômico – diretamente relacionado ao aumento do consumo – tende a gerar desigualdades sociais e degradação ambiental. Políticas que favorecem o crescimento econômico em detrimento da segurança humana e da conservação ambiental podem acarretar desastres socioambientais com custos e perdas inestimáveis. Por exemplo, o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, a 600 km da costa, levou lama tóxica a 770 km² de mar, evidenciando a conectividade terra-mar. Tal desastre é resultante de uma sinergia entre vetores indiretos (ex. crescimento econômico, dinâmica demográfica e (má) governança) e diretos (ex. mudança no uso do solo/alteração de habitats) que ocasionou a destruição de inúmeros ecossistemas e impactou milhares de pessoas, incluindo povos indígenas e populações tradicionais. As mudanças climáticas atuam de maneira sinérgica com outros vetores diretos de mudança, como alteração de habitat, sobre pesca, poluição e espécies exóticas invasoras, intensificando a magnitude dos efeitos cumulativos desses vetores e originando cenários complexos para a gestão.

Uma melhor compreensão dos vetores de mudança que incidem na zona marinha e costeira do Brasil requer investimento em pesquisa. É preciso investigar e conhecer as origens, os processos, as tendências e os efeitos diretos e indiretos de diferentes atividades humanas sobre a natureza (*estabelecido, mas incompleto*) {3.5}. Faltam informações sobre a estrutura e o funcionamento do ambiente marinho e costeiro (ver Capítulo 1) e não há programas de monitoramento de longa duração, o que representa uma lacuna crítica para a obtenção de dados sobre os vetores de mudança e seus efeitos na qualidade ambiental (ver Capítulo 2) e nos benefícios da natureza para as pessoas (ver Capítulo 1). Existem também irregularidades na produção de dados sobre as dinâmicas territoriais, a exemplo do atraso para a realização da última coleta do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No entanto, as lacunas existentes não justificam a inação sobre problemas já conhecidos e seus impactos sinérgicos. Devem ainda ser fomentadas pesquisas sobre estratégias e técnicas para o enfrentamento dos vetores de mudança (ex. medidas de mitigação e adaptação), considerando o fortalecimento de processos de governança participativa e de co-construção de conhecimento e de soluções.

3.1. Introdução

Vetores de mudança, no âmbito da IPBES, são todos os fatores que afetam a natureza, os bens antropogênicos e as contribuições da natureza para as pessoas e para a qualidade de vida. São diversos os vetores que levam a alterações na biodiversidade e nos ecossistemas, como uso de recursos, resíduos gerados por atividades humanas e mudanças ambientais, ocasionadas por causas naturais ou antrópicas.

Os vetores podem ser divididos em dois grupos: indiretos e diretos (Bustamante & Metzger, 2019). Os indiretos envolvem aspectos socioeconômicos, políticos e sistemas de governança em todo o seu contexto de normatização e de tomada de decisão. Estes tendem a influenciar a relação do ser humano com a natureza, podendo ser causadores de mudanças ambientais exógenas aos ecossistemas. Exemplos que podem ilustrar são instituições (públicas e privadas), regulação, ativos financeiros, tecnologias e conhecimento (formal e não formal).

Os vetores diretos podem ser agrupados em naturais e antropogênicos (MDZC, 2008). Os primeiros estão além da capacidade de controle por parte da sociedade, como os que têm relação com aspectos climáticos (secas, ondas de frio, ciclones, inundações etc.) (Egler & Gusmão, 2014; Polette & Lins-de-Barros, 2012; Asmus *et al.*, 2019; Braga *et al.*, 2021). Importante destacar nesse contexto a questão das mudanças climáticas e sua influência nas zonas costeiras, as quais foram detalhadas no Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013). Já os vetores diretos de origem antropogênica são aqueles que resultam de interferências humanas, como portos, dragagens, modificação dos cursos d'água ou atividade pesqueira.

Este capítulo irá abordar processos que levam às transformações e à degradação da zona marinha-costeira do país. O texto focaliza os principais vetores diretos e indiretos de mudanças incidentes na zona marinha-costeira, bem como suas implicações na relação entre a conservação da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos.

Diversos autores já descreveram e discutiram a gestão com base em serviços ecossistêmicos na zona costeira do Brasil com as mais variadas abordagens (da Veiga Lima *et al.*, 2016; Scherer & Asmus, 2016; Asmus *et al.*, 2018, 2019; Figueiroa *et al.*, 2020; Latawiec *et al.*, 2020; Scherer *et al.*, 2020; Andrade & Turra, 2021; Araujo *et al.*, 2021; Correa *et al.*, 2021; da Silva & Scherer, 2021; Jardeweski *et al.*, 2021; Xavier *et al.*, 2022). Um fator convergente nessa questão é a importância da manutenção da qualidade dos serviços ecossistêmicos como premissa para o desenvolvimento de uma economia sustentável.

Inicialmente são apresentados alguns vetores de mudança indiretos, com ênfase na conjuntura socioeconômica da zona marinha-costeira, nos aspectos institucionais e nas políticas públicas que têm papel relevante na configuração de usos do espaço geográfico. Há um enfoque também na gestão coletiva da biodiversidade por parte de populações tradicionais.

Em um segundo momento são analisados os vetores com incidência direta no território (com caráter antropogênico), como mudanças no uso e na cobertura da terra, pesca e aquicultura, invasões biológicas e a poluição relacionada a ciclos biogeoquímicos.

O capítulo finaliza com uma análise dos conceitos de importação e exportação ecossistêmica e de serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, as bacias hidrográficas e as dinâmicas costeiras (continente/Oceano) e atmosféricas (ventos e chuvas, salinidade do ar amenizando poluição, circulação).

3.2. Vetores de mudança indiretos

Dois vetores indiretos serão tratados no capítulo: (i) os sistemas de governança e as instituições; e (ii) a gestão coletiva da biodiversidade, levando em conta a grande presença de territórios de populações tradicionais no litoral.

3.2.1. Sistemas de governança, gestão e instituições

O conceito de governança envolve noções de mediação nas relações entre Estado e sociedade civil, a partir da construção de alianças e da cooperação (Jacobi, 2005). Conforme Kooiman e Jentoft (2009), a governança é mais ampla que a gestão, a qual possui aspectos mais técnicos que englobam conjuntos de instrumentos e ferramentas. No caso específico de sistemas de governança em zonas marinhas-costeiras, o conceito de território é outro pilar a ser considerado, de preferência em conjunto com a gestão e o planejamento (Nicolodi, 2021). O planejamento de um território é uma construção social que tende a atender interesses políticos, resultando em práticas hegemônicas e contra-hegemônicas (Limonad, 2004).

Para Polette (2020), o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) habilita a plena governança da zona costeira, por meio de uma ampla articulação de políticas públicas (setoriais, ambientais e urbanas) destinadas a otimizar o seu potencial de desenvolvimento e a validar os instrumentos dessas políticas como elementos-chave da gestão territorial, permitindo assim sua implementação no âmbito da governabilidade.

Diversas são as políticas públicas e os respectivos instrumentos de gestão incidentes na zona marinha-costeira brasileira. Além do conjunto de políticas setoriais (energia, turismo, maricultura, construção civil etc.), esse espaço geográfico possui um sistema específico de gestão, denominado de Gerenciamento Costeiro Integrado, com foco na porção emersa da zona costeira e até o limite do mar territorial (12 milhas náuticas). A política de gerenciamento costeiro no país foi efetivamente implementada em 1988, alguns meses antes da promulgação da Constituição, pela Lei 7.661/88 e regulamentada 16 anos depois pelo Decreto 5.300/04.

Esse sistema apresenta uma série de instrumentos, os quais, segundo o Art. 7º do Decreto 5.300/04, devem ser aplicados de forma articulada e integrada. A Figura 3.1 traz uma descrição resumida de suas características, acrescidas do Programa Nacional de Conservação da Linha Costa (Procosta) que, embora não faça parte do arcabouço de instrumentos de gestão do Gerenciamento Costeiro Integrado, merece destaque por seu caráter inédito em termos de objetivos e métodos.

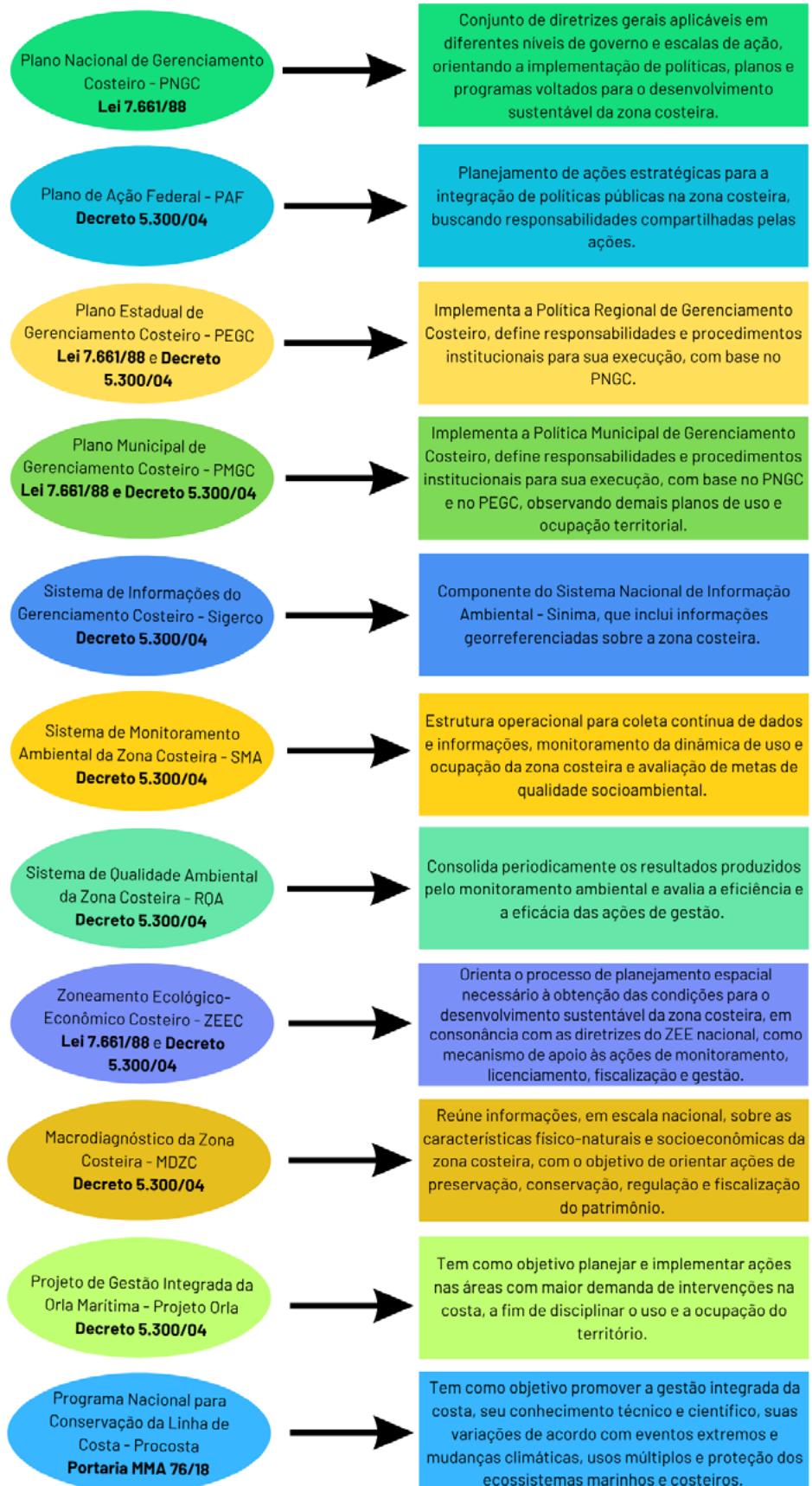


Figura 3.1. Instrumentos de gestão do Gerenciamento Costeiro Integrado do Brasil definidos no Decreto 5.300/04, acrescidos do Programa Nacional de Conservação da Linha Costa (Procosta) (adaptado de Nicolodi e Gruber, 2020).

Ainda que exista um encadeamento lógico nesses instrumentos, com a definição de Planos nas três esferas de governo (federal, estadual e municipal) e com sua execução coordenada por um Plano de Ação Federal (PAF), a existência, aplicação e efetividade desse conjunto é variável (Gruber *et al.*, 2003; Asmus *et al.*, 2006; Dias *et al.*, 2007; Jablonski & Filet, 2008; Nicolodi & Zamboni, 2008; Oliveira & Nicolodi, 2012; Casemiro *et al.*, 2018; Cristiano *et al.*, 2018; García-Onetti, 2018; Nicolodi *et al.*, 2018; Scherer *et al.*, 2018; Scherer *et al.*, 2020; Nicolodi *et al.*, 2021; Scherer & Nicolodi, 2021).

No Brasil, o abandono da agenda do Gerenciamento Costeiro por parte do Ministério do Meio Ambiente (MMA) entre 2019 e 2022 prejudicou em muito o desenvolvimento de uma boa governança, afetando os processos de planejamento para a zona costeira e marinha. Esse assunto é aprofundado no Capítulo 5.

Além do Sistema de Gerenciamento Costeiro Integrado, outras duas iniciativas de gestão possuem representatividade e funcionam como vetores de mudança e geradores de impactos na zona marinha-costeira: o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc) e o Planejamento Espacial Marinho (PEM).

Embora não institucionalizado por instrumento legal, o Planejamento Espacial Marinho foi uma das ações definidas no Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM, 2010-2023) e permeou diversas ações do Plano de Ação Federal (PAF, 2017-2019). Seus limites são mais oceânicos (Zona Econômica Exclusiva), mas pode ser considerado uma iniciativa semelhante ao Gerenciamento Costeiro Integrado, pelo fato de ambos serem integrados, estratégicos e participativos (Ehler & Douvere, 2009). No país, desde 2013, há um grupo específico destinado a essa temática no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM).

A relação entre a delimitação e a implantação de áreas protegidas e o ordenamento do território é direta. A partir da definição de determinado espaço geográfico com a finalidade de conservação, praticamente não há mais interferência dos demais instrumentos de gestão incidentes no território (Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC), Plano Diretor, Projeto Orla etc.) nessa área. Isso porque o seu regramento se dá por meio do Plano de Manejo da própria unidade de conservação (UC). A única exceção ocorre no caso das Áreas de Proteção Ambiental (APA), categoria menos restritiva do Snuc.

Enquanto vetor de transformação, Lima (2020) considera e faz associações sobre como a criação e a implementação de áreas protegidas têm sido a política pública mais efetiva na conservação e no uso sustentável da biodiversidade e dos recursos naturais, superando os instrumentos do Gerenciamento Costeiro Integrado, como o Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro. Mesmo sendo dois instrumentos com objetivos diferentes (UCs = conservação e ZEEC = ordenamento territorial), am-

bos incidem no ordenamento territorial. De acordo com o Painel de Unidades de Conservação Brasileiras, 3,31% da área do bioma marinho encontra-se dentro de UCs de proteção integral, ao passo que 22,98% da área é classificada como UCs de uso sustentável (MMA, 2022). Apesar de a somatória dessas áreas atender à meta 14.5 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 da Organização das Nações Unidas (ONU), é importante ressaltar que apenas a delimitação dessas áreas não é suficiente, sendo necessário implementar estratégias de gestão efetivas e compartilhadas para alcançar os objetivos de conservação propostos e garantir direitos territoriais.

3.2.2. Gestão coletiva da biodiversidade costeira

A gestão costeira coletiva da biodiversidade corresponde ao trabalho coletivo de cuidado e produção da sociobiodiversidade na escala comunitária por diversos grupos sociais que compõem os povos indígenas e as comunidades tradicionais (PICTs) do Brasil. Estes são os grupos sociais que se autoidentificam como indígenas, quilombolas, povos de terreiros, caiçaras, extrativistas marinhos, ilhéus e pescadores artesanais com relevante presença na zona marinha-costeira, dentre as identidades coletivas reconhecidas pelo Decreto 8.750/16 que instituiu o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais (CNPCT)¹.

Esses sujeitos coletivos, seus modos de vida e a riqueza, material e imaterial, por eles produzida integram o patrimônio cultural brasileiro (art. 216, Constituição Federal de 1988) e são tema do Capítulo 6. Embora fragmentados e fraturados pelos séculos de colonialismo, possuem em sua vida interior uma relação de contiguidade com os ciclos da natureza e do cosmo (Cusicanqui, 2015). Nesse contexto, praticam usos múltiplos (familiares, coletivos e comunitários) do mar, dos rios, da terra e da floresta que constituem seu território e “maretório” (Lima & Ribeiro, 2021), como pesca artesanal, manejo florestal, roça de coivara, agrofloresta, mutirões, festejos, transmissão de conhecimento oral intergeracional, roteiros de turismo de base comunitária (Quadro 3.1), educação diferenciada, dentre as práticas de resistência que valorizam suas próprias histórias, epistemologias e ontologias.

1. Segmentos que compõem o CNPCT: indígenas, quilombolas, povos de matriz africana e terreiros, povos ciganos, pescadores artesanais, extrativistas, extrativistas costeiros marinhos, caiçaras, faxinalenses, benzedeiros, ilhéus, raizeiros, geraizeiros, caatingueiros, vazanteiros, veredeiros, apanhadores de flores sempre-vivas, pantaneiros, morroquianos, povo pomerano, catadores de mangaba, quebradeiras de coco de babaçu, retireiros do Araguaia, comunidades de fundos e fechos de pasto, ribeirinhos, cipozeiros, andirobeiros, caboclos. O CNPCT é um órgão colegiado interministerial de caráter consultivo, integrante da estrutura do Ministério dos Direitos Humanos que coordena e monitora a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais - PNPCT.

Quadro 3.1. Rede Nhandereko de Turismo de Base Comunitária do Fórum de Comunidades Tradicionais de Angra dos Reis, Paraty e Ubatuba

Contribuição: Jurandir Cesário do Prado e Robson Dias Possidonio



Nhandereko é uma palavra Guarani que significa “o nosso jeito de ser” – que é exatamente o que o Fórum quer compartilhar com os visitantes das mais de 20 comunidades costeiras indígenas, quilombolas e caiçaras articuladas nessa rede.

A iniciativa, que reúne comunidades e empreendimentos coletivos, individuais e familiares, consolida um turismo protagonizado pelos comunitários como uma ferramenta de luta em defesa da permanência e do modo de vida em seus territórios. O Turismo de Base Comunitária (TBC) é uma resposta à violenta pressão do turismo de massa e de conflitos fundiários decorrentes da expansão do capital imobiliário-turístico no litoral, assim como à criminalização ambiental decorrente da sobreposição de Parques em seus territórios tradicionais.

As primeiras iniciativas de TBC na região são de 2003. A articulação foi fortalecida a partir de 2016 com a realização de partilhas das vivências comunitárias, que teve apoio da Fiocruz no âmbito do Observatório dos Territórios Sustentáveis e Saudáveis da Bocaina (OTSS), e com a sua priorização em planos de manejo como os da APA Federal Cairuçu/ICMBio e APA Marinha do Litoral Norte/Fundação Florestal de São Paulo.

A Rede Nhandereko fortalece práticas e saberes tradicionais dos territórios costeiros e proporciona experiências singulares aos viajantes, guiadas pelo intercâmbio de saberes com o povo de cada lugar. Os conhecimentos têm relevante contribuição para a preservação costeira, tanto da vida marinha nas visitas aos cercos fixos da pesca artesanal, como nas visitas às agroflorestas, nas vivências do feitio nas casas de farinha e no manejo da juçara. Todas essas práticas cuidam e incrementam a biodiversidade da Mata Atlântica, a partir do intercâmbio de sementes crioulas, da diversificação das culturas de várias espécies – com destaque para mandioca e milho nas roças de coivara – e de inúmeras ervas e frutíferas nos quintais agroecológicos indígenas, quilombolas e caiçaras.

O TBC junta vida cotidiana com turismo. É a inclusão dos moradores em um modelo de turismo no qual eles não estão ali apenas para servir, como no turismo convencional, sendo vistos como parte do ambiente. Mais que uma forma de gerar renda para a comunidade, o TBC é uma ferramenta de empoderamento territorial, uma estratégia de educar o visitante que chega ao território e precisa entender que não se trata somente de uma paisagem cênica, mas sim de toda uma maneira de ver e sentir o mundo. Recupera, junto aos moradores locais, o sentimento de que o território não é um simples pedaço de terra. É também sua cultura, seu próprio corpo e sua própria memória afetiva. Estamos falando de um contexto em que o mar, a costa, a praia e os rios são territórios sagrados, com sentidos espirituais muito fortes na religião indígena e de matriz africana.

A organização política e territorial desses atores articula movimentos sociais como a Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (Conaq) (1995), a Comissão Guarani Yvyrupa (2006), a Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas (Confrem) (2007), o Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais do Brasil (MPP) (2009) e a Coordenação Nacional das Comunidades Tradicionais Caiçaras (CNCTC) (2014).

Os usos da biodiversidade não são dissociados de cuidados para que tais bens de uso comum continuem se renovando. Apesar de, na maioria das vezes, esses cuidados não estarem registrados em escritos, são seguidos por tradições orais de amplo conhecimento entre os gestores/usuários coletivos. A presença de gestores/usuários que são moradores e que têm comprometimento com a gestão do território talvez seja a principal diferença entre os procedimentos da gestão coletiva e estatal.

Uma visão crítica dos resultados dos 20 anos de implantação do Snuc revela a limitação do seu impacto na proteção do meio ambiente e de seus arranjos de gestão territorial, em razão do racismo ambiental que ainda no século XXI fragiliza a efetiva participação dos PICTs. No âmbito dos conselhos (deliberativos ou não) do Snuc, predominam em sua composição os agentes externos, dando maior importância aos interesses do órgão ambiental e resultando em um baixo envolvimento da população local (Cunha *et al.*, 2021; Prado & Seixas, 2018). A expropriação violenta dos territórios tradicionais, a degradação dos modos de vida e o desperdício dos sistemas de conhecimentos dos povos e comunidades, que desempenharam e desempenham papel central na conservação da natureza em nosso país, são também consequências da racionalidade neoliberal (Dardot & Laval, 2016) que dissocia a humanidade da natureza.

A democratização das políticas ambientais depende de arranjos construídos de baixo para cima, como forma de superação dos conflitos gerados pelos grandes projetos de desenvolvimento e em nome da conservação. Tais projetos implicam em processos de privatização e estatização dos territórios de uso comum. Para além dos mitos – seja o da natureza intocada, seja o do bom selvagem –, esses arranjos locais, tecidos por redes comunitárias e parceiros, são experiências de gestão coletiva das quais destacamos na Tabela 3.1 os principais instrumentos e instâncias de governança.

Tabela 3.1. Principais instrumentos e instâncias de governança coletiva da biodiversidade por povos e comunidades tradicionais costeiras

Gestão Coletiva da Biodiversidade por Povos e Comunidades Tradicionais Costeiras		
	Tipos	Marco Legal
Instâncias de Participação	Reuniões e Assembleias das Associações Comunitárias e <i>Tekoas</i>	Artigo 1º, 2, Convenção 169 OIT
	Fóruns Regionais e Locais da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais - PNPCT	Artigo 4º, III, Decreto 6.040/2007
	Movimentos Sociais Costeiros que compõem o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais – CNPCT	Decreto 8.750/2016
	Conselhos de Unidades de Conservação (UCs) com participação de povos e comunidades tradicionais	Deliberativos de Resex e RDS: Artigo 18 §2º e 20§4º do Snuc Gestores de APAs: Artigo 15, § 5º do Snuc
	Conselhos de UCs afetadas por empreendimentos de grande impacto que incidem na definição de condicionantes e compensações ambientais	Resolução Conama nº 9/1987 sobre participação social via audiências públicas acerca do estudo de impacto ambiental
Instrumentos de Reconhecimento Territorial	Autoidentificação via Associação Comunitária	Artigo 1º, 2, Convenção 169 OIT
	Protocolos de Consulta Livre, Prévia e Informada	Artigo 1º, 2, 6º e 7º da Convenção 169 OIT
	Consulta para criação de novas UCs	Artigo 22, §2º da Lei 9.985/2000 (Snuc)
	Participação no licenciamento ambiental e na definição de condicionantes e compensações ambientais, e, royalties, pelo impacto direto de grandes empreendimentos no modo de vida e territórios de povos e comunidades tradicionais	Resolução Conama nº 9/1987 sobre participação social via audiências públicas acerca do estudo de impacto ambiental
	Autodemarcação pela Cartografia Social	Artigos 13, 14, 15 e 16 da Convenção 169 OIT
	Acordos de Pesca	Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 e Instrução Normativa Ibama nº 29/2002
	Demarcações de Terras Indígenas e Retomadas	Artigo 231 da Constituição Federal de 1988
	Propriedade Coletiva Quilombola	Artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias e Decreto 4.887/2003

Gestão Coletiva da Biodiversidade por Povos e Comunidades Tradicionais Costeiros		
	Tipos	Marco Legal
Instrumentos de Reconhecimento Territorial	Concessão de Uso Coletivo em áreas de Resex e RDS	Artigo 23 da Lei 9.985/2000 (Snuc)
	Concessão de Uso em áreas de assentamentos diferenciados ambientalmente de Reforma Agrária (PAEs, PAFs, PDSs)	Artigo 7º do Decreto Federal 9.311/2018 e Artigo 4º, 'a', Instrução Normativa Incra nº 99/2019
	Termos de Autorização de Uso Sustentável Coletiva de áreas da União – Taus	Artigo 10-A da Lei 9.636/1998 e Portaria SPU nº 89/2010
	Regulamenta a atividade pesqueira realizada com o uso do aparelho de pesca denominado “cerco flutuante”	Resolução SMA/SP nº 78/2016 com incidência nos limites territoriais da APA Marinha do Litoral Norte de São Paulo
	Zonas Especiais em planos de gestão e ordenamento territorial	Plano Diretor Municipal: Artigo 4º, V, 'f', Lei 10.257/2001 Plano de Manejo de UCs: Artigo 2º, XVII e XVIII do SNU

Ampla pesquisa científica empírica nacional e internacional indica que a autogestão dos territórios de uso comum, aliada a determinadas práticas e saberes de manejo sustentável que lhes são inerentes, impacta diretamente a proteção e o incremento da biodiversidade (Piccolo, 1997; Sansolo, 2002; Da Silva, 2013). Os resultados dos estudos apontam: (i) a biodiversidade como legado de povos indígenas; (ii) a efetividade dos territórios tradicionalmente ocupados para a manutenção da cobertura vegetal nacional; e (iii) a relevância dos conhecimentos tradicionais para gerar, cuidar e manter a diversidade biológica (Cunha *et al.*, 2021). O reconhecimento desses territórios possui relação direta com a proteção dos modos de vida indispensáveis à produção da socio-biodiversidade, enquanto natureza socializada (Vianna, 2008). A maioria dos estudos que apresentam resultados positivos para o bem-estar e a conservação vêm de casos em que os povos indígenas e as comunidades locais desempenham um papel central na tomada de decisões ou de contextos em que as instituições incidem sobre a regulação da posse. Neste sentido, a justiça socioambiental (ou conservação equitativa), que capacita e apoia a gestão ambiental dos povos indígenas e de comunidades locais, representa o caminho principal de conservação da biodiversidade (Ostrom, 2000; Dawson *et al.*, 2021).

Por isso, o desafio da articulação entre a dimensão comunitária e a estatal exige a reinvenção das políticas de conservação, de forma a garantir a interação entre os diversos atores que se beneficiam da sociobiodiversidade, a sua efetiva participação nas tomadas de decisões e a continuidade dessas políticas (Costa *et al.*, 2020; Pollete, 2020).

Quadro 3.2. A gestão comunitária como base para a formulação de políticas públicas

Um exemplo da urgência do reconhecimento dos PICTs está na gestão pesqueira, extremamente fragmentada e marcada pela disputa entre as agendas econômicas e ambientais (Política por Inteiro, 2021). Existem casos de gestão comunitária funcionando com resultados relevantes, a partir do conhecimento sobre mecanismos de controle ecológico, formas de conservação dos recursos e extração sustentável (Estorniolo *et al.*, 2021). Dentre as iniciativas que ilustram a gestão comunitária da biodiversidade estão o trabalho da Rede de Mulheres das Marés e das Águas, da Confrem, que promove o manejo sustentável no extrativismo-costeiro em manguezais, igarapés, igapós, lagoas, rios e mares ao longo de toda a zona costeira; e os cercos flutuantes na costa de São Paulo e do Rio de Janeiro geridos por famílias e comunidades caiçaras, que constituem uma das artes de pesca artesanal mais sustentáveis. Uma amostra no âmbito da gestão compartilhada (comunitária e estatal) e das unidades de conservação da natureza de uso sustentável é o Plano de Gestão Local (PGL) do guaihamum e do budião, nas Resex de Canavieiras e Corumbau (BA). Também são bons exemplos os planejamentos participativos que cuidam de espécies ameaçadas e do monitoramento da biodiversidade marinha associada à pesca na costa Leste do Brasil.

Esse cenário mostra que as formas de manejo desenvolvidas por essas populações devem servir de orientação para legislações e ferramentas técnicas de planejamento que garantam a conservação de sistemas sociobiodiversos. A superação da precariedade que, a despeito de instrumentos bem definidos (Scherer & Nicolodi, 2021; Souto, 2021), caracteriza a gestão costeira no Brasil passa pelo reconhecimento e pela valorização de governanças coletivas em curso nos arranjos de gestão territorial e pela centralidade da participação e da educação socioambiental costeira e marinha.

Na narrativa de uma liderança “mulher preta, quilombola, marisqueira e pescadora” (Paraguassu, 2021), fica evidente como os valores de perenidade, conservação e bem- viver da comunidade tradicional estabelecem a direção da luta contra a destruição social e ambiental promovidas pela mineração, pela indústria e pelo turismo no entorno de uma grande cidade costeira, a qual tem como base valores imediatistas, desenvolvimentistas e eleitoreiros.

Essa luta é pela perenidade da própria sociedade e depende da associação entre justiça racial, territorial e climática. Deve ser amparada nos saberes e nas práticas de povos e comunidades tradicionais e na articulação de sistemas de conhecimentos e de valores para a proteção dos territórios e modos de vida desses sujeitos coletivos. Tudo isso visando a promoção simultânea da governança, da conservação e do desenvolvimento (Seixas *et al.*, 2020; Futemma *et al.*, 2021; Bombana *et al.*, 2021).

3.3. Vetores de mudança diretos antropogênicos

Dentro do segundo grupo de vetores, aqueles de incidência direta no território (com caráter antropogênico), serão aqui abordados a urbanização, o turismo e o lazer, questões de infraestrutura, portos, setores energético, de óleo e gás, a situação logística de transportes na zona marinha-costeira e os vetores resultantes dessas atividades, como desmatamento, sobre-exploração de recursos vivos, espécies exóticas invasoras, mudanças climáticas e poluição. Todos esses vetores são considerados de impacto direto, uma vez que têm suas atividades alocadas no território e com utilização de recursos e de serviços ecossistêmicos específicos.

3.3.1. Dinâmicas territoriais do litoral

As dinâmicas territoriais que se observam hoje na região costeira resultam de diferentes processos constituídos historicamente. Inicialmente deu-se a colonização, marcada pelo uso intensivo das terras litorâneas que culminou com a formação da parcela mais densa e consolidada da rede urbana do país. Mais recentemente, ocorreram os processos de ocupação baseados principalmente no turismo, tanto na produção de um patrimônio imobiliário de segunda residência, quanto na configuração de grandes complexos turísticos. Os dois processos trazem em seu cerne contornos de desigualdade territorial e impactam diferentes ecossistemas.

O processo de colonização do Brasil aconteceu a partir de núcleos urbanos instalados na zona costeira que, durante todo o período colonial, balizaram a organização espacial do país (Prado Jr., 1953; Furtado, 1971). Como consequência, há ainda hoje uma ocupação populacional e construtiva densa no litoral, abrangendo tipologias diversas de cidades e de relações regionais (Figura 3.2). É no litoral que se concentra parcialmente importante das capitais e regiões metropolitanas, com economias diversificadas, muitas delas abrigando parte das estruturas portuárias, ou seja, bastante implicadas nas dinâmicas de importação e exportação da economia nacional. Do total de 74 regiões metropolitanas brasileiras registradas pelo IBGE em 2022, 21 se localizam frente ao mar, abarcando 176 municípios costeiros (segundo classificação de municípios costeiros do MMA) (Figura 3.3). Também vale ressaltar a presença de cidades que tiveram importância para os fluxos econômicos do passado e que se tornaram patrimônio histórico, como Paraty (RJ), Olinda (PE), Cananéia (SP), Iguape (SP), São Francisco do Sul (SC), Ilhéus (BA), entre outras.



Figura 3.2. Densidade demográfica no Brasil em 2022 (Fonte: IBGE 2023)..



Figura 3.3. Regiões Metropolitanas “Aglomerações Urbanas” e Regiões Integradas de Desenvolvimento no Brasil em 2022.

Merecem atenção os processos atuais de urbanização, que se caracterizam pela intensificação e dispersão dos núcleos urbanos e pelas atividades de turismo, relacionadas com a formação de infraestrutura viária baseada em autoestradas. Estas foram construídas após a década de 1950 e tiveram aumento expressivo a partir dos anos 1980, substituindo as estruturas anteriores em que predominavam o transporte sobre trilhos. Vários estudos regionais observam a relação entre as infraestruturas rodoviárias, que promovem integração e fragmentação, e os processos de produção do espaço na Bahia (Magalhães, 2016; Neves, 2018; De Carvalho & Silva, 2010), no Ceará (Castro, 2016; Castro & Pereira, 2015), em Sergipe (Santos, 2018; Fonseca *et al.*, 2010; Dos Santos & Vilar, 2012), no Rio Grande do Norte (Oliveira, 2013; Taveira, 2016), no Pará (Almeida & Jardim, 2018), no Rio Grande do Sul (Lopes *et al.*, 2018; Vilaverde Moura *et al.*, 2015), em Santa Catarina (Nunes & Sanson, 2017; Pereira, 2011), no Paraná (Polidoro & Deschamps, 2013; Chemin & Abrahão, 2014), no Rio de Janeiro (Gusmão, 2010; Da Rocha, 2021), em São Paulo (Scifoni, 2005; Sandoval, 2014), entre outros.

Construídas para escoar a produção e suprir de matéria-prima os centros industriais, as rodovias facilitaram a conexão do litoral com as regiões interioranas e entre os diversos núcleos urbanos costeiros. As ocupações litorâneas de maior relevância, que até então se concentravam, passaram a se espalhar, alcançando boa parte do território. Diversos usos urbanos se expandiram em consequência da implementação e do aprimoramento da infraestrutura rodoviária, como grandes estruturas industriais, portuárias e de logística, bem como o parcelamento do solo para o desenvolvimento de atividades turísticas.

De fato, o incremento da infraestrutura rodoviária, somado ao potencial paisagístico e ambiental da zona costeira brasileira, redundou na formação de diversas tipologias de ocupações associadas ao turismo, como casas de veraneio, *resorts*, estruturas hoteleiras, balneários e condomínios. Com relação à segunda residência, há trechos no litoral do país em que mais de 40% dos domicílios são considerados vagos ou ocasionais, com destaque para as regiões sul do litoral baiano e paraibano, a Região dos Lagos, no Rio de Janeiro, e quase todo o litoral que se estende de São Paulo ao norte do Rio Grande do Sul (IBGE, 2012). Seja pela propagação de estruturas industriais, portuárias e logísticas ou pela difusão daquelas relacionadas à atividade turística, a dispersão da urbanização pela zona costeira a partir da década de 1950 não ocorreu sem prejuízos ambientais e socioeconômicos.

Um primeiro aspecto a ser ressaltado, sobretudo no que diz respeito à urbanização ligada ao turismo, é a valorização fundiária e o aumento da especulação imobiliária nas áreas mais apropriadas ao assentamento urbano e com valores paisagísticos expressivos (Borelli, 2007; Da Silva, 2021). Os trechos em frente às praias que, até então, eram ocupados por populações tradicionais, foram pouco a pouco cedendo lugar à ocupação turística, expulsando a camada mais pobre para áreas desprezadas pelo mercado imobiliário formal, como morros, mangues e dunas (Araújo & Vargas, 2013). Muitas vezes protegidas por instrumentos legais restritivos, essas áreas apresentam alto grau de fragilidade ambiental. A ocupação de encostas, por exemplo, implica na

supressão da vegetação nativa, agravando os riscos de deslizamento de terras (Iwama *et al.*, 2014). A ocupação dos mangues também promove a remoção da vegetação original e gera impactos negativos ao ambiente e aos seus serviços ecossistêmicos.

Além disso, raramente a expansão habitacional em áreas desfavoráveis ao assentamento urbano vem acompanhada pela instalação de infraestrutura de saneamento básico, que inclui abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. É importante salientar que, no Relatório do Ranking do Saneamento de 2022, 19 dos 30 municípios com piores avaliações nos últimos oito anos são costeiros (Instituto Trata Brasil, 2022). A falta de acesso a serviços públicos tem levado à contaminação do solo, dos rios, dos lençóis freáticos e do mar, comprometendo a própria disponibilidade de água para consumo ou lazer. Vale mencionar que essa ocupação engloba não apenas assentamentos informais, cujas condições são ainda agravadas por sua precariedade, mas também condomínios de alta renda. Assim, destacamos três consequências desta forma de urbanização: pressiona áreas legalmente protegidas e frágeis do ponto de vista ambiental; expõe a população moradora a situações de risco pela ocupação precária de áreas suscetíveis; e degrada a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Traz em seu cerne, portanto, contornos de injustiça ambiental.

A esses problemas intrínsecos da urbanização da zona costeira brasileira devem ser somados aqueles associados à sazonalidade da atividade turística, que acarreta o aumento substantivo de pessoas nos períodos de alta temporada. Ressalta-se que não há dados em nível nacional sobre esse fenômeno. Tal incremento pressiona a já insuficiente infraestrutura instalada, ocasionando problemas nos sistemas de distribuição de água e energia elétrica e contaminação do solo e das águas pelo descarte impróprio de efluentes e de resíduos sólidos. Devem ser considerados, ainda, os impactos derivados das mudanças climáticas, como a elevação do nível do mar, a alteração nos climas de vento e ondas, o aumento da frequência de extremos climáticos e a elevação da temperatura. Estes representam um grande desafio a ser enfrentado pelas áreas urbanizadas das zonas costeiras.

Seja pela consolidação de áreas urbanas historicamente constituídas ou pelo espraiamento urbano mais recente e diretamente vinculado à expansão e à consolidação da infraestrutura rodoviária, a ocupação da zona costeira nacional reproduz desigualdades territoriais e gera impactos ambientais. Isso precariza a qualidade de vida das populações mais vulneráveis, muitas vezes PICTs, e afeta a qualidade do meio ambiente costeiro. Esses desafios devem ser endereçados na formulação de políticas públicas e instrumentos específicos direcionados à região, como detalhado no Capítulo 5.

3.3.2 Infraestrutura

A zona marinha-costeira, enquanto interface entre Oceano e continente, recebe uma série de equipamentos destinados a permitir o intercâmbio de mercadorias e pessoas entre distintas localizações. Dentre essas infraestruturas destacam-se os portos e

terminais especializados por sua importância econômica e pela pressão que exercem sobre o território imediato e o mar vizinho. Um porto é a porta de entrada não apenas de mercadorias e pessoas, mas também de animais e plantas exóticas. Algumas delas são especialmente danosas, como é o caso do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) que ingressou nos ecossistemas marinhos e fluviais da América do Sul trazido da Ásia na água de lastro de embarcações e cuja proliferação gera prejuízos a equipamentos e custos para a retirada (Ferreira *et al.*, 2004; Collyer, 2007) (ver Seção 3.2.4).

Os portos e terminais especializados situados no litoral brasileiro espelham bem o processo de desenvolvimento nacional, na medida em que manifestam as diferentes etapas de inserção da economia do país nos circuitos mundiais de mercadorias. Neste sentido, os atracadouros de embarcações originalmente buscavam localizações que privilegiassem o abrigo das intempéries marítimas e a defesa contra operações piratas. Desde cedo, baías como as de Todos os Santos (BA) e da Guanabara (RJ) foram ocupadas com estabelecimentos comerciais que armazenavam os artigos produzidos na colônia para o transporte até a Europa e recebiam os escravizados trazidos da costa africana pelo tráfico negreiro (Honorato, 2019). Nesse período, os mangues e as áreas inundáveis foram aterrados e ocupados, contribuindo para a perda expressiva da biodiversidade e da produtividade primária nesses pontos do litoral (Capilé, 2019).

A consolidação da indústria nos principais centros urbanos modificou o papel desempenhado pelos portos que se destacaram como centros de importação de mercadorias para abastecer a população e as indústrias concentradas nas cidades. Predominavam nessa fase o trigo, destinado à alimentação humana, e o carvão mineral e o petróleo para a indústria e o transporte. Deflagrou-se ali o processo de construção de terminais especializados com armazéns voltados para as especificidades dos produtos importados. Silos e moinhos para cereais, terminais de tancagem de petróleo e pátios de deposição de carvão impactaram diretamente áreas costeiras, sobretudo a vegetação de restinga e de mangue. Também acentuaram a construção de ferrovias e rodovias que conectam os portos com suas respectivas hinterlândias, com efeitos diretos e indiretos sobre os biomas vizinhos à zona costeira, em especial a Mata Atlântica. Além dos já citados, três impactos merecem ser salientados: as mudanças bioquímicas e morfológicas (Carvalho-Neta *et al.*, 2019), a contaminação por metais pesados (Trevizani *et al.*, 2019) na fauna e a poluição sonora (Sánchez-Gendriz & Padovese, 2015).

Atualmente, o sistema portuário brasileiro está orientado para um conjunto de mercadorias a granel – como minérios (principalmente ferro e alumínio), petróleo e grãos (majoritariamente soja e milho) – e carga conteinerizada, utilizada sobretudo na exportação de carnes e derivados e na importação de manufaturados. A demanda por área no retroporto para depósitos de granéis e contêineres tem levado a conflitos com os demais usos urbanos (Monié & Vasconcelos, 2012). Dois setores distintos destacam-se na zona costeira: o setor Norte-Nordeste, cujos principais equipamentos portuários estão em Suape (PE), Pecém (CE) e Itaqui (MA); e o setor Sudeste-Sul. Este apresenta uma maior concentração espacial, que começa em Vitória (ES) e se estende até Rio Grande (RS), com portos importantes como Santos (SP), Itaguaí (RJ) e Paranaguá

(PR). Vale assinalar que algumas dessas instalações formam complexos portuários industriais, como é o caso de Suape e Pecém, no Nordeste. Em termos de mudanças ambientais, o Porto de Suape, por exemplo, tem sido associado à degradação de ecossistemas locais, desencadeando um aumento no número de ataques de tubarão a seres humanos (Hazin *et al.*, 2008).

Desde a sua criação, em 2014, o Porto do Açu (RJ) gerou um sério conflito ambiental devido à salinização de águas superficiais e subterrâneas no norte fluminense (Vilani *et al.*, 2021). Seu modelo de implantação partiu de uma lógica privada de integração entre diversos terminais e entre estes e unidades industriais e usinas geradoras termoelétricas (Monié, 2021). A finalização do mineroduto Minas-Rio, um dos mais extensos do mundo, deu início à operação do porto no escoamento de minério de ferro e ao projeto de construção de um gasoduto que interligasse as termoelétricas – que hoje operam com gás natural liquefeito importado – aos campos produtores da Bacia de Santos. O grupo econômico que opera o Porto do Açu está buscando transformá-lo em um *hub* alternativo para a produção de petróleo e gás natural nas bacias de Campos e Santos. Pretendem inclusive credenciá-lo para operações “navio a navio” (*ship-to-ship*), em que a exportação do petróleo é feita sem o desembarque no continente, com riscos de derramamento proporcionais ao volume de petróleo a ser movimentado (Logweb, 2019).

A extração de petróleo e gás natural em águas profundas e ultraprofundas nos campos do pré-sal modificou substancialmente a distribuição do equipamento produtivo do setor na zona costeira. A logística necessária para operar plataformas flutuantes a cerca de 300 km da linha de costa levou a uma forte concentração destas na baía de Guanabara, que se transformou no principal ponto de apoio às operações marítimas e aéreas para a bacia de Santos. Tal situação representou uma expressiva intensificação do tráfego de embarcações, impactando diretamente as atividades da pesca artesanal e a migração de espécies, em especial os cetáceos. A bacia de Santos não apenas aumentou a produção nacional de petróleo, mas contribuiu diretamente para a maior oferta de gás natural. A utilização deste demandou a construção de novos gasodutos e de Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs), que passaram a integrar o equipamento energético na zona costeira, com impactos diretos e indiretos sobre núcleos urbanos litorâneos (Egler, 2020). De forma similar, no norte do país, a expansão das práticas de extração de petróleo e gás natural tem sido considerada uma ameaça à conservação dos recifes amazônicos recém-descritos na literatura (Francini-Filho, 2018).

Além do petróleo e do gás natural, a geração de energia na zona costeira inclui desde a presença de usinas nucleares, no litoral da baía da Ilha Grande (RJ), até fontes não convencionais. Há uma ênfase na eólica sobretudo no litoral nordestino, onde os ventos alísios – que sopram constantemente durante todo o ano – favorecem sua implantação. Por enquanto, as instalações das turbinas estão restritas à orla e aos tabuleiros costeiros, porém há previsão de avançar mar adentro até a profundidade de 50 metros. Os riscos da energia nuclear são conhecidos e as turbinas eólicas podem afetar aves e morcegos eventualmente atingidos por suas hélices. Ademais, a construção das torres

demandar atenção para não implicar em desmonte e compactação de dunas nem em remoção de lagoas interdunares e de vegetação nativa.

Para além dos efeitos negativos sobre a biodiversidade, o adensamento da infraestrutura produtiva na zona marinha-costeira produz impactos sobre a sua sociodiversidade, como a remoção de PICTs e a redução da área disponível para cultivos litorâneos tradicionais – com destaque para o sistema coco-pesca, que foi diretamente impactado pela recente expansão urbana e industrial. Deve ser levada em conta também a vulnerabilidade dos equipamentos implantados na zona marinha-costeira quanto às mudanças climáticas, considerando a elevação do nível médio do mar e a ocorrência, cada vez mais frequente, de eventos meteorológicos extremos (Antaq & GTZ, 2021).

3.3.3 Pesca e aquicultura

A pesca é uma das principais atividades econômicas no mundo, sendo responsável pela ocupação de diferentes camadas sociais da população. Ela reduz a pobreza e as desigualdades entre a zona rural e urbana e gera renda, por meio do comércio nacional e internacional. A prática abrange a grande quantidade de bacias de drenagens e a complexa rede de estuários, marismas, manguezais, recifes e outros ambientes costeiros do país que garantem a produtividade das águas marinhas. No Brasil, a pesca artesanal responde por mais da metade da produção de pescado e envolve diretamente mais de um milhão de pescadores e pescadoras nas águas continentais e marinhas, chegando a 3,5 milhões se somados os empregos indiretos. Esse tipo de pesca cumpre ainda um papel social e cultural em milhares de comunidades (Ishisaki, 2021).

Com a ampliação do conhecimento acerca dos ecossistemas marinhos, sabe-se que a pesca excessiva (ou “sobrepeleira”), causada sobretudo pela pesca industrial, é um fenômeno global que produz danos não somente aos recursos de interesse comercial, mas também aos ecossistemas como um todo, modificando os níveis de diversidade, a estrutura da biota, as redes tróficas e a qualidade do ambiente (Pauly *et al.*, 2000). A sobrepeleira é o principal vetor potencial de mudança ecossistêmica produzido pela atividade pesqueira. Há que se ter, portanto, ações para evitá-la de forma a permitir uma gestão pesqueira eficiente, com a criação de áreas de reprodução e conservação dos recursos pesqueiros. Em alguns ecossistemas, como nos recifes de corais e profundos, esses impactos superam qualquer outra ação antrópica, incluindo a poluição, a degradação de habitats e as mudanças climáticas (Prates *et al.*, 2012; MMA, 2006). Das 160 espécies marinhas ameaçadas de extinção no Brasil, 121 têm a pesca como um dos vetores responsáveis por essa condição (ICMBIO, 2018). Aliado a isso, a ausência de um programa de monitoramento estatístico da produção pesqueira em todos os seus tipos leva a um completo desconhecimento da sua dinâmica espacial e temporal e, por consequência, de seus impactos reais (Pinaya *et al.*, 2016).

Tradicionalmente, costuma-se pensar as estratégias de gestão sempre baseadas na clássica categorização que distingue as pescarias artesanais das industriais (Lei Federal 11.959, de 29/06/2009). Há poucos anos, pensava-se que sustentabilidade sig-

nificava pôr em prática a administração dos estoques-alvo das pescarias, ou seja, controlar a reposição do nível de abundância dos recursos. Atualmente, porém, a sustentabilidade é compreendida como um conceito multidimensional. Além dos aspectos ambientais, as medidas de manejo a serem concebidas têm que considerar, com o mesmo peso, os aspectos tecnológicos e os benefícios sociais e econômicos das pescarias (Castello, 2007). Os modelos de gestão não podem se ater a uma forma genérica, devendo agregar particularidades inerentes aos modos de vida das pessoas e, acima de tudo, à complexidade de sua cadeia produtiva (Quadro 3.3).

Quadro 3.3. Campanha Nacional pela Regularização do Território das Comunidades Tradicionais Pesqueiras: Projeto de Lei nº 131/2020

Contribuição: Maria José Pacheco

Com o lema “Território pesqueiro: Biodiversidade, Cultura e Soberania Alimentar do Povo Brasileiro”, a Campanha do Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais do Brasil (MPP) representa uma ampla mobilização das comunidades tradicionais pesqueiras pelo reconhecimento de sua identidade e territorialidade, enquanto parte do patrimônio cultural do país. Proteção prevista no artigo 216 da Constituição Federal, que alcança suas formas ancestrais próprias de ser, fazer e criar em interação profunda com a natureza, as luas, as marés, os ventos, a vegetação, os manguezais, os rios, as lagoas, os igapós e os igarapés. O intuito é garantir a preservação dos territórios, atrelada à sua reprodução física e cultural. É um movimento de luta e resistência pela permanência em seus territórios, contra o racismo estrutural, institucional e ambiental que atravessa o país e que prioriza empreendimentos de empresários de fora dos municípios, e até estrangeiros, em detrimento de populações locais de pescadores. A regularização fundiária dos territórios tradicionais pesqueiros combate a sua desterritorialização pela privatização das águas e áreas de uso comum por empreendimentos turísticos-imobiliários, pelo agro e o aquanegócio – como fazendas da aquicultura empresarial – e por grandes projetos de energia e mineração, como barragens, hidrelétricas e exploração de petróleo e gás.

Desde 2012, o MPP coletou milhares de assinaturas ao projeto de lei de iniciativa popular que foi apresentado à Câmara dos Deputados em 2019, em parceria com a Comissão de Legislação Participativa. A iniciativa legislativa propõe procedimento específico de reconhecimento territorial – como possuem os indígenas e os quilombolas – para efetivar a proteção dessas territorialidades como patrimônio cultural de populações tradicionais, previsto na Constituição Federal de 1988, na Convenção 169 da OIT e no Decreto 6.040/2007.

No projeto de lei, cabe ao Ministério da Cultura criar o Cadastro Geral das Comunidades Tradicionais Pesqueiras, certificando comunidades autodeclaradas. A titulação é coletiva, em nome das associações comunitárias, e é de responsabilidade do Incra e da Secretaria de Patrimônio da União (SPU). Visa o reconhecimento de áreas de terra e água essenciais à reprodução física, social, econômica e cultural dessas comunidades, nas seguintes modalidades: (i) propriedade

coletiva, em áreas particulares ou bens públicos disponíveis; (ii) cessão de uso ou concessão de direito real de uso coletivo de bens públicos em que é vedada a transferência de domínio; e (iii) cessão de uso de águas públicas, em água fluviais, lacustres ou marítimas, depósitos decorrentes de obras públicas, açudes, reservatórios e canais, integrantes do território tradicional pesqueiro.

O objetivo é assegurar o acesso preferencial aos recursos naturais e o seu usufruto permanente, bem como a consulta prévia e informada quanto aos planos e decisões que afetem de alguma forma o seu modo de vida e a gestão do território tradicional pesqueiro. Medida de interesse de toda a sociedade, já que a pesca artesanal é responsável por cerca de 70% do pescado produzido no país, mobilizando trabalhadores em seus arranjos produtivos e realizando diversos serviços ambientais de preservação dos bens comuns para as presentes e as futuras gerações.



Em escala global, atualmente um dos grandes impactos nos ecossistemas pesqueiros (Pérez-Roda *et al.*, 2019), causados principalmente pelas pescarias industriais, é a captura da fauna acompanhante, mais conhecida como *bycatch*. No Brasil, estudos mostram que um total de 361 mil toneladas.ano⁻¹ de organismos marinhos são capturados como *bycatch*, em especial pelas frotas que operam com redes de arrasto ao longo da costa e da plataforma continental (Davies *et al.*, 2009). Além de todos os organismos levados junto com as espécies-alvo, no momento da realização dos arrastos ocorre também a suspensão de sedimento e a raspagem dos fundos oceânicos, impactando ainda mais o meio.

As principais ferramentas de ordenamento pesqueiro no país estão summarizadas e vêm sendo acompanhadas por meio de programas como o “Política por Inteiro” (2021; disponível em: <https://www.politicaporinteiro.org>). Contudo, as tentativas de controlar efetivamente a intensidade e propor medidas de manejo têm se demonstrado ineficientes em quase todos os casos. Em sua maior parte, isso se deve a: interferências e pressões políticas, por parte do setor, nos tomadores de decisões (sobretudo em defesa de interesses do mercado da pesca industrial) (Isaac *et al.*, 2009); complexidade dos sistemas a serem manejados (principalmente para pescarias de pequena escala de ambientes tropicais); particularidades regionais e culturais que dificultam a aplicação de regras “genéricas”; insuficiência da informação científica e da estatística disponível; e falta de representatividade dos pescadores e de outros atores na tomada de decisões que sempre teve, como paradigma para a gestão da pesca, um mode-

lo centralizado no Estado (Isaac *et al.*, 2009; Castello *et al.*, 2007). Ademais, Prates *et al.* (2012, p.44) destacam como uma estratégia importante “o estabelecimento de reservas marinhas – as chamadas *no-take zones* – como um instrumento eficaz para recuperar estoques sobre-explorados, colapsados ou considerados ameaçados, já que essas áreas servem como berçários e fonte de exportação de indivíduos maduros para as áreas adjacentes”. Essas reservas devem ser geridas por conselhos com forte participação de representantes da pesca (a artesanal, em especial) e devem ser criadas de forma a se integrar com os outros vetores de mudança local – tais como turismo, indústria e agronegócio – para reforçar a sustentabilidade social.

Muito semelhante à atividade pesqueira, a aquicultura também vem se desenvolvendo rapidamente nos últimos anos, em resposta à crescente demanda por pescado e derivados, atingindo um nível de desenvolvimento muito além do que se poderia imaginar. O Brasil é considerado um dos países com maior potencial para o desenvolvimento da aquicultura, devido ao clima favorável, à disponibilidade abundante de água e à ocorrência natural de espécies aquáticas de interesse zootécnico e mercadológico (Souza & Viana, 2020; Brabo *et al.*, 2016). Entretanto, a atividade ainda se encontra pouco estruturada. Há dificuldade na obtenção de licenças, carência de assistência técnica, manejo inadequado, falta de padronização, insuficiência de pacotes tecnológicos e grande necessidade de capital de giro. Esses gargalos, porém, podem ser vistos como oportunidades. Uma política focada em espécies nativas promissoras; o desenvolvimento de tecnologias locais de maricultura multitrófica integrada para compensação interna dos impactos de cada espécie; e o investimento em formação e valorização de mercado para espécies nativas cultivadas por comunidades tradicionais de pesca conseguiram potencializar essa atividade econômica e converter seus impactos negativos em positivos.

Dentre os impactos ambientais da aquicultura, destacam-se: eutrofização, liberação de resíduos químicos e efluentes, introdução e escape de animais exóticos, perda de manguezais e outros habitats, dispersão de parasitas e doenças, além da introdução de organismos patogênicos e alteração da biodiversidade. Seus impactos sociais mais comuns são a privatização de terras e cursos de água públicos, a perda de meios de subsistência pesqueira, a insegurança alimentar e a migração urbana (Primavera, 2006).

A promoção da aquicultura nos anos recentes é baseada na premissa de que ela diminui a pressão oriunda da pesca extrativa. Contudo, tomando como exemplo a proporção de farinha de peixe necessária para as rações na aquicultura, esta é muito superior à usada para aves e gado, sendo que 1 kg de peixe carnívoro cultivado pode exigir até 5 kg de peixe selvagem. A busca por farinha, óleo e peixe cru é crescente na atividade, tendo aumentado 33% entre 1988 e 1997, e 65-68% de 1997 a 2002 (Tacon, 2005; FAO, 2016). Parece evidente que a indústria aquícola não pode seguir dependendo de estoques finitos de peixe selvagem, alguns dos quais já estão sobre-explorados ou esgotados (Naylor *et al.*, 2009; Tacon, 2005; FAO, 2016).

Segundo análises mais atuais, a maricultura pode ser uma importante alternativa para a produção de alimentos, mas precisa ainda de grandes investimentos, tanto em pesquisa quanto em gestão e regulamentação, para que consiga ultrapassar o contexto da falta de sustentabilidade ambiental e social em que foi estabelecida (Política por Inteiro, 2021; Prates *et al.*, 2012).

3.3.4 Invasões biológicas

A introdução e a propagação de espécies exóticas invasoras são alguns dos principais fatores que levam à perda de espécies nativas e às alterações nas relações interespecíficas. Isso se dá nos processos ecológicos e na provisão de serviços ecossistêmicos, tanto em habitats terrestres quanto aquáticos. Entende-se por espécies exóticas invasoras aquelas que se originam de certa região, penetram e se acomodam em outra onde não eram encontradas anteriormente (espécie introduzida), proliferam sem controle e passam a representar ameaça para espécies nativas, para a comunidade e ainda para o equilíbrio dos ecossistemas, ocupando e transformando tudo em seu benefício. No Brasil, são reconhecidas mais de 400 espécies exóticas pertencentes a diferentes táxons e habitats, que foram introduzidas de forma accidental no período colonial ou, mais recentemente, para fins ornamentais e comerciais. Destas, existem 150 plantas e 60 animais em ambientes terrestres, 163 espécies em águas interiores brasileiras (peixes, em sua grande maioria) e 66 espécies no ambiente marinho (crustáceos, em sua maior parte) (Bustamante & Metzger, 2019).

Em ambientes aquáticos, além da competição com espécies nativas e da homogeneização biótica, promovidas sobretudo por algumas espécies de peixes, há também acidentes humanos causados por arraias e impactos econômicos ocasionados por bivalves. Um caso ilustrativo é o mexilhão-dourado *Limnoperna fortunei*, cujo custo de limpeza de suas bioincrustações pode chegar a US\$1 milhão/dia na usina de Itaipu, devido à paralisação das turbinas (Leitte, 2019). Espécies exóticas invasoras desencadeiam, ainda, mudanças estruturais e funcionais nos ecossistemas, como acumulação de biomassa e necromassa originada de macrófitas, como a *Urochloa arrecta*. O *Macrobrachium rosenbergii*, por exemplo, uma espécie de camarão de água doce muito empregada em cultivos comerciais, é nativo da região Indo-Pacífica e tem sido introduzido em vários países em função de sua grande utilização em aquicultura e relevante importância comercial (Chan, 1998). A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe africano da família Cichlidae que foi introduzido em diversas bacias do país. É bastante resistente e se adaptou muito bem ao clima da região tropical, em especial aos ambientes com muitas áreas de refúgio, de alimentação e de reprodução de espécies nativas.

No ambiente marinho, merece destaque o camarão *Litopenaeus vannamei*, conhecido como camarão branco do Pacífico ou camarão fantasma, uma espécie exótica ao litoral brasileiro. Este peneídeo está entre as cinco espécies de camarão marinho mais cultivadas no mundo e tem sido encontrado com frequência ao longo da costa nacional. O peixe-leão, *Pterois volitans*, é uma espécie causadora de impactos significativos pelo

seu poder transformador em comunidades de ambientes coralíneos. A ostra *Saccostrea* sp., espécie que ocorre principalmente no Indo-Pacífico, foi encontrada na região de Cananéia (SP), onde ficam as áreas das Reservas Extrativista do Taquari e de Desenvolvimento Sustentável de Itapanhapima. Em áreas portuárias, cracas e ascídias têm sido as principais ameaças e, por sua vez, as espécies de coral-sol (*Tubastraea coccinea* e *T. tagusensis*) vêm se alastrando por todo o litoral do país e sobrepujando as espécies zoológicas nativas. O comércio global e o aquecimento climático devem levar a um aumento no número de espécies invasoras, tornando urgentes medidas de prevenção, controle e erradicação.

As regiões insulares são particularmente vulneráveis à invasão de espécies exóticas. Como exemplo, em Fernando de Noronha o peixe-leão tem impactado a pesca local, consumindo peixes menores que seriam alimento para espécies de maior porte como atuns e barracudas, ocasionando um impacto ecológico em toda a cadeia alimentar. O arquipélago apresenta um histórico de invasões, tendo o registro de 26 espécies exóticas, incluindo gatos domésticos (*Felis catus*), o rato-preto (*Rattus rattus*) e a linhaça (*Leucaena leucocephala*) (Dias et al., 2017).

Outra região insular que vale ser ressaltada é a Cadeia Vitória-Trindade. Ela abriga enorme quantidade de espécies únicas no mundo e pode, portanto, ser considerada um *hotspot* de biodiversidade no sudoeste do Oceano Atlântico. As pequenas praias da Ilha da Trindade constituem o maior sítio reprodutivo da tartaruga verde (*Chelonia mydas*) no Brasil e são a sétima maior colônia reprodutiva do Atlântico, abrigando até 6.000 ninhos por ano (Moreira et al., 1995; Almeida et al., 2011). Em relação aos peixes recifais registrados para a Cadeia Vitória-Trindade, existem mais de 270 espécies, das quais 211 ocorrem nos ambientes mesofóticos dos montes submarinos e 173 ao redor das ilhas (Pinheiro et al., 2015). Um total de 22 espécies de peixes encontradas na Cadeia Vitória-Trindade são endêmicas do Brasil, e outras 13 são endêmicas da própria cadeia. Muitas espécies utilizam sua área como trampolim, percorrendo corredores ecológicos que conectam parte das populações das ilhas com o continente (Simon, 2015).

Contudo, a ocupação humana desestabilizou o ecossistema da Ilha de Trindade, sobretudo pela introdução de espécies exóticas invasoras. A destruição das árvores afastou as aves marinhas ameaçadas – como o atobá-de-pés-vermelhos (*Sula sula*), extinto localmente –, e as endêmicas criticamente ameaçadas – como a fragata-de-Trindade (*Fregata trinitatis*) e a fragata-grande (*Fregata minor nicollii*) – que utilizavam a vegetação arbórea para nidificação. Há décadas, essas espécies não são vistas reproduzindo no local.

Faz-se necessário um melhor acompanhamento e uma gestão mais efetiva das espécies invasoras cultivadas. Há que se ter atenção e fiscalização redobradas para evitar a introdução de espécies exóticas no ambiente natural. Apesar das inúmeras vantagens que essas espécies proporcionam considerando seus fins econômicos, sem o acompanhamento adequado na maioria das vezes elas afetam a biodiversidade e reduzem as espécies nativas de determinada região.

3.3.5. Poluição e mudanças relacionadas aos ciclos biogeoquímicos

Poluição pode acontecer por vários meios, como a adição direta ou indireta de químicos (compostos, elementos ou misturas), patógenos, resíduos sólidos, minerais ou energia. Com a modernização das indústrias químicas, é cada vez maior o número de substâncias poluidoras que servem como base para o desenvolvimento de tintas, agrotóxicos, fármacos, combustíveis etc. Da mesma forma, são muitos os elementos ou substâncias, inorgânicas ou orgânicas, adicionadas aos sistemas aquáticos (lagos, rios, estuários) por ações antropogênicas e que acabam no Oceano. Neste Capítulo, focamos no modo com que esses contaminantes e poluentes atuam como vetores de mudança. As maneiras de combatê-los serão exploradas no Capítulo 5.

Os aportes diretos nas bacias hidrográficas acontecem no campo, devido ao uso de pesticidas e fertilizantes, e nas cidades, graças à falta ou à incompletude do tratamento de esgotos residenciais ou industriais e pelo *runoff* urbano. Entre os poluentes mais estudados estão os metais, o petróleo e seus derivados, os nutrientes, o lixo no mar, os pesticidas, os contaminantes/poluentes emergentes e o dióxido de carbono. Estuários brasileiros têm sido apontados como *hotspots* para esses tipos de poluição (Barletta *et al.*, 2019).

Embora alguns metais sejam considerados nutrientes essenciais (ferro, cobre, níquel e zinco), quando presentes em alta concentração têm efeitos deletérios na vida marinha. Os mais tóxicos são: mercúrio, cádmio, cobre, zinco, níquel e chumbo. A concentração e a distribuição de metais na região costeira são controladas por vários processos, tais como os regimes de chuva e de vazão dos rios, as correntes oceânicas, a composição natural (solo e biota) das bacias hidrográficas próximas, o tamanho, a presença e a proximidade de regiões urbanas e portuárias (ver Seções 3.2.1 e 3.2.2) e o aporte atmosférico proveniente da emissão industrial ou da poeira de desertos. A absorção biológica pelo fitoplâncton ou por organismos maiores e a adsorção/complexação em partículas orgânicas ou inorgânicas são os principais meios de diminuição da concentração dos metais dissolvidos na coluna d'água (Bruland & Lohan, 2003).

Nitrogênio (N) e fósforo (P) são considerados macronutrientes em ambientes aquáticos, por serem a base de moléculas essenciais à vida (ex. aminoácidos, proteínas e fosfolípidos). O silício (Si) também é considerado nutriente por ser matéria-prima para a construção dos esqueletos silicosos, sobretudo para integrantes do fitoplâncton como as diatomáceas e os radiolários. O carbono (C), apesar de essencial, não é estudado como nutriente porque está sempre presente em abundância. É a escassez dos outros elementos que controla o crescimento do fitoplâncton. No entanto, P, N e Si se tornam poluentes em altas concentrações (eutrofização), pois podem levar ao crescimento excessivo do fitoplâncton e desencadear a produção de uma grande quantidade de matéria orgânica. Isso pode trazer anoxia aos ecossistemas devido ao grande consumo de oxigênio utilizado pelas bactérias na oxidação dessa matéria orgânica. As principais fontes de N e P são os esgotos (tratados ou não) e os fertilizantes (Kennish, 1998).

Já o petróleo é uma complexa mistura de hidrocarbonetos que é a matéria-prima para gasolina, diesel, solventes, plásticos, entre outros. Historicamente, derramamentos de petróleo têm acontecido em vários lugares do mundo com grande prejuízo ambiental, inclusive no Brasil, a exemplo do derramamento de 2019 (Nobre *et al.*, 2022) (ver Seção 3.3.6). Os compostos mais tóxicos são os hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA), muito estudados e monitorados. Esses compostos estão presentes no óleo cru, mas também são adicionados na atmosfera pela queima incompleta de combustíveis, principalmente em veículos. Os hidrocarbonetos poliaromáticos também são inseridos na atmosfera como produtos da combustão da biomassa (vegetação) durante queimadas, podendo ser levados a milhares de quilômetros de distância. Além da toxicidade de seus compostos, o petróleo pode produzir efeitos negativos por suas propriedades físicas. Como exemplo, em casos de derramamentos, aves podem morrer por asfixia ou pela perda das propriedades físicas de suas penas – como peso, isolamento térmica e impermeabilidade (Clark, 2001; Weis, 2015) –, consequências observadas no episódio de 2019 (Araújo *et al.*, 2020).

Pesticidas são substâncias tóxicas amplamente utilizadas em áreas rurais com o objetivo de diminuir a ação de pragas em lavouras e campos. Com a ação das chuvas, impregnam nos solos e/ou são levados por riachos até os rios principais que terminam no Oceano. Assim como os metais, os pesticidas são persistentes, ou seja, não degradam e ficam no ambiente por muitos anos. Por isso, são denominados POPs (poluentes orgânicos persistentes) (ver Capítulo 2 [2.3.9]). Os pesticidas mais pesquisados são o DDT (diclorodifeniltricloroetano) e os PCBs (bifenilas policloradas). Apesar de terem sido banidos em muitos países, inclusive no Brasil, ainda são encontrados nos ecossistemas. Na Baía da Babitonga (SC), próximo ao porto de São Francisco, foram identificados altos valores de POPs, acima dos limites permitidos, com destaque para DDTs (Rizzi *et al.*, 2017). Embora os substitutos desses compostos sejam menos persistentes, também trazem perigo à biota com efeitos subletais (Clark, 2001).

Em que pese sua posição de maior consumidor mundial de pesticidas, no país têm sido pouco estudados os efeitos colaterais no ecossistema edáfico em relação aos organismos não alvo. A contaminação humana e ambiental por agrotóxicos está longe de ser um problema simples, muito em parte pela diversidade de determinantes (sociais, econômicos e culturais) que o permeiam. O mercado nacional de pesticidas experimentou uma expansão rápida na última década (190%), em um ritmo de crescimento superior ao dobro do mercado global (93%). Desde 2008, o Brasil ocupa o topo do ranking internacional. No período entre 1991 e 2000, observou-se um aumento de quase 400% no consumo desses agentes químicos, frente a um incremento de 8% na área plantada. A permissão para uso de sementes transgênicas nas culturas e sua disseminação nas áreas agrícolas estão associadas à ampliação da utilização de pesticidas. Além disso, os fertilizantes NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) aplicados na aquicultura estão presentes em seus efluentes. Eles contaminam o ambiente aquático ao serem despejados, sobretudo onde não há uma bacia de sedimentação para tratá-los. Dados relacionados à contaminação de água por atividades agrícolas e aquícolas

constituem uma demanda para a área de saúde humana e ambiental no Brasil, pois poluentes orgânicos persistentes ainda podem ser detectados na água 20 anos após seu uso (Bustamante & Metzger, 2019).

O país é também o quarto maior consumidor global de fertilizantes. O consumo de nutrientes pela agricultura brasileira aumentou consideravelmente. O Brasil passou de 25º consumidor mundial, em 1961, para o 7º lugar, em 1990 (Bustamante & Metzger, 2019). A poluição do solo por nutrientes é um importante vetor de perda da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos associada à agricultura e/ou à aquicultura. Metais pesados tóxicos presentes em fertilizantes afetam os seres vivos devido à sua acumulação e circulação na cadeia trófica. Entre os principais impactos ambientais ligados ao uso de fertilizantes estão a lixiviação de nitratos em águas subterrâneas, a emissão de gases de efeito estufa (óxidos de nitrogênio), solos poluídos com metais pesados tóxicos e escoamento superficial de nitrogênio e fósforo, que causam eutrofização em ambientes aquáticos.

Os contaminantes emergentes não são comumente monitorados apesar de receberem crescente atenção dos pesquisadores. Os mais comuns são os compostos utilizados em produtos de beleza, cuidado pessoal (protetor solar, fragrâncias, sabonetes, cosméticos) e remédios. Sua principal entrada nos estuários e no Oceano é por meio de esgotos, já que as plantas de tratamento, quando existentes, não conseguem degradá-los. Embora sejam encontrados em baixas concentrações, provocam preocupação entre cientistas pelos seus impactos mesmo em níveis-traço (Choo *et al.*, 2020).

O plástico no Oceano também é descrito como uma forma de contaminação emergente de grande preocupação. O aumento de lixo no mar, em sua maioria composto de resíduos plásticos, tem sido bastante estudado, principalmente pelas contribuições transfronteiriças de todos os continentes para o Oceano. Casos de afogamentos da megafauna por emaranhamento em redes abandonadas, perdidas ou descartadas e o alcance da poluição por microplásticos, por exemplo, têm gerado comoção popular e científica. No Brasil, não há uma base com dados sistematizados sobre os impactos da poluição por lixo nos mares. Porém, uma revisão recente aponta que os impactos pela ingestão de plásticos são os mais estudados (Videla & Araújo, 2021).

Por fim, a produção antropogênica do dióxido de carbono (CO_2) decorrente da queima de combustíveis fósseis ou de queimadas em todo o planeta, além de intensificar o efeito estufa, diminui o pH das águas, contribuindo para fenômenos de mudança climática. Quando o CO_2 se dissolve, ele reage com a água formando ácido carbônico e causando um desequilíbrio no sistema carbonado, o que aumenta a acidez. No país, alguns efeitos negativos conhecidos desse processo incluem o branqueamento dos corais e a dissolução dos esqueletos de algas formadas por carbonato de cálcio. Devido à falta de dados não é possível, contudo, traçar tendências sobre a acidificação (Cotovicz Jr. *et al.*, 2022).

3.3.6. Importação e exportação de impactos

Em 2015, o rompimento da barragem de rejeitos de minério em Mariana, no interior de Minas Gerais, a mais de 600 km da costa, rapidamente atingiu 770 km² do Oceano adjacente (ver Capítulo 2 [Quadro 2.1]). Depois, em agosto de 2019, um derramamento de petróleo em alto-mar se espalhou por cerca de 3.000 km da costa nacional, sendo considerado a pior crise ambiental da história do país. Esses desastres evidenciam a grande interconexão entre continente-Oceano e entre os setores oceânicos.

Os diversos ecossistemas continentais e marinhos trocam intensamente materiais por vias bem conhecidas cientificamente, mas ainda não tão compreendidas pela maioria da população. Essas trocas, consideradas importações e exportações entre ecossistemas, são essenciais para a manutenção do equilíbrio nos balanços ecossistêmicos garantidores das condições de vida de toda a biodiversidade e também das populações humanas. São, portanto, importantes componentes para a gestão territorial.

Na costa encontramos a superposição de muitos processos ecossistêmicos com ampla interligação: desde o aporte fluvial de água doce e sedimentos, passando por intensos movimentos da água do mar e de seus parâmetros físicos entre diferentes “compartimentos” marinhos até o transporte de biomassa por animais do mar para o continente – em especial peixes e crustáceos, mas também aves, répteis e mamíferos. Vários poluentes e resíduos antropogênicos são veiculados por essas vias, comprometendo ainda mais as dinâmicas e os equilíbrios ecossistêmicos. Faz-se importante compreender tais vias e as dinâmicas que ligam os ecossistemas para a melhoria de políticas e planos de uso e ocupação dessas áreas, pois, como afirmaram Scherer e Nicolodi (2021, p.254), “os fluxos hídricos, bacias receptoras e Oceano encontram-se interligados, da mesma forma que problemas e soluções também o são”.

Sobre essa multiplicidade de vias físicas de fluxos e trocas do ambiente aquático, acrescentam-se as vias biológicas que conectam setores do ambiente aquático e que interligam os ambientes aquáticos e terrestres. Algas, fanerógamas marinhas, mangue e muitas plantas aquáticas introduzem os nutrientes (e também poluentes dissolvidos) na cadeia trófica. Desses vegetais, as substâncias são transportadas por animais aquáticos para outros setores, inclusive rio acima, como explicado por Harari e Godoi (2021). Animais como aves, répteis e mamíferos retiram essa biomassa marinha e a transferem para ambientes terrestres. Nesses fluxos biológicos, os manguezais exercem papel extraordinário (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2021), como é o caso do fluxo folha-caranguejo-guaxinim ou do ciclo de vida dos (muito importantes comercialmente) peixes Lutjanídeos. Estes movimentam biomassa em fluxos circulares: estuários-prado, marinho-corais-Oceano e aberto-estuário. Nesses fluxos, além dos manguezais e estuários, as baías fechadas se destacam como ecossistemas concentradores de onde partem fluxos para o mar aberto ou para os rios acima.

Quando há presença de poluentes, eles também serão transportados por esses fluxos entre ecossistemas junto com as toneladas de nutrientes, importando ou exportando seus impactos. “A conectividade avalia os caminhos mais frequentes em que o poluen-

te pode ser transportado entre diferentes localidades, (...) esse parâmetro permite identificar os locais mais vulneráveis a serem atingidos por um contaminante” (Silva, 2020, p.69). Daí a importância em se conhecer bem as vias, considerando ademais as contribuições antrópicas e levando esse fator em conta nas políticas de gestão marinhas-costeiras. Com relação aos poluentes, deve-se considerar que pequenas contribuições contínuas ou grandes contribuições accidentais – observadas com frequência ao longo da costa – devem ser igualmente previstas. Há que se ter medidas preventivas capazes de evitá-las ou de neutralizar seus impactos locais ou em ecossistemas conectados, com prontidão. É o caso de efluentes lançados de forma ininterrupta por cidades ou indústrias e de acidentes portuários, navais ou em estruturas petrolíferas. Assim, ao antecipar as causas, é possível prever ações eficientes para endereçar tanto o agravamento de mudanças naturais quanto as contribuições antrópicas. Ou seja, agir em episódios como mudanças no nível do mar e inundações causadas por tempestades, bem como interceder na trajetória de poluentes em regiões de importância ambiental ou comercial, como ressaltado por Silva (2020).

Analizando as oportunidades de integração dos programas de gerenciamento costeiro e de Planejamento Espacial Marinho no Brasil, Scherer e Nicolodi (2021) apresentam a premissa de que a zona marinha-costeira deve ser entendida como um fluxo contínuo de sistemas interdependentes – um *continuum* flúvio-marinho. Por isso, os instrumentos de planejamento e gestão marinhos-costeiros e sobretudo as políticas públicas têm que ser integrados, com informações e decisões compartilhadas.

Com os processos de urbanização, a sociedade tende a diminuir sua percepção de interação com os ecossistemas que a cercam diretamente. Quem vive na região costeira não comprehende por completo as diversas interconexões entre os múltiplos ecossistemas e as implicações destes em suas vidas (Bombana *et al.*, 2021). Porém, diante do conhecimento científico já disponível, cabe aos tomadores de decisão elaborarem planos e ordenamentos, além de ações educativas, visando um melhor entendimento dos complexos processos costeiros de interconexão continente-mar e dos processos oceânicos mar–mar. O intuito é que empreendimentos, ações e iniciativas públicas ou privadas sempre considerem as dinâmicas de importações e exportações entre ecossistemas continentais e marinhos que são maximizadas na região costeira. A integração de instrumentos e estratégias de gestão e planejamento das regiões marinhas e costeiras é fundamental para evitar tanto o retrabalho técnico quanto a ineficiência das ações implementadas.

3.4. Interações entre os vetores de mudança no bioma marinho e costeiro

Os vetores indiretos e diretos apresentados interagem entre si de formas complexas e frequentemente pouco percebidas. No entanto, ao longo deste capítulo já foram indicadas relações importantes que demonstram que o todo é maior que a soma de suas partes. Isto é, os ecossistemas e a biodiversidade interagem com seus vetores de mudança de maneira sinergética.

O Relatório de Avaliação Global da IPBES sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistê-

micos (IPBES, 2019) elenca uma série de tendências e condições atuais entre vetores de mudança. É interessante observar como os pontos discutidos globalmente são também de alta relevância para a realidade marinha-costeira nacional. Por exemplo, desigualdades sociais, aspectos demográficos, tecnológicos e econômicos, governança e ações que afetam diretamente a natureza (como extração de recursos, poluição e espécies exóticas) são indicados como processos sinergéticos que permitiram crescimento econômico, mas que contribuíram para a degradação ambiental. Vale salientar que o Brasil é considerado uma das nações mais desiguais do mundo, sendo que os 10% mais ricos da sociedade concentram 59% da renda do país (Chancel *et al.*, 2022).

As mudanças climáticas foram mencionadas transversalmente entre os assuntos aqui tratados e ilustram muito bem este tipo de interação. Além de constituir um importante vetor, as mudanças climáticas derivam de várias atividades e afetam tantas outras, aumentando a vulnerabilidade social e ambiental da costa nacional. Com relação aos vetores indiretos, estes demandam interdisciplinaridade e planejamento, em longo prazo, dos sistemas de governança e de instituições. No entanto, os sistemas integrativos, que permitem a adaptabilidade de processos, não são a regra e observa-se com frequência uma ineficiência em abordar o tema devido à “inéria institucional” (Meadowcroft, 2009). A gestão coletiva da biodiversidade, valorizando diferentes saberes tradicionais e sistemas de conhecimento, tem sido apontada como um caminho necessário para endereçar as mudanças climáticas (IPCC, 2014). Mais sobre esses assuntos são tratados nos Capítulos 5 e 6 deste diagnóstico. Por sua vez, os vetores diretos podem ser manejados a partir dos indiretos, demonstrando a necessidade de uma perspectiva holística. Entre as interações dos vetores diretos com as mudanças climáticas ressaltamos os padrões de uso e ocupação do solo, o aumento da vulnerabilidade de infraestrutura, as alterações nas atividades pesqueiras, o aumento do potencial de invasões biológicas e os ciclos biogeoquímicos desbalanceados.

Os conflitos encontrados na zona costeira não são um desafio novo para a gestão (Clark, 1997). Entretanto, a sinergia das transformações recentes aumenta a complexidade dessas questões. Algumas abordagens que têm ganhado destaque (e são tratadas em maior profundidade no Capítulo 5) incluem justiça ambiental, soluções com base na natureza e gestão com base ecossistêmica.

3.5. Lacunas de dados e conhecimento

A falta de entendimento acerca da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas, dos efeitos que determinados tipos de atividades podem causar na natureza, das tendências dessas atividades e das ameaças ao longo do tempo e do espaço é o principal obstáculo a ser superado para uma compreensão integrada da zona marinha-costeira do Brasil.

A ausência de programas de monitoramento de longa duração e com abrangência territorial é uma lacuna crítica para a obtenção de dados sobre os vetores de mudança apresentados. Existem alguns programas ou iniciativas desse tipo, mas padecem de

inconsistências em escalas espaciais e temporais que dificultam as análises. No que diz respeito a vetores de mudança na zona marinha-costeira brasileira, nota-se no presente diagnóstico a falta de revisões na literatura que permitam uma compreensão de status e tendências. Um exemplo disso é o atraso para a realização da Coleta do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), essencial para avaliações de dinâmicas territoriais. Outros levantamentos deficientes que trazem dificuldades para uma análise robusta sobre os vetores de mudança na zona marinha-costeira do país incluem um censo da pesca, o monitoramento dos acidentes com petróleo e pesquisas para exploração de fontes alternativas de energia (ver Capítulo 1).

A heterogeneidade da zona costeira brasileira, seja por bio-, geo- ou biodiversidade, demanda ações desenhadas para atender a suas especificidades. Contudo, há limitações de recursos financeiros e humanos. Além disso, é preciso o envolvimento de atores de todos os setores, reconhecendo-os como corresponsáveis nos processos de entendimento e das mudanças de comportamento necessárias para atingir cenários desejáveis.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Lauro J. Calliari (IO-FURG), pelo seu empenho e dedicação durante décadas em pesquisas na zona marinha-costeira brasileira. Prof. Calliari foi uma inspiração para gerações de pesquisadores, técnicos e alunos. Ao construir este capítulo, o Prof. Calliari, por meio de conversas informais, aportou ideias e colaborou com a discussão do texto.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A. F., & Jardim, M. A. G. (2018). Mudanças socioeconômicas e ambientais resultantes das políticas públicas de desenvolvimento socioeconômico no litoral do Nordeste do Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 49.
- Almeida, A., Moreira, L., Bruno, S., Thomé, J., Martins, A., Bolten, A., & Bjorndal, K. (2011). Green turtle nesting on Trindade Island, Brazil: abundance, trends, and biometrics. *Endangered Species Research*, 14(3), 193–201. doi: 10.3354/esr00357
- Andrade, M. M., & Turra, A. (2021). Advancing towards the implementation of ecosystem-based environmental impact assessment for coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 215, 105973.
- Antaq & GTZ. (2021). *Impactos e Riscos da Mudança do Clima nos Portos Públicos Costeiros Brasileiros - Sumário Executivo*. https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2021/copy_of_SumrioANTAQGIZMudancaClimatica.pdf
- Araújo, A. C. P. S., Santos, D. S., Lins-de-Barros, F., & Souza-Hacon, S. (2021). Linking ecosystem services and human health in coastal urban planning by DPSIWR framework. *Ocean & Coastal Management*, 210, 105728.
- Araújo, C. & Vargas, H. (2013). Sorria: você está na Bahia. A urbanização e a turistificação do litoral baiano. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, v. 1, n. 3, p. 23-41.
- Araújo, M. E., Ramalho, C. W. N., & Melo, P. W. (2020). Artisanal fishers, consumers and the environment: immediate consequences of the oil spill in Pernambuco, Northeast Brazil. *Cad. Saúde Pública*, 36(1), <https://doi.org/10.1590/0102-311X00230319>
- Asmus, M. L., Kitzmann, D., Laydner, C., & Tagliani, C. R. (2006). Gestão Costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. *Gerenciamento costeiro integrado*, 1(4), 52-57.
- Asmus, M. L., Nicolodi, J. L., Anello, L.S., & Giannuca, K. (2019). The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case. *Ecological Engineering*, 130(1), 233-241.
- Asmus, M. L., Nicolodi, J. L., Scherer, M., Giannuca, K., Costa, J. C., & Goersch, L. (2018). Simples para ser útil: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* [UFPR], 44, 4-19.
- Barletta, M., Lima, A. R. A., & Costa, M. F. (2019). Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. *Science of The Total Environment*, 651(Part 1), 1199-1218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.276>
- Bombana, B., Grilli, N. M., Xavier, L. Y., Gonçalves, L. R., Polette, M., & Turra, A. (2021). Uso e conservação do oceano: para além do que se vê. Em: Harari, J. (Ed.), *Noções de Oceanografia* (pp. 819-845). Instituto Oceanográfico.
- Borelli, E. (2007). Urbanização e qualidade ambiental: o processo de produção do espaço da costa brasileira. *Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis*, 4(1), 1-27.
- Brabo, M. F., Pereira, L. F. S., Santana, J. V. M., Campelo, D. A. V., & Veras, G. C. (2016). Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 4(2), 50-58.
- Braga, R., Silva-Pimentel, M. A., & Rocha, E. J. P. (2021). Mudanças Climáticas e Impactos da Elevação do Nível do Mar na Zona Costeira: Pesquisa Bibliográfica e Contribuição Conceitual. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 9(1), 230-255. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i1.p230-255>
- Bruland, K. W., & Lohan, M. C. (2003). Controls of Trace Metals in Seawater. Em: Holland, H. D. & Turekian, K. K. (Eds.), *Treatise on Geochemistry Volume 6* (pp. 23-47). Elsevier.
- Bustamante, M. M. C., & Metzger, J. P. (2019). Capítulo 3: Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. In C. A. Joly, F. R.

- Scarano, C. S. Seixas, J. P. Metzger, J. P. Ometto, M. M. C. Bustamante, M. C. G. Padgurschi, A. P. F. Pires, P. F. D. Castro, T. Gadda, & P. Toledo [Eds.], 1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (pp. 351). Editora Cubo.
- Capilé, B. (2019). *Apagando a natureza: O desaparecimento dos ecossistemas alagados nos mapas urbanos do Rio de Janeiro*. Terra Brasilis (11).
- Carvalho-Neta, R. N. F., Mota Andrade, T. D. D., de Oliveira, S. R. S., Torres Junior, A. R., Cardoso, W. da S., Santos, D. M. S., Batista, W. dos S., Serra, I. M. R. de S., & Brito, N. M. (2019). Biochemical and morphological responses in *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) as indicators of contamination status in mangroves and port areas from northern Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15884–15893. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04849-0>
- Casemiro, M. B., Barra, O. A. O. L., Vasconcelos, F. P., & Matos, F. O. (2018). Planejamento ambiental costeiro no Brasil: Um olhar crítico sobre o Projeto Orla. *InterEspaço*, 4(14), 67–89.
- Castello, J. P. (2007). Gestão sustentável dos recursos pesqueiros, isto é realmente possível? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2, 47–52.
- Castello, L., Castello, J. P., & Hall, C. A. S. (2007). Problemas en el manejo de las pesquerías tropicales. *Gaceta Ecológica*, [Número especial], 65–73.
- Castro, T. da S., & Pereira, A. Q. (2015). Políticas de turismo e urbanização no litoral oeste do Ceará: Dinâmicas, insucessos e possibilidades. *Anais do XI Encontro Nacional da ANPEGE*.
- Castro, T. S. (2016). *O Sol nasce para todos? Planejamento, turistificação e urbanização litorânea na Costa do Sol Poente do Ceará*. Dissertação de Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Chan, T. Y. (1998). Shrimps and prawns. Em: Carpenter, K. E. & Niem, V. H. [Eds.], *FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific* (pp. 851–972). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Chancel, L., Piketty, T., Saez, E., & Zucman, G. [Coords.]. (2022). *World Inequality Report 2022*. World Inequality Lab. Disponível em: wir2022.wid.world
- Chemin, M., & Abrahão, C. M. (2014). Integração territorial do litoral do estado do Paraná (Brasil): Transportes, balnearização e patrimonialização na formação e dinâmica do espaço turístico. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 32, 212–239.
- Choo, G., Wang, W., Cho, H.C., Kim, K., Park, K., & Oh, J. E. (2020). Legacy and emerging persistent organic pollutants in the freshwater system: Relative distribution, contamination trends, and bioaccumulation. *Environment International*, Vol. 135, p. 105377, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105377>
- Clark, J. R. (1997). Coastal zone management for the new century. *Ocean & Coastal Management*, 37(2), 191–216. [https://doi.org/10.1016/s0964-5691\(97\)00052-5](https://doi.org/10.1016/s0964-5691(97)00052-5)
- Clark, R. B. (2001). *Marine Pollution*. Oxford University Press.
- Collyer, W. (2007). Água de lastro, bioinvasão e resposta internacional. *Revista Jurídica da Presidência*, 9(84), 145–160.
- Correa, M. R., Xavier, L. Y., Goncalves, L. R., Andrade, M. M., Oliveira, M., Malinconico, N., Botero, C. M., Milanés, C., Montero, O. P., Defeo, O., & Turra, A. (2021). Desafios para promoção da abordagem ecossistêmica à gestão de praias na América Latina e Caribe. *Estudos Avançados* (Online), 35, 219–236.
- Costa, J. C., Asmus, M. L., & Sales, G. (2020). Administração Pública e Gestão Costeira no Brasil: Reformismo e Modernidade Postergada. *Revista Costas*, 2(2), 31–52.
- Cotovicz Jr., L. C., Marins, R. V., & Abril, G. (2022). Coastal ocean acidification in Brazil: A brief overview and perspectives. *Arquivos de Ciências do Mar*, 55, 345–368. <http://dx.doi.org/10.15939/1678-9923.55.345>

- org/10.32360/78514
- Cristiano, S. C., Portz, L., Nasser, P. C., Pinto, A. C., Da Silva, P. R., & Barboza, E. (2018). *Strategies for the Management of the Marine Shoreline in the Orla Araranguá Project (Santa Catarina, Brazil)*. Coastal Research Library. Springer International Publishing, Vol. 24, p. 735-754.
- Cunha, M. C., Magalhães, S. B., & Adams, C. (Eds.). (2021). *Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. SBPC. Disponível em: <http://portal.sbpccnet.org.br/publicacoes/povos-tradicionais-e-biodiversidade-no-brasil/>
- Cusicanqui, S. R. (2015). Conferência na Mesa 1 “Crisis civilizatorio y horizontes político-comunitarios” 1º Congreso Internacional de Comunalidad: Luchas y estrategias comunitarias: horizontes más allá del capital [Vídeo]. Universidad de Puebla, México. Disponível em: <https://comunitariapress.wordpress.com/2015/10/page/2/>
- Da Rocha, A. C. L. (2021). O fenômeno de segunda residência como um dos indutores da expansão urbana das metrópoles no contexto de globalização: Uma análise sobre o Rio de Janeiro. *Geo UERJ*, [39].
- da Silva, O. N., & Scherer, M. E. G. (2021). Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos da zona costeira-o caso do PNMLJ pelo método dos custos de viagem. *Geosul*, 36(79), 431-456.
- Da Silva, R. (2021). Urbanização e exploração turística do litoral brasileiro: Relações e implicações. *Múltiplos Acessos*, 6(2), 167-177.
- Da Silva, S. R. [2013, December]. Comunidades quilombolas e a Mata Atlântica. *Mercator*, 12(29).
- da Veiga Lima, F. A., de Almeida, F. B., Torres, R. P., & Scherer, M. E. G. (2016). Modelo conceitual de avaliação de ameaças sobre serviços ecossistêmicos de sistemas de dunas. Estudo de caso: Os campos de dunas da Ilha de Santa Catarina/SC, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 38.
- Dardot, P., & Laval, C. (2016). *A nova razão do mundo: Ensaio sobre a sociedade neoliberal*. Editora Boitempo.
- Davies, R. W. D., Cripps, S. J., Nickson, A., & Porter, G. (2009). Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, 33(4), 661-672. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.01.003>
- Dawson, N. M., Dawson, N. M., Coolsaet, B., Sterling, E. J., Loveridge, R., Gross-Camp, N. D., Wongbusarakum, S., Sangha, K. K., Scherl, L. M., Phan, H. P., Zafra-Calvo, N., Lavey, W. G., Byakagaba, P., Idrobo, C. J., Chenet, A., Bennett, N. J., Mansourian, S., & Rosado-May, F. J. (2021). The role of Indigenous peoples and local communities in effective and equitable conservation. *Ecology and Society*, 26(3):19. <https://doi.org/10.5751/ES-12625-260319>
- De Carvalho, S. S. & Silva, S. B. de M. (2010). Transporte, acessibilidade e interação no litoral norte da Bahia: Uma contribuição à política territorial. *Revista GeoNordeste*, 2, 51-74.
- Dias, R. A., Abraão, C. R., Micheletti, T., Mangini, P. R., Gasparotto, V. P. O., Pena, H. F. de J., Ferreira, F., Russell, J. C., & Silva, J. C. R. (2017). Prospects for domestic and feral cat management on an inhabited tropical island. *Biological Invasions*, 19(8), 2339-2353. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1446-9>
- Dias, J. A., Polette, M., & Carmo, J. A. (2007). O Desafio da Gestão Costeira Integrada. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, Vol. 7(1), p. 3-4.
- Dos Santos, C. N. C., & Vilar, J. W. C. (2012). O litoral Sul de Sergipe: Contribuição ao planejamento ambiental e territorial. *Revista Geonorte*, 3(6), 1128-1138.
- Egler, C. A. G. (2020). Geoeconomia do petróleo e gás natural e seus impactos na zona costeira e marinha. Em: Muehe, D., Lins de Barros, F. M. & Pinheiro, L. (Eds.), *Geografia Marinha: Oceanos e Costas na Perspectiva de Geógrafos* (pp. 569-584). PGGM.
- Egler, C. A., & Gusmão, P. P. (2014). Gestão costeira e adaptação às mudanças climáticas: O

- caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada -Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 14(1), 65-80.
- Ehler, C., & Douvere, F. (2009). Marine Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. *IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier N. 6*. Paris: UNESCO.
- Estorniolo, M., Ferreira, J. C. L., & Rainho, A. P. (2021). Manejo de Peixes de Água Doce e Marinhos. In M. C. da Cunha, S. B. Magalhães, & C. Adams (Eds.), *Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças* (pp. 267-286). SBPC. Disponível em: <http://portal.sbpccnet.org.br/publicacoes/povos-tradicionais-e-biodiversidade-no-brasil/>
- FAO. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016*. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf>
- Ferreira, C. E. L., Gonçalves, J. E., & Coutinho, R. (2004). Cascos de navios e plataformas como vetores na introdução de espécies exóticas. Em: da Silva, J. S. V. & de Souza, R. C. C. L. (Eds.). *Água de lastro e bioinvasão* (pp. 143-156). Rio de Janeiro: Interciêncie.
- Figueiroa, A.C., de Lima, A.D.S., Scherer, M.E.G., & Bonetti, J. (2020). How to choose the best category for a protected area? A multicriteria analysis method based on ecosystem services conservation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 1-14.
- Fonseca, V., Vilar, J. W. C., & Santos, M. A. N. (2010). Reestruturação territorial do litoral de Sergipe, Brasil. Em: Vilar, J. W. C. & de Araújo, H. M. (Eds.). *Turismo, meio ambiente e turismo no litoral sergipano* (pp. 40-61). São Cristóvão: Editora UFS.
- Francini-Filho, R. B., Asp, N. E., Siegle, E., Hocevar, J., Lowyck, K., D'Avila, N., Vasconcelos, A. A., Baitelo, R., Rezende, C. E., Omachi, C. Y., Thompson, C. C., & Thompson, F. L. (2018). Perspectives on the Great Amazon Reef: Extension, Biodiversity, and Threats. *Frontiers in Marine Science*, 5.
- Furtado, C. (1971). *Formação econômica do Brasil*. São Paulo: Cia. Editora Nacional.
- Futemma, C. R. T., Baldauf, C., & Medeiros, J. P. V. (2021). Estruturas de governança. Em: da Cunha, M. C., Magalhães, S. B., & Adams, C. (Eds.), *Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças* (pp. 132). São Paulo: SBPC. Disponível em: <http://portal.sbpccnet.org.br/livro/povostradicionais5.pdf>
- García-Onetti, J., Scherer, M. E. G., & Barragán, J. M. (2018). Integrated and ecosystemic approaches for bridging the gap between environmental management and port management. *Journal of Environmental Management*, 206(1), 615-624.
- Gruber, N. L. S., Barboza, E., & Nicolodi, J. L. (2003). Geografia dos sistemas costeiros e oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. *GRAVEL*, 1(1), 81-89.
- Gusmão, P. (2010). Apropriação e ordenamento territorial na zona costeira no Estado do Rio de Janeiro: Grandes corporações ou as políticas públicas? *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 12(2), 23-37.
- Harari, J., & Godoi, S. S. (2021). Oceanografia física costeira e estuarina. Em: Harari, J. (Ed.), *Noções de oceanografia* (pp. 205-223). São Paulo: Instituto Oceanográfico.
- Hazin, F. H. V., Burgess, G. H., & Carvalho, F. C. A. (2008). Shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. *Bulletin of Marine Science*, 82(2), 199-212.
- Honorato, C. T. (2019). Portos e cidades portuárias: Algumas considerações historiográficas. *Almanack*, 21, 63-97.
- IBGE. (2012). INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de

2010. Rio de Janeiro.
- IBGE. (2023). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Atlas Geográfico Escolar*. Brasília, 9ª Edição. Disponível em: <https://atlassescolar.ibge.gov.br/atlas.html>. Acesso em: 30 de janeiro de 2024.
- ICMBIO. (2018). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes*. Brasília: ICMBio.
- Instituto Trata Brasil. (2022). *Ranking do Saneamento - Resumo Executivo*. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2022/>
- IPBES. (2019). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn, Germany: IPBES secretariat.
- IPCC. (2014). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Cambridge: Cambridge University Press.
- Isaac, V. J., Santo, R. V. E., Bentes, B., Frédou, F. L., Mourão, K. R. M., & Frédou, T. (2009). An interdisciplinary evaluation of fishery production systems off the state of Pará in North Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(3), 244–255.
- Ishisaki, F. T. (2021). *Pesca por inteiro: histórico, panorama e análise das políticas públicas federais*. Instituto Talanoa. Unterstell, N. & Yonaha, L. (Orgs.). ISBN 978-65-994856-0-2.
- Iwama, A. Y., Batistella, M., & Ferreira, L. C. (2014). Riscos geotécnicos e vulnerabilidade social em zonas costeiras: Desigualdades e mudanças climáticas. *Ambiente & Sociedade*, 17(4), 251-274.
- Jablonski, S., & Filet, M. (2008). Coastal management in Brazil – A political riddle. *Ocean & Coastal Management*, 51(7), 536-543..
- Jacobi, P. (2005). Governança institucional de problemas ambientais. *Política e Sociedade*, 4(7).
- Jardeweski, C. L. F., Marenzi, R. C., & Garcia, J. R. (2021). Análise de impactos da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo sobre os serviços ecossistêmicos e os stakeholders. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 58.
- Kennish, M. J. (1998). *Pollution impacts on marine biotic environments*. CRC Press.
- Kooiman, J., & Jentoft, S. (2009). Meta-governance: Values, norms and principles, and the making of hard choices. *Public Administration*.
- Latawiec, A. E., Penna-Firme, R., Pena, I. A. B., Strassburg, B. B. N., Drosik, A., Kubon, M., Latala, H., Grotkiewicz, K., Kubon, K., Teixeira, P., Rodrigues, L., Iribarrem, A., Famielec, S., Springer, D., & Lucas, I. L. (2020). Perception-based study on the value of nature to people and land sparing for nature in Brazil and Poland. *Sustainability*, 12(21), 8860.
- Leitte, T. (2019). Proliferação de espécie invasora de mexilhão afeta hidrelétricas. Disponível em: <https://site.fen.org.br/natureza/proliferação-de-especie-invasora-de-mexilhao-afeta-hidreletricas/>
- Lima, R. P. (2020). Espaços territoriais protegidos na zona costeira e marinha. Em: D. Muehe, F.M. Lins-de-Barros, & L. Pinheiro (Eds.). *Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos* (pp. 585-607) Rio de Janeiro: PGGM.
- Lima, P. V. S., & Ribeiro, T. G. R. (2021). O Marretório: A ressignificação de um conceito como categoria política por populações pesqueira e extrativista do litoral do Pará. *III Seminário Internacional América Latina. GT 4 – Pensamento social latino-americano e epistemologias para pensar o amanhã* (Belém-PA, Brasil).
- Limonad, E. (2004). Brasil Século XXI, regionalizar para quê? Para quem? Em: Limonad, E., Haesbaert, R., & Moreira, R. (Eds.). *Brasil, Século XXI – por uma nova regionalização? Agentes, processos e escalas*. Rio de Janeiro: Letra Capital, pp. 54-66.
- Logweb. (2019). Petrobras e Açu Petróleo as-

- sinam contrato para operação ship to ship no Porto do Açu. Disponível em: <https://www.logweb.com.br/petrobras-e-acu-petroleo-assinam-contrato-para-operacao-ship-to-ship-no-porto-do-acu/>
- Lopes, E. B., Ruiz, T. C. D., & Anjos, F. A. (2018). A ocupação urbana no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil, e suas implicações no turismo de segunda residência. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10, 426-441.
- Magalhães, D. S. (2016). *Fragmentação e segregação sócio-espacial no processo de urbanização do Litoral Nordeste da Bahia: Os dois lados da Rodovia BA-099 - "Estrada do Coco"*. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia.
- MDZC. (2008). Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Meadowcroft, J. (2009). Climate change governance. *World Bank Policy Research Working Paper No. 4941*. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=1407959>
- MMA. (2006). Ministério do Meio Ambiente. *Programa REVIZEE: Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na zona econômica exclusiva: Relatório executivo*. Brasília: MMA.
- MMA. (2022). Ministério do Meio Ambiente. Cadastro de Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>. Acesso em: dezembro de 2022.
- Monié, F. (2021). A inserção do porto do Açu (São João da Barra-RJ) no sistema marítimo portuário mundial: Hinterlândia, foreland e cidade-porto. Em: Piquet, R. (Ed.). *Norte Fluminense. Uma região petrodependente* (pp. 177-205). Rio de Janeiro: Editora Telha.
- Monié, F., & Vasconcelos, F. N. (2012). Evolução das relações entre cidades e portos: Entre lógicas homogeneizantes e dinâmicas de diferenciação. *Confins*, 15.
- Moreira, L. M. P., Baptista, C., Scalfoni, J., Thomé, J. C., & Almeida, A. P. L. S. (1995). Occurrence of Chelonia mydas on the island of Trindade, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 70, 2.
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., Forster, I., Gatlin, D. M., Goldburg, R. J., Hua, K., & Nichols, P. D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36).
- Neves, K. F. T. V. (2018). Enclaves de urbanidade: A atuação do mercado imobiliário na recente ocupação da rodovia BA-001, trecho Ilhéus-Olivinha. *Geo UERJ*, 33, 21903.
- Nicolodi, J. L. (2021). Planejamento territorial na Zona Costeira e Marinha do Brasil: Ações, contradições e desafios. Em: E. Limonad, J. C. Monteiro, P. Mansilla, et al. (Eds.), *Planejamento territorial volume 2: Reflexões críticas e práticas alternativas*. São Paulo: Editora Max Limonad.
- Nicolodi, J. L., Asmus, M. L., Polette, M., Turra, A., Seifert, C. A., Stori, F. T., Shinoda, D. C., Mazzzer, A., Souza, V. A., & Gonçalves, R. K. (2021). Critical gaps in the implementation of Coastal Ecological and Economic Zoning persist after 30 years of the Brazilian coastal management policy. *Marine Policy*, 128, 104470.
- Nicolodi, J. L., Asmus, M. L., Turra, A., & Polette, M. (2018). Avaliação dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros (ZEEC) do Brasil: Proposta metodológica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 44(1), 378-404.
- Nicolodi, J. L., & Gruber, N. L. S. (2020). Abordagem geográfica da Gestão Costeira Integrada. Em: Muehe, D., Lins-de-Barros, F. M., & Pinheiro, L. (Eds.), *Geografia Marinha: Oceanos na perspectiva de geógrafos* (pp. 382-401). Rio de Janeiro: PPGM.
- Nicolodi, J. L., & Zamboni, A. (2008). Gestão Costeira. Em: Zamboni, A. & Nicolodi, J. L. (Eds.), *Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Nobre, P., Lemos, A. T., Giarolla, E., Camayo, R., Namikawa, L., Kampel, M., Rudorff, N., Bezerra, D. X., Lorenzetti, J., Gomes, J., Silva Jr, M. B. D., Lage, C. P. M., Paes, R. L., Beisl, C., Lobão, M. M., Bignelli, P. A., Moura, N. D., Galvão, W. S.,

- & Polito, P. S. (2022). The 2019 northeast Brazil oil spill: Scenarios. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(Suppl. 2).
- Nunes, I. T., & Sanson, J. R. (2017). A BR-101 e a litoralização do Estado de Santa Catarina. *Revista Catarinense de Economia*, 1(2), 1-20.
- Oliveira, E. J. (2013). *Lazer e urbanização: a dinâmica do setor de serviços no litoral de Parnamirim e Nísia Floresta - RN*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Oliveira, M. R. L., & Nicolodi, J. L. (2012). 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*, 12(1), 89-98.
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*. México, UNAM-CRIM-FCE.
- Paraguassu, E. (2021). Os monstros invisíveis do desenvolvimento contra um território sagrado. *Caderno 6 - Políticas da Pandemia: Mulheres, Economia e Saúde*. São Carlos: Imuê.
- Pauly, D., Froese, R., & Palomares, M. L. (2000). Fishing Down Aquatic Food Webs: Industrial fishing over the past half-century has noticeably depleted the topmost links in aquatic food chains. *American Scientist*, 88(1), 46-51. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/27857962>
- PBMC. (2013). Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. *Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2*. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil.
- Pereira, R. M. F. A. (2011). Expansão urbana e turismo no litoral de Santa Catarina: o caso das microrregiões de Itajaí e Florianópolis. *Interações (Campo Grande)*, 12, 101-111.
- Pérez-Roda, M. A., Gilman, E., Huntington, T., Kennelly, S. J., Suuronen, P., Chaloupka, M., & Medley, P. A. H. (2019). A third assessment of global marine fisheries discards. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 633*. Rome, Italy.
- Piccolo, P. R. (1997). *Ecologia da Paisagem e a Questão da Gestão dos Recursos Naturais: Um Ensaio Teórico-Metodológico Realizado a partir de Duas Áreas da Costa Atlântica Brasileira*. Tese de Doutorado do Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista.
- Pinaya, W. H. D., Lobon-Cervia, F. J., Pita, P., Souza, R. B. de, Freire, J., & Isaac, V. J. (2016). Multispecies Fisheries in the Lower Amazon River and Its Relationship with the Regional and Global Climate Variability. *PLoS ONE*, 11(6), 1-29.
- Pinheiro, H. T., Mazzei, E., Moura, R. L., Amado-Filho, G. M., Carvalho-Filho, A., Braga, A. C., ..., & Joyeux, J.-C. (2015). Fish Biodiversity of the Vitória-Trindade Seamount Chain, Southwestern Atlantic: An Updated Database. *PLOS ONE*, 10(3), Artigo e0118180. doi:10.1371/journal.pone.0118180
- Polette, M. (2020). Gestão e governança costeira e marinha. Em: Muehe, D., Lins-de-Barros, F. M. & Pinheiro, L. (Eds.), *Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos* (pp. 292-340). Rio de Janeiro: PGGM.
- Polette, M., & Lins-de-Barros, F. (2012). Os desafios urbanos na zona costeira brasileira frente às mudanças climáticas. *Costas*, 1, 165-180.
- Polidoro, M., & Deschamps, M. V. (2013). Segundas residências e urbanização no Litoral do Paraná. *Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD*, 34(125), 213-235.
- Política por Inteiro. (2021). Política Por Inteiro - Monitorando os sinais da política pública. Disponível em: <https://politicapointeiro.org/>
- Prado, D. S., & Seixas, C. S. (2018). Da floresta ao litoral: instrumentos de cogestão e o legado institucional das Reservas Extrativistas. Desenvolvimento. *Meio Ambiente*, 48, 281-298.
- Prado Jr., C. (1953). *Formação do Brasil Contemporâneo*. São Paulo: Ed. Brasiliense.
- Prates, A. P. L., Gonçalves, M. A., & Rosa, M. R. (2012). *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

- Primavera, J. H. (2006). Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 49, 531–545.
- Rizzi, J., Taniguchi, S., & Martins, C. C. (2017). Polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) in sediments from an urban- and industrial-impacted subtropical estuary (Babitonga Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 390-395.
- Sánchez-Gendriz, I., & Padovese, L. R. (2015). Underwater sound pressure levels in the Port of Santos: Representative sample of forty-five days. 2015 IEEE/OES Acoustics in Underwater Geosciences Symposium (RIO Acoustics), 1-4.
- Sandoval, C. C. (2014). *Cadê o horizonte?: a ocupação urbana ao longo da Rio-Santos em São Sebastião, 1964-2000*. Dissertação de Mestrado. Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- Sansolo, D. G. (2002). *Planejamento ambiental e mudanças na paisagem do Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo*. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo.
- Santos, M. A. N. (2018). *Na dissimulação do turismo, a estruturação da especulação imobiliária no litoral de Sergipe*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Sergipe.
- Schaeffer-Novelli, Y., Abuchahla, G. M. O., & Coelho-Júnior, C. (2021). Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. Em: Harari, J. (Ed.), *Noções de Oceanografia* (pp. 683-702). São Paulo: Instituto Oceanográfico.
- Scherer, M. E. G., & Asmus, M. L. (2016). Ecosystem-Based Knowledge and Management as a tool for Integrated Coastal and Ocean Management: A Brazilian Initiative. *Journal of Coastal Research* 75(sp1), 690-694. <https://doi.org/10.2112/SI75-138.1>
- Scherer, M. E. G., Asmus, M. L., & Gandra, T. B. R. (2018). Avaliação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: União, Estados e Municípios. Desenvolvimento e meio ambiente, 44(1), 431-444.
- Scherer, M., & Nicolodi, J. L. (2021). Interações Terra-Mar: Contribuições do Programa Brasileiro de Gerenciamento Costeiro para o Planejamento Espacial Marinho. *Revista Costas*, vol. esp., 2, 253-272.
- Scherer, M. E. G., Nicolodi, J. L., Costa, M., Corraini, N. R., Gonçalves, R., Cristiano, S., Ramos, B., Camargo, J. M., Souza, V. A., Fischer, L., Sardinha, G. D., Mattos, M., & Pfuetzenreuter, A. (2020). Under New Management. *Journal of Coastal Research*, Vol. 95, p. 945-952.
- Scifoni, S. (2005). Urbanização e proteção ambiental no litoral do estado de São Paulo. *X Encontro de Geógrafos da América Latina*. São Paulo: USP.
- Seixas, C.S., Vieira, P.F., & Medeiros, R.P. (Eds.). (2020). *Governança, conservação e desenvolvimento em territórios marinhos-costeiros no Brasil*. São Carlos: RiMa Editora.
- Silva, D. V. (2020). Circulação nas escala costeira, de plataforma e de grande escala e sua influência no ambiente marinho. Em: Souto, R. D. (Ed.), *Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas* (Vol. 1, pp. 51-77). Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável.
- Simon, T. (2015). *Proposta Para Criação de Um Mosaico de Unidades de Conservação Na Cadeia Vitória-Trindade*. Vitoria: Associação Ambiental Voz da Natureza.
- Souto, R.D. (2021). Planejamento Espacial Marinho, Gestão Costeira, Sustentabilidade e Participação. *Revista Costas*, 2, 473-496. doi: 10.26359/costas
- Souza, A. C. F., & Viana, D. C. (2020). Current status of aquaculture in the world: COVID-19 first impacts. *Research, Society and Development*, 9(8). doi: 10.33448/rsd-v9i8.5798
- Tacon, A. G. J. (2005). Salmon aquaculture dialogue: Status of information on salmon aquaculture feed and the environment. *Aquafeed International*, 8, 22-37.
- Taveira, M. S. (2016). Repercussões das políticas de turismo no Rio Grande do Norte, Brasil:

O case de São Miguel do Gostoso. *Tur, Visão e Ação*, 18(1), 193-217. <http://dx.doi.org/10.14210/rtva.v18n1.p193-217>.

Trevizani, T. H., Domit, C., Vedolin, M. C., Angeli, J. L. F., Figueira, R. C. L. (2019). Assessment of metal contamination in fish from estuaries of southern and southeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(5), 308. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7477-1>

Vianna, L. P. (2008). *De invisíveis a protagonistas: populações tradicionais e unidades de conservação*. São Paulo: Annablume Editora; Fapesp.

Videla, E. S., & Araújo, F. V. (2021). Marine debris on the Brazilian coast: which advances in the last decade? A literature review. *Ocean & Coastal Management*, 199, 105400. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105400>

Vilani, R. M., Cruz, J. L. V., & Pedlowski, M. A. (2021). Salty Port: Environmental Conflicts Resulting from the Açu Port, Rio de Janeiro state, Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 24. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200190r1vu-2021L5A0>

Vilaverde Moura, N. S., Moran, E. F., Marques Strohaecker, T., & Kunst, A. V. (2015). A Urbanização na Zona Costeira: Processos Locais e Regionais e as Transformações Ambientais - o caso do Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura*, 37(3), 594-612. Universidade Federal de Santa Maria.

Weis, J. S. (2015). *Marine Pollution What everyone needs to know*. Oxford University Press.

Xavier, L. Y., Guilhon, M. P., Gonçalves, L. R., Correa, M. R., Turra, A. (2022). Waves of change: towards ecosystem-based management to climate change adaptation. *Sustainability*, 14, 1317.

CAPÍTULO 4: CENÁRIOS DE TRANSFORMAÇÃO DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Coordenadores de capítulo: Wilson Cabral de Sousa Júnior, Adriana R. Carvalho, Regina R. Rodrigues

Autores líderes: Heloisa D. Brum, Letícia Cotrim da Cunha, Leopoldo C. Gerhardinger, Vanessa Hatje, Guilherme O. Longo, Martinez E. G. Scherer, Tatiana Walter

Jovens Pesquisadores: Stella Manes, Denilson da Silva Bezerra

Sugestão de citação: de Sousa Júnior, W.C., Carvalho, A.R., Rodrigues, R.R., Brum, H.D., da Cunha, L.C., Gerhardinger, L.C., Hatje, V., Longo, G.O., Scherer, M.E.G., Walter, T., Manes, S., Bezerra, D.S. (2024). Cenários de Transformação da Zona Marinha-Costeira. *Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano.* pp. 170-217. doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.cap04

Sumário Executivo

Há uma multiplicidade de vetores diretos que promovem transformações nas áreas marinhas-costeiras, recebendo influências tanto do meio oceânico quanto do meio continental. Esses incluem as mudanças climáticas, a supressão de habitats naturais, a sobre-exploração de recursos, a poluição e as espécies exóticas invasoras.

Do ponto de vista das mudanças climáticas, os principais fatores físicos associados aos impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos no meio marinho-costeiro são oriundos do Oceano, como a elevação do nível médio relativo do mar, o aumento do alcance de ressacas (*storm surges*), a salinização das águas superficiais e do lençol freático na zona costeira e a acidificação, a desoxigenação e o aumento da temperatura da água do mar (*bem estabelecido*) {4.2.1.1}. Variações de extremos climáticos e alterações físicas e biogeoquímicas são também elementos com potencial impacto à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos. Na região continental, os impactos envolvem eventos extremos de precipitação, com potencial para inundações e escorregamentos de encostas relacionados a movimentos de massa, além de alterações no aporte continental (água, sedimento e contaminantes) por eventos de secas prolongadas ou aumento da precipitação.

Resultados de projeções globais utilizando modelagem numérica preveem temperaturas da superfície do mar cerca de 2°C acima da média do período histórico no Oceano Atlântico, sobretudo em regiões próximas à costa, no Atlântico Norte (*estabelecido, mas incompleto*) {4.2.1.1}. Em comparação à situação presente, as projeções

futuras sugerem uma intensificação no volume de água transportado pela Corrente do Brasil, ampliando seus efeitos. O incremento de volume, calor e salinidade transportados pela Corrente do Brasil em direção ao sul poderá afetar o clima ao longo da costa no país, especialmente ao sul de 30°S, acarretando o fenômeno de tropicalização. Resultados de modelos regionalizados apontam para o aquecimento da superfície do mar na porção sudoeste do Oceano e mudanças na distribuição geográfica de espécies de peixes, com redução na abundância e na quantidade de pescado.

Estudos têm demonstrado tendência de aumento na ocorrência, intensidade e duração das ondas de calor marinhas – em determinadas localizações no Oceano, existem indicações de período prolongado com temperaturas altas – as quais podem prejudicar diversas espécies, gerando desequilíbrio ecossistêmico e perda de habitat. Há projeções de que essa tendência se mantenha, podendo atingir um estado quase permanente até o fim do século XXI, com as ondas de calor perdurando por todo o verão no Atlântico Sul. Estudos mostram declínio de 77% da biomassa de estoques pesqueiros na Zona Econômica Exclusiva, em resposta ao aumento de temperaturas extremas no Oceano. Sob o cenário mais severo previsto pelo IPCC (RCP8.5), espera-se uma redução de 3,6% por década entre 1986-2005 e 2041-2060. Embora haja estudos pontuais que sugerem aumento de produtividade de determinados estoques (ex.: algumas espécies de moluscos), as estimativas até 2050 são de uma queda global de até 30% na receita e uma diminuição de 30-50% dos empregos relacionados à pesca (*bem estabelecido*) {4.2.1.1}. Esses efeitos podem ser intensificados diante da baixa regulamentação da atividade pesqueira na América do Sul, que indica o declínio de vários estoques pesqueiros. Tal tendência se repete no território brasileiro como um todo, onde 25 espécies ou grupos de espécies responsáveis por 60% da produção marinha já se encontram totalmente exploradas ou sobre-exploradas (*bem estabelecido*) {4.2.1.4}.

Os usos e a ocupação da região marinha-costeira tendem a se expandir em cenário de baixa regulamentação, o que se traduziria em conversão de ambientes naturais, instalação e ampliação de infraestrutura (viária, energia, abastecimento de água), emissões atmosféricas, lançamento de efluentes, geração e deposição irregular de resíduos, dentre outros, com impactos na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos. Em termos de planejamento para a próxima década, as iniciativas e ações no âmbito do governo federal estão orientadas, desde 2020, pelo Decreto Federal 10.531 (Brasil, 2020), o qual instituiu a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. O documento considera um crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) da ordem de 2,9% ao ano no cenário transformador, que supera em 82% a projeção para o cenário de referência. Acompanhando esse crescimento econômico, a razão entre investimentos em obras de infraestrutura e o PIB seria ampliada de 1,8% no cenário referencial para 3,4% no cenário transformador, um aumento de 88%. Tais projeções apontam para um significativo incremento do impacto ambiental, cuja mitigação exigiria uma expansão das metas na mesma proporção. No entanto, programas que poderiam estruturar a governança socioambiental da zona costeira – como o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (Gerco), o Programa Nacional para a

Conservação da Linha de Costa (Procosta) e outros instrumentos para a integração de políticas públicas – vêm sofrendo com falta de recursos e interrupções que comprometem boa parte de suas metas (*bem estabelecido*) {4.2.1.2, 4.3.3}.

A expansão das atividades de mineração e a ampliação da exploração de petróleo e gás, tanto em campos já consolidados quanto em novas frentes como a Margem Equatorial, que inclui a foz do Amazonas, colocam em risco ambientes cuja biodiversidade e serviços ecossistêmicos são pouco conhecidos (*bem estabelecido*) {4.2.1.5}. Um extenso e detalhado trabalho diagnosticou a sensibilidade ambiental da região da Margem Equatorial, dotada de peculiaridades como grande variação de ventos e marés e da influência de dois dos maiores sistemas deltaicos do mundo, dos rios Amazonas e Parnaíba. Ademais, o investimento em combustíveis fósseis caminha em direção oposta à preconizada pelos acordos internacionais dos quais o país é signatário, em especial o Acordo de Paris. Outro recurso mineral presente em larga escala na plataforma continental brasileira são os chamados granulados bioclásticos, compostos principalmente por algas calcárias em formas livres, rodolitos e demais fragmentos. No âmbito da política internacional, o país pleiteia uma ampliação da Plataforma Continental Jurídica, de modo a incorporar áreas de interesse mineral além das 200 milhas originalmente sob sua jurisdição, incluindo porções da Cadeia Vitória-Trindade, o Platô de Santa Catarina e a Elevação do Rio Grande. Há pouca informação relevante sobre essas áreas, assim como ocorre com os bancos de rodolitos, capaz de orientar o uso sustentável dos recursos, o que representa uma importante lacuna a se resolver.

No campo dos transportes e da logística, a expansão de ramais ferroviários e da atividade hidroviária na região marinha-costeira tendem a ser impulsionados a partir da adoção do Plano Nacional de Logística 2035 e de instrumentos como a Lei Federal 14.301/2022, a qual instituiu o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (BR do Mar) (*bem estabelecido*) {4.2.1.3}. A movimentação de cargas para o transporte de cabotagem, bem como todo o investimento logístico em áreas de armazenagem, retropórticos, terminais de transbordo e ramais de acesso são elementos importantes de potencial impacto para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos na região costeira. Por outro lado, o trânsito de embarcações, as obras de dragagem, a infraestrutura oceânica e o consequente aumento do número de acidentes com derrame e vazamento de produtos para o ambiente marinho agravam a vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no mar. A esses vetores se somam as projeções para o turismo marítimo, atividade que vem crescendo com um incremento médio de 10% ao ano no fluxo de cruzeiros.

Os impactos de todos esses vetores de mudança sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas regiões marinhas-costeiras tendem a ser exacerbados com as mudanças climáticas (*estabelecido, mas incompleto*) {4.2.1.5}. Como exemplo, o aumento da frequência de eventos extremos pode influenciar na ressuspensão de material contaminante acumulado em sedimentos em ambientes estuarinos e manguezais. De modo alternativo, pode levar à redução da diluição de muitos contaminantes, em função da intensificação da diminuição da descarga líquida continental em determinados períodos do ano. Já a elevação da temperatura da água pode influenciar diversos processos biogeoquímicos no meio marinho, com efeitos sinérgicos em diferentes escalas.

As projeções dos vetores de mudança sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos na região marinha-costeira brasileira indicam uma predominância de pesquisas em pequena escala (nível de espécie) com poucos parâmetros, como temperatura e variação de pH. Os principais resultados apontam perdas de habitats e de biodiversidade, além de possíveis deslocamentos de espécies com mobilidade para ambientes mais propícios (*estabelecido, mas incompleto*) {4.2.2}. Há necessidade de levantamento de dados sistemáticos e estudos mais abrangentes, tanto em termos geográficos quanto em termos das variáveis e parâmetros considerados.

A dependência dos serviços ecossistêmicos providos pelas áreas marinhas-costeiras, cujo estado atual já é preocupante, indica um grande potencial de perdas e danos futuros para a sociedade brasileira, em especial para a população que ocupa tais áreas, embora os efeitos não se restrinjam a essa parte do território (*bem estabelecido*) {4.3.2}. Há uma assimetria no acesso ao meio ambiente associado a um padrão, também assimétrico, entre os beneficiários e aqueles sobre os quais recaem os ônus da poluição e da degradação ambiental, tanto do ponto de vista social como territorial. Em especial, povos e comunidades tradicionais têm vivenciado uma série de impactos e conflitos que reverberam sobre seus modos de vida. Tal condição agrava o quadro de desigualdade da sociedade brasileira e a perda da sociobiodiversidade.

A manutenção dos habitats marinhos-costeiros é crucial para a provisão de diversos serviços ecossistêmicos, destacando-se a proteção costeira (*bem estabelecido*) {4.3.2}. Sabe-se que grande parte da costa brasileira está vulnerável aos impactos da elevação do nível do mar. São diversos os estudos que apontam que a presença de ambientes naturais pode reduzir essa vulnerabilidade. Por exemplo, a presença de recifes de corais ao longo da costa poderia amortecer em 46% os impactos de aumento de ondas em um cenário com subida de 1 metro no nível do mar, enquanto a sua ausência elevaria esse risco para 76%. Em outra análise, os manguezais poderiam diminuir em 20% os níveis de vulnerabilidade costeira, ao mesmo tempo que protegem uma quarta parte da população total exposta. Cenários de maior resiliência incluem o investimento em soluções baseadas na natureza.

Há diversas lacunas para uma razoável compreensão dos impactos das mudanças climáticas e outros vetores de mudança sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos de ambientes marinhos-costeiros no Brasil (*bem estabelecido*) {4.4}. A ausência de levantamento de dados sistemáticos (em campo e em laboratórios) e de estudos mais abrangentes – incluindo a elaboração de cenários –, a descontinuidade da coleta de dados para a estatística pesqueira no país, a falta de programas oficiais como elementos de política de estado para o monitoramento espacial contínuo de alterações em áreas de ecossistemas marinhos e costeiros e a ausência de uma série histórica de dados observados de elevação do nível do mar em toda a zona costeira brasileira se somam à escassez de dados abrangentes de poluição nos ambientes marinhos-costeiros. Ademais, precisamos compreender melhor os processos por meio dos quais os vetores de mudança afetam a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos – elemento central para melhorarmos nossa capacidade de previsão. Tais carências constituem fa-

tores prioritários a se investir para o subsídio e o desenvolvimento de políticas públicas assertivas visando a conservação, a adaptação e a resiliência desses ambientes frente aos vetores de mudança.

O aumento da resiliência da sociedade a esses vetores de mudança depende de uma transformação rápida e consistente na forma que utilizamos e ocupamos as áreas marinhas-costeiras. Esse esforço envolve desde políticas públicas de mais longo prazo até iniciativas locais e regionais de conservação (*bem estabelecido*) {4.4}. A definição de escopos mínimos de integração entre políticas públicas em diversas escalas (geográfica, administrativa, de paisagem, biomas etc.) é essencial para a articulação de respostas ao estado atual de degradação, imposto pelo modo de vida e pelo modelo econômico, e às mudanças globais em curso, que colocam em risco os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade dos ambientes marinhos-costeiros brasileiros.

4.1. Introdução

Este capítulo aborda as tendências futuras dos principais vetores de transformação e os elementos de impacto sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos no ambiente marinho-costeiro brasileiro. O texto discorre ainda sobre as principais lacunas de conhecimento acerca da temática e apresenta perspectivas para aprimorar a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos nesses ambientes.

4.2. Cenários de transformação de áreas marinhas-costeiras no Brasil

As áreas marinhas-costeiras são uma interface entre o meio oceânico e o meio continental, recebendo influência de múltiplos fatores de uso e ocupação da zona costeira. Esses fatores levam à conversão de áreas naturais para expansão urbana e à instalação e ampliação de infraestrutura (viária, energia, abastecimento de água), resultando em aumento das emissões atmosféricas, lançamento de efluentes e deposição de resíduos, dentre outros. As mudanças climáticas agravam as transformações no Oceano, causando acidificação e desoxigenação das águas e aumento do nível do mar, da sua temperatura superficial e da frequência de fenômenos de ressacas, ciclones e tempestades tropicais. No continente, mudanças climáticas potencializam as consequências de eventos extremos de secas e precipitações e o aumento da temperatura do ar. Este tópico discute o impacto desses fatores sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas áreas marinhas-costeiras.

4.2.1. Vetores de mudanças sobre os ecossistemas marinhos-costeiros

Áreas marinhas-costeiras brasileiras compreendem ambientes de praias, restingas, costões rochosos, dunas, estuários, manguezais e ambientes recifais, além dos meios pelágicos, intermediários e profundos da plataforma continental e do Oceano aberto. Tal multiplicidade de ambientes abriga rica biodiversidade, fornecendo ampla gama de serviços ecossistêmicos de regulação, suporte, provisão e culturais, conforme classificação da Avaliação do Milênio (MEA, 2005).

Serviços ecossistêmicos de regulação do equilíbrio climático e biogeoquímico, e de balanços térmico e hidrológico são parte significativa desse leque. A oferta de habitat temporário ou permanente para diversas espécies e a produção primária compõem serviços de suporte das áreas marinhas-costeiras. Serviços de provisão permitem a oferta de alimentos e minerais, enquanto os serviços culturais envolvem atividades que vão desde o uso recreacional direto até o vínculo espiritual.

A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos providos pelas áreas marinhas-costeiras estão sujeitos ao comportamento dos fatores de influência ao longo do tempo. Situações de degradação já vivenciadas podem ser potencializadas e ampliadas por efeitos sinérgicos às mudanças climáticas e seus desdobramentos. Por outro lado, uma mudança no padrão exploratório pode lograr uma manutenção do estado atual.

As mudanças climáticas representam um importante vetor de impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas áreas marinhas e costeiras do país, intensificando efeitos de padrões de degradação e exploração preestabelecidos. Os principais fatores físicos associados ao impacto das mudanças climáticas no Oceano são a elevação do nível médio relativo do mar e o aumento da frequência de ressacas e erosão costeira. Na região continental, são as frentes de precipitação e suas consequências, como inundação e escorregamentos de encostas vinculados a movimentos de massa. Mudanças no regime de chuvas em bacias de grande contribuição do aporte continental (*runoff*) tendem a gerar impactos indiretos nas regiões estuarinas e proximidades. Outros elementos com potencial impacto são o aumento da temperatura do ar e da água, as variações de extremos climáticos e as alterações físicas e biogeoquímicas, como acidificação e desoxigenação.

Os efeitos dessas frentes podem ser alavancados por vetores de mudanças como atividades de uso e ocupação do território, incluindo a expansão de centros urbanos e infraestrutura de transportes na zona costeira, além da ampliação do turismo, da pesca, da aquicultura e da exploração mineral e energética. As frentes de influência têm efeitos cumulativos e sinérgicos entre si e com outros fatores, como as barragens para fins diversos que interrompem ciclos bióticos, biogeoquímicos e sedimentares dos rios. Todos esses fatores, de maneira direta ou indireta, se relacionam com a expropriação e o consequente prejuízo aos modos de vida de povos e comunidades tradicionais cujos territórios encontram-se na zona costeira e/ou marinha e conformam a sociobiodiversidade dessas regiões.

4.2.1.1. Mudanças climáticas: aspectos físicos e biogeoquímicos

O relatório do IPCC (Cooley *et al.*, 2022) e evidências científicas apontam que a mudança climática antropogênica expôs os ecossistemas marinhos-costeiros a ondas de calor marinhas (OCM) sem precedentes, com duração de semanas a vários meses. Oceanos cada vez mais quentes, ácidos e sem oxigênio afetam o metabolismo, o desenvolvimento e as interações dos organismos marinhos, expondo-os a condições ambientais além de seus limites de tolerância e aclimatação. Local e regionalmente, as mudanças climáticas representam risco à biodiversidade, ao funcionamento dos ecossistemas

marinhos e aos benefícios que estes nos fornecem, ampliando os impactos de outros fatores, como degradação de habitat, poluição, sobre-exploração, eutrofização e introdução de espécies invasoras.

O documento do IPCC prevê aumento na intensidade, na recorrência e na duração das ondas de calor marinhas, podendo causar extirpação de espécies, colapso do habitat ou superação de pontos de inflexão ecológica. Os impactos crescentes poderão alterar a biomassa de animais marinhos, a sazonalidade e a geografia dos táxons, interrompendo ciclos de vida, teias alimentares e a conectividade ecológica ao longo da coluna de água.

Da mesma forma, a ausência de ações efetivas de mitigação e adaptação pode ampliar o risco de danos aos serviços ecossistêmicos marinhos-costeiros em mais de dez vezes, dependendo do contexto e dos caminhos de desenvolvimento local (Cooley *et al.*, 2022).

De 1982-2016 as ondas de calor marinhas no Atlântico Sul sudoeste (entre Cabo Frio e Argentina) aumentaram em frequência, duração e intensidade (Rodrigues *et al.*, 2019), reduzindo a quantidade de pescado na região ao largo do Uruguai (Franco *et al.*, 2020). A distribuição geográfica e a abundância de 47 espécies de peixes dessas regiões costeiras mudaram entre 1948 e 2016 (Araújo *et al.*, 2018), tendo havido o aumento da população de peixes pequenos e pelágicos e a diminuição ou o desaparecimento de outros grupos. Essa tendência continuará nos períodos de 2021-2050 e de 2071-2100 (Costa & Rodrigues, 2021), podendo atingir um estado quase permanente de ondas de calor marinhas durante todo o verão, até o fim do século XXI. As ondas de calor marinhas têm impacto devastador para ecossistemas marinhos, levando à proliferação de algas nocivas, à mortandade em massa e até a reconfigurações de ecossistemas inteiros, afetando o habitat e os serviços ecossistêmicos em âmbito global (Smale *et al.*, 2019). O recrutamento larval do caranguejo *Leptuca thayeri* (Marochi *et al.*, 2022) e a população de esponjas na região da Baía de Ilha Grande (RJ) (Fortunato *et al.*, 2022) em 2019 foram reduzidos por ondas de calor marinhas. Embora haja diversas lacunas sobre desdobramentos econômicos de ondas de calor marinhas, sabe-se que eventos de ondas de calor marinhas causaram perdas de serviços ecossistêmicos levando a custos anuais acima de US\$ 800 milhões em perdas diretas e US\$ 3,1 bilhões em perdas indiretas (Smith *et al.*, 2021).

O avanço da distribuição de espécies tropicais para áreas extratropicais aquecidas em razão das mudanças climáticas (a “tropicalização”) altera a biodiversidade extratropical, empobrecendo áreas tropicais e modificando o funcionamento dos ecossistemas em ambas as regiões. Desde 2013, tem ocorrido a tropicalização de peixes comerciais demersais na região sul da costa brasileira, devido ao aumento das ondas de calor marinhas e ao transporte da Corrente do Brasil (Perez & Sant’Ana, 2022). Espera-se que espécies tropicais como polvos (Lima *et al.*, 2020), peixes herbívoros (Inagaki *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2021) e corais (Bleuel *et al.*, 2021) encontrarão condições favoráveis à sua ocorrência em ecossistemas subtropicais até o final deste século. Tal alteração forçará a reorganização das teias alimentares e transformará o funcionamento dos ecossistemas, acarretando extinção e substituição de espécies. Em recifes tropicais brasileiros, o aquecimento do Oceano simplificará as teias alimentares e reduzirá a eficiência na

ciclagem de energia, nutrientes e matéria, levando à perda de biomassa de peixes e invertebrados (Capitani *et al.*, 2021) e causando a degradação geral dos ecossistemas.

A elevação da temperatura afeta também o metabolismo de peixes, acelerando seu crescimento, mas tornando-os menores e reduzindo sua capacidade reprodutiva, dado que peixes maiores são mais férteis.

Há no país uma lacuna de avaliações físicas e biogeoquímicas das mudanças climáticas nos ambientes marinhos. Simulações do sistema terrestre do início do século XX ao início do século XXI indicam aumento no volume de água e deslocamento da bifurcação da porção sul da corrente sul-equatorial (que origina a Corrente do Brasil) em direção ao sul (Marcello *et al.*, 2018).

A comparação de Toste *et al.* (2018) entre um cenário de 538 ppm de CO₂ atmosférico em 2100 com 2°C acima da média do período histórico (1850-1900) e um cenário “presente” sugere intensificação no volume de água transportado pela Corrente do Brasil e deslocamento de sua origem para o norte. O estudo preconiza ainda que no ano 2100, em regiões próximas à costa ao norte de 16°N de latitude, a temperatura média na superfície do mar (TSM) deve atingir valores até 2°C acima do cenário “padrão” e uma média de elevação do nível do mar de 7,3 mm/ano, sobretudo próximo à costa. Os resultados de Pontes *et al.* (2016) para 2100, usando a concentração atmosférica de 1.370 ppm de CO₂, apontam que o aumento do volume de calor e sal transportado pela Corrente do Brasil em direção ao sul poderá afetar o clima ao longo da costa nacional, especialmente ao sul de 30°S.

A elevação de temperatura e a acidificação do Oceano irão prejudicar a biodiversidade marinha-costeira em sinergia com impactos da poluição e do uso desordenado de seus recursos (ver Capítulo 1). Belarmino *et al.* (2021) mostraram que alterações climáticas reduziram gramas marinhas, gerando diminuição no estoque de peixe associado, destacando os ainda pouco estudados efeitos em cadeia de mudanças climáticas. No Brasil, dada sua extensão, respostas da biodiversidade marinha-costeira a essas alterações variarão geograficamente, desafiando nossa capacidade adaptativa.

Em ecossistemas de manguezais na região setentrional do país, espera-se maior entrada de água salina devido ao aumento do nível do mar e à diminuição no regime de chuvas, que reduziria a vazão de rios nesses ecossistemas de transição (Godoy & Lacerda, 2015). Em áreas subtropicais da costa nacional, as mudanças climáticas favorecem a expansão de manguezais (Cohen *et al.*, 2020), sujeitos ainda à erosão e ao assoreamento, tornando a resposta desses ecossistemas e sua biodiversidade heterogênea e contexto-dependente.

Embora áreas subtropicais fiquem mais apropriadas para algumas espécies, as áreas tropicais podem ser insustentáveis para a biodiversidade, causando extinções ou reduções drásticas em sua diversidade. Assim, peixes herbívoros e corais encontrarão ambientes adequados fora dos trópicos, mas serão prejudicados em regiões tropicais (Inagaki *et al.*, 2020; Bleuel *et al.*, 2021). Isso porque estas serão menos complexas e diversas, marcadas por alterações na paisagem dos recifes tropicais brasileiros que

colocam em risco benefícios importantes como pesca (Franco *et al.*, 2020; Lopes *et al.*, 2018) e turismo. No cenário atual de emissão de gases, estoques de lagostas da região Nordeste do país diminuirão drasticamente até 2100 (Boavida-Portugal *et al.*, 2018). No que diz respeito ao caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, ainda que a exploração pesqueira exerça baixa pressão sobre a espécie (Domingues, 2008; Furtado Jr. *et al.*, 2016; Diele, 2000), seu estoque tem reduzido graças à degradação dos manguezais e à inundação das marés (Wunderlich & Pinheiro, 2013; Duarte *et al.*, 2016), ameaçando a subsistência e a renda advinda da exploração deste recurso (Glaser *et al.*, 2010). Quanto ao poliqueta *Perinereis ponteni*, presente na costa brasileira, Mendes *et al.* (2022) descobriram que a temperatura impacta bastante o índice de isolamento da espécie.

A projeção de Principe *et al.* (2021) para a distribuição futura de três principais construtores de recifes de corais do Atlântico (*Mussismilia hispida*, *Montastraea cavernosa* e o complexo *Siderastrea*) em três cenários de concentração relativa de gases de efeito estufa (RCP2.6, 4.5 e 8.5) indica que as três espécies perderiam habitat no cenário mais pessimista, embora novas áreas possam se tornar adequadas (até 2100). A espécie *M. hispida* perderia habitats em todos os cenários futuros. Em algumas regiões as três espécies podem desaparecer, com consequências prejudiciais para as comunidades associadas. O aumento da temperatura pode acentuar a dominância e o espalhamento de espécies invasoras, como detectado por Barbosa *et al.* (2019) para a reprodução do invasor Coral-Sol (*Tubastraea tagusensis*) e por Madeira *et al.* (2019) para o camarão invasor *Lysmata lipkei*, cuja capacidade de aclimatação e tolerância térmica podem favorecer sua invasão no Atlântico Sudoeste.

Projeções de mudanças climáticas sobre recursos hídricos continentais são um importante vetor de transformação do meio marinho-costeiro. Estudos encomendados pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (Brasil, 2015) apontam um aumento da precipitação na região Sul e tendências de redução de precipitação ao norte da região Sudeste, em toda a região Centro-Oeste, em boa parte do Nordeste e na margem direita da bacia Amazônica. As projeções indicam diminuição de vazão nas bacias do São Francisco e do Tocantins, reduzindo o transporte de sedimentos para a costa de Alagoas e Sergipe (identificado por Carreira *et al.* (2021) usando biomarcadores lipídicos no delta do São Francisco). A redução de aporte sedimentar e de nutrientes está prevista ainda na porção sul do sistema deltaico do Amazonas (em especial na baía de Marajó), onde se intensificaria a erosão costeira na região de influência dos estuários. A previsão de períodos de estiagem prolongada pode gerar em manguezais um acúmulo de metais pesados que podem ser liberados em eventos extremos de precipitação (Costa *et al.*, 2020). Ademais, a projeção de aumento de vazão na bacia do Prata afetaria todo o litoral sul brasileiro. Não há estudos consolidados sobre o impacto desses efeitos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos na região marinha-costeira.

Compreender as diferentes respostas da biodiversidade em uma escala continental como a costa nacional permanece um grande desafio. Enfrentá-lo é fundamental para que estejamos preparados para as mudanças futuras.

4.2.1.2. Pressões de uso/ocupação: urbanização e turismo

A América Latina e o Caribe exibem alto nível de urbanização (80%). No Brasil, o desenvolvimento em seus 8.698 km de extensão da zona costeira levou ao surgimento de

463 municípios litorâneos. Neles residem cerca de 27% da população do país, ou seja, 50 milhões de habitantes (Brasil, 2011). Aproximadamente 45% desses municípios possuem entre 80% e 100% de urbanização. Quatro das 10 maiores áreas metropolitanas do Brasil localizam-se à beira-mar, atraindo grande parte da atividade turística. A região Nordeste abrange o maior número de municípios costeiros e a maior proporção da população residindo na zona costeira (Oliveira & Souza, 2013).

O monitoramento do MapBiomas registrou uma perda de 15% da superfície nas áreas de praias, dunas e areais (~70 mil ha) nos últimos 36 anos (de 1985 a 2020), em decorrência de empreendimentos aquícolas, salineiros e da pressão imobiliária. Essa expansão é favorecida pelo fato de que apenas 40% da superfície de praias e dunas está sob alguma modalidade de unidade de conservação. Na primeira metade desse período, o ecossistema manguezal manteve uma superfície de ocorrência praticamente estável, mas nos últimos 20 anos houve diminuição de 2% da área de manguezal no país, devido às atividades antrópicas em centros urbanos e regiões metropolitanas. Como exemplo, no município de Bragança (Norte do Brasil), onde a comunidade costeira coleta de 6 a 8 t/km²/ano de caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), a construção de uma rodovia reduziu a área de manguezal e aumentou o uso de madeira, prejudicando a coleta da espécie (Dile- le *et al.*, 2010; Alves, 2014). Por outro lado, estudos mostraram que é possível promover o repovoamento do estoque do caranguejo-uçá a partir da restauração das áreas de manguezal (Lopes *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2016; Fernandes *et al.*, 2018).

Ações e iniciativas da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031 e o planejamento setorial de 2020, estabelecidos pelo Decreto Federal 10.531 (Brasil, 2020), possuem metas definidas em dois cenários para os próximos 10 anos: um “referencial”, em que elementos de reforma do estado não se concretizam; e outro “transformador”, no qual reformas estruturais do poder público federal são executadas. No cenário transformador haveria crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) da ordem de 2,9% ao ano, 82% superior à projeção para o cenário de referência. Nele, investimentos em obras de infraestrutura e o PIB seriam ampliados em 3,4% contra 1,8% no cenário referencial, o que significa um aumento de 88%. Tais projeções implicariam em um incremento considerável do impacto ambiental, cuja mitigação exigiria uma expansão das metas na mesma proporção. No entanto, os três indicadores de performance ambiental mais relevantes para os ambientes marinhos-costeiros contidos no documento da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (pedida ecológica, índice de performance ambiental e o percentual de esgoto tratado), apresentam um aumento bem menos expressivo do cenário transformador para o referencial: 15%, 4% e 20%, respectivamente.

Ocupações de áreas costeiras e a decorrente impermeabilização elevada do solo aumentam a vulnerabilidade a inundações e a riscos geotécnicos, agravada pela variação de marés e pela intensidade de chuvas orográficas (Boulomytis *et al.*, 2017). A vulnerabilidade socioambiental advém da expansão descontrolada da infraestrutura urbana, sendo os vetores muitas vezes determinados por decisões que privilegiam interesses desconectados das soluções mais efetivas (Inouye *et al.*, 2014). Mudanças no modo de

ocupação e uso das áreas costeiras voltadas para evitar degradação ambiental irreversível, inundações e perda de serviços ecossistêmicos com risco às pessoas teriam que envolver a remoção de habitações irregulares e a recuperação de áreas naturais e das características originais da paisagem (Oliveira & Souza, 2013). As mudanças climáticas adicionam sinergias críticas às pressões ambientais já existentes. Por exemplo, Manes e Pires (2022) indicam que eventos extremos de precipitação no estado do Rio de Janeiro trarão aumento significativo no risco de enchente e reduzirão a capacidade de retenção do escoamento superficial entre 34% e 55%. As autoras apontam que todos os cenários de área restaurada recuperaram a capacidade ecossistêmica de diminuir o risco de inundações. Ademais, os benefícios financeiros da prevenção de inundações superam os custos da restauração (Manes & Pires, 2022).

A despeito das evidências científicas, as ações para conter os danos se contrapõem ao plano diretor dos municípios. Manes *et al.* (2023) concluíram que, em regiões com maior adensamento urbano ao longo do litoral brasileiro, a perda dos ambientes naturais costeiros aumentaria em 2,5 vezes o risco de inundação e erosão frente à elevação do nível do mar. Por outro lado, o Zoneamento Ecológico-Econômico e o fortalecimento de áreas protegidas marinhas e costeiras podem favorecer o planejamento e o crescimento urbano, estabelecendo um modelo de governança e manejo baseado em ecossistemas. Desta forma, é possível aumentar a proteção costeira no litoral do país, como aparece de maneira ainda incipiente no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Xavier *et al.*, 2022).

O turismo é um vetor de uso e ocupação do solo e de pressões de infraestrutura, mas que traz bem-estar socioeconômico. Conforme dados do Ministério do Turismo (Brasil, 2021a), cerca de 95% das movimentações turísticas no país são internas e, de 2015 a 2019, 70% delas ocorreram em áreas costeiras. A cidade do Rio de Janeiro, assolada por inundações e infraestrutura insuficiente, recebe um terço de todos os turistas internacionais que visitam o Brasil. O Plano Nacional de Turismo para o período de 2018 a 2022 previa o estímulo à adoção de práticas sustentáveis no setor, resguardando o patrimônio cultural e natural por meio da conservação da biodiversidade (Brasil, 2018). No entanto, esse instrumento ainda tímido enfrentou o desafio da sustentabilidade e da pandemia de Covid-19, que direcionou o Ministério do Turismo a priorizar ações de proteção às empresas e aos empregos do setor turístico (Brasil, 2021b), em detrimento das operações turísticas de menor impacto e alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Um dos principais impactos da atividade turística nas zonas costeiras e marinhas é o acúmulo de resíduos, representados pela enorme quantidade de plásticos que são jogados ou carreados para as praias, até atingirem o Oceano. Microplástico vem sendo detectado em animais marinhos como bivalves (Bruzaca *et al.*, 2022), peixes mesopelágicos (Justino *et al.*, 2022) e cefalópodes (Ferreira *et al.*, 2022). Visando entender a magnitude do problema, o Instituto de Oceanografia da USP e a Organização Sea-Shepherd Brasil estão realizando o maior estudo do perfil do lixo marinho em 300 praias da costa nacional. Para tanto, conduzem análises detalhadas do perfil de microplásticos menores que 5 mm em sua maior dimensão, de acordo com a definição da European Marine Strategy Framework Directive (Galgani *et al.*, 2013) e da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dos Estados Unidos. Também estão

sendo feitas análises de macrorresíduos (utilizando uma variante do método de Lippiat *et al.*, 2013) e coletas de areia para avaliar toxicidade. O objetivo final é conhecer o real impacto dos resíduos e influenciar políticas públicas urgentes de inibição de produção, uso e destinação de resíduos plásticos, dentre outros resíduos no Brasil.

4.2.1.3. Infraestrutura de transportes e energia

A já consolidada estrutura rodoviária ao longo da costa nacional tem sido direcionada para as extensões logísticas do transporte ferroviário e marítimo. Há um enorme potencial de danos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos se considerarmos tanto os impactos diretos da implantação da infraestrutura (ex.: supressão de remanescentes de vegetação natural, fragmentação de habitats, deslocamento populacional) quanto os indiretos (ex.: perdas de biodiversidade, assoreamento de cursos d’água, efeitos da poluição operacional), além dos efeitos sinérgicos e da indução de novas atividades (Sánchez, 2013).

No modal ferroviário no Brasil, são previstas extensões da malha de trilhos conectada com as estruturas portuárias, em especial em trechos litorâneos das regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Essas extensões abrangem a Ferrovia Transnordestina Logística, na porção norte do litoral nordestino; trechos da Ferrovia Centro Atlântica, na porção sul do litoral nordestino e na porção entre o litoral do Espírito Santo e do Rio de Janeiro; e trechos da Rumo, empresa de logística ferroviária, em suas malhas Sul e Paulista, além de extensões e ligações dessas malhas a pontos de logística estratégicos no continente, caso do projeto da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (EPL, 2021).

A intensa movimentação para a liberação de novos portos e para a aceleração do licenciamento ambiental pode alavancar a navegação de cabotagem (entre portos nacionais) no país, com reflexos nos ambientes costeiros e marinhos. Atualmente a navegação de cabotagem, responsável por ¾ da carga, movimenta poucos itens relacionados à exploração de petróleo e ao transporte entre plataformas e continentes (Teixeira *et al.*, 2018). A Lei Federal 14.301, de 7 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022a), instituiu o Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (BR do Mar) e incentiva a cabotagem e a entrada de novas empresas nesse mercado. Toda movimentação de embarcações e cargas para o transporte de cabotagem e todo investimento logístico em áreas de armazenagem, retroportos, terminais de transbordo e ramais de acesso representam potencial impacto para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos na região costeira. Da mesma forma, obras de dragagem e infraestrutura oceânica, aliadas ao consequente incremento do número de acidentes com derrame e vazamento de produtos para o ambiente marinho, aumentam a vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos no mar. A esses vetores se somam as projeções para o turismo marítimo, atividade que vem se expandindo com crescimento médio de 10% ao ano no fluxo de cruzeiros. De acordo com a Embratur (2021), em 2019 os cruzeiros marítimos na costa brasileira atraíram mais de 500.000 passageiros.

A expansão da geração eólica *onshore* e *offshore*, sobretudo em partes da costa Sul e em praticamente toda a costa Nordeste do país, é outro vetor com potencial impacto sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. A emissão de ruído pelas turbi-

nas afeta rotas de aves e altera a paisagem natural, podendo gerar conflitos socioambientais, especialmente expropriação de comunidades tradicionais e ameaças ao seu modo de vida. Há também impactos sobre sistemas de dunas relativos à remoção de vegetação natural e à modificação de mananciais e sistemas interdunares. Em sistemas *offshore*, a implantação das torres no meio marinho impacta de maneira direta a biota e o substrato, resultando em áreas de exclusão de pesca e navegação que podem afetar o modo de vida de povos e comunidades tradicionais (Quadro 4.1).

Quadro 4.1. Expansão da energia eólica e impactos

Se por um lado o avanço na implantação de usinas eólicas poderia configurar um cenário promissor de geração de energia de menor impacto socioambiental, por outro, a rápida expansão das áreas destinadas a esta atividade, sem critérios socioambientais rigorosos, evidencia as lacunas no planejamento energético e no licenciamento ambiental. Conforme Marinho *et al.* (2021), a expansão de usinas eólicas no Brasil atingiu número recorde em 2021 e as questões socioambientais ainda precisam ser consideradas com maior peso durante as decisões, especialmente na elaboração e avaliação dos estudos de impacto ambiental. Diferentemente do padrão observado em países da Europa, como Áustria e Dinamarca, no Brasil a instalação de usinas eólicas vem ocorrendo em áreas ambientalmente vulneráveis, como o ecossistema dunar. Esse aspecto somado à baixa proteção das áreas costeiras e à falta de controle com a ocupação e expansão urbana favorece a ocorrência cada vez mais frequente de erosão costeira, desmoronamentos de falésias e retração da linha da costa, ameaçando a economia local e a vida das pessoas. A instalação de usinas eólicas no ecossistema costeiro de dunas na região do litoral setentrional do Rio Grande do Norte, por exemplo, afetou negativamente comunidades locais de pescadores e operadores de turismo (Dantas *et al.*, 2019; Pontes e Azevedo, 2019). Os parques eólicos já se configuraram uma das principais causas de conflitos socioambientais em comunidades pesqueiras artesanais ao longo de toda a costa brasileira, especialmente para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão, onde estes empreendimentos chegam a ser umas das cinco principais causas de conflitos (Tomáz & Santos, 2016; Barros *et al.*, 2021). Além disso, há previsão de implantação de parques eólicos *offshore* na costa brasileira, em regiões de menor profundidade e maior incidência de ventos. Nestes casos, segundo Bailey *et al.* (2014) os impactos são de ordem diversa e envolvem aumento dos níveis de ruído, risco de colisões, alterações nos habitats bentônicos e pelágicos, alterações nas cadeias alimentares e poluição causada pelo aumento do tráfego de embarcações ou liberação de contaminantes dos sedimentos do fundo do mar. Esses autores apontam também possíveis benefícios como a criação de uma zona tampão livre de trânsito de embarcações e suscetível à formação de uma comunidade ampla a partir das novas estruturas de substrato.

Os riscos ambientais da duplicação das usinas eólicas no Brasil até 2029 podem ser minimizados caso haja planejamento para a ocupação de áreas já antropizadas (Tur-

Kovska *et al.*, 2021). Entretanto, a projeção de novos parques para o mar territorial vem sendo feita sem subsídio técnico, debate público ou consulta aos povos e comunidades tradicionais, contrariando o previsto nos dispositivos legais (Laboratório MARéSS¹; Observatório de Conflitos Ambientais do Extremo Sul, 2022²). Um exemplo é a Lagoa dos Patos (RS), que vivencia um processo acelerado de concessão para fins de energia eólica. Recentes mudanças acerca de marcos regulatórios – como o Decreto 10.946 de 25 de janeiro de 2022 (Brasil, 2022b) que permite a concessão de áreas e águas públicas para geração de energia eólica *offshore* – podem agravar esse cenário. O potencial eólico *offshore* é de até 2.366 TWh/ano, desconsiderando instalações de turbinas em áreas protegidas, áreas prioritárias para conservação e áreas propensas às rotas migratórias. Esse dado pode indicar caminhos para a regulação da atividade (Borba *et al.*, 2023).

O aproveitamento energético na interface marinha-costeira vem sendo estudado a partir da força maremotriz e da dinâmica de ondas. Foi apresentada uma proposta de geração maremotriz para implantação no Reservatório do Batatã, em São Luís (MA) (Saavedra *et al.*, 2015). Contudo, ela estaria sujeita à influência direta da operação no reservatório, que tem usos múltiplos – incluindo abastecimento doméstico –, o que impediu sua implantação. O aproveitamento da energia das ondas, testado em um experimento em escala real no município de Pecém (CE) (Estefen, 2014), mostrou-se ser ainda inviável em função do alto custo de implantação/operação e das condições operacionais que permitissem o máximo rendimento. Novos arranjos seguem sendo testados. De modo geral, as tecnologias para aproveitamento de energia de ondas e marés são peculiares de cada localidade e vêm sendo adotadas em locais onde a competitividade de outros modais é menor, ou sob forte subsídio governamental (Jahanshahi *et al.*, 2019).

O projeto e a construção de usinas termelétricas, a gás natural e nucleares preocupam devido à facilitação do trâmite de autorizações pelas agências reguladoras responsáveis, motivada por períodos de choques entre oferta e demanda de energia no país. Essas usinas têm alta demanda de água para sistemas de arrefecimento e, no caso das termelétricas a gás natural, emitem gases de efeito estufa e outros poluentes com impacto local. Usinas nucleares (previstas na região Nordeste) trazem o risco ligado à operação e à geração e a incerteza na destinação de resíduos. Associado a esses fatores, há ainda os riscos de quebra de contínuos de paisagem e de fragmentação de ecossistemas por conta da expansão das linhas de transmissão de energia ao longo da costa. Isso se dá pela necessidade de conectar localmente os parques geradores, de levar energia destes para o Sistema Interligado Nacional e de conectá-los a parques *offshore*.

1. <https://maress.furg.br/>

2. <https://observatorioconflitoextremosul.furg.br/>

4.2.1.4. Exploração de recursos pesqueiros

A exploração pesqueira ocorre desde a plataforma continental, seus estuários e manguezais até águas distantes, incluindo recifes costeiros e profundos (Blaber & Barletta, 2016). Na América do Sul, há tendência de declínio de vários estoques pesqueiros marinhos e mesmo de um colapso total de estoques (Barletta *et al.*, 2010). No território brasileiro, 25 espécies ou grupos de espécies responsáveis por 60% da produção marinha se encontram totalmente exploradas ou sobre-exploradas. Dentre elas estão sardinhas, lagostas, piramutabas, camarões e peixes demersais diversos (Dias-Neto & Dias, 2015). Somente a pesca de atuns é regulamentada por cotas, pela Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT, da sigla em inglês), para exploração em diferentes países. No Brasil, a gestão da exploração pesqueira consiste na proibição da pesca durante o período de reprodução de algumas espécies (defeso), na restrição de determinados petrechos e do tamanho de embarcações em certas localidades, e na proibição da pesca em áreas protegidas. Entretanto, a fragilidade da fiscalização da pesca e a ausência de programas confiáveis de estatísticas pesqueiras e de monitoramento de capturas em toda a costa (com exceção do estado de São Paulo, que tem o Instituto de Pesca) (Previero *et al.*, 2013) têm agravado a sobre-exploração dos recursos. Estabelecer um monitoramento contínuo é, portanto, uma ação fundamental para a conservação de recursos pesqueiros (Carvalho *et al.*, 2009; Isaac, 2006; Roos *et al.*, 2020). A exploração pesqueira é o principal vetor de mudança sobre 42% de 286 espécies de peixes marinhos, enquanto a poluição do Oceano explica mudanças em 21% das espécies. Expansão urbana, turismo, espécies exóticas e mineração respondem pela pressão sobre outras 37% das espécies marinhas exploradas (Brasil, 2018). Desde 2012, essas mudanças vêm reduzindo o Índice de Saúde do Oceano – Ocean Health Index (OHI) – relativo à exploração pesqueira em 138 dos 220 países avaliados (OHI, 2020). No Brasil, o Índice de Saúde do Oceano tem se mantido estável (~72). Entretanto, a avaliação da atividade de pesca pelo índice tem valor baixo (41) devido ao declínio dos estoques pesqueiros e à baixa expectativa de expansão da pesca, apontados no Revizee (Brasil, 2006), que indicava colapso em 23% e sobre-exploração em 33% dos estoques pesqueiros. Verba *et al.* (2020) revelaram que, entre 1950 e 2010, de 132 espécies comerciais 42% foram sobre-exploradas, 35% totalmente exploradas, 9% estavam em colapso e 14% em desenvolvimento. A queda na abundância de algumas espécies conduziu a pesca de pequena escala para águas profundas e distantes da costa, mascarando a sobrepesca e as perdas socioeconômicas (Damásio *et al.*, 2020). Em ambientes recifais, essa perda incide sobre espécies de grande porte dos extremos de categoria trófica (Frédou *et al.*, 2009; Bender *et al.*, 2013; Bender *et al.*, 2014; Giglio *et al.*, 2015).

Perez & Sant'Ana (2022) identificaram a tropicalização da megafauna (peixes demersais comerciais) na região Sul da costa Atlântica brasileira, devido ao aquecimento do Oceano que causa migração de espécies para águas de temperatura fisiologicamente adequada, afetando a pesca (Barange *et al.*, 2014; Guerra *et al.*, 2021). Isso inclui mi-

gração de sardinhas para águas mais frias e profundas (Gasalla *et al.*, 2017), expansão da distribuição do polvo *Octopus insularis* para o Atlântico norte, a América do Sul e a África do Sul (Lima *et al.*, 2020), e mudança na abundância de ovos e larvas de anchovas no sudoeste do Brasil (del Favero *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2018). Esse estresse térmico afeta o comportamento natural das espécies recifais, alterando a competição interespecífica e o uso do seu habitat (Silva-Pinto *et al.*, 2020).

A mudança na temperatura e a redução de precipitação na porção equatorial do país causarão perdas entre 40 e 100% nas condições apropriadas para a sobrevivência de camarões e lagostas do gênero *Panulirus*, diminuindo sua produtividade na região marinha-costeira nacional (Boavida-Portugal *et al.*, 2018; Lopes *et al.*, 2018). A estimativa para os anos 2050 e 2100 é a de que temperaturas de 28 e 31°C devem ocasionar declínio alimentar e de abundância em peixes recifais herbívoros (Inagaki *et al.*, 2020), mantendo a dominância de macroalgas nos recifes (Dell *et al.*, 2016; Aued *et al.*, 2018). Essas temperaturas afetarão peixes da base da cadeia trófica e dos níveis tróficos superiores, reduzindo a complexidade e a resiliência da comunidade recifal, que ficará mais propensa a extinções locais (Inagaki *et al.*, 2020). Para os períodos entre 1986-2005 e 2041-2060 a previsão é de queda de 77% na biomassa de estoques pesqueiros na Zona Econômica Exclusiva brasileira, com uma taxa de 3,6% por década. Até 2050 isso resultará em uma baixa de até 30% na receita da pesca (em relação ao PIB), diminuindo a empregabilidade do setor em 30-50% (Cheung *et al.*, 2021).

Atividades humanas que acarretam degradação e perda de habitats podem acentuar o declínio da exploração pesqueira, agravando o impacto das mudanças climáticas (Vasconcelos Filho *et al.*, 2009; De Oliveira & Chellappa, 2014; Guerra *et al.*, 2021). A carcinicultura é um vetor de perda de habitats, acometendo em especial os manguezais (Sá *et al.*, 2013; Marins *et al.*, 2020; Lacerda *et al.*, 2021). A carcinicultura em manguezais amplia emissões de carbono do solo (Bernardino *et al.*, 2021; Kauffman *et al.*, 2018a). No Brasil, 98% da produção total de camarão por carcinicultura está na região Nordeste, onde lagoas ativas aumentaram de 19.845 ha em 2018 para 30.000 ha em 2020 (Freitas *et al.*, 2017; Rocha, 2019). Apesar de 8% a 10,5% da área de carcinicultura ser fruto de desmatamento de mangue (Maia *et al.*, 2006), o cenário é de incremento da atividade, inclusive com utilização de espécies exóticas.

Embora a maricultura em mar aberto modifique condições marinhas-costeiras (Brandini, 2013), cenários de mudança climática preveem aumento de 10%-60% na riqueza de espécies de moluscos na Zona Econômica Exclusiva (Oyinlola *et al.*, 2019). Para o cultivo de ostras, a elevação da temperatura tende a manter o desempenho da espécie nativa *Crassostrea brasiliiana*, diminuindo a aptidão dos juvenis da espécie exótica cultivada (*Crassostrea gigas*) (Moreira *et al.*, 2017). No entanto, há ainda carência de estudos preditivos e quantitativos acerca da exploração pesqueira que considerem como vetores as atividades econômicas e de crescimento, de forma a apontar o efeito integrado sobre os estoques pesqueiros e sobre sua exploração.

4.2.1.5. Exploração de recursos minerais

Nas últimas décadas, a exploração de óleo e gás foi impulsionada nas áreas *offshore* e, atualmente, a mineração e a obtenção de energia por usinas eólicas marinhas des- pontam como atividades econômicas dependentes da área marinha e da zona costeira. Em 2021, por exemplo, foram a leilão novas áreas para mineração e exploração de óleo e gás no Nordeste e Sul do Brasil. Essa expansão da exploração ignorou os estudos de sensibilidade ambiental das áreas oceânicas do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2016) e, acima de tudo, o potencial impacto de acidentes ou da própria atividade sobre os ecossistemas marinhos-costeiros.

A Petrobras tem priorizado a exploração de Búzios, na bacia de Campos (RJ), como “o maior campo de petróleo em águas profundas do mundo” e “um ativo de classe mundial, com reservas substanciais, baixo risco e baixo custo de extração” (Petrobras, 2022). Atualmente na região há quatro unidades em operação, responsáveis por mais de 20% da produção total da empresa e que devem chegar ao final da década (2030) com produção diária acima de 2 milhões de barris de óleo equivalente por dia. A produção total atual de petróleo, gás natural liquefeito (GNL) e gás natural no país é de 2.765 milhões de barris de óleo equivalente ao dia. A nova fronteira nacional de exploração de petróleo está em meio marinho, em latitudes das regiões Norte e Nordeste, na chamada Margem Equatorial brasileira. A área consiste em uma faixa no Oceano Atlântico com cerca de um milhão de km² divididos em cinco grandes bacias sedimentares – começa na divisa do Amapá com a Guiana Francesa e engloba o delta do Amazonas e os estratos marinhos ao longo dos estados do Pará, Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte (Pellegrini & Ribeiro, 2018).

Após o início da exploração em águas rasas nas bacias do Pará-Maranhão e de Barreirinhas, cujos estudos indicavam haver potencial de petróleo desde a década de 1990, novos focos vêm sendo explorados em águas profundas envolvendo toda a Margem Equatorial (Pellegrini & Ribeiro, 2018; d’Almeida *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2020). Um extenso e detalhado trabalho diagnosticou a sensibilidade ambiental da região (Brasil, 2016). Segundo Silva Júnior e Magrini (2014), ela é dotada de peculiaridades como grande variação de ventos e marés, além da influência de dois dos maiores sistemas deltaicos do mundo, dos rios Amazonas e Parnaíba.

Em 2013, a exploração petrolífera nessa área – caracterizada pela atividade de pesquisa sísmica e perfuração exploratória de poços – havia sido suspensa por indicação do Ibama, devido a falhas na documentação. A partir de 2015, as prospecções prosseguiram e novos blocos foram liberados, ainda que tenham tido pouco interesse do setor, em parte devido às tratativas ambientais. Investimentos da empresa petrolífera (Petrobras, 2022) revelam a inversão de mais de R\$ 2 bilhões nos próximos anos para a exploração dos campos profundos da Margem Equatorial brasileira.

A implantação de infraestrutura em plataformas e dutos e o trânsito de embarcações funcionam como substratos artificiais sujeitos à colonização por espécies invasoras.

Em recente pesquisa, Barreto (2022) identificou habitats adequados ao estabelecimento do coral-sol (*Tubastraea* spp.), uma espécie invasora que provoca desequilíbrios nos ecossistemas locais em toda a costa nacional, tendo a extração de óleo e gás como variável explicativa mais importante. Dentre as unidades de conservação que apresentam maior risco de invasão, o estudo apontou a Reserva Extrativista Arapiranga-Tromai, o Monumento Natural das Ilhas de Trindade e Martim Vaz e a Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais.

Outro recurso mineral presente em larga escala na plataforma continental brasileira são os chamados granulados bioclásticos, compostos principalmente por algas calcárias em formas livres (*free-living*), rodolitos e demais fragmentos (Pereira Filho *et al.*, 2012). Esse material forma depósitos não consolidados que podem ser explorados por dragagens de leito. O Oceano Atlântico Sudoeste tropical, em especial a Zona Econômica Exclusiva do Brasil, possui o maior depósito de calcário marinho do mundo. Com reservas avaliadas em mais de 1,3 bilhão de toneladas de carbonato de cálcio, é muito atrativo para a indústria global e de grande utilidade para a agricultura e a nutrição animal, conforme levantamento apresentado por Paiva *et al.* (2023). Embora o volume explorado hoje seja pequeno, com licenças localizadas de exploração, os autores mostram os riscos de uma possível escalada. Eles chamam a atenção para a carência de informações científicas de longo prazo sobre aspectos como os estoques de carbonato disponíveis, a capacidade de recuperação dos estoques, os riscos de conectividade com outros ecossistemas (por exemplo, recifes de coral) e a redução da provisão de serviços ecossistêmicos que pode afetar atividades como a pesca artesanal. Santos *et al.* (2023) salientam a necessidade de uma ampliação das áreas marinhas protegidas (AMPs) para incorporar importante parcela dos bancos de rodolitos do país, atualmente sem proteção e sujeitos a danos potenciais em função de empreendimentos de mineração.

De acordo com Santos *et al.* (2022), em esforço de consolidação de estudos e pesquisas sobre o tema da Economia Azul (que se poderia definir como o conjunto das potencialidades socioeconômicas da Zona Econômica Exclusiva), há um crescente registro de atividades de lavra *offshore* no Brasil. Existem hoje aproximadamente 765 atividades de mineração *offshore* homologadas na Agência Nacional de Mineração (com destaque para areia, calcário, carvão, fosfato, ilmenita, sais de potássio e sal-gema). Isso diante de uma reduzida prospecção pelos órgãos responsáveis: apenas 8% da chamada Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB) teria sido mapeada pelo Serviço Geológico do Brasil. Os autores vislumbram, portanto, uma grande expectativa de desenvolvimento das atividades de mineração na Zona Econômica Exclusiva e em suas extensões³ nas próximas décadas. Tal cenário envolveria a exploração da chamada Elevação do Rio Grande, uma elevação submarina com depósitos de cobalto e outros minerais de interesse econômico.

3. Em dezembro de 2018, o Brasil apresentou uma Proposta Parcial Revista da Margem Oriental e Meridional à Comissão de Limites da Plataforma Continental, no âmbito da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. A proposta tem como objetos a região da Cadeia Vitória-Trindade, o Platô de Santa Catarina e a Elevação do Rio Grande. Nesse contexto, e até decisão da Comissão, estas áreas passam a ter jurisdição e soberania do Brasil (Santos *et al.*, 2022).

Além dos impactos diretos, os ambientes marinhos-costeiros são influenciados por impactos indiretos oriundos do aporte continental, como apontam os exemplos apresentados no Quadro 4.2.

Quadro 4.2. Impactos indiretos e riscos associados à mineração

O ambiente marinho-costeiro, além de abrigar atividades de mineração, como é o caso da exploração de petróleo e gás, também recebe impactos de atividades minerárias à montante do sistema de drenagem dos rios conectados. Neste sentido, Silvestrini e D'Aquino (2020) analisaram o impacto da atividade de mineração de carvão, a partir da drenagem ácida carreada pelo rio Araranguá até seu estuário, em Santa Catarina. No período avaliado, o estuário operou predominantemente em modo “marinho”, quando desempenhou um importante papel filtrante, recebendo águas de baixo pH e entregando água com pH neutro à zona costeira adjacente. No entanto, quando operando em modo “fluvial”, foram encontrados flocos em suspensão dispersos por todo o estuário, os quais, em eventos extremos são exportados para a zona de praia, sendo percebidos na areia e zona de arrebentação junto à foz. O impacto das atividades de mineração sobre o meio marinho pode estar associado também a falhas operacionais e acidentes, como o ocorrido em 2015, a partir do rompimento de uma barragem de rejeitos da mineração de ferro em Minas Gerais. A lama contendo uma diversidade de minerais e compostos residuais da mineração foi lixiviada ao longo da bacia do rio Doce até atingir o Oceano, dias depois do rompimento. Evangelista *et al.* (2022) identificaram a contaminação de corais no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, um complexo de recifes de corais e um santuário protegido da fauna marinha localizada a aproximadamente 250 km NE da foz do Rio Doce. A equipe analisou coletas de sedimentos realizadas antes e depois do rompimento da barragem de Fundão nas águas da foz do rio Doce e em áreas de recife de Abrolhos. Nas espécies de corais estudadas, os resultados constataram incorporação anômala de zinco e cobre no esqueleto coralino após a chegada da pluma de sedimentos, assim como a presença significativa de outros metais, como fósforo, arsênio e bário. Um dos corais analisados, *Siderastrea siderea*, apresentou redução na taxa de crescimento a partir do final de 2015, o que pode estar relacionado com a carga de sedimentos recebida.

Com a expansão das atividades geradoras, e diante de um cenário de precarização da regulação ambiental, a expectativa é que haja um aumento de impactos dessa natureza. As mudanças climáticas também tendem a exacerbar os efeitos desses impactos, seja pelo aumento da frequência de eventos extremos (ex.: na ressuspensão de material contaminante acumulado em sedimentos nos ambientes estuarinos e manguezais, na redução da diluição de contaminantes, em função de menor descarga líquida continental em determinados períodos do ano), seja por efeitos relacionados à elevação da

temperatura – e a outros parâmetros – da água, com influência nos diversos processos biogeoquímicos no meio marinho, dentre outros.

Assim, a fronteira marítima se expande para atividades novas, com pouco conhecimento sobre suas consequências socioambientais, e a tendência é que cresça a pressão sobre os ecossistemas marinhos e costeiros. Além dos potenciais impactos nas áreas marinhas, é preciso sempre considerar que todos os usos e as atividades que ocorrem no ambiente marinho necessitam de infraestrutura terrestre, podendo causar pressões nos ambientes costeiros. Essas pressões têm o potencial de se agravar devido às consequências das mudanças do clima que têm efeitos diretos sobre as zonas costeiras e marinhas, afetando os ecossistemas e as comunidades costeiras.

4.2.1.6. Poluição nos ecossistemas marinhos-costeiros

As projeções de crescimento populacional, a demanda progressiva por recursos alimentares e minerais e as intensas atividades humanas na zona costeira representam um sério risco aos ecossistemas marinhos. A ampla gama de atividades que promovem a expansão do uso/ocupação da zona costeira pode afetar os ecossistemas marinhos por meio da poluição. Cerca de 80% da poluição do Oceano advém de fontes continentais, como efluentes domésticos e industriais, mineração, atividades portuárias, agricultura etc. A estas, se somam as fontes oceânicas (ex. navegação, pesca, aquicultura, exploração de óleo e gás) e as fontes atmosféricas, importantes sobretudo para o Oceano aberto e as áreas remotas (Hatje *et al.*, 2021a).

A magnitude dos impactos tem sido maior nas zonas costeiras do que nas áreas *offshore*, sendo a poluição uma das pressões mais proeminentes (Halpern *et al.*, 2012). Embora tenha havido esforços bem-sucedidos para reduzir alguns poluentes (ex. Miller *et al.*, 2013), na maioria dos ecossistemas costeiros – englobando habitats-chave como manguezais e recifes de coral – o aumento da poluição continua a causar degradação, com impactos negativos na segurança alimentar, na pesca e na biodiversidade marinha (Hatje *et al.*, 2021a; WOA II, 2021). Além disso, as indústrias de alta tecnologia estão promovendo a introdução no ambiente de uma série de novos contaminantes, como elementos de terras raras, elementos do grupo da platina e nanopartículas, com toxicidade e destino desconhecidos no meio ambiente.

Em geral, ao longo da costa brasileira e entre os diferentes ecossistemas costeiros, o grau de poluição está associado à proximidade de grandes centros urbanos e/ ou de complexos industriais. A diversidade de poluentes que chega à zona costeira e ao Oceano é enorme e inclui contaminantes orgânicos (HPAs, POPs etc.) (ver Capítulos 2 [2.3.9] e 3 [3.3.5]) e inorgânicos (metais e nutrientes), fármacos, produtos de cuidados pessoais, novos praguicidas, plásticos, patógenos, genes de resistência microbiana, som, luz, espécies invasoras, entre outros. A importância de cada tipo de poluente é bastante variável em termos geográficos e de magnitude. Ainda existem muitas lacunas na literatura quanto à toxicidade e ao destino de vários deles no ambiente. A potencial sinergia entre esses poluentes faz com que seus efeitos adversos no ambiente sejam maiores do que a soma de seus efeitos individuais.

A onipresença de metais, plásticos e poluentes orgânicos persistentes nos ecossistemas marinhos significa que é improvável que a meta 14.1 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável seja alcançada até 2025. No que se refere ao tipo de contaminante e aos impactos nas funções e nos serviços do ecossistema, a poluição do Oceano está mudando não apenas em função de fatores como magnitude, transporte, vias de exposição e proximidade de fontes; ela também decorre dos diferentes efeitos da mudança climática no mundo todo.

As pressões das mudanças climáticas são complexas e dinâmicas, com interligações que levam a interações cumulativas. A acidificação do Oceano, resultante do aumento de CO₂, tem um efeito adverso em organismos calcificadores, como corais e fitoplâncton, além da diminuição potencial na exportação de carbono (Martin *et al.*, 2020). Como consequência da acidificação do Oceano, espera-se que a fixação de nitrogênio aumente em ~30% ao passo que os processos de nitrificação possam ser reduzidos em um fator de ~30% (Wannicke *et al.*, 2018). Há projeções de comprometimento da oxigenação e uma subsequente expansão das zonas mínimas de oxigênio sob as condições de aquecimento e mudanças na estratificação do Oceano (Stramma *et al.*, 2008; Keeling *et al.*, 2010). O volume crescente de águas anóxicas previsto até 2100 possivelmente resultará em mudanças substanciais não somente na química da água, mas também no feedback Oceano-clima, por meio da produção de N₂O (Schmidtko *et al.*, 2017) e de mudanças na eficiência da bomba biológica.

A constatação de que impactos da poluição mundial e das mudanças climáticas nos ecossistemas marinhos têm atingido localidades bem distantes de suas fontes geradoras – o chamado “Paradoxo do Ártico” – amplifica a importância da compreensão das tendências do ciclo do mercúrio (Hg) em mudanças globais com efeitos locais. As concentrações de Hg podem subir até seis vezes nas áreas costeiras, seguindo cenários que projetam um escoamento terrestre até 30% acima do nível atual (Jonsson *et al.*, 2017). Os estudos de Lacerda *et al.* (2020) apontam incremento de duas ordens de grandeza na biodisponibilização de mercúrio dissolvido em estuários e regiões costeiras em períodos de estiagem prolongada, especialmente em rios do semiárido brasileiro. Galvão *et al.* (2021) encontraram mercúrio em tecidos musculares de peixes demersais em região de ressurgência no Atlântico Sudeste, sugerindo um potencial de aumento da biomagnificação do mercúrio em cenários de mudanças climáticas nessas áreas.

Vários serviços ecossistêmicos podem ser afetados de forma negativa pela poluição, gerando danos potenciais à segurança alimentar (ex.: contaminação de frutos do mar), redução da biodiversidade e diminuição na capacidade de regulação do clima (ex.: aumento da concentração de CO₂ dissolvido no Oceano) e de proteção da linha de costa.

É esperado que a elevação da temperatura da água do mar e a desoxigenação do Oceano promovam mudanças na especiação química dos contaminantes e em sua reatividade. E isso pode alterar significativamente a biodisponibilidade de elementos nutrientes e poluentes para a biota (Millero *et al.*, 2015; Sheperd *et al.*, 2017). Eventos

extremos e aumento do nível do mar deverão também provocar erosão da linha de costa e destruição da cobertura vegetal de ecossistemas costeiros, causando a remobilização de solos e sedimentos que hoje atuam como importantes reservatórios de carbono e contaminantes.

Ecossistemas intermareais, como manguezais e pântanos salgados, serão expostos a eventos extremos como tempestades e ondas de calor, o que provavelmente elevará o estresse térmico nesses sistemas. Esses processos podem também modificar o ciclo da água e acarretar a remobilização de contaminantes do solo.

4.2.2. Uma síntese de projeções e referências

Embora ainda faltiem informações em diversas frentes – desde a carência de dados até a ausência de estudos locais/regionais que possam subsidiar modelos mais abrangentes e políticas públicas –, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas no Brasil para simular as consequências das atividades humanas e das mudanças climáticas nos ambientes marinho e costeiro para as próximas décadas. Sem a pretensão de exaurir o levantamento, o Apêndice A4.1 apresenta uma síntese dessas pesquisas e previsões, com suas respectivas referências.

O Apêndice A4.1 indica alguns resultados agregados dos estudos conduzidos no país acerca das mudanças climáticas e de outros vetores de transformação e seus impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. A maior parte dos trabalhos se refere a análises em pequena escala (nível de espécie), assumindo um ou dois parâmetros, geralmente os mais destacados nos modelos climáticos: temperatura e variação de pH. Os principais resultados apontam perdas de habitats e redução de indicadores de biodiversidade, além de possíveis migrações para ambientes mais propícios (espécies com mobilidade). Alguns poucos trabalhos revelam ampliação de habitats com tendências de alteração da ocupação rumo a águas mais frias. Outros mostram potencial tropicalização de parâmetros em ambientes subtropicais, com consequências em termos de rearranjos tróficos. Existem estudos que apontam perdas atribuíveis às mudanças climáticas e que impactam a resiliência de comunidades diretamente dependentes de serviços ecossistêmicos; e também alguns que indicam caminhos e soluções adaptativas. Há unanimidade quanto à necessidade de levantamento de dados sistemáticos e estudos mais abrangentes em termos geográficos e em termos de variáveis e contextos analíticos. Além disso, é importante destacar as ressalvas mencionadas em relação à apropriação dos resultados, devido aos aspectos limitados de boa parte das pesquisas.

De modo a ilustrar a recente produção científica nessa temática, foi realizada uma pesquisa junto à base principal da Web of Science com os termos '*urbanization coast Brazil*', '*land use coast Brazil*', '*urban expansion coast Brazil*', '*climate change ocean Brazil*', separados por booleano "OR". A busca inicial resultou em 732 artigos, os quais passaram por dois filtros: i) anos de publicação 2015-2023. Esse período compreende as publicações científicas após o lançamento em 2014 do Relatório AR5 do IPCC, que

apresentou as principais projeções climáticas consolidadas até então. O documento gerou desdobramentos em pesquisas sobre os impactos e as medidas mitigadoras e adaptativas a respeito de tópicos diversos, incluindo biodiversidade e serviços ecosistêmicos; ii) expurgo de publicações com foco em aspectos históricos de clima e oceanografia (ex.: exclusão de tópicos como 'paleoceanografia', dentre outros) e sem aderência com o tema (ex.: '*dentistry and oral medicine*'). Com isso, restaram 115 artigos completos cuja distribuição temática pode ser visualizada na Figura 4.1.

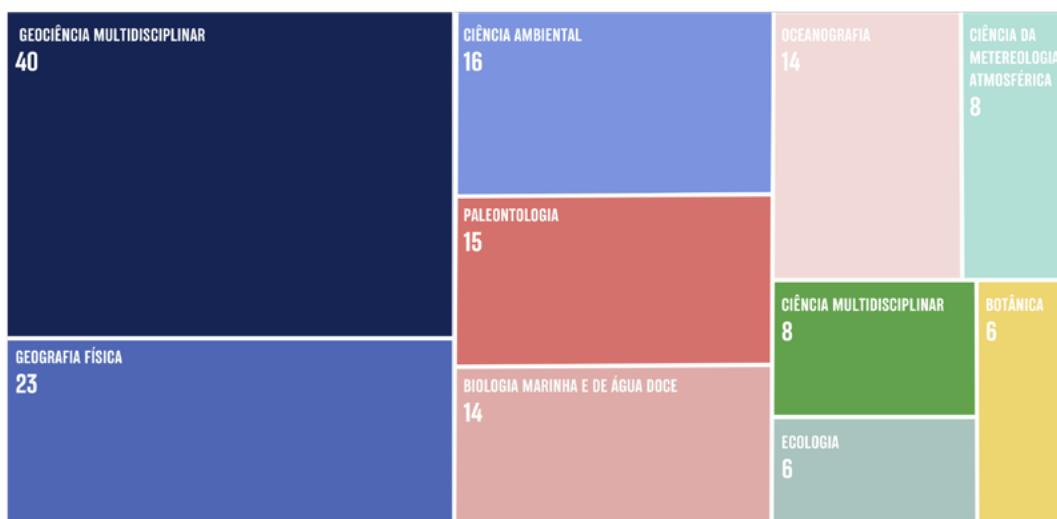


Figura 4.1. Distribuição temática das principais áreas de contribuição dos artigos selecionados.

A leitura dos resumos permitiu realizar novo filtro, desta vez para eliminação de artigos que, ainda que contivessem em suas seções algum dos termos pesquisados, não tinham foco no tema de interesse: mudanças climáticas e atividades antrópicas e seus impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecosistêmicos na região marinhal-costeira brasileira. Após essa seleção, sobraram 73 artigos que foram referenciados neste capítulo, junto a outras fontes específicas.

Nos artigos analisados, foram identificados os seguintes vetores de transformação:

- Mudanças climáticas: aspectos gerais;
- Mudanças climáticas: temperatura;
- Mudanças climáticas: acidificação;
- Mudanças climáticas: aumento do nível do mar (ANM);
- Mudanças climáticas: mitigação;
- Mudanças climáticas: adaptação;

- Mudanças climáticas: precipitação;
- Mudanças climáticas: *runoff* continental;
- Uso e ocupação do solo;
- Infraestrutura e mineração;
- Pesca e turismo.

A seguir, os serviços ecossistêmicos que tiveram aspectos retratados nesses trabalhos:

- Biodiversidade;
- Proteção costeira;
- Qualidade do habitat;
- Carbono;
- Qualidade ambiental;
- Provisão (Pesca);
- Fluxo de sedimentos;
- Sociobiodiversidade;
- Fotossíntese;
- Prevenção de enchentes;
- Biomassa.

A Figura 4.2 identifica a distribuição dos serviços ecossistêmicos a partir de cada vetor de transformação abordado nos artigos.

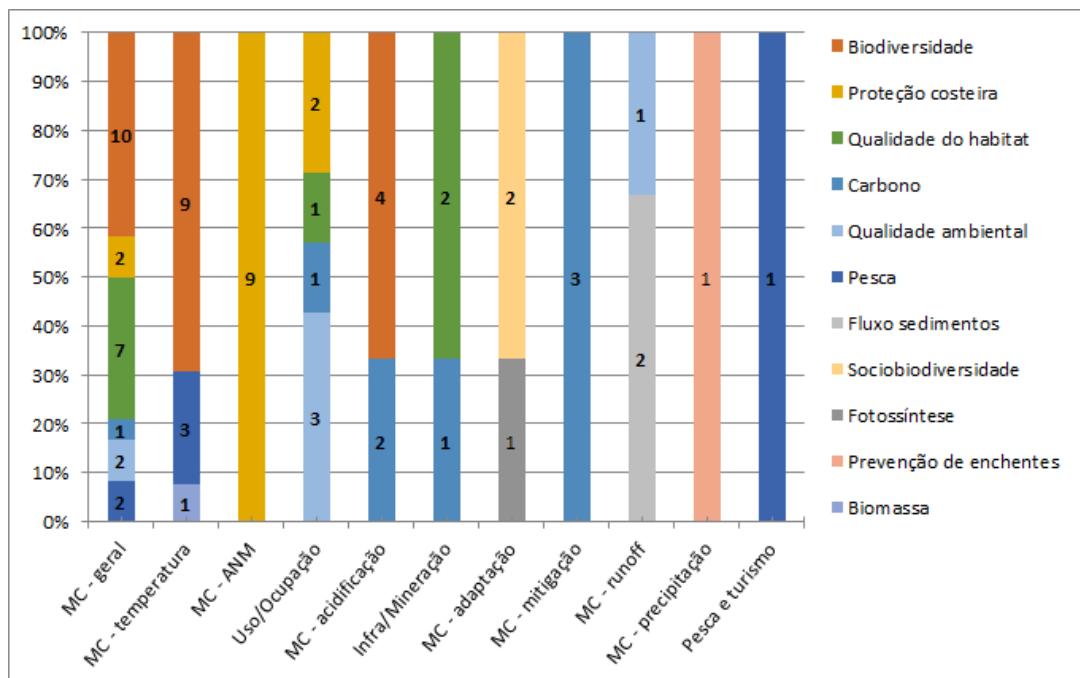


Figura 4.2. Distribuição dos artigos sobre serviços ecossistêmicos associados aos vetores de transformação.

Apesar de haver uma razoável diversidade de serviços ecossistêmicos abordados, nota-se uma concentração de estudos sobre os quatro serviços mais citados: 74% dos artigos tratam dos serviços de biodiversidade, proteção costeira, qualidade do habitat e fluxos de carbono.

Em geral, os artigos que versam sobre aspectos da biodiversidade (23) foram oriundos de ensaios (43%) ou modelos computacionais (39%) e se concentram em uma única espécie (52%). Apenas dois dos artigos trazem experimentos ou observações a partir de interações interespecíficas e somente três lidaram com dados observados ou coletados *in situ*.

A proteção costeira é analisada em 13 dos artigos selecionados, exercida especialmente por manguezais e ambientes recifais ou ameaçada em função da degradação desses ambientes naturais. Já os fluxos de carbono – incluindo absorção, armazenamento e/ou liberação – têm nas áreas úmidas costeiras, sobretudo manguezais, o principal foco. Dos artigos que abordam os fluxos de carbono, 1/3 tem o carbono azul como objeto de análise.

Os principais vetores de transformação citados são mudanças climáticas (aspectos gerais, temperatura e aumento do nível do mar) e uso/ocupação do solo. Nos artigos selecionados existe uma preponderância de menções a impactos negativos a partir dos vetores de transformação (75%). Impactos positivos são mencionados por 14% dos artigos e 10% dos textos indicam tendências à neutralidade em relação aos impactos (Figura 4.3). Ademais, há uma concentração de estudos sobre aspectos gerais, temperatura e aumento do nível médio do mar e é menor a quantidade de trabalhos que lidam com variações na precipitação e no runoff continental e suas consequências.

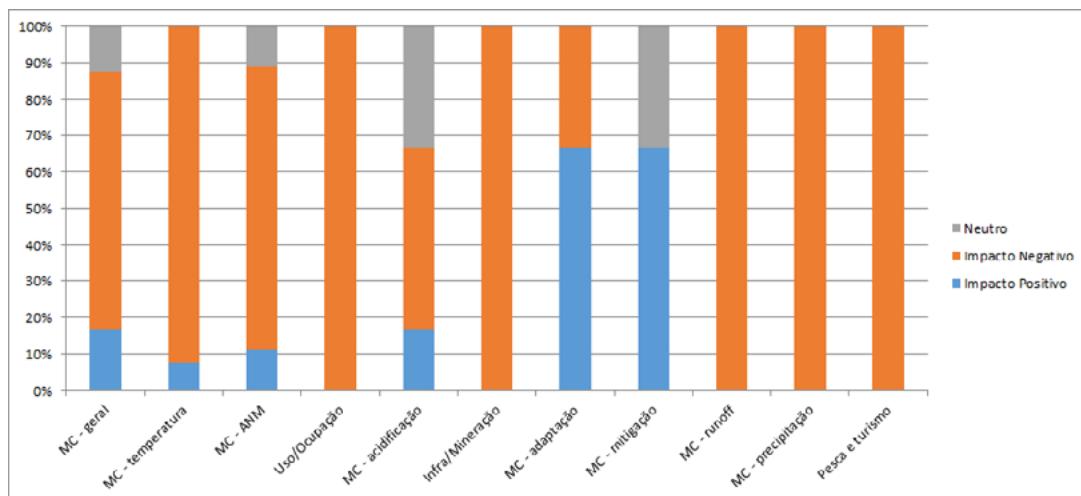


Figura 4.3. Enquadramento dos impactos a partir dos vetores de transformação.

Com relação aos serviços ecossistêmicos, são poucos os artigos que tratam de provisão (pesca); fluxo de sedimentos associados às alterações no runoff continental e suas consequências; sociobiodiversidade, em especial a partir da interação de comu-

nidades locais e sua dependência de serviços ecossistêmicos diversos; e aspectos da interface superfície-atmosfera. Nota-se ainda uma carência de estudos que discutem a interface infraestrutura/mineração com as áreas marinhas-costeiras, sob a ótica da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

4.3. Cenários possíveis: caminhos seguros para a sustentabilidade

Nesta seção, trazemos um panorama sobre a utilização de metodologias de ‘Cenários’ costeiros e marinhos no Brasil. Para tanto, incluímos diversas iniciativas que, em certa medida, buscam olhar para o futuro para nos ajudar a traçar medidas mitigadoras e adaptativas a partir de dados ecológicos científicos, tradicionais e/ou locais. O conjunto de informações aqui analisadas visam, de modo geral, entender a influência dos diferentes vetores de mudança e o efeito de políticas públicas alternativas sobre os futuros ‘prováveis’ (ou tendenciais) e ‘possíveis’ (caminhos alternativos) para os sistemas socioecológicos costeiros e marinhos do país.

Uma recente avaliação da IPBES (2016) sobre as distintas aplicações e abordagens dos cenários atesta que estas vêm oferecendo suporte significativo à implantação de políticas públicas em âmbito mundial. Isso engloba aqueles cenários que: (i) apoiam a ‘determinação de agendas’ (exploração de possíveis caminhos alternativos para a sustentabilidade); (ii) facilitam o delineamento de políticas públicas (visualização dos caminhos alternativos para resultados específicos ou investigação das implicações de políticas alternativas); e (iii) permitem a avaliação retrospectiva de caminhos tomados. Embora não raro se reconheça esse potencial de fomentar caminhos sustentáveis para o Oceano brasileiro, e tenhamos encontrado um conjunto razoável de publicações atuais sobre o tema, o desenvolvimento de cenários ainda não é uma área de pesquisa amplamente difundida para a zona costeira e marinha do país.

Esta análise se concentra nos cenários ligados às mudanças climáticas, buscando na literatura correspondente um foco nas estratégias de mitigação e adaptação reportadas. A ciência nacional tem apontado os problemas que as mudanças climáticas causam à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos no Oceano brasileiro. Tais impactos já afetam a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas marinhos e aumentam a vulnerabilidade de algumas populações humanas e não humanas na zona costeira (Horta *et al.*, 2020).

Apresentamos a seguir um panorama geral das estratégias (soluções) do país para mitigação e adaptação diante dos futuros prováveis e possíveis.

4.3.1. Caminhos socioeconômicos compartilhados e respostas possíveis (onde estamos e para onde vamos?)

Diante dos riscos associados às mudanças globais e às pressões de transformação dos ambientes marinhos-costeiros brasileiros, traçar caminhos futuros em prol da biodiversidade é essencial (BPBES, 2018). Neste sentido, as ‘soluções baseadas na natureza’ constituem caminhos para a sustentabilidade capazes de combater o risco

de ameaças emergentes por meio de mitigação e adaptação, promovendo benefícios socioeconômicos e mirando o bem-estar humano (Pörtner *et al.*, 2021). Dentre as soluções baseadas na natureza, salientamos a importância histórica das áreas marinhas protegidas (AMPs) como instrumentos de governança que permitem ações *in situ*. Um estudo recente identificou que 25% das áreas protegidas do país são vulneráveis e requerem o manejo focado em adaptação. As áreas protegidas marinhas-costeiras foram, contudo, uma exceção: o artigo indica baixa vulnerabilidade climática para 50 áreas protegidas costeiras e marinhas federais, devido à sua alta resiliência e ao reduzido ‘perigo’ climático regional futuro em relação aos níveis globais, o que lhes confere posição de destaque como refúgio para a biodiversidade (Lapola *et al.*, 2019). Vale ressaltar que o estudo preliminar considerou parâmetros de vulnerabilidade e risco mais aderentes a áreas protegidas no continente e, portanto, o resultado para as AMPs deve ser analisado com cuidado. A variação espacial do aumento da temperatura da água do mar deverá afetar aspectos essenciais para a efetividade das AMPs, comprometendo, por exemplo, sua conectividade (Lima *et al.*, 2021). Por essa razão, urgem esforços concomitantes que consigam promover a mitigação climática.

Cenários que visam atenuar as mudanças climáticas em consonância com as metas do Acordo de Paris apontam clara redução do risco sobre o capital natural no contexto marinho-costeiro brasileiro (Anderson *et al.*, 2021; Inague *et al.*, 2021; Durante *et al.*, 2018). Por exemplo, previsões sugerem que a mitigação seja capaz de reduzir os riscos à distribuição espacial de espécies (Oliveira *et al.*, 2019; Guerra *et al.*, 2021; Durante *et al.*, 2018), bem como as alterações nas densidades de suas comunidades de meiofauna bêntica (Sarmento *et al.*, 2017). De forma similar, o cumprimento do Acordo de Paris pode diminuir consideravelmente os riscos para diversos habitats marinhos importantes para a biodiversidade nacional – recifes de corais (Capitani *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2019), kelps (Anderson *et al.*, 2021) e florestas submersas de *Sargassum* sp. (Horta *et al.*, 2020). Na zona costeira, a variação climática ameaça a diversidade taxonômica e funcional de plantas lenhosas das restingas brasileiras, onde a ausência de estratégias mitigadoras triplica os riscos (Inague *et al.*, 2021).

A manutenção dos habitats marinhos-costeiros é crucial para a provisão de vários outros serviços ecossistêmicos, com ênfase na proteção costeira. Inúmeros estudos mostram que a presença de ambientes naturais pode reduzir a vulnerabilidade e os riscos decorrentes da elevação do nível do mar (Santos, 2017; Alfredini & Arasaki, 2018; Siegle & Costa, 2017). A presença de recifes de corais ao longo da costa é capaz de amortecer em 46% os impactos da maior incidência de ondas associada ao aumento de um metro no nível do mar, ao passo que, em sua ausência, esse risco subiria para 76% (Osorio-Cano *et al.*, 2019). Um estudo recente no Sul do país revela que as áreas urbanas sofrem ~50% a mais com a erosão do que os ambientes naturais adjacentes (Forgiarini *et al.*, 2019). No entanto, a pressão de ampliação da urbanização na costa é contínua e dificilmente será arrefecida, sobretudo na região Sudeste, resultando em maior supressão da vegetação em ambientes costeiros (Pavani *et al.*, 2018; Daunt & Silva, 2019; Inouye *et al.*, 2015). Em curtas escalas temporais, esse processo levaria a

perdas econômicas na faixa de milhões de reais, considerando somente o sequestro de carbono (Pavani *et al.*, 2018).

A política de AMPs também precisará passar por ajustes para evitar prejuízos aos modos de vida e à capacidade adaptativa dos pescadores de pequena escala, como ocorre por exemplo quando há alocação de áreas de exclusão pesqueira (Faraco *et al.*, 2016). Essa é uma preocupação que cresce conforme metas ambiciosas de avanço na cobertura de AMPs vão sendo discutidas no âmbito do novo enfoque-quadro da Convenção da Diversidade Biológica (horizontes 2030–2050).

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima delineia 11 estratégias relevantes para os ecossistemas marinhos, sendo uma delas específica: “estratégia de zonas costeiras”. Estratégias de adaptação abrangem proteção, recuo/retirada ou acomodação das infraestruturas costeiras frente aos impactos previstos. Dentre as ações adaptativas na zona costeira, destacamos algumas que já foram definidas em iniciativas de planejamento territorial específicas. A elaboração dos instrumentos estaduais de gestão costeira, como o ‘Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro’ (ZEEC), precisa levar em conta as condicionantes derivadas das mudanças climáticas (Pernambuco é um exemplo).

Municípios costeiros têm a responsabilidade de criar estratégias adaptativas e mitigatórias. Grandes cidades como Rio de Janeiro, Florianópolis, João Pessoa, Santos e Vitória têm sido pioneiras no desenvolvimento de estudos (mapas) de vulnerabilidade, aperfeiçoando o diagnóstico de riscos e demandas de adaptação (Margulis, 2017; Zanetti *et al.*, 2016), por meio de estratégias e políticas públicas que visam aumentar a resiliência urbana (Resilient Cities Network⁴). Sensibilizar, mobilizar e estimular a coesão social dos cidadãos em prol da resiliência urbana é essencial para implementar estratégias de mitigação e adaptação. Caminhos possíveis nessa direção incluem a elaboração de planos de recuperação de desastres, a realização de simulações de resposta à crise, o diagnóstico da situação atual do saneamento ambiental, a conscientização da população, o desenvolvimento de indicadores de resiliência urbana, a utilização sustentável das contribuições da natureza para as pessoas e a oferta de serviços básicos de alta qualidade para todos os cidadãos. O incentivo a uma economia inclusiva, equitativa, ambientalmente sustentável, circular e de baixo carbono está também na alcada dos municípios. A criação de agências municipais para a promoção da economia circular é um caminho possível, bem como a valorização dos resíduos sólidos e orgânicos, o estímulo ao empreendedorismo e a avaliação dos impactos socioambientais dos investimentos feitos no município.

A capacidade adaptativa é fruto da habilidade dos agentes públicos na execução de ações integradas na zona costeira. Tal gama de ações engloba a elaboração e a implementação de planos de gestão integrados dos riscos; o monitoramento contínuo e integrado voltado à prevenção dos riscos; e as definições legais sobre as diferenças

4. <https://resilientcitiesnetwork.org/>

nas linhas de preamar máxima histórica e atual. Estas são condicionantes para o estabelecimento de áreas edificáveis, intervenções adaptativas de desassoreamento e/ou alargamento de calhas de rios na zona costeira. Iniciativas com o intuito de proteção e restauração de ecossistemas que oferecem proteção costeira, como manguezais e recifes costeiros, exaltam o potencial dessas estratégias adaptativas no contexto brasileiro.

Em nível nacional, a abordagem transdisciplinar no trabalho em redes é promissora na aplicação de metodologias de futuro e de experimentação na aprendizagem social (Dalton *et al.*, 2020). Citamos como exemplo os ‘experimentos de transição para a sustentabilidade’, que conseguem reunir uma diversidade de redes costeiras e marinhas para a construção de cenários e narrativas transformativas, bem como o monitoramento da caminhada rumo à sustentabilidade da economia do mar no país (Horizonte Oceânico Brasileiro, 2020, 2021; Gerhardinger *et al.*, 2020).

Estudos de percepção oferecem pontes importantes para combinar a diversidade de conhecimentos ecológicos sobre as mudanças ambientais e as ações mitigadoras/adaptativas necessárias. Um levantamento acerca da percepção da sociedade sobre as medidas mais eficazes para reduzir os impactos das atividades humanas no Oceano (Faroni-Perez *et al.*, 2020) identificou as seguintes medidas: mudança de comportamento da população, diminuição da poluição, ações impulsionadas por políticas, cultura oceânica, eficácia das áreas de proteção marinha, fim da sobre-exploração de recursos naturais e restauração de áreas degradadas.

A conservação da biodiversidade das áreas marinhas-costeiras é fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que garantem bem-estar aos moradores e atrativos turísticos aos visitantes. A implantação e o fortalecimento de áreas protegidas marinhas e costeiras – mesmo compreendendo interesses conflitantes entre pescadores, mergulhadores e conservacionistas – podem representar uma estratégia valorosa para a conservação e o manejo dos recursos naturais marinhos e costeiros (Fabinyi, 2008). O robustecimento da legislação ambiental também pode aumentar a proteção de áreas costeiras e estuarinas que ainda carecem de regulação específica para salvaguardá-las (Aguiar *et al.*, 2018). O entendimento de aspectos socioecológicos, como o grau de dependência das pessoas em relação aos recursos naturais marinhos e costeiros, pode indicar maior ou menor flexibilidade e capacidade adaptativa do público frente às mudanças, favorecendo o planejamento futuro (Marshall *et al.*, 2017).

4.3.2. Relações socioeconômicas e cobenefícios entre múltiplos serviços ecossistêmicos

Todos os usos e as atividades costeiras e marinhas dependem direta ou indiretamente dos benefícios dos serviços ecossistêmicos e da saúde dos ecossistemas costeiros e marinhos. A conservação de estruturas, processos biofísicos e funções dos ecossistemas assegura o fornecimento dos serviços ecossistêmicos, que se tornam benefícios para o bem-estar humano (Constanza *et al.*, 2017; Haines-Young & Potschin, 2009; Groot *et al.*, 2002).

Esses usos e atividades não apenas interagem com o meio natural, mas podem gerar impactos e perda de serviços ecossistêmicos. Por sua vez, tais impactos interagem de modo direto com a própria atividade ou com outros setores socioeconômicos, criando sinergias e/ou incompatibilidades. Assim, determinada atividade pode ter impactos diretos nos serviços ecossistêmicos indispensáveis que acabam afetando outras atividades, ocasionando uma relação de incompatibilidade entre elas (ex.: contaminação das águas e turismo, destruição de habitats e pesca; alteração da linha de costa e assentamentos humanos etc.). Por outro lado, existem interações positivas trazidas por multiusos – atividades desenvolvidas no mesmo espaço e tempo, a partir de sinergias – como, por exemplo, turismo e pesca, conservação e turismo, energia eólica e maricultura etc.

As alterações e os impactos nos ecossistemas costeiros e marinhos se traduzem diretamente em perda de benefícios à sociedade, o que inclui prejuízos econômicos (Silva & Scherer, 2021; Sinisgalli & Sousa Júnior, 2020). Há uma forte conexão socioeconômica entre usos e atividades marinhas-costeiras e os benefícios dos serviços ecossistêmicos. O entendimento dessas relações facilita a discussão com os diferentes atores, o planejamento e a tomada de decisões. O vínculo entre o ordenamento territorial e os diferentes cenários biofísicos é um tema importante e recorrente na literatura (Oliveira & Souza, 2013; Mota & Souza, 2021; ambos no litoral sul de Sergipe) (Inouye *et al.*, 2015; no litoral norte paulista).

De acordo com Ferreira e Lacerda (2016), nas últimas décadas no Brasil, a supressão de manguezais para atividades como aquicultura e expansão urbana atingiu mais de 50.000 ha, o que representa cerca de 4% da área total de manguezais no país. De maneira complementar, estudos já apontam as cifras dessa perda para a sociedade. Uma pesquisa em escala global sobre o valor de ecossistemas de manguezais (Atkinson *et al.*, 2016) indicou o montante de US\$ 32 bilhões em serviços ecossistêmicos. O trabalho destacou também a importância das áreas de manguezais para questões estéticas, recreativas e espirituais. Kauffman *et al.* (2018b) analisaram os estoques de carbono acima do solo em manguezais (*blue carbon*) amazônicos, tendo encontrado valores até duas vezes maiores que os de áreas de floresta. Neste sentido, Hatje *et al.* (2021b) chamam a atenção para a necessidade urgente de medidas efetivas para a valorização dos manguezais nas políticas climáticas. Seus estudos mostram que o carbono orgânico armazenado nos solos de manguezais brasileiros representa entre 3% e 8% do estoque mundial de carbono orgânico em manguezais.

Os resultados obtidos por Zamboni (2020) revelam que um terço da linha de costa da região Nordeste do país sofre processos erosivos, com previsão de perda de aproximadamente 630.000 m² de linha de costa até 2026. Os manguezais poderiam reduzir em 20% os níveis de vulnerabilidade costeira, enquanto protegem uma quarta parte da população exposta. A perda da área total de manguezais da região implicaria em custos de mais de US\$ 6,1 bilhões, associados à perda da proteção costeira. Em um cenário de perdas de áreas de manguezal de 0,1% ao ano, as emissões fruto da conversão e das novas atividades seriam próximas a 1,6 Tg CO₂/ano, o que equivaleria a

0,01% das emissões do desmatamento na Amazônia ao longo de uma área 1.500 vezes menor. Os valores vinculados à perda de carbono variaram de US\$ 40 milhões a US\$ 75 milhões entre os cenários projetados para o litoral norte do estado de São Paulo, devido à mudança de uso do solo em projeções preditivas (Pavani *et al.*, 2018).

Os estudos acima estabelecem uma clara associação entre perdas de serviços ecosistêmicos e prejuízos econômicos, ainda que haja uma carência no Brasil de análises sistemáticas acerca do quadro econômico local e regional decorrente dessas perdas. Tais dificuldades estão relacionadas à ausência de dados para valoração de muitos serviços ecossistêmicos, o que torna as avaliações parciais e subestimadas. Faltam também métodos consolidados para determinar valores tradicionalmente não monetizáveis (serviços socioculturais, por exemplo). É preciso avançar mais nesses estudos, de forma a salientar o valor da natureza para a sociedade e, com isso, corrigir distorções do sistema atual de valores e investimentos.

Conforme Sinisgalli e Sousa Júnior (2020), o conceito de serviços ecossistêmicos vem sendo empregado em programas de pagamento por serviços ambientais, que atuam como um instrumento de conservação ambiental, ou mesmo de recuperação de paisagens naturais. Tal ferramental foi recentemente efetivado na Lei Federal 14.119/2021 (Brasil, 2021b). Sob esse aspecto, há uma proposta de integração entre as visões econômicas e conservacionistas. As soluções baseadas na natureza – ou simplesmente contribuições da natureza para as pessoas – são parte desse escopo e podem garantir aumento da resiliência e geração de cobenefícios na forma de outros serviços ecossistêmicos. Trata-se de uma abordagem capaz de propiciar subsídios para a restauração ecológica de ambientes costeiros, inclusive como resposta para mitigação e adaptação climática.

4.3.3. Lacunas de conhecimento: o que é preciso saber e quais as fontes de conhecimento a explorar?

Dentre as diversas lacunas de conhecimento relacionadas às análises sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas regiões marinhas-costeiras do país, estão aquelas que se referem ao suprimento de dados e informações de base. Merece atenção a carência de séries históricas de dados observados quanto à elevação do nível do mar e ao regime de ventos e ondas em toda a zona costeira brasileira. No momento, há levantamentos pontuais e cujos dados, na maioria das vezes, são adquiridos com métodos distintos, o que pode dificultar a comparação. O projeto Simcosta é uma iniciativa importante nesse contexto e deveria ser ampliado. A integração com outras bases de levantamento de dados e de monitoramento é elemento crítico para expandir o alcance da sua cobertura. De maneira complementar, mas não menos relevante, é essencial que se defina a integração dos níveis de referência terrestre (altimetria) e marítimo (batimetria), de forma a estabelecer com precisão a linha de costa e permitir projeções resolutas acerca dos impactos do aumento do nível do mar na zona costeira do país. Esse assunto já vem sendo tratado pela Comissão Nacional de Cartografia (Concar) e é objeto de projeto específico no âmbito do Programa Nacional para a Conservação da Linha de Costa (Procosta), lançado em 2018.

Desde os anos 2000, os estudos de projeções climáticas originados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) – que culminaram com a criação do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM, na sigla em inglês) – geraram uma série de aplicações e projeções em diversos campos e áreas de interesse. No entanto, ainda há lacunas a explorar quando se trata dos impactos à biodiversidade e aos serviços ecosistêmicos marinhos, sobretudo os efeitos indiretos a partir de cenários climáticos.

Uma análise dos estudos de projeções dos impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecosistêmicos na região marinha-costeira brasileira indica uma predominância de pesquisas em pequena escala (nível de espécie), assumindo um ou dois parâmetros, geralmente os mais destacados nos modelos climáticos: aumento da temperatura e acidificação. Existem lacunas importantes de estudos que abordem serviços ecosistêmicos relacionados a: provisão (pesca); fluxo de sedimentos, alterações no *runoff* continental e suas consequências; sociobiodiversidade, em especial a interação de comunidades locais e sua dependência de serviços ecosistêmicos diversos; e aspectos da interface superfície-atmosfera. Nota-se ainda uma carência de estudos que tratem da conexão entre a expansão de infraestrutura (transportes, energia, saneamento) e as áreas marinhas-costeiras, sob a ótica da biodiversidade e dos serviços ecosistêmicos. Há unanimidade quanto à necessidade de levantamento de dados sistemáticos e estudos mais abrangentes, tanto em termos geográficos e temporais quanto em variáveis consideradas. Além disso, cabe salientar as ressalvas referentes à apropriação dos resultados, em função dos aspectos limitados de boa parte das pesquisas.

Outra lacuna a ser endereçada é a de programas oficiais que constituam elementos de política de estado focados no monitoramento espacial contínuo de alterações em áreas de ecossistemas marinhos e costeiros. Diferentemente dos biomas e ecossistemas terrestres, que contam com programas oficiais para monitoramento contínuo de aspectos como eventos de queimadas e desmatamentos, são escassos os dados oriundos de monitoramento sistemático dos ecossistemas marinhos e costeiros. Um dos poucos programas disponíveis consiste em uma série histórica no escopo do Projeto MapBiomas, com dados das alterações de áreas de mangues e apicuns desde 1985. Ainda nessa temática, vale ressaltar a relevância de dados e informações populacionais públicas para balizar projeções e cenários associados às atividades antrópicas nos ambientes marinhos-costeiros. O atraso e a simplificação dos dados populacionais obtidos no Censo Oficial impactam sobremaneira as projeções no que tange às expectativas de dinâmica demográfica e socioeconômica.

No que concerne ao efeito da poluição sobre a biodiversidade e os serviços ecosistêmicos, a compreensão da resposta dos poluentes às pressões das mudanças climáticas e o conhecimento sobre sua prevenção ajudarão os gestores a tomar decisões. Importa saber, por exemplo, se o consumo de peixes e crustáceos é seguro ou em quais áreas a restauração e a proteção de ecossistemas costeiros vegetados devem ser priorizadas para evitar a exposição das comunidades costeiras aos poluentes. Por enquanto, a escassez de dados da poluição global e no Brasil em particular, a falta de compreensão dos efeitos das mudanças climáticas sobre os poluentes e o restrito

uso de modelagem limitam as possibilidades de projeção dos contaminantes. Para aumentar nosso conhecimento serão necessários desde estudos de laboratório até pesquisas de campo manipulativas. Há urgência em compreender como a distribuição dos contaminantes está sendo afetada por eventos extremos e outros efeitos cascata associados às mudanças climáticas e em prever os impactos dessas mudanças nos sistemas costeiros e oceânicos. Sabe-se que as enchentes e as ilhas de calor já vêm sendo documentadas ao longo do litoral nacional, mas há carência de dados e de literatura científica que subsidiem a elaboração de cenários de tais riscos para o país. Essas mudanças podem alterar fatores como transporte, destino, especiação, biodisponibilidade e toxicidade de contaminantes. Embora a distribuição destes e seu ciclo no Oceano ainda sejam mal compreendidos, existem consequências potencialmente negativas para a sociedade humana e o meio ambiente, o que leva a uma maior incapacidade dos organismos para lidar com as transformações ambientais decorrentes das mudanças climáticas.

No Brasil, são raros os projetos com múltiplos níveis de intervenção geográfica (ex., municipais, intermunicipais, estaduais, interestaduais e nacional) e com ampla participação de atores sociais na construção de políticas públicas de governança do Oceano a partir de bases ecossistêmicas (Gerhardinger *et al.*, 2018). Um exemplo é a adoção de 'Regiões Laboratório' que reúnem universidades e usuários dos recursos em torno de processos de pesquisa-ação-formação rumo ao desenvolvimento territorial sustentável (Vieira *et al.*, 2010). O cenário tendencial indica prejuízos contínuos ao aporte de serviços ecossistêmicos para a população, recomendando cenários alternativos alinhados em instrumentos de gestão territorial e políticas de gerenciamento costeiro, de recursos hídricos e de áreas protegidas, além de mecanismos financeiros e demais medidas efetivas de conservação baseadas em áreas. Esses formatos e abordagens podem ser adaptados e replicados em outros contextos administrativos na costa nacional.

No que concerne à exploração pesqueira, há estímulos advindos de políticas governamentais, sobretudo no caso da pesca industrial oceânica, que se expandiu após os cerca de 10 subsídios criados no Decreto-Lei de 1967 (Elfes *et al.*, 2014; Rodrigues *et al.*, 2018). Estes incluem apoio para instalações portuárias, aumento de capacidade, acesso a crédito, previdência social e subsídio de combustível e marketing. Devido à ausência de estatística pesqueira e de informação científica de captura e estoques ocorrida desde 2009, aproximadamente 25% dos subsídios são propensos a contribuir com a sobrepesca (Abdallah & Sumaila, 2007; Política por Inteiro, 2021), em particular na modalidade industrial oceânica (Sumaila *et al.*, 2021). A edição 2020 do Estado Mundial da Pesca e da Aquicultura (Sofia, na sigla em inglês), divulgada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), reforça que o Brasil “não sabe o que pesca” (FAO, 2020). Há, portanto, uma demanda imediata pela retomada da estatística pesqueira no país, de forma a embasar a tomada de decisões pertinentes ao setor. Tais dados são importantes também para auxiliar estudos preditivos e quantitativos da pesca aliada a outras atividades econômicas. Assim, será possível apontar

o efeito integrado desses vetores sobre os estoques pesqueiros e suas interfaces relacionadas à conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira possui o maior depósito de calcário marinho do mundo, sobre o qual incide grande interesse de mineração. Além disso, há o pleito do país pela ampliação da sua Zona Econômica Exclusiva, de modo a incorporar áreas com fins minerários. Entretanto, a falta de fiscalização e de monitoramento contínuo das atividades minerárias fragiliza a proteção e a conservação dos ambientes na região marinha-costeira (Magalhães *et al.*, 2022). Por outro lado, a ausência de informações científicas sobre espécies, populações e comunidades, sobre sua conectividade com outros ecossistemas e acerca dos serviços ecossistêmicos existentes nessas áreas é uma lacuna importante a ser resolvida antes da instalação e/ou ampliação de quaisquer atividades de exploração mineral.

Por fim, há muito a se conhecer sobre os ambientes marinhos-costeiros e é necessário reforçar as demandas por investimentos em pesquisa básica e aplicada com foco nesses ambientes. É preciso incrementar o conhecimento sobre a biodiversidade, a partir de levantamentos específicos e sistemáticos, tanto no que diz respeito à matriz genética quanto aos aspectos funcionais e aos serviços ecossistêmicos. Sem esse fundamento, qualquer expansão de atividades socioeconômicas na região marinha-costeira se torna temerária e foco potencial de danos e riscos, com impactos até mesmo na atual resiliência frente aos desafios das mudanças climáticas.

4.4. Considerações finais

A biodiversidade e os serviços ecossistêmicos providos pelas áreas marinhas-costeiras estão sujeitos à evolução dos fatores de influência ao longo do tempo. Por um lado, situações de degradação já vivenciadas podem ser potencializadas por efeitos sinérgicos às mudanças climáticas e seus desdobramentos e, por outro, pode haver uma mudança no padrão exploratório, de forma a que se logre uma manutenção ou a melhoria do estado atual. As mudanças climáticas são um vetor crítico de impacto sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos nas áreas marinhas e costeiras brasileiras. Seus principais fatores físicos são as pressões oriundas do Oceano – como elevação do nível médio relativo do mar e ressacas (*storm surges*) – e da região continental, em especial as frentes de precipitação e a consequente inundação e os escorregamentos de encostas associados a movimentos de massa. O aumento da temperatura do ar e da água, as variações de extremos climáticos e as alterações físicas e biogeoquímicas são também elementos com relevante impacto.

Os principais estudos relacionados aos impactos desses vetores de transformação nos ecossistemas marinhos-costeiros do país apontam perdas de habitats e redução de indicadores de biodiversidade, migrações para ambientes mais propícios (espécies com mobilidade), ampliação de habitats com tendências de alteração da ocupação rumo a águas mais frias e ainda possível tropicalização de parâmetros em ambientes subtropicais, com consequências em termos de rearranjos tróficos. Há ainda trabalhos que

vinculam impactos socioambientais às mudanças climáticas, com consequência para a resiliência de comunidades diretamente dependentes de serviços ecossistêmicos. E outros que indicam caminhos e soluções adaptativas.

Está clara a forte relação socioeconômica entre os usos e as atividades marinhas e costeiras associada aos benefícios dos serviços ecossistêmicos e a interação entre eles. O entendimento dessas relações é fundamental para a conservação e facilita a discussão com os diferentes atores, o planejamento e a tomada de decisões. A relação entre o ordenamento territorial e os diferentes cenários biofísicos é um tema importante e que precisa ser bem encaminhado.

Há inúmeras lacunas para uma razoável compreensão dos impactos das mudanças climáticas e de outros vetores de transformação sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos em ambientes marinhos-costeiros no Brasil. A ausência de levantamento de dados sistemáticos e de estudos mais abrangentes, a descontinuidade da coleta de dados para a estatística pesqueira no país, a falta de programas oficiais como elementos de política de estado para monitoramento espacial contínuo das alterações em áreas de ecossistemas marinhos e costeiros e a inexistência de uma série histórica de dados sobre elevação do nível do mar em toda a zona costeira nacional se somam à escassez de dados acerca da poluição nos ambientes marinhos-costeiros. Tais carências constituem fatores prioritários a se investir para o subsídio e o desenvolvimento de políticas públicas assertivas visando a conservação, a adaptação e a resiliência desses ambientes frente aos vetores de transformação.

Por fim, a definição de escopos mínimos de integração entre políticas públicas em diversas escalas (geográfica, administrativa, de paisagem, biomas etc.) é essencial para a articulação de respostas às mudanças globais em curso, que colocam em risco os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade dos ambientes marinhos-costeiros brasileiros.

REFERÊNCIAS

- Abdallah, P. R. & Sumaila, U. R. (2007). A historical account of Brazilian policy on fisheries subsidies. *Marine Policy*, 31, 444-450. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2007.01.002>
- Aguiar, L. S., Amaro, V. E., & Araújo, P. V. N. (2018). Meio Século de Código Florestal e Implicações nas Áreas de Preservação Permanente de um Estuário Hipersalino no Semiárido Brasileiro. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 41 - 2, 191-210.
- Alfredini, P. & Arasaki, E. (2018). Estimation and Impacts of Sea Level Rise in Santos Port and Adjacent Areas (Brazil). *Transanav-international journal on marine navigation and safety of sea transport*, 12, 739-744. <https://doi.org/10.12716/1001.12.04.13>
- Alves, A. B. (2014). Estrada Bragança-Ajuruteua e a percepção dos trabalhadores do manguezal Paraense (1975–1991). *A Palavra*, 5:26-38.
- Anderson, A. B., Assis, J., Batista, M. B., Serrão, E. A., Guabiroba, H. C., Delfino, S. D. T., Pinheiro, H. T., Pimentel, C. R., Gomes, L. E. O., Vilar, C. C., Bernardino, A. F., Horta, P., Ghisolfi, R. D., & Joyeux, J. C. (2021). Global warming assessment suggests the endemic Brazilian kelp beds to be an endangered ecosystem. *Marine environmental research*, 168, 105307, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.105307>
- Araújo, F. G., Teixeira, T. P., Guedes, A. P. P., de Azevedo, M. C. C., & Pessanha, A. L. M. (2018). Shifts in the abundance and distribution of shallow water fish fauna on the southeastern Brazilian coast: a response to climate change. *Hydrobiologia* 814, 205–218. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3537-8>
- Atkinson, S. C.; Jupiter, S. D.; Adams, V. M.; Ingram, J. C.; Narayan, S.; Klein, C. J., & Pos-singham, H. P. (2016). Prioritising mangrove ecosystem services results in spatially variable management priorities. *PLoS ONE*, v. 11, n. 3, p. 1-21.
- Aued, A. W., Smith, F., Quimbayo, J. P., Cândido, D. V., Longo, G. O., Ferreira, C. E. L., Witman, J. D., Floeter, S. R., & Segal, B. (2018). Large-scale patterns of benthic marine communities in the Brazilian province. *PLoS ONE*, 13(6), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198452>
- Bailey, H., Brookes, K. L. & Thompson, P. M. (2014). Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. *Aquat. Biosyst.* 10, 8. <https://doi.org/10.1186/2046-9063-10-8>.
- Barange, M., Merino, G., Blanchard, J. L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E. H., Allen, J. I., Holt, J., & Jennings S. (2014). Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. *Nature Climate Change*, 4, 211–216. <https://doi.org/10.1038/nclimate2119>
- Barbosa, A. C. C., Vinagre, C., Mizrahi, D., Duarte, R. C., & Flores, A. A. V. (2019). Invasive sun corals and warming pose independent threats to the brain coral *Mussismilia hispida* in the Southwestern Atlantic. *Marine ecology progress series*, 629, 43-54. <https://doi.org/10.3354/meps13110>
- Barletta, M., Jaureguizar, A. J., Baigun, C., Fontoura, N. F., Agostinho, A. A., Almeida-Val, V., Val, A., Torres, R. A., Jimenes, L. F., Giarrizzo, T., Fabré, N. N., Batista, V., Lasso, C., Taphorn, D. C., Costa, M. F., Chaves, P. T., Vieira, J. P., & Corrêa, M. F. M. (2010). Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on Neotropical systems. *Journal of Fish Biology*, 76, 2118–2176.
- Barreto, M. O. S. M. S. (2022). *Modelagem da distribuição potencial do coral invasor *Tubastraea* spp. (coral-sol) na costa brasileira considerando preditores ambientais e antrópicos: subsídios para o plano de controle nas Unidades de Conservação*. Trabalho de Graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.
- Belarmino, E., de Nobrega, M. F., Grimm, A. M., Copertino, M. D., Vieira, J. P., & Garcia, A. M. (2021). Long-term trends in the abundance of an estuarine fish and relationships with El

- Nino climatic impacts and seagrass meadows reduction. *Est Coastal Shelf Science*. v. 261. doi: 10.1016/j.ecss.2021.107565.
- Bender, M. G., Floeter, S. R., Mayer, F. P., Vila-Nova, D. A., Longo, G. O., Hanazaki, N., Carvalho-Filho, A., & Ferreira, C. E. L. (2013). Biological attributes and major threats as predictors of the vulnerability of species: a case study with Brazilian reef fishes. *Oryx*, 47(2), 259–265. <https://doi.org/10.1017/S003060531100144X>
- Bender, M. G., Machado, G. R., Silva, P. J. A., Floeter, S. R., Monteiro-Netto, C., Luiz, O. J., & Ferreira, C. E. L. (2014). Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the southwestern Atlantic. *PLoS ONE*, 9, e110332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110332>
- Bernardino, A. G., Nóbrega, G. N., & Ferreira, T. O. (2021). Consequences of terminating mangrove's protection in Brazil. *Marine Policy*, v. 125, 104389. doi: 10.1016/j.marpol.2020.104389.
- Bezerra D. S., Amaral, S., Kampel, M., & De Andrade, P. R. (2014) Simulating Sea-Level Rise Impacts on Mangrove Ecosystem adjacent to Anthropic Areas: the case of Maranhão Island, Brazilian Northeast. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 9(3), 188-198.
- Blaber, S. J. M., & Barletta, M. (2016). A review of estuarine fish research in South America: what has been achieved and what is the future for sustainability and conservation? *Journal of Fish Biology*, 89, 537–568.
- Bleuel, J., Pennino, M. G., & Longo, G. O. (2021). Coral distribution and bleaching vulnerability areas in Southwestern Atlantic under ocean warming. *Scientific Reports*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92202-2>
- Boavida-Portugal, J., Rosa, R., Calado, R., Pinto, M., Boavida-Portugal, I., Araújo, M. B., & Guillhaumon, F. (2018). Climate change impacts on the distribution of coastal lobsters. *Marine Biology*, 165(12), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s00227-018-3441-9>
- Borba, P. C. S., Sousa Júnior, W. C., Shadman, M., & Pfenninger, S. (2023) Enhancing drought resilience and energy security through complementing hydro by offshore wind power—The case of Brazil. *Energy Conversion and Management*, v 277, 116616, DOI: 10.1016/j.enconman.2022.116616.
- Boulomytis, V. T. G., Zuffo, A. C., & Gireli, T. Z. (2017). Watershed spatial discretization for the analysis of land use change in coastal regions. *BCG - Boletim de Ciências Geodésicas*, 23(1): 101-114. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702017000100007>
- BPBES. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. (2018). *Sumário para tomadores de decisão: 1º diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos*. Joly, C. A. et al. Campinas, SP: BPBES.
- Brandini, F. (2013). Marine biodiversity and sustainability of fishing resources in Brazil: a case study of the coast of Paraná state. *Regional Environmental Change*, 14, 2127–2137. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0458-y>
- Brasil. (2006). Ministério do Meio Ambiente, MMA. *Relatório Executivo Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva*. Ministério do Meio Ambiente [MMA], Brasília.
- Brasil. (2011). *Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil*. IBGE, Diretoria de Geociências, Rio de Janeiro. 176p.
- Brasil. (2015). Secretaria de Assuntos Estratégicos, SAE-PR. *Brasil 2040: Resumo Executivo*. Brasília: SAE-PR.
- Brasil. (2016). Ministério do Meio Ambiente, MMA. *Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das Bacias Marítimas do Pará-Maranhão e Barreirinhas*. Souza Filho, P. W. M. (org). Brasília: MMA, SMCQ.
- Brasil. (2018). ICMBio. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I*. Brasília, DF: ICMBio/ MMA, 2018. 492p.
- Brasil. (2020). Diário Oficial da União, DOU. *Decreto Federal nº 10.531 de 2020*. Disponível em:

- <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.531-de-26-de-outubro-de-2020-285019495>
Acesso em: 15 de março de 2022.
- Brasil. (2021a). Ministério do Turismo. *Relatório Retomada do Turismo: resultados do esforço coletivo de uma aliança nacional reunindo poder público, iniciativa privada, terceiro setor e sistema S*. Ministério do Turismo, Brasília.
- Brasil. (2021b). Diário Oficial da União, DOU. *Lei Federal nº 14.119 de 2021*. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em: 18 de agosto de 2021.
- Brasil (2022a). Diário Oficial da União, DOU. *Lei Federal nº 14.301 de 2022*. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.301-de-7-de-janeiro-de-2022-372761122>. Acesso em: 15 de março de 2022.
- Brasil (2022b). Diário Oficial da União, DOU. *Decreto Federal nº 10.946 de 2022*. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.946-de-25-de-janeiro-de-2022-376016988>. Acesso em: 15 de março de 2022.
- Bruzaca, D. N. A., Justino, A. K. S., Mota, G. C. P., Costa, G. A., Lucena-Fredóu, F., & Gálvez, A. O. (2022). Occurrence of microplastics in bivalve molluscs *Anomalocardia flexuosa* captured in Pernambuco, Northeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113659>
- Capitani, L., de Araujo, J. N., Vieira, E. A., Angelini, R., & Longo, G. O. (2021). Ocean warming will reduce standing biomass in a tropical Western Atlantic reef ecosystem. *Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00691-z>
- Carreira, R. S., Albergaria-Barbosa, A. C. R., Arguelho, M. D. P. M., & Garcia, C. A. B. (2021). A lipid biomarker investigation of the sources and distribution of organic matter in river-influenced shelf sediments of NE Brazil. *Organic Geochemistry*, v. 151. doi: 10.1016/j.orggeochem.2020.104162.
- Carvalho, A. R., Williams, S., January, M., & Sozwman, M. (2009). Reliability of community-based data monitoring in the Olifants River estuary (South Africa). *Fish Res.*, 96: 119–128. <https://doi:10.1016/j.fishres.2008.08.017>
- Cheung, W. W., Frölicher, T. L., Lam, V. W., Oyinlola, M. A., Reygondeau, G., Sumaila, U. R., Tai, T. C., Teh, L. C. & Wabnitz, C. C. (2021). Marine high temperature extremes amplify the impacts of climate change on fish and fisheries. *Science Advances*, 7(40), eabh0895. <http://doi.org/10.1126/sciadv.abh0895>
- Cohen, M. C. L., Rodrigues, E., Rocha, D. O. S., Freitas, J., Fontes, N. A., Pessenda, L. C. R., Souza, A. V. de, Gomes, V. L. P., França, M. C., Bonotto, D. M., & Bendassolli, J. A. (2020). Southward migration of the austral limit of mangroves in South America. *CATENA*, v 195, 104775. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104775>.
- Cooley, S., Schoeman, D., Bopp, L., Boyd, P., Donner, S., Ghebrehiwet, D. Y., Ito, S. I., Kiessling, W., Martinetto, P., Ojea, E., Racault, M. F., Rost, B., & Skern-Mauritzen, M. (2022). Ocean and Coastal Ecosystems and their Services. Em: Pörtner, H. O., Roberts, D. C., Tignor, M., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., & Rama, B. (Eds.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 379-550. doi:10.1017/9781009325844.005.
- Costa, E. S., Sa, F., Gomes, L. E. O., Silva, C. A., Lima, A. T., Lehrback, B. D., & Neto, R. R. (2020). Can severe drought periods increase metal concentrations in mangrove sediments? A case study in eastern Brazil. *Science of the total environment*, v. 748. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142443.
- Costa, M. B. S. F., Araújo, M., Araújo, T. C. M., & Siegle, E. (2016). Influence of reef geometry on wave attenuation on a Brazilian coral reef. *Geomorphology* 253:318-327.
- Costa, N. V., & Rodrigues, R. R. (2021). Future summer marine heatwaves in the western

- South Atlantic. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL094509.
- Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- d'Almeida, K. S., Farias, M. F., Castro, N. O., Vilela, P. C., Leggieri, R. F., Fernandes, R. F., & Car-doso, R. A. (2019). Exploratory Potential of the Brazilian Equatorial Margin. *Offshore Technology Conference Brasil. Anais*. Rio de Janeiro, Brazil. doi: 10.4043/29689-MS.
- Dalton, K., Skrobe, M., Bell, H., Kantner, B., Berndtson, D., Gerhardinger, L. C., & Christie, P. (2020). Marine-Related Learning Networks: Shifting the Paradigm Toward Collaborative Ocean Governance. *Frontiers in Marine Science* 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.595054>.
- Damásio, L., Pennino, M. G., & Lopes, P. F. M. (2020). Small changes, big impacts: Geographic expansion in small-scale fisheries. *Fisheries Research* 226. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105533>
- Dantas, E. J., A., Rosa, L. P., Silva, N. F., & Pe-reira, M. G. (2019). Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms. *Sustainability*, 11, 3802, 1-24. <http://doi.org/10.3390/su11143802>
- Daunt, A. B. P. & Silva, T. S. F. (2019). Beyond the park and city dichotomy: Land use and land cover change in the northern coast of São Paulo (Brazil). *Landscape and urban planning*, 189, 352-361. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.05.003>
- del Favero, J. M., Katsuragawa, M., Zani-Tei-xeira, M. D. L., & Turner, J. T. (2018). Modeling long-term fluctuations in the distribution and abundance of Engraulis anchoita eggs and larvae in the southeastern Brazilian bight. *Marine Ecology Progress Series*, 587, 159–173. <https://doi.org/10.3354/meps12375>
- Dell, C. L. A., Longo, G. O., & Hay, M. E. (2016). Positive feedbacks enhance macroalgal resilience on degraded coral reefs. *PLoS ONE*, 11(5), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155049>
- Dias-Neto, J. & Dias, J. F. O. (2015). *O uso da biodiversidade aquática no Brasil: uma avaliação com foco na pesca*. Brasília: IBAMA, 290p.
- Diele, K. (2000). *Life history and populations structure of the exploited mangrove crab U. cordatus (L.) (Decapoda:Brachyura) in the Caete Estuary, North Brazil*. Tese de Doutorado. Universidade de Bremén.
- Diele, K., Araújo, A. R. R., Glaser, M., & Salzmann, U. (2010). Artisanal fishery of the mangrove crab Ucides cordatus (Ucididae) and first steps toward a successful co-management in Bragança, North Brazil. Em: Saint-Paul, U., & Schneider, H. (Eds.) *Mangrove dynamics and Management in North Brazil*, *Ecological Studies*, Vol. 211. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 287–297.
- Domingues, D. (2008). *Análise do conhecimento ecológico local e do sistema produtivo como subsídio para gerar instrumentos de gestão da atividade de exploração do caranguejo-uçá (Ucides cordatus Linneaus, 1793) nos manguezais da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperacu, Bragança – PA*. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal do Pará, Bragança.
- Duarte, L. F. A., Souza, C. A., Nobre, C. R., Pe-reira, C. D. S., & Pinheiro, M. A. A. (2016). Multi-level biological responses in Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae) as indicators of conservation status in mangrove areas from the western atlantic. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 133, p. 176-187. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2016.07.018.
- Durante, L. M., Cruz, I. C. S., & Lotufo, T. M. C. (2018). The effect of climate change on the distribution of a tropical zoanthid (Palythoa caribaeorum) and its ecological implications. *PEERJ*, 6, e4777. <http://doi.org/10.7717/peerj.4777>
- Elfes, C. T., Longo, C., Halpern, B. S., Hardy, D., Scarborough, C., Best, B. D., Pinheiro, T., & Du-

- tra, G. F. A. (2014). Regional-Scale Ocean Health Index for Brazil. *PLoS ONE*, 9 (4): 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092589>
- Embratur. (2021). Empresa Brasileira de Turismo. *Anuário Estatístico de Turismo 2020 - Ano Base 2019*, 2ª Edição. Disponível em: www.dadosfatos.turismo.gov.br. Acesso em: 20 de setembro de 2021.
- EPL. (2021). Empresa de Planejamento e Logística S. A. Plano Nacional de Logística 2035, Relatório Executivo. Brasília: EPL. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>. Acesso em: 22 de novembro de 2021.
- Estefen, S. F., Garcia-Rosa, P. B., Cunha, J. P. V. S., Lizarralde, F., Machado, I. R., & Watanabe, E. H. (2014). Waretowire model end energy storage analysis or an oceanwave energy hyperbaric converter. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, v. 39, p. 386-397.
- Evangelista, H., Valeriano, C. M., Paravidini, G., Gonçalves Junior, S. J., Sodré, E. D., Neto, C. C. A., Santos, E. A., Neto, N. de M., Peixoto, C., Licinio, M. V. V. J., Ribeiro, J. N., Flores, A. V., Pereira, M. G., Barbosa, C. F., de Barcellos, J. R. C., de Oliveira, B. V. X., Guebert, F., Negrão, F., dos Anjos, M. J., Santos, R. S., Seoane, J. C., Cordeiro, R. C., & Heilbron, M. (2022). Using NdSr isotopes in suspended sediments in the Abrolhos coral-reef (SW Atlantic, Brazil) to assess potential contamination from the 2015 Fundão dam collapse. *Science of the Total Environment*, Vol. 807 (2). Doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151231.
- Fabinyi, M. (2008). Dive tourism, fishing and marine protected areas in the Calamianes Islands, Philippines. *Marine Policy*, 32, 898-904. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2008.01.004>
- FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. *Sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Faraco L. F. D., Andriguetto Filho, J. M., Daw, T., Lana, P. C., & Teixeira, C. F. (2016). Vulnerability Among Fishers in Southern Brazil and its Relation to Marine Protected Areas in a Scenario of Declining Fisheries. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 38, 51-76. <http://doi.org/10.5380/dma.v38i0.45850>
- Faroni-Perez, L., Freitas, M., Wrublevski Aued, A.; Kostrzewycz, G.; Domit, C. (2020). Saúde do Oceano e serviços ecossistêmicos: Integração entre Ciência, Sociedade, Política e Governança. Em: *I Volume horizonte oceânico brasileiro: Ampliando o horizonte da governança inclusiva para o desenvolvimento sustentável do oceano brasileiro*, p.165-198.
- Fernandes, M. E. B., Oliveira, F. P., & Eyzaguirre, I. A. L. (2018). Mangroves on the Brazilian Amazon coast: uses and rehabilitation. Em: Makowski, C., Finkl, C. (Eds.) *Threats to mangrove forests: hazards, vulnerability, and management*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 621–635.
- Ferreira, A. C., Ganade, G., & Attayde, J. L. (2015). Restoration versus natural regeneration in a neotropical mangrove: effects on plant biomass and crab communities. *Ocean & Coastal Management* 110:38–45.
- Ferreira, A. C., & Lacerda, L. D. (2016). Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. *Ocean and Coastal Management*, v. 125, p. 38-46.
- Ferreira, G. V. B., Justino, A. K. S., Eduardo, L. N., Lonoble, V., Fauvette, V., Schmidt, N., Vaske Júnior, T., Fredou, T., & Lucena-Frédu, F. (2022). Plastic in the inferno: Microplastic contamination in deep-sea cephalopods (*Vampyroteuthis infernalis* and *Abralia veranyi*) from the southwestern Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113309>
- Forgiarini, A. P. P., Figueiredo, S. A. de, Calliari, L. J., Goulart, E. S., Marques, W., Trombetta, T. B., Oleinik, P. H., Guimarães, R. C., Arigony-Neto, J., & Salame, C. C. (2019). Quantifying the geomorphologic and urbanization influence on coastal retreat under sea level rise. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 230, 106437. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106437>
- Fortunato, H. F. D, da Silva, A. G., Teixeira, R. P. A., Carvalho, B. C., & Fleury, B. G. (2022) Abnor-

- mal average increase in sea surface temperature may promote the first documented mortality event of a marine sponge in the Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. doi: 10.1590/1676-0611-BN-2021-1298.
- Franco, B. C., Defeo, O., Piola, A. R., Barreiro, M., Yang, H., Ortega, L., Gianelli, I., Castello, J. P., Vera, C., Buratti, C., Pájaro, M., Pezzi, L. P., & Möller, O. O. (2020). Climate change impacts on the atmospheric circulation, ocean, and fisheries in the southwest South Atlantic Ocean: a review. *Climatic Change* 162, 2359–2377. <http://doi.org/10.1007/s10584-020-02783-6>
- Frédou, T., Ferreira, B. P., & Letourneau, Y. (2009). Assessing the stocks of the primary snap-pers caught in Northeastern Brazilian reef systems. 1: traditional modelling approaches. *Fisheries Research* 99, 90–96. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.05.008>
- Freitas, D. M., Ramos, A. L. A., Sano, E. E., Resende, K. B., Fumi, M., & Oliveira, F. F. G. (2017). Mapeamento de manguezais e carcinicultura do Brasil com base em imagens dos satélites Landsat-8 OLI e RapidEye (ano-base: 2013), *Anais do 18º Congr. Bras. Sens. Remoto*, 28-31, 1–4.
- Furtado-Jr., I., Abrunhosa, F. A., Holanda, F. C. A. F., & Tavares, M. C. S. (2016). Selectivity curves of the capture of mangroves crab (*Ucides cordatus*) on the northern coast of Brazil using bayesian inference. *Braz. J. Biol.*, 76 (2) 412-419. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.17714>
- Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., & De Vrees, L. (2013). Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive. *ICES Journal of Marine Science*, 70 (6): 1055–1064. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst122>
- Galvão, P., Sus, B., Lailson-Brito, J., Azevedo, A., Malm, O., & Bisi, T. (2021). An upwelling area as a hot spot for mercury biomonitoring in a climate change scenario: A case study with large demersal fishes from Southeast Atlantic [SE-Brazil]. *Chemosphere*, v. 269. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128718.
- Gasalla, M. A., Abdallah, P. R., & Lemos, D. (2017). Potential impacts of climate change in Brazilian marine fisheries and aquaculture. Em: Phillips, B. F., & Pérez-Ramírez, M. (Eds.) *Climate change impacts on fisheries and aquaculture: a global analysis*, John Wiley & Sons, p 455-477.
- Gerhardinger, L. C., de Andrade, M. M., Corrêa, M. R., & Turra, A. (2020). Crafting a Sustainability Transition Experiment for the Brazilian Blue Economy. *Marine Policy* 120 (October): 104157. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104157>.
- Gerhardinger, L. C., Gorris, P., Gonçalves, L. R., Herbst, D. F., Vila-Nova, D. A., De Carvalho, F. G., Glaser, M., Zondervan, R. & Glavovic, B. C. (2018). Healing Brazil's Blue Amazon: The Role of Knowledge Networks in Nurturing Cross-Scale Transformations at the Frontlines of Ocean Sustainability. *Frontiers in Marine Science* 4 (January). <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00395>.
- Giglio, V. J., Luiz, O. J., & Gerhardinger, L. C. (2015). Depletion of marine megafauna and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. *Animal Conservation*, 18, 348–358. <http://doi.org/10.1111/acv.12178>
- Glaser, M., Krause, G., Oliveira, R. S., & Fontalvo-Herazo, M. (2010). Mangroves and people: a social-ecological system. Em: Saint-Paul, U., Schneider, H. (Eds.) *Mangrove dynamics and Management in North Brazil*, Ecological Studies, vol 211. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 307– 351.
- Godoy, M. D., & Lacerda, L. D. D. (2015). Mangroves response to climate change: a review of recent findings on mangrove extension and distribution. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87, 651–667. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520150055>
- Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, Vol. 41, Issue 3, Pages 393-408. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00089-7.
- Guerra, T. P., Santos, J. M. F. F., Pennino, M. G., & Lopes, P. F. M. (2021). Damage or benefit? How future scenarios of climate change may affect the distribution of small pelagic fishes in

- the coastal seas of the Americas. *Fisheries Research*, 234, 105815. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105815>
- Haines-Young, R. H., & Potschin, M. B. (2009). *Methodologies for Defining and Assessing Ecosystem Services*. Final Report, JNCC, Project Code C08-0170-0062, 69 p.
- Halpern, B. S., Longo, C., Hardy, D., McLeod, K. L., Samhouri, J. F., Katona, S. K., Kleisner, K., Lester, S. E., O'Leary, J., Ranelletti, M., Rosenberg, A., Scarborough, C., Selig, E. R., Best, B. D., Brumbaugh, D. R., Chapin, F. S., Crowder, L. B., Daly, K. L., Doney, S. C., Elfes, C., Fogarty, M. J., Gaines, S. D., Jacobsen, K. I., Karrer, L. B., Leslie, H. M., Neeley, E., Pauly, D., Polasky, S., Ris, B., St Martin, K., Stone, G. S., Sumaila, U. R., & Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*, 488, 615–620. <https://doi.org/10.1038/nature11397>
- Hatje, V., Andrade, R. L. B., Oliveira, C. C. de, Polejack, A., & Gxaba, T. (2021a). Pollutants in the South Atlantic Ocean: Sources, Knowledge Gaps and Perspectives for the Decade of Ocean Science. *Frontiers in Marine Science*, 8, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.644569>
- Hatje, V., Masqué, P., Patire, V. F., Dórea, A. & Barros, F. (2021b). Blue carbon stocks, accumulation rates, and associated spatial variability in Brazilian mangroves. *Limnol Oceanogr*, 66: 321–334,. <https://doi.org/10.1002/lno.11607>
- Horizonte Oceânico Brasileiro. (2020). I VOLUME - *Horizonte Oceânico Brasileiro: Ampliando o Horizonte da Governança Inclusiva para o Desenvolvimento Sustentável do Oceano Brasileiro*. (Vol. 3., p. 266). Disponível em: https://painelmar.com.br/wp-content/uploads/2020/08/I-VOLUME-HOB_compressed-1.pdf
- Horizonte Oceânico Brasileiro. (2021). II VOLUME *HORIZONTE OCEÂNICO BRASILEIRO: EDUCOMUNICANDO EM REDES*. 1. Ed. Brasilia: PainelMar, 2021. v. 1. 33p. Disponível em: https://painelmar.com.br/wp-content/uploads/2020/01/IIVolume_HOB-1.pdf
- Horta, P. A., Pinho, P. F., Gouvêa, L., Grimaldi, G., Destri, G., Mueller, C. M., Rocha, L., Barufi, J. B., Rorig, L., Assis, J., & Cunha, L. C. (2020). Climate change and Brazil's coastal zone: socio-environmental vulnerabilities and action strategies. *Sustainability in Debate*, 11(3), 405–444. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33845>
- Inagaki, K. Y., Pennino, M. G., Floeter, S. R., Hay, M. E., & Longo, G. O. (2020). Trophic interactions will expand geographically but be less intense as oceans warm. *Global Change Biology*, 26(12), 6805–6812. <https://doi.org/10.1111/gcb.15346>
- Inague, G. M., Zwiener, V. P., & Marques, M. C. M. (2021). Climate change threatens the woody plant taxonomic and functional diversities of the Restinga vegetation in Brazil. *Perspectives in Ecology and Evolution*, 19, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2020.12.006>
- Inouye, C. E. N., Sousa, Jr., W. C., Freitas, D. M. & Simões, E. (2015). Modelling the spatial dynamics of urban growth and land use changes in the north coast of São Paulo, Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 108, 147–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.12.016>.
- IPBES. (2016). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services*. Em: S. Ferrier, K. N. Ninan, P. Leadley, R. Alkemade, L. A. Acosta, H. R. Akçakaya, L. Brotons, W. W. L. Cheung, V. Christensen, K. A. Harhash, J. Kabubo-Mariara, C. Lundquist, M. Obersteiner, H. M. Pereira, G. Peterson, R. Pichs-Madruga, N. Ravindranath, C. Rondinini and B. A. Wintle [Eds.]. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 348 pages.
- Isaac, M. (2006). Small-scale fisheries reform: expectations, hopes and dreams of "a better life for all". *Mar. Policy* 30, 51–59.
- Jahanshahi, A.; Kamali, M.; Khalaj, M.; Khodaparast, Z. (2019). Delphi-based prioritization of economic criteria for development of wave and tidal energy technologies. *Energy*, v. 167, p. 819–827. doi: 10.1016/j.energy.2018.11.040.
- Jonsson, S., Andersson, A., Nilsson, M. B.,

- Skyllberg, U., Lundberg, E., Schaefer, J. K., Åkerblom, S., & Björn, E. (2017). Terrestrial discharges mediate trophic shifts and enhance methylmercury accumulation in estuarine biota. *Science Advances*, 3, 1-10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601239>
- Justino, A. K. S., Ferreira, G. V. B., Schmidt, N., Eduardo, L. N., Fauvette, V., Lenoble, V., Sempéré, R., Panagiotopoulos, C., Mincarone, M. M., Frédou, T., & Lucena-Frédu, F. (2022). The role of mesopelagic fishes as microplastics vectors across the deep-sea layers from the Southwestern Tropical Atlantic. *Environmental Pollution*, 300. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.118988>
- Kauffman, J. B., Bernardino, A. F., Ferreira, T. O., Bolton, N. W., Gomes, L. E. O., & Nóbrega, G. N. (2018a). Shrimp ponds lead to massive loss of soil carbon and greenhouse gas emissions in Northeastern Brazilian mangroves. *Ecol. Evol.*, 8, pp. 1-11, 10.1002/ece3.4079.
- Kauffman, J. B., Bernardino, A. F., Ferreira, T. O., Giovannoni, L. E., Gomes, L. E., Romero, D. J., Jimenez, L. C. Z., & Ruiz, F. (2018b). Carbon stocks of mangroves and salt marshes of the Amazon region, Brazil. *Biol. Lett.*, 14, 20180208, 10.1098/rsbl.2018.0208.
- Keeling, R. F., Körtzinger, A., & Gruber, N. (2010). Ocean Deoxygenation in a Warming World. *Annual Review of Marine Science*, 2, 199–229. <https://doi.org/10.1146/annurev.marine.010908.163855>
- Lacerda, L. D., Marins, R. V., & Dias, F. J. D. (2020). An Arctic Paradox: Response of fluvial Hg inputs and bioavailability to Global Climate Change in an extreme coastal environment. *Frontiers in Earth Science*, v. 8. doi: 10.3389/feart.2020.00093.
- Lacerda, L. D., Raymond, D. W., Godoy, M. D. P., Meireles, A. J. A., Borges, R., & Ferreira, A. (2021). C. 20-Years Cumulative Impact From Shrimp Farming on Mangroves of Northeast Brazil. *Frontiers in Forest and Global Change*, 4, 653096. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.653096>
- Lapola, D. M., Silva, J. M. C., Braga, D. R., Car- pigiani, L., Ogawa, F., Torres, R. R., Barbosa, L. C. F. Ometto, J. P. H. B., & Joly, C. A. (2019). A climate-change vulnerability and adaptation assessment for Brazil's protected areas. *Conservation Biology*, 34, 427-437. <http://doi.org/10.1111/cobi.13405>
- Lima, F. D., Angeles-Gonzales, L. E., Leite, T., & Lima, S. M. Q. (2020). Global climate changes over time shaping the ecological niche of Octopus insularis (Cephalopoda: Octopodidae) in the Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 1, 111-121. <http://doi.org/10.3354/meps13486>
- Lima, L. S., Gherardi, D. F. M., Pezzi, L. P., Passos, L. G., Endo, C. A. K., & Quimbayo, J. P. (2021). Potential changes in the connectivity of marine protected areas driven by extreme ocean warming. *Scientific Reports*, 11, 10339. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89192-6>
- Lippiatt, S., Opfer, S., & Arthur, C. (2013). Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment. *NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46*.
- Lopes, E. C., Araujo, E. C., Costa, R. S., Daher, R. F., & Fernandes. M. E. B. (2013). Crescimento de mudas de mangue sob diferentes níveis de sombreamento na península de Ajuruteua, Bragança, Pará. *Acta Amazonica* 43:291–296.
- Lopes, P. F. M., Penino, M. G., & Freire, F. A. M. (2018). Climate change can reduce shrimp catches in equatorial Brazil. *Regional Environmental Change*, 18, 223-234. <http://doi.org/10.1007/s10113-017-1203-8>
- Madeira, C., Mendonça, V., Leal, M. C., Diniz, M. S., Cabral, H. N., Flores, A. A. V., & Vinagre, C. (2019). Present and future invasion perspectives of an alien shrimp in South Atlantic coastal waters: an experimental assessment of functional biomarkers and thermal tolerance. *Biological Invasions*, 21, 1567-1584. <http://doi.org/10.1007/s10530-019-01921-1>
- Magalhães, K. M., Rosa, J. S. R., Teixeira, C. E. P., Coelho-Jr, C., Lima, M. C. S., Souza, A. M. C., & Soares, M. O. (2022). Oil and plastic spill: 2021

- as another challenging year for marine conservation in the South Atlantic Ocean. *Marine Policy*, v. 140. doi: 10.1016/j.marpol.2022.105076.
- Maia, L. P., Lacerda, L. D., Monteiro, L. H. U., & Souza, G. M. (2006). *Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das Áreas de Manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco*. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará.
- Manes, S., Gama-Maia, D., Vaz, S., Pires, A. P. F., Tardin, R. H., Maricato, G., Bezerra, D. S., & Vale, M. M. (2023). Nature as a solution for shoreline protection against coastal risks associated with ongoing sea-level rise. *Ocean Coast Manag* 235: 106487. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106487>.
- Manes, S., & Pires, A. P. F. (2022). Prevenção de enchentes no Rio de Janeiro: As Soluções Baseadas na Natureza como adaptação à eventos climáticos extremos. *Revista INEANA*, Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro, ed. Especial, p. 28-45.
- Marcello, F., Wainer, I., & Rodrigues, R. R. (2018). South Atlantic Subtropical Gyre Late Twentieth Century Changes. *Journal of Geophysical Research*, 123, 5194–5209. <https://doi.org/10.1029/2018JC013815>
- Margulis, S. (2017). *Guia de adaptação às mudanças do clima para entes federativos*. Brasília: WWF, 72 p.
- Marinho, P. H., Mena, J. C. V., Fonseca, M., A., Pichorim, M., Venticinque, E. M., Paixão, V., & Oliveira, D. V. (2021). O vento levará a nossa biodiversidade? Parques eólicos ameaçam áreas prioritárias para a conservação da Caatinga no Rio Grande do Norte. *O Eco: análises*.
- Marins, R. V., Lacerda, L. D., Araújo, I. C. S., Fonseca, L. V., & Silva, A. T. F. (2020). Phosphorus and suspended matter retention in mangroves affected by shrimp farm effluents in NE Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92, e20200758. [http://doi.org/10.1590/0001-37652020200758](http://doi.org/10.1590/0001-3765202020200758)
- Marochi, M. Z., De Grande, F. R., Pardo, J. C. F., Montenegro, Á. & Costa, T. M., (2022). Marine heatwave impacts on newly-hatched planktonic larvae of an estuarine crab. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 278, p.108122. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108122>
- Marshall, N., Curnock, M. I., Goldberg, J., Goodch, M., Marshall, P. A., Pert, P. L. & Tobin, R. C. (2017). The dependency of people on the Great Barrier Reef, Australia. *Coastal Management*. <http://doi.org/10.1080/08920753.1373454>.
- Martin, A., Boyd, P., Buesseler, K., Cetinic, I., Claustre, H., Giering, S., Henson, S., Irigoien, X., Kriest, I., Memery, L., Robinson, C., Saba, G., Sanders, R., Siegel, D., Villa-Alfageme, M., & Gulde, L. (2020). Study the twilight zone before it is too late. *Nature* 580, 26–28.
- Mendes, C. B., Cortez, T., Santos, C. S. G., Sobral-Souza, T., Santos, A.D., Sasaki, D.K., Silva, D. A., Dottori, M., & Andrade, S. C. S. (2022). Seascapes genetics in a polychaete worm: Disentangling the roles of a biogeographic barrier and environmental factors. *Journal of Biogeography*, v. 49(12). doi: 10.1111/jbi.14504.
- MEA. (2005). Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Washington, DC: Island Press, pp. 137.
- Miller, A., Hedman, J. E., Nyberg, E., Haglund, P., Cousins, I. T., Wiberg, K., & Bignert, A. (2013). Temporal trends in dioxins (polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofurans) and dioxin-like polychlorinated biphenyls in Baltic herring (*Clupea harengus*). *Mar. Pollut. Bull.* 73, 220–230. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.05.015>
- Millero, F. J., Woosley, R., DiTollo, B., & Water, J. (2015). Effect of Ocean Acidification on the Speciation of Metals in Seawater. *Oceanography*, v. 22, n. 4, p. 72–85. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.98>
- Moreira A., Figueira E., Pecora I. L., Soares A. M. V. M., & Freitas, R. (2017). Biochemical alterations in native and exotic oyster species in Brazil in response to increasing temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology C-Toxicology & Pharmacology* 191:183-193.

- Mota, L. S. O., & Souza, R. M. (2021). Cenários ambientais prospectivos para a gestão da paisagem costeira urbana em Aracaju/SE. *Sociedade e Natureza*, Vol.33, e56305. doi: 10.14393/SN-v33-2021-56305
- OHI. Global Ocean Health Index. (2020). Disponível em: https://ohi-science.org/news/global_scores_announced, 2020. Acesso em: 03 de fevereiro de 2022.
- Oliveira, A. C. C. A., & Souza, R. M. (2013). Cenários biofísicos e ordenamento territorial no litoral sul de Sergipe-Brasil. *Revista Equador*, 2 (2): 62-83.
- Oliveira, U. D. R. de, Gomes, P. B., Cordeiro, R. T. S., Lima, G. V. de, & Pérez, C. D. (2019). Modeling impacts of climate change on the potential habitat of an endangered Brazilian endemic coral: Discussion about deep sea refugia. *PLoS ONE* 14(5): e0211171.
- Oliveira, K. M. L., Heather Bedle, R., Castelo Branco, M. G., Souza, A. B. C., Nepomuceno Filho, F., Normando, M. N., Almeira, N. M., & Silva Barbosa, T. H. (2020). Seismic stratigraphic patterns and characterization of deepwater reservoirs of the Mundaú sub-basin, Brazilian Equatorial Margin. *Marine and Petroleum Geology*, v. 116. doi: 10.1016/j.marpetgeo.2020.104310.
- Oliveira, M. R. & Chellappa, S. (2014). Temporal dynamics of reproduction in *Hemiramphus brasiliensis* [Osteichthyes: Hemiramphidae]. *Transfus. Apher. Sci.* <https://doi.org/10.1155/2014/837151>
- Osorio-Cano, J. D., Alcerreca-Huerta, J. C., Marino-Tapia, I., Osorio, A. F., Acevedo-Ramirez, C., Enriquez, C., Costa, M., Pereira, P., Mendoza, E., Escudero, M., Astorga-Moar, A., Lopez-Gonzalez, J., Appendini, C. M., Silva, R., & Oumeraci, H. (2019). Effects of Roughness Loss on Reef Hydrodynamics and Coastal Protection: Approaches in Latin America. *Estuaries and Coasts* 42:1742-1760.
- Oyinlola, M. A., Reygondeau, G., Wabnitz, C. C., & Cheung, W. W. L. (2019). Projecting global mariculture diversity under climate change. *Global Change Biol.* v 26:2134–2148. <http://doi.org/10.1111/gcb.14974>
- Paiva, S. V., Carneiro, P. B. M., Garcia, T. M., Tavares, T. C. L., Pinheiro, L. S., Ximenes Neto, A. R., Montalverne, T. C., & Soares, M. O. (2023). Marine carbonate mining in the Southwestern Atlantic: current status, potential impacts, and conservation actions. *Marine Policy*, v. 148, 105435. DOI: 10.1016/j.marpol.2022.105435.
- Pavani, B. F., Sousa Júnior, W. C., Inouye, C. E. N., Vieira, S. A., & Mello, A. Y. I. (2018). Estimating and valuing the carbon release in scenarios of land-use and climate changes in a Brazilian coastal area. *Journal of Environmental Management* 226:416-427.
- Pellegrini, B. S., & Ribeiro, H. J. P. S. (2018). Exploratory plays of Pará-Maranhão and Barreirinhas basins in deep and ultra-deep waters, Brazilian Equatorial Margin. *Braz. J. Geol.*, v. 48 [03]. doi: 10.1590/2317-4889201820180146
- Pereira Filho, G. H., Amado Filho, G. M., Moura, R. L., Bastos, A. C., Guimarães, S. M. P. B., Salgado, L. T., Francini Filho, R. B., Bahia, R. G., Abrantes, D. P., Guth, A. Z., & Brasileiro, P. S. (2012). Extensive rhodolith beds cover the summits of southwestern Atlantic Ocean seamounts. *Journal of Coastal Research*, v. 28(1), p. 261-269.
- Perez, J. A. A., & Sant'Ana, R. (2022). Tropicalization of demersal megafauna in the western South Atlantic since 2013. *Commun Earth Environ* 3, 227. <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00553-z>
- Petrobras SA. (2022). *Cenários estratégicos 2040*. Disponível em: https://petrobras.com.br/site-petrobras/public/documento_cenarios-estrategicos_petrobras.pdf. Acesso em: 25 de março de 2022.
- Política por Inteiro. (2021). *Histórico, Panorama e Análise das Políticas Públicas Federais*. 140p. Disponível em: https://www.politicaporinteiro.org/wpcontent/uploads/2021/06/Pesca-Por-Inteiro_VF12.pdf. Acesso em: 18 de fevereiro de 2022.
- Pontes, G. M., Sen Gupta, A., & Taschetto, A. S. (2016). Projected changes to South Atlantic boundary currents and confluence region in

- the CMIP5 models: the role of wind and deep ocean changes. *Environ. Res. Lett.* 11, 094013. doi:10.1088/1748-9326/11/9/094013
- Pontes, O. de M., & Azevedo, P. V. (2019). Consequências socioeconômicas e ambiental dos parques eólicos para comunidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. Em: Santos, F. (org.). *Meio Ambiente em Foco*. Editora Poisson. Belo Horizonte, MG.
- Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M. A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P. A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A. P. F., Popp, A., ReyesGarcía, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y. J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. (2021). *IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change*. doi:10.5281/zenodo.4782538.
- Previero, M., Minte-Vera C. V., & Moura, R.L. (2013). Fisheries monitoring in Babel: fish ethnotaxonomy in a hotspot of common names. *Neotropical Ichthyology*, 11(2):467-476.
- Principe, S. C., Acosta, A. L., Andrade, J. E., & Lotufo, T. M. C. (2021). Predicted shifts in the distributions of Atlantic reef-building corals in the face of Climate Change. *Front. Mar. Sci.* doi: 10.3389/fmars.2021.673086.
- Rocha, I. (2019). Análise da Produção aquícola mundial e das oportunidades para o Brasil. *Rev. da ABCC* 2, 8-13.
- Rodrigues, A. R., Abdallah, P. R., & Gasalla, M. A. (2018). Harvesting costs and revenues: Implication of the performance of open-access industrial fishing fleets off Rio Grande, Brazil. *Marine Policy*, 93: 104-112. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.008
- Rodrigues, R. R., Taschetto, A. S., Sen Gupta, A., & Foltz, G. (2019). Common cause for severe droughts in South America and marine heatwaves in the South Atlantic. *Nature Geoscience*. doi: 10.1038/s41561-019-0393-8.
- Roos, N. C., Longo, O. L., Pennino, M. G., Francini-Filho, R. B., & Carvalho, A. R. (2020) Protecting nursery areas without fisheries management is not enough to conserve the most endangered parrotfish of the Atlantic Ocean. *Scientific Reports*, 10:19143. https://doi.org/10.1038/s41598-020-76207-x
- Sá, T. D., Sousa, R. R., Rocha, I. R. C. B., Lima, G. C., & Costa, F. H. F. (2013). Brackish shrimp farming in Northeastern Brazil: the environmental and socio-economic impacts and sustainability. *Nat. Resour.* 4, 538–550. doi: 10.4236/nr.2013.48065
- Saavedra, O. R., Leite Neto, P. B., & Ribeiro, L. A. S. (2015). Optimization of electricity generation of a tidal power plant with reservoir constraints. *Renewable Energy*, Vol. 81, p. 11-20.
- Sánchez, L. E. (2013). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos. 583 p.
- Santos, R. T. F. (2017). *Efeitos da subida do nível do mar na inundação costeira na Costa Leste do Brasil devido às mudanças climáticas*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 184 p.
- Santos, T., Beirão, A. P., Araujo Filho, M. C., & Carvalho, A. B. (Orgs.). (2022). *Economia azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil*. São Paulo: Essential Idea Editora.
- Santos, V. S., Moura, R. L., Magdalena, U. R., Hovey, R., Kendrick, G., Bahia, R. G., Amado, G. M., & Siqueira, M. F. (2023). Spatial modeling reveals a growing threat to the world's largest rhodolith beds. *Ocean & Coastal Management*, v. 232. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106441.
- Sarmento, V. C., Pinheiro, B. R., Montes, M. de J. F., & Santos, P. J. P. (2017). Impact of predicted climate change scenarios on a coral reef meio-

- fauna community. *ICES Journal of Marine Science* 74:1170–1179.
- Schmidtko, S., Stramma, L., & Visbeck, M. (2017). Decline in global oceanic oxygen content during the past five decades. *Nature* 542, 335–339. <https://doi.org/10.1038/nature21399>
- Shepherd, J. G., Brewer, P. G., Oschlies, A., & Watson, A. (2017). Ocean ventilation and deoxygenation in a warming world: introduction and overview. *Phil. Trans. R. Soc. A.* 375(20170240) 20170240. <http://doi.org/10.1098/rsta.2017.0240>
- Siegle, E., & Costa, M. B. (2017). Nearshore Wave Power Increase on Reef-Shaped Coasts Due to Sea-Level Rise. *Earth's Future* 5:1054–1065.
- Silva Júnior, O. M., & Magrini, A. (2014). Exploração de hidrocarbonetos na foz do rio Amazonas: perspectivas de impactos ambientais no âmbito das áreas ofertadas na 11ª rodada de licitações da Agência Nacional do Petróleo. *Geoamazonia*, v. 2, n. 04.
- Silva, O., & Scherer, M. (2021). Valoração Econômica dos Serviços Ecossistêmicos da Zona Costeira - o Caso do PNMLJ pelo Método do Custo de Viagem. *Geosul*, Florianópolis, v. 36, n. 79, p.431-456, mai./ago. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e63297>
- Silva-Pinto, T., Silveira, M. M., Souza, J. F., Moreira, A. L. P., Vieira, E. A., Longo, G. O., & Luchiari, A. C. (2020). Damsel fish face climate change: Impact of temperature and habitat structure on agonistic behavior. *PLoS ONE* 15(6): e0235389. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235389>
- Silvestrini, T., & D'Aquino, C. (2020). Dinâmica dos parâmetros oceanográficos em um estuário impactado por atividades de mineração de carvão. *Pesquisas em Geociências*, v. 47, e103404. doi: 1807-9806.109992.
- Sinigalli, P. A. A., & Sousa Júnior, W. C. (2020). Serviços Ecossistêmicos. *Diálogos Socioambientais da Macrometrópole Paulista*, Vol. 7, p. 5-8.
- Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuyzen, J. A., Donat, M. G., & Feng, M. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9, 306.
- Smith, K. E., Burrows, M. T., Hobday, A. J., Sen Gupta, A., Moore, P. J., Thomsen, M., Wernberg, T., & Smale, D. A. (2021). Socioeconomic impacts of marine heatwaves: Global issues and opportunities. *Science*, 374, eabj3593.
- Stramma, L., Johnson, G., Sprintall, J., & Mohrholz, V. (2008). Expanding Oxygen-Minimum Zones in the Tropical Oceans. *Science* (80), 655–658.
- Sumaila, R. U., Skerritt, D., Schuhbauer, A., Villasante, S., Cisneros-Montemayor, A. M., Sinan, H., Burnside, D., ... & Zeller, D. (2021). WTO must ban harmful fisheries subsidies. *Science*, 374(6567), 544. <http://doi.org/10.1126/science.abm1680>
- Teixeira, C. A. N., Rocio, M. A. R., Mendes, A. P. A., & d'Oliveira, L. A. S. (2018). Navegação de cabotagem. BNDES Setorial, 47, p. 391-436.
- Tomáz, A. de F., & Santos, G. (Orgs.). (2016). *Conflitos Socioambientais e Violações de Direitos Humanos em Comunidades Tradicionais Pesqueiras no Brasil*. Brasília/DF: Conselho Pastoral dos Pescadores. 104p.
- Toste, R., Assad, L. P. de F., & Landau, L. (2018). Downscaling of the global HadGEM2-ES results to model the future and present-day ocean conditions of the southeastern Brazilian continental shelf. *Clim. Dyn.* 51, 143–159. doi:10.1007/s00382-017-3911-7.
- Turkovska, O., Castro, G., Klinger, M., Nitsch, F., Regner, P., Soterroni, A. C., & Schmidt, J. (2021). Land-use impacts of Brazilian wind power expansion. *Environmental Research Letter*, 16. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd12f>.
- Vasconcelos Filho, A. L., Neumann-Leitão, S., Eskinazi-Leça, E., & Porto-Neto, F. F. (2009). Hábitos alimentares de consumidores primários da ictiofauna do sistema estuarino de Itamaracá (Pernambuco - Brasil). *Rev. Bras. Eng. Pesca* 4, 21–31.

- Verba, J. T., Pennino, M. G., Coll, M., & Lopes, P. F. M. (2020). Assessing drivers of tropical and subtropical marine fish collapses of Brazilian Exclusive Economic Zone. *Science of the Total Environment*, 702:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134940>
- Vieira, P. F., Cazella, A., Cerdan, C., & Carrière, J. P. [Orgs.]. (2010). Desenvolvimento Territorial Sustentável no Brasil: subsídios para uma política de fomento. Florianópolis: APED: SECCO.
- Wannicke, N., Frey, C., Law, C.S., & Voss, M. (2018). The response of the marine nitrogen cycle to ocean acidification. *Glob. Chang. Biol.*. <https://doi.org/10.1111/gcb.14424>
- WOA II. (2021). *The Second World Ocean Assessment: World Ocean Assessment II*. United Nations, New York: UN Press.
- Wunderlich, A. C., & Pinheiro, M. A. A. (2013). Mangrove habitat partitioning by Ucides cordatus (Ucididae): effects of the degree of tidal flooding and tree-species composition during its life cycle. *Helgoland Marine Research* 67:279–289.
- Xavier L. Y., Guilhon, M., Gonçalves, L. R., Corrêa, M. R., & Turra, A. (2022). Waves of Change: Towards Ecosystem-Based Management to Climate Change Adaptation. *Sustainability* 14:1317.
- Zamboni, N. S. (2020). *Valorização de serviços ecossistêmicos costeiros em cenários de mudanças climáticas*. Tese de Doutorado em Ecologia. Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 147p.
- Zanetti, V. B., De Sousa Junior, W. C., & De Freitas, D. M. (2016). A Climate Change Vulnerability Index and Case Study in a Brazilian Coastal City. *Sustainability*, 8[8], 811. <https://doi.org/10.3390/su8080811>

CAPÍTULO 5: OPORTUNIDADES E OPÇÕES DE GOVERNANÇA PARA CONSERVAR E RESTAURAR A BIODIVERSIDADE E OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA ZONA MARINHA-COSTEIRA

Coordenadoras de capítulo: Leandra R. Gonçalves, Carina Costa de Oliveira, Ana Paula L. Prates

Autores líderes: Bruno Abe Saber, Maria Fernanda Arentz, Rodrigo R. de Freitas, Raquel Lima, Andrea Olinto, Lucila Pinsard, Marcus Polette, Iara Vasco, Luciana Yokoyama Xavier.

Jovens pesquisadores: Anaide Wrublevski Aued, Vinicius Scofield

Sugestão de citação: Gonçalves, L.R., Oliveira, C.C., Prates, A.P.L., Aued, A.W., Olinto, A., Abe Saber, B., Vasco, I., Xavier, L.Y., Pinsard, L., Polette, M., Arentz, M.F., Lima, R., de Freitas, R.R., Scofield, V. (2024). Oportunidades e Opções de Governança para Conservar e Restaurar a Biodiversidade e os Serviços Ecossistêmicos da Zona Marinha-Costeira. Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. pp. 218-255. doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.cap05

Sumário Executivo

A conservação e a restauração da sociobiodiversidade e dos serviços ecossistêmicos essenciais à vida dependem de uma governança baseada em um conjunto de políticas públicas integradas em diferentes níveis e escalas, por meio da interação entre governos, iniciativa privada e sociedade civil (*bem estabelecido*) {5.1, 5.2}. No Brasil ainda prevalece uma perspectiva setorial, desarticulada e fragilizada, bastante concentrada em esferas governamentais, para os processos de governança {A5.1}. Essa realidade incide no progressivo enfraquecimento dos órgãos concebidos para implementar políticas, planos e projetos voltados ao ordenamento integrado do território e à redução das desigualdades regionais {5.2.1}. A abertura e a retomada de espaços de diálogo com assentos paritários para a sociedade civil e outros atores não governamentais são imperativos para a promoção da justiça ambiental e social {5.2; 5.3}.

A governança do ambiente marinho-costeiro no país revela-se desestruturada e carece de finalidades, objetivos, princípios, instrumentos, meios, metas e resultados precisos e práticos, o que resulta também em uma baixa implementação das políticas públicas (*bem estabelecido*) {5.1, 5.2, A5.1}. É fundamental o planejamento, o monitoramento e a fiscalização de instrumentos de gestão; a existência de equidade, justiça e inclusão em processos de governança; a capacidade de lidar com emergências;

cias; e a coerência de decisões entre diferentes instituições. Quando esses elementos são implementados de modo integrado considerando as diversas políticas existentes, a exemplo do caso dos Comitês de Gestão Pesqueira no contexto da pesca da tainha {5.3.2}, há uma melhora na conservação dos recursos naturais. Vale ressaltar que algumas políticas em execução no Brasil contêm alguns dos elementos da boa governança, porém de modo incompleto ou desarticulado (*bem estabelecido*).

A boa governança decorre da integração espacial, política, intersetorial e internacional e entre diferentes sistemas de conhecimento, por meio da conexão de todos os atores e processos (*bem estabelecido*) {5.1}. A governança, além de integrada, deve ser adaptativa e contar com a flexibilidade de instrumentos, normas e instituições que acompanhem um cenário de incertezas e complexidade {5.1, 5.2, 5.3}. A integração e a adaptação promovem a interação entre diferentes estratégias de conservação e de uso sustentável dos recursos e do ambiente marinho-costeiro. O alcance das metas do ODS 14 (abrangendo, assim, poluição, pesca, áreas protegidas, pesquisa e mudanças climáticas) depende da garantia dos recursos necessários para uma boa governança, marcada pela implementação e avaliação continuada de planos de ação {5.2.1, 5.3}.

Para alcançar as metas do ODS 14, é fundamental uma transição baseada na responsabilidade compartilhada, no compromisso com a sustentabilidade justa, na maior capacidade institucional em vários níveis, bem como em um sistema de conhecimento abrangente e inclusivo (*bem estabelecido*). Os estudos de caso analisados neste capítulo exemplificam boas práticas e indicam elementos que promovem uma boa governança {5.3}. Nota-se, ainda, uma projeção no papel da litigância ambiental, necessária para a proteção socioambiental diante dos retrocessos e desmontes das políticas ambientais e sociais recentes, bem como a importância de uma gestão compartilhada dos recursos vivos e não vivos marinhos (*estabelecido, mas incompleto*) {5.4}. Os territórios e as áreas conservadas por indígenas e demais povos e comunidades tradicionais constituem uma abordagem complementar à criação de unidades de conservação para a manutenção da sociobiodiversidade, também evidenciada no caso das Áreas de Proteção Ambiental Marinhas do Litoral do Estado de São Paulo (*bem estabelecido*) {5.3.1}.

A participação equitativa e inclusiva é identificada como um dos pilares básicos e ao mesmo tempo um dos grandes desafios para a boa governança marinha-costeira (*bem estabelecido*). Apesar de alguns avanços nas últimas décadas, as recentes mudanças políticas no Brasil causaram uma ruptura de diálogo, reduzindo espaços para interação e participação {5.2.1}. Evidencia-se que a participação social na escala local tem efeito positivo direto na qualificação da governança e da gestão. Nesse sentido, o caso dos manguezais amazônicos {5.3.5} exemplifica a necessidade de fomento para ações locais que tragam benefício à gestão participativa. Em nível nacional, é importante resgatar o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-Gerco) e demais espaços de governança compartilhada do ambiente marinho-costeiro, ampliando a participação da academia e das organizações da sociedade civil.

A boa governança pode subsidiar a implementação da Gestão de Base Ecossistêmica (GBE), já bastante difundida na literatura, porém ainda distante da prática no país.

Alguns instrumentos que vêm sendo discutidos mais recentemente, como a Política Nacional para o Uso e Conservação do Bioma Marinho (PL 6.969/2013) {Quadro 5.3} e o Planejamento Espacial Marinho {Quadro 5.2}, podem servir de base para esse avanço (*inconclusivo*). Para tanto, os futuros instrumentos devem estar fundamentados nos elementos da boa governança, notadamente a transparência, a participação equitativa e inclusiva e a gestão integrada e adaptativa (*bem estabelecido*).

A boa governança depende de dados socioeconômicos e biofísicos de qualidade, especializados e com séries temporais (*bem estabelecido*) {5.5}. Fomentar editais públicos para linhas de pesquisa específicas visando uma melhor compreensão dos impactos das atividades humanas desenvolvidas sobre o ambiente marinho-costeiro, com previsões para pesquisas inter e transdisciplinares, são ações necessárias para a mitigação e a adaptação aos impactos negativos.

5.1. Introdução

O ambiente marinho-costeiro se configura em distintas realidades socioecológicas complexas e multidimensionais, compreendendo elementos variados e interconectados ao longo do tempo e do espaço. Em consonância com o referencial adotado pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) (Joly *et al.*, 2019), que estabelece a inter-relação entre atores sociais no âmbito de arranjos formais e informais, este capítulo trabalha com o conceito e os critérios de boa governança. Uma análise de casos concretos evidencia limites e oportunidades da conservação da biodiversidade e da manutenção e recuperação dos serviços ecossistêmicos. A título introdutório, é relevante definir os conceitos de governança, gestão e políticas públicas, assim como indicar os critérios de boa governança utilizados no texto.

Governança envolve processos, atores, meios e resultados. O termo tornou-se referência no final dos anos 1990 em questões como democracia, meio ambiente, desenvolvimento e globalização, que abarcam uma pluralidade de interesses, muitos deles conflitantes (Rosenau *et al.*, 1992). Diversas abordagens de governança demonstram a importância da participação dos atores sociais cujos interesses sejam impactados nos processos de tomada de decisões e de gestão (Lorenzetti & Carrion, 2012). Globalmente, a governança é compreendida como “a totalidade das diversas maneiras pelas quais os indivíduos e as instituições públicas e privadas administram seus problemas comuns. É um processo contínuo pelo qual é possível acomodar interesses conflitantes ou diferentes e realizar ações cooperativas” (Comissão sobre Governança Global, 1995).

Portanto, entende-se a governança como um processo público e privado, que inclui regras, normas e princípios para lidar com desafios e interações sociais específicas (Armitage *et al.*, 2009; Lemos & Agrawal, 2006; Seixas *et al.*, 2020a; Joly *et al.*, 2019). Assim, um sistema de governança compreende arranjos formais e informais, constituindo uma rede multinível de complexas interações entre diferentes atores sociais (Young, 2017) e variadas escalas (Cash, 2006; Young, 2006; Zacharias, 2014) (Figura 5.1).

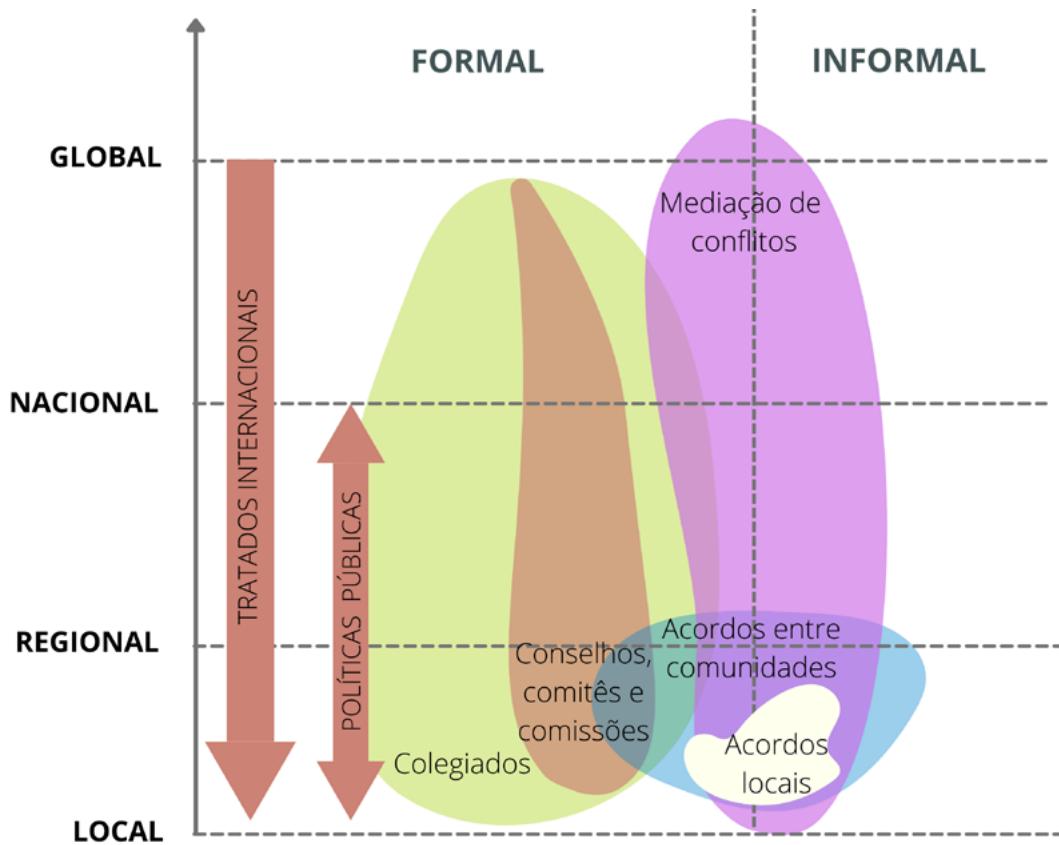


Figura 5.1. Governança representada por redes multinível de interações entre diferentes atores e arranjos formais e informais.

Nos processos de governança no ambiente marinho-costeiro é fundamental compreender o conceito de instituições. Trata-se das regras do jogo que moldam o comportamento humano, envolvendo os direitos de propriedade de um bem, como o direito de usar, de obter os retornos do uso, de excluir e de trocar (North, 1990). Os arranjos formais são estabelecidos oficialmente pelo Estado, enquanto os informais são organizados por atores não governamentais em decorrência de seus costumes.

Nesse contexto, gerenciar o ambiente marinho-costeiro demanda uma mudança da abordagem anteriormente centrada só nos governos para outra mais ampla, democrática, socialmente inclusiva e integrada, que considere a diversidade de atores, interesses, normas e culturas associadas ao Oceano e à zona costeira, ao mesmo tempo em que reconheça sua inserção em um sistema planetário mais abrangente (Rudolph *et al.*, 2020). No entanto, apesar de alguns casos de sucesso, a concretização do conceito de governança no ambiente marinho-costeiro ainda está longe de ser alcançada (Kelly *et al.*, 2018). Existem lacunas significativas no Brasil para aprimorar o processo de participação e controle social sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, que caracterizariam uma boa governança a partir de princípios como: legitimidade e voz, direção clara e estratégica, desempenho e resiliência, responsabilidade e prestação de contas, além de justiça e equidade (Borrini-Feyerabend *et al.*, 2017).

A boa governança requer integração, participação, uso do conhecimento científico e flexibilidade para adaptação (Oliveira *et al.*, 2022) (Figura 5.2). A integração pode ser implementada sob uma perspectiva espacial, política, científica, intersetorial e internacional (Cicin-Sain & Knecht, 1998; Santos *et al.*, 2022). A integração espacial é a integração da terra e do mar no contexto da zona costeira (Santos *et al.*, 2022), enquanto a política está conectada aos entes federativos e ao âmbito institucional de atuação de diferentes órgãos. A integração científica reúne diversas disciplinas relevantes na gestão da zona costeira e do Oceano (ciências naturais, sociais, exatas), ao passo que a integração intersetorial permite a interação entre setores e atividades presentes no espaço marinho-costeiro (Cicin-Sain & Knecht, 1998). Já a integração internacional evidencia-se quando há necessidade de cooperação entre atores globais acerca de temas e atividades como pesca, poluição transfronteiriça e navegação.

A previsibilidade de competências e responsabilidades e a existência de monitoramento e fiscalização são essenciais. Adiciona-se a capacidade institucional para lidar com emergências bem como para tomar decisões coerentes integradas com outros órgãos. No quesito participação há que se ter legitimidade, acesso à informação, transparência, equidade, justiça e inclusão. O uso do conhecimento científico e/ou tradicional deve permear uma determinada política desde a tomada de decisão até o curso de sua implementação. Ademais, o conhecimento deve ser construído de modo transdisciplinar. Por fim, a adaptação diz respeito à adoção de meios flexíveis que acompanhem diferentes lapsos temporais necessários para a implementação de uma política. O seu conteúdo pode ser normativo, instrumental ou institucional (inclusive por meio de arranjos informais).



Figura 5.2. Critérios para boa governança e respectivos conteúdos utilizados na análise dos estudos de caso.

A governança, de forma mais ampla, e a gestão, de maneira mais específica, designam o esforço de planejamento e execução de ações que mobilizem os atores e integrem as políticas públicas incidentes sobre o ambiente marinho-costeiro. Nesse sentido, a governança constrói a estrutura e fornece visão e direção para a sustentabilidade, enquanto a gestão é a operacionalização dessa visão (Folke *et al.*, 2005). Já a política pública é um programa de ação governamental que resulta de um processo ou conjunto de processos regulados que visam coordenar os meios à disposição do Estado para a realização de objetivos socialmente relevantes e politicamente determinados (Bucci, 2006). Ela deve conter finalidade, objetivos, princípios, instrumentos, meios, resultados e metas. O processo da política pública é caracterizado por um ciclo (Secchi, 2012) formado por: construção de um problema público; formulação da política; tomada de decisão; implementação e avaliação da política.

Em face dos desafios para um futuro sustentável, este capítulo aborda as oportunidades e as opções de governança do ambiente marinho-costeiro, partindo de um enfoque conceitual estruturado com base na revisão da literatura sobre o tema e incorporando saberes de diferentes áreas do conhecimento. Apresentamos o estado da arte da governança para conservação e restauração dos serviços ecossistêmicos no ambiente marinho-costeiro, seguido de uma abordagem desenvolvida a partir de estudos de casos selecionados pelos critérios associados à boa governança e pela experiência de autoras e autores do capítulo. Os vetores de mudança da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos do ambiente marinho-costeiro – identificados no Capítulo 3 como votores de mudança diretos (dinâmicas territoriais do litoral, construção de infraestrutura, sobreexploração de recursos pesqueiros, invasões biológicas, poluição, exploração de recursos minerais e mudanças climáticas) – são mencionados de modo exemplificativo e não exaustivo ao longo do texto.

As alterações recentes na política ambiental, também citadas no Capítulo 3, são aqui descritas em maior profundidade por terem afetado de forma significativa a governança ambiental (Seixas *et al.*, 2020a). Esse impacto se traduz na drástica redução do acesso democrático dos atores sociais ao processo de tomada de decisão das políticas públicas, após a decisão do governo federal de extinguir os espaços institucionalizados de diálogo e colaboração com a sociedade civil¹.

Este capítulo discorre sobre: o estado da arte da governança do ambiente marinho-costeiro (ver Seção 5.2); as oportunidades para a governança por meio de estudos de caso (ver Seção 5.3); as estratégias e instrumentos para a governança e o futuro da sustentabilidade do Oceano (ver Seção 5.4) e as lacunas de dados e conhecimento (5.5) capazes de indicar elementos para a boa governança.

5.2. O estado da arte da governança da zona marinha-costeira

Há vários arranjos formais e informais que promovem a gestão sustentável do ambiente marinho-costeiro, mas que possuem uma perspectiva setorial, fragmentada e desarticulada (Gerhardinger *et al.*, 2018; Gonçalves *et al.*, 2020a; Oliveira *et al.*, 2022;

1. Decreto nº 9.759, de 11 de abril de 2019.

Oliveira, 2022). Apesar disso, as principais políticas públicas aplicáveis a esse ambiente determinam como deve ser a sua governança, por meio da criação de colegiados, comissões e comitês, alguns deles com maior e outros com menor abertura à participação social (ver Apêndice A.5). Uma descrição dos arranjos institucionais e dos atores envolvidos detalha o estado da arte da governança da zona marinha-costeira brasileira.

5.2.1. Políticas públicas

O primeiro marco importante para a governança global do Oceano é a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM)² assinada em 1982 e em vigor desde 1994. Esta Convenção prevê diversos princípios e obrigações relacionados tanto à delimitação dos espaços sob e além da jurisdição nacional, quanto ao uso dos recursos e à proteção do ambiente marinho (UN, 2006). Em 1974, no contexto das negociações da Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, foi criada no país a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), órgão colegiado centralizado no governo federal com o objetivo inicial de coordenar a formulação de uma Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM). A PNRM, cujas diretrizes gerais foram estabelecidas em 1980, se desdobrou em sucessivos Planos Setoriais para os Recursos do Mar, com atribuições plurianuais e setoriais entre os ministérios e a Marinha do Brasil voltadas à conservação e ao uso sustentável dos recursos marinhos.

O ano de 1992 marcou de forma profunda o socioambientalismo mundial e nacional, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). O encontro resultou nas aprovações da Agenda 21, da Declaração do Rio, da Convenção sobre Desertificação, da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) e da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). A Rio 92 é também um marco para a gestão costeira integrada, modelo que visa promover uma gestão abrangente dos usos e dos conflitos da zona costeira (Cicin-Sain & Knecht, 1998) e que orientou a elaboração do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro brasileiro.

As Conferências da CDB e da UNFCCC instituem metas cada vez mais ousadas a serem cumpridas pelos Estados Partes. Algumas inclusive são específicas para o ambiente marinho, reconhecendo o papel das populações tradicionais e seus conhecimentos na conservação e na restauração da biodiversidade. Contudo, o valor juridicamente não vinculante desses resultados acarreta uma redução em mecanismos de exigência de cumprimento dessas decisões no âmbito interno e internacional.

O tema Oceano emergiu com força em outros fóruns. Desde a Rio+20, a Organização das Nações Unidas (ONU) vem avançando na construção de um novo acordo global para proteger a biodiversidade marinha nas áreas além das jurisdições nacionais³, ampliando as discussões internacionais sobre a importância da governança do Oceano

2. As negociações para o estabelecimento da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar iniciaram em 1973 e foram concluídas em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982, quando a CNUDM foi aprovada e entrou em vigor no plano internacional em 1994.

3. Conhecido pela sigla BBNJ, que significa Biodiversity Beyond National Jurisdiction.

e de instrumentos como o Planejamento Espacial Marinho (PEM) e a Gestão de Base Ecossistêmica (GBE). Na décima Conferência das Partes (COP10) da CDB foram aprovadas as metas de Aichi⁴, que se somaram aos esforços da ONU com a construção da Agenda 2030 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS⁵) (ONU, 2015), a qual incluiu um objetivo específico para o Oceano, o ODS 14. Essas iniciativas impulsionaram a declaração da Década da Ciênciânea para o Desenvolvimento Sustentável (“Década do Oceano” – 2021-2030)⁶, que busca cumprir os compromissos da Agenda 2030, com foco no ODS 14 e em outros correlatos.

Ao longo do processo de construção da gestão marinha-costeira nacional (Figura 5.3), o sistema de governança foi sendo moldado por movimentos internacionais e novos modelos de gestão (Polette, 2020). A partir de 2003 houve avanços como: a profusão de conferências nacionais de meio ambiente; a participação expressiva dos movimentos sociais; as instalações de colegiados em todas as escalas de gestão; a criação da gestão compartilhada na pesca e a primeira inserção da sociedade civil no Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-Gerco), no âmbito da CIRM (Gonçalves et al., 2021; Gerhardinger et al., 2019). Destaca-se a implementação de instrumentos de gestão e participação no contexto da execução e da regulamentação da Lei 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Apesar de o país estar inserido nas iniciativas mundiais relacionadas à governança do Oceano, durante os últimos anos ocorreu uma desestruturação nos arranjos de governança ambiental do Brasil (Adams et al., 2020). No que tange à participação pública, ao acesso à informação e à transparência, a publicação do Decreto nº 9.759/2019 constituiu o maior retrocesso observado desde a redemocratização do país (Fearnside, 2019). Ao revogar a Política Nacional de Participação Social⁷ e extinguir todos os colegiados criados por decreto ou portaria na administração pública federal, restringiu-se consideravelmente as possibilidades de a sociedade civil participar das etapas de formulação, implementação e monitoramento das políticas públicas (Rodrigues, 2020).

4. Na Conferência das Partes da CDB, realizada em 2010 em Nagoya, Japão (COP-10), foi estabelecido o Plano Estratégico para a Biodiversidade. Com um conjunto de vinte metas para reduzir a perda da biodiversidade, denominadas Metas de Aichi, ele inclui: promover o uso sustentável dos estoques pesqueiros (Meta 6); minimizar impactos antrópicos relacionados às alterações climáticas e acidificação do Oceano sobre recifes de coral e ecossistemas vulneráveis (Meta 10) e; proteger 10% dos ecossistemas representativos das zonas costeiras e marinhas (Meta 11).

5. A Agenda 2030 apresenta 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e o ODS 14, Vida na Água, tem o objetivo de “conservar e promover o uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”.

6. A Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), da Unesco, coordena a preparação de um Plano de Implementação da Década para definir um conjunto de avanços científicos e tecnológicos de alto nível, necessários para o alcance de sete resultados desejados: um Oceano limpo; saudável e resiliente; previsível; seguro; sustentável e produtivo; transparente e acessível; e conhecido e valorizado por todos. A principal motivação para a Década é unir esforços de todos os setores relacionados ao mar para reverter o ciclo de declínio na saúde do Oceano e criar melhores condições de sustentabilidade.

7. Em 2019 foi revogado o Decreto nº 8.243, de 23 de maio de 2014, que institui a Política Nacional de Participação Social e o Sistema Nacional de Participação Social (SNPS).

Tais retrocessos nas políticas ambientais vinham afastando o Brasil do alcance dos ODS (Seixas *et al.*, 2020a) e dos objetivos da Década do Oceano. Esse modelo de desenvolvimento tem efeitos nocivos para os negócios e a economia, sobretudo em um contexto de mudanças climáticas. Demonstrando a retomada dos processos participativos, o novo governo, iniciado em janeiro de 2023, começou revogando o Decreto 9.759/2019 e publicando uma nova e fortalecida estrutura do Ministério do Meio Ambiente. Este passa a se chamar de Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, trazendo de volta agendas negligenciadas como Oceano e gestão costeira (Decreto nº 11.349/2023).

Com a desestruturação da governança, a perspectiva de integração e articulação das políticas públicas viu-se prejudicada. Como consequência, aconteceu a pulverização de ações pelos diferentes órgãos do governo que têm se especializado na definição de atos normativos e procedimentos buscando recursos (humanos, físicos e orçamentários) para a viabilização de seus objetivos e competências (Oliveira *et al.*, 2022). Atividades como pesca, extração de petróleo, operação portuária, tráfego marítimo e turismo são geridas de forma independente, sem que haja uma articulação sistemática entre elas e muito menos com as políticas de gestão ambiental, marinha e costeira. As ações de gestão das bacias hidrográficas tampouco são integradas à gestão costeira (Nicolodi *et al.*, 2009).

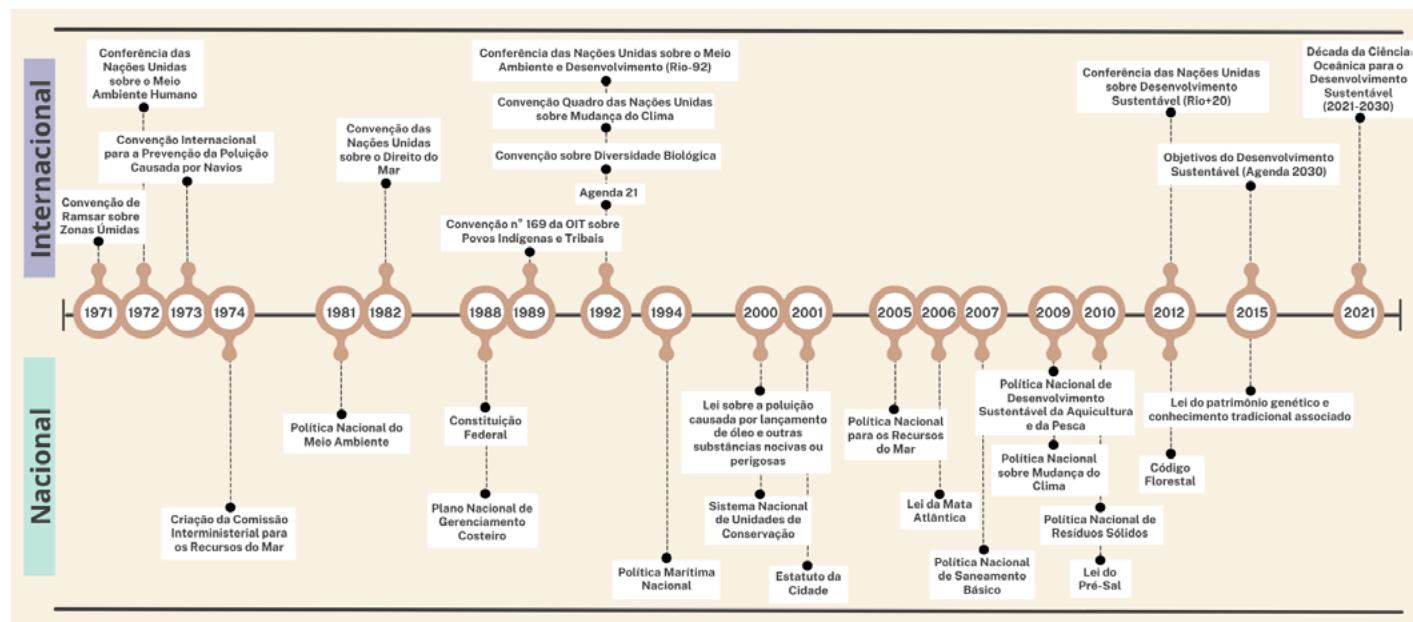


Figura 5.3. Principais marcos internacionais e nacionais de governança do ambiente marinho-costeiro.

O fato de o país ainda não dispor de um sistema integrado de gestão do ambiente marinho-costeiro, por meio de uma política nacional é, ao mesmo tempo, causa e consequência desse quadro que reduziu a capacidade do Estado de planejar e implementar as políticas públicas de forma efetiva, eficaz e coordenada. A guerra fiscal entre estados e municípios na busca por atrair investimentos é um exemplo que explicita a ausência de políticas territoriais na escala nacional e os efeitos colaterais da descentralização e da transferência de competências para os entes subnacionais, com o surgimento de novas formas de articulação entre o setor produtivo e as forças políticas (OCDE, 2003; Vainer, 2007).

Em alguns casos, percebe-se um esforço de articulação institucional como forma de promover uma gestão integrada entre setores governamentais – como é possível

observar na Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, no Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM) e no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Os conselhos gestores das unidades de conservação também integram diferentes atores e setores. No entanto, em geral o padrão encontrado é o de mecanismos de gestão que tratam de temas específicos, que muitas vezes estão alinhados às competências legais dos órgãos da administração pública.

Dentre os colegiados de importância estratégica para a governança do ambiente marinho-costeiro extintos após o Decreto nº 9.759/2019, cabe destacar o Grupo de Integração para o Gerenciamento Costeiro (GI-Gerco) (Quadro 5.1), único espaço com participação formal de entidades da sociedade civil no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) (Gonçalves *et al.*, 2021). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por sua vez, teve uma diminuição no número de representações de 96 para 36, sendo que as vagas destinadas à sociedade civil passaram de 23 para oito, com a seleção dos membros definida por sorteio e com mandato limitado a um ano. Com essas mudanças no Conama, quatro resoluções que estabeleceram regras de proteção ambiental foram revogadas em uma mesma reunião pela Resolução nº 500/2020. Uma delas foi a Resolução nº 303/2002, que versa sobre a delimitação de áreas de preservação permanente, como manguezais e faixas de restinga do litoral (Santos *et al.*, 2023).

Quadro 5.1. O Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-Gerco)

Criado no âmbito da CIRM por meio da Portaria Ministerial nº 440/1996 com o objetivo de promover, via Planos de Ação Federal (PAF), a articulação das políticas públicas incidentes na zona costeira, o GI-Gerco se consolidou, ao longo dos anos, como o principal espaço formal de governança multinível do ambiente marinho-costeiro brasileiro. Reconhecendo que essa governança depende da diversidade de instituições envolvidas nos processos de gestão do território (Jacobi, 2017), a composição do colegiado foi evoluindo desde sua criação. Inicialmente composto por 14 membros, dos quais 11 representavam o governo federal, novos segmentos foram sendo agregados, em que pese as resistências: a comunidade científica, o Ministério Público Federal (ambos a partir de 2013) e a sociedade civil. Esta última, apesar de ser parte integrante do GI-Gerco desde o princípio, fez-se efetivamente presente apenas de 2017 em diante – totalizando 31 representações no começo de 2019 (Gonçalves *et al.*, 2021).

A despeito dos avanços, o papel do GI-Gerco na articulação interinstitucional e na integração das políticas públicas ambientais e setoriais mostrou-se aquém do necessário para uma melhor gestão e governança do ambiente marinho-costeiro. Além da característica fragilidade das ações de gestão integrada do território nacional, que transcende a zona costeira, a ausência de representantes dos vários setores econômicos e de membros com maior expressão política nos órgãos também dificultou a efetiva incorporação da dimensão ambiental nas políticas públicas de caráter setorial e a própria disponibilização dos recursos demandados para a implementação das ações previstas nos PAFs (Santos *et al.*, 2019).

Recriado após a publicação do Decreto nº 9.759/2019, o GI-Gerco foi novamente extinto pela Portaria nº 226/MB/2020, comprometendo ainda mais a mobilização e a articulação essenciais para o fortalecimento da gestão e da governança marinha-costeira.

A garantia de uma boa governança marinha-costeira no Brasil passa pela reconstrução de todos os espaços formais – a exemplo do GI-Gerco e dos conselhos mencionados – e pela integração das políticas e dos instrumentos citados. Nesse sentido, é importante conhecer os atores responsáveis por essa governança.

5.2.2. Atores da governança marinha-costeira

Há uma multiplicidade de atores envolvidos na governança marinha-costeira: organizações (inter)governamentais globais e regionais (ONU, agências especializadas, secretariados dos Tratados etc.), estados, entidades governamentais federais, estaduais e municipais, setor privado e sociedade civil. A sociedade civil inclui cidadãos (famílias, consumidores); grupos comunitários; agricultores; organizações não governamentais (ONGs) (por exemplo, ambientais, de desenvolvimento humano, defesa do consumidor, sindicatos); povos indígenas e comunidades tradicionais (PICTs); agências financiadoras (públicas e privadas) e organizações científicas e educacionais (IPBES, 2019).

A seguir, uma representação gráfica ilustra a complexidade desse universo. Embora haja situações em que alguns atores poderiam ser inseridos em mais de uma classificação, o intuito do gráfico é mostrar o quanto heterogênea é a governança marinha-costeira e não exaurir nem detalhar a sobreposição da atuação de cada integrante (Figura 5.4).

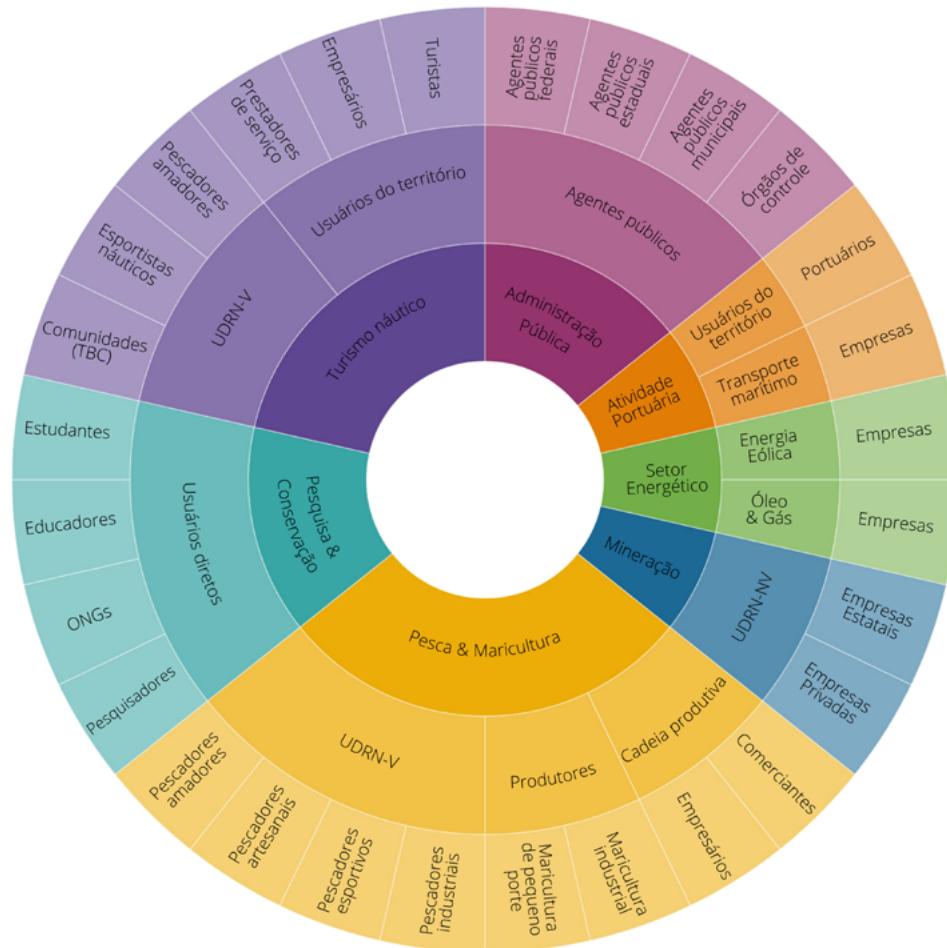


Figura 5.4. Exemplos de atores da governança de áreas marinhas-costeiras do Brasil.

UDRN = Usuários diretos de recursos naturais vivos (-V) e não vivos (-NV); TBC = Turismo de Base Comunitária.

Os atores destacados na Figura 5.4 interagem, integram e atuam de forma interdependente na governança do ambiente marinho-costeiro. São eles que, sobretudo quando possuem competências formais, buscam a coordenação horizontal (entre ministérios ou setores) e vertical (entre níveis) de políticas. Nesse sentido, os espaços que propiciam o diálogo entre setores e facilitam a articulação entre os diferentes atores e temas transversais são abordados ao longo do capítulo como uma estratégia de integração e promoção da participação social.

A participação social pode ser entendida como o envolvimento ativo de indivíduos, grupos, comunidades ou organizações em processos de planejamento e tomada de decisão que os afetam (Reed, 2008). No Brasil, a Constituição Federal de 1988 é um marco legal que formaliza a participação, prevendo instrumentos participativos como projetos de lei de iniciativa popular, referendo e plebiscito e ampliando o acesso do cidadão a diversos conselhos e grupos gestores (de saúde, educação, meio ambiente etc.), em uma perspectiva de fortalecimento de mecanismos democráticos e de construção de capital social (Brasil, 1988).

Os instrumentos de gestão do ambiente marinho-costeiro também seguem o princípio participativo da Constituição Federal de 1988. Ao longo da redemocratização e da descentralização da gestão no país, vários processos participativos evidenciaram os potenciais benefícios da participação social para a gestão da biodiversidade (Glaser *et al.*, 2023). Algumas das políticas e dos instrumentos apresentados na seção anterior preveem a criação de colegiados como ferramenta para o engajamento dos atores. Ressalta-se a Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981), que instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) como órgão consultivo e deliberativo para propor diretrizes, normas e padrões ambientais. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc) (Brasil, 2000), por sua vez, estabelece que a gestão das áreas protegidas deverá ser apoiada por conselhos consultivos ou deliberativos com representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e de populações residentes na área, incluindo populações tradicionais. O Snuc traz ainda a obrigatoriedade de que os planos de manejo das respectivas unidades sejam elaborados e aprovados com a participação de seus conselhos.

Já a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca (Brasil, 2009) previa, em seu decreto regulamentador, a instituição do sistema de gestão compartilhada do uso sustentável dos recursos pesqueiros. Esse sistema tinha o papel de subsidiar a elaboração de normas e critérios para o uso desses recursos a partir dos aportes obtidos em comitês, câmaras técnicas e grupos de trabalho, onde participavam representantes do setor pesqueiro artesanal e industrial, de órgãos públicos, da comunidade científica e de organizações ambientais. No início de 2019, o sistema de gestão compartilhada foi interrompido e a continuidade das políticas foi prejudicada (Takeshi & Prates, 2021). Somente em junho de 2021 foi instituída, por meio do Decreto 10.736/2021, a Rede Nacional Colaborativa para a Gestão Sustentável dos Recursos Pesqueiros (Rede Pesca Brasil). De caráter consultivo e de assessoramento, o objetivo da Rede é subsidiar a gestão para o uso sustentável dos recursos pesqueiros, devendo-

do ser composta por representantes de órgãos e entidades da administração pública federal, estadual, distrital ou municipal e da sociedade envolvida com a atividade pesqueira. No entanto, nota-se a total ausência dos movimentos sociais dos pescadores artesanais como o Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP), o Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) e a Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas (Vivacqua, 2018) e Povos Tradicionais Extrativistas Costeiros e Marinhos (Confrem).

A participação e o controle social são identificados como uns dos grandes desafios para a gestão marinha-costeira (Gerhardinger *et al.*, 2020; Oliveira & Nicolodi, 2012), sendo o engajamento de atores sociais o fator mais importante para o sucesso de áreas marinhas protegidas (Giakoumi *et al.*, 2018; PainelMar, 2017). Apesar de alguns avanços, as mudanças políticas dos últimos anos no Brasil causaram uma ruptura na governança marinha-costeira nacional, reduzindo espaços de interação e participação (Gonçalves *et al.*, 2021; Glaser *et al.*, 2023). O cenário hoje é de reestruturação e restabelecimento de todas as políticas.

Além disso, a desestruturação e o enfraquecimento do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e de suas autarquias foram acompanhados pela redução do quadro de servidores (já deficitário antes do início do atual governo) em 10% em dois anos, e pelo menor orçamento disponível em duas décadas (Observatório do Clima, 2021). Com a extinção da Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro, o MMA perdeu a capacidade de formular e conduzir políticas fundamentais para o ambiente costeiro, com a consequente paralisação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dos instrumentos instituídos pelo Decreto nº 5.300/2004. Não por acaso, o então ministro do Meio Ambiente demorou 41 dias para acionar o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Petróleo (PNC) quando cerca de 5 mil toneladas de óleo atingiram 130 municípios do litoral brasileiro em 2019, naquele que é considerado um dos maiores desastres ambientais da história do país (Gonçalves *et al.*, 2020b). Os pescadores artesanais foram o grupo mais atingido e, até hoje, não foram indenizados pelo governo federal por suas perdas e danos. Os comitês do PNC foram extintos em abril de 2019 e recriados apenas em janeiro de 2022 via um novo Decreto (Decreto 10.950/22) (Prates, 2022).

Como resultado, diversos aspectos relacionados à governança do ambiente marinho-costeiro foram enfraquecidos, em especial os que se referem à existência de um Estado de Direito com previsão clara de competências e de responsabilidades no que concerne à gestão do espaço e dos recursos e à garantia da participação pública, do acesso à informação e da transparência em todo o ciclo das políticas públicas (Oliveira *et al.*, 2022). Diante desse cenário, os estudos de caso a seguir ilustram alguns caminhos e lições para a boa governança marinha-costeira.

5.3. Oportunidades para a governança: estudos de caso

Os casos aqui relatados exprimem, de modo geral, os critérios de boa governança identificados na introdução do capítulo. Ao valorizar boas práticas nacionais, o intuito

é evidenciar oportunidades para que a gestão integrada possa ser implementada de forma mais ampla no país. Vale destacar que os exemplos selecionados não cumprem necessariamente com a totalidade de critérios, o que demonstra haver bastante espaço para aperfeiçoamento. No final de cada caso constam os desafios e as lacunas ainda existentes quanto à implementação dos critérios da boa governança.

A Figura 5.5 mostra os casos selecionados e a presença dos critérios gerais que caracterizam uma boa governança. Os casos ocorreram em estados do Sul, Sudeste, Norte e Nordeste do país e representam impactos causados pela exploração de petróleo, pela pesca e pelo turismo.

Setor	Enfoque da governança			
	Integrado	Participativo	Uso do conhec. científico e/ou tradicional	Adaptativo
APAMs	Ambiental	●	●	●
Pesca da Tainha	Pesca	●	●	●
Licenciamento ambiental do pré-sal	Energia	●	●	●
Rio Formo	Turismo	●	●	●
Manguezais amazônicos	Ambiental	●	●	●

Figura 5.5. Estudos de caso ilustrativos selecionados para indicar boas práticas para a governança do ambiente marinho-costeiro no Brasil.

5.3.1. Áreas de Proteção Ambiental Marinhas do estado de São Paulo

Ainda que a criação das APAs Marinhais tenha sido feita de forma *top-down* (ou seja, de cima para baixo, sem o envolvimento das bases), seu processo é um exemplo da implementação dos quatro principais critérios da boa governança. Três APAs Marinhais – unidades de conservação (UC) estaduais – abrangem os ecossistemas de 53% da área de 1 milhão de hectares do mar territorial paulista. Elas foram criadas em 2008 para enfrentar a degradação acelerada do litoral do estado, acentuada com a exploração do pré-sal, as mudanças do clima e a especulação imobiliária (Gonçalves *et al.*, 2020c).

A iniciativa de criação *top-down* dessas UCs (APA Marinha do Litoral Norte, APA Marinha do Litoral Sul e APA Marinha do Litoral Centro) gerou uma forte movimentação contrária de setores da sociedade, em um processo turbulento que compeliu o poder público a dialogar com os setores sociais mobilizados no território. O resultado foi um percurso ímpar de implementação das UCs que envolveu um capital social e ins-

titucional que agregou uma diversidade de atores e possibilitou o exercício de uma governança integrada e participativa (Vianna & Xavier, 2014), baseada em diálogos para a tomada de decisão que caracterizam seus 14 anos de gestão e que trazem relevantes lições.

A diversidade de atores sociais que interagem com a zona costeira impõe às APAs Marinhas o papel de mediadoras de inúmeros interesses e conflitos. Nas APAs Marinhas, a gestão do território e o uso de seus recursos são decididos nos espaços públicos (conselhos gestores, câmaras técnicas e grupos de trabalho) onde a *interação dos diferentes setores*⁸ está focada nos interesses comuns, na mediação e na resolução de conflitos e na conservação do espaço marinho, conferindo *participação social à gestão*. Apesar de serem consultivos, os conselhos gestores têm incorporado suas deliberações, em sua maior parte consensuais, à agenda da Fundação Florestal, órgão gestor das UCs paulistas. O respeito da instituição gestora às decisões tomadas no âmbito dos conselhos é fundamental para a legitimidade e a transparência dos processos participativos.

A constante busca pela *equidade, transparência e representatividade na participação* exigiu a construção de estratégias específicas de governança. Dentre os exemplos estão a definição coletiva do número de vagas para cada setor da sociedade civil no conselho gestor (CG) e a possibilidade de compartilhamento de vagas entre duas instituições, inovação implantada na APA Marinha do Litoral Norte que permite que uma mesma vaga possa ter até quatro representantes (um titular e um suplente de cada instituição). Em todo o litoral, os CGs das APAs Marinhas foram o primeiro fórum regional com foco marinho-costeiro e os pescadores artesanais são o setor que efetivamente mais ocupou esses espaços de diálogo.

A gestão integrada nas APAs Marinhas está presente na articulação institucional das políticas públicas incidentes sobre seus territórios, bem como nas parcerias com setor privado, universidades, centros de pesquisa, outras UCs e fóruns participativos. As três APAs Marinhas desenvolveram um sistema de governança conjunta, com grupos de trabalho integrados, compartilhamento de equipes e produção de conhecimento e materiais nos espaços de diálogo, o que evidencia *integração política, intersetorial e científica*. Além disso, as APAs Marinhas são zonas de amortecimento de 31 unidades de conservação dos diferentes níveis de governo. Juntas, essas áreas praticam uma gestão integrada e colaborativa, seja no enfrentamento de desafios comuns – como o licenciamento do pré-sal – ou por meio de parcerias institucionais que otimizam a gestão, com destaque para a fiscalização. Outro exemplo é a sinergia com fóruns participativos, como os Comitês de Bacias Hidrográficas, o Grupo Setorial do Gerenciamento Costeiro (Gerco), o Comitê de Diálogo para Sustentabilidade (no litoral norte), entre outros, com os quais os conselhos gestores atuam de forma complementar.

8. Todos os trechos destacados em itálico, daqui em diante, representam critérios da boa governança.

A gestão do território das APAs Marinhais visa ordenar coletivamente as atividades permitidas, tais como pesca, maricultura e turismo, via acordos entre os diversos atores envolvidos, em busca da convivência entre as diferentes atividades, da justiça socioambiental e da segurança jurídica. Tais acordos de gestão foram formalizados recentemente como procedimentos nos planos de manejo das três APAs Marinhais. A gestão pesqueira é realizada a partir de intenso diálogo e interação entre pescadores, órgãos públicos, especialistas de institutos de pesquisa e educação. Diagnósticos participativos – que incluem as comunidades pesqueiras não representadas nos fóruns de diálogo – sobre as diversas artes de pesca (como uso, captura, local, tamanho de malha etc.) identificam e comprovam as demandas e ajudam a estabelecer diálogos para a construção de propostas de ordenamento adequadas à realidade do território, com participação de especialistas na conservação do referido recurso ou local. Nesse processo incorpora-se o *conhecimento científico e tradicional* para construir normas específicas, revisar e adaptar instrumentos federais para as pescarias realizadas em cada UC, promovendo uma *gestão adaptativa*. Destaca-se que a adaptação regional das normas federais foi efetivada em negociações no âmbito dos Comitês Permanentes de Gestão e Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros.

Os desafios são grandes, particularmente aqueles referentes à superação de barreiras de comunicação e ao compartilhamento de conhecimento e poder entre diferentes setores – obstáculos presentes em muitos processos de gestão participativa (Asmus *et al.*, 2006; Seixas *et al.*, 2020b). Um desafio importante é a descontinuidade das políticas governamentais que, no caso das APAs Marinhais, foi enfrentado com a implantação de projetos de cooperação internacional, cujos tempos de implementação ultrapassam o tempo de um governo, o que permite uma ação de mais longo prazo. Por meio de diálogos, as APAs Marinhais desenvolvem processos permanentes de formação para a gestão, aprimorando a cada ciclo e incorporando novos atores, *de forma adaptativa*. Ao fortalecer usuários de recursos frequentemente apartados nas discussões, as experiências das APAs Marinhais são exemplos a serem seguidos em contextos marcados por fortes desigualdades estruturais e sociais, de forma a não reproduzir assimetrias de poder e processos de marginalização. Vale salientar, entretanto, que São Paulo tem um sistema de áreas protegidas relativamente estruturado, com recursos financeiros e humanos qualificados, o que também influencia no sucesso da gestão.

5.3.2. Os Comitês de Gestão Pesqueira no contexto da pesca da tainha

A gestão da pesca da tainha (*Mugil liza*) nas regiões Sul e Sudeste é um exemplo de *integração institucional* no qual a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca foi implementada com sucesso em escala regional, por meio da adoção de ferramentas inovadoras e da *gestão participativa*. A tainha é uma espécie de importância social e econômica historicamente explorada pelas frotas artesanal e industrial no litoral do Brasil. O interesse comercial na captura da espécie aumentou a partir da abertura do mercado de exportação das ovas, consideradas iguarias com

preços elevados. Pela captura excessiva, os estoques de tainha vêm sendo reduzidos há décadas e, em 2004, a espécie foi classificada como sobre-explorada ou ameaçada de exploração (MMA, 2004). Uma série de normas de ordenamento pesqueiro foi então publicada com o objetivo de diminuir o esforço de sua captura, sem muito sucesso.

Após a criação do sistema de gestão compartilhada do uso sustentável dos recursos pesqueiros, pelo Decreto nº 6.981 de 2009, a pesca da tainha passou a ser discutida em um colegiado formal e permanente, contando com representantes do governo, dos setores da pesca artesanal e industrial e da comunidade científica. Uma vez que a captura da tainha continuou causando pressão sobre as populações biológicas e as medidas de controle das frotas foram insuficientes para mitigar o impacto, essa pesca foi alvo da Ação Civil Pública nº 5001964-45.2011.404.7101/RS. Em 2011, uma decisão exigiu do governo federal a produção de um Plano de Gestão para o Uso Sustentável da Tainha, tendo este sido publicado em 2015 (MPA & MMA, 2015).

Neste caso, o *critério da integração* pode ser verificado sob a perspectiva política, científica e intersetorial. A *participação* intersetorial se faz presente graças à transparência, ao acesso à informação e à inclusão de diferentes grupos de interesse. O *critério da adaptação* também pode ser observado sob a ótica normativa, instrumental e institucional na execução do Plano de Gestão e das medidas subsequentes. Estas promoveram a redução do esforço de pesca, incluindo: o estabelecimento de um período de safra; a diminuição no número de embarcações autorizadas; a obrigatoriedade do monitoramento da frota por satélite e a proibição de pesca em áreas específicas. De 2018 em diante, foi implementado o controle por cotas de captura, uma resolução inovadora e até então pouco utilizada em larga escala na gestão pesqueira nacional, o que exemplifica a *integração* institucional e política.

O estabelecimento de cotas está vinculado aos *critérios de adaptação e de uso do conhecimento científico*, pois baseou-se em avaliações de estoque da tainha havendo flexibilidade para variações anuais das cotas, a depender de novas informações técnicas e científicas. A produção de pescado é controlada em tempo real pela Secretaria de Aquicultura e Pesca a partir dos dados de captura informados pelos pescadores em mapas de bordo digitais e pelos registros de entrada nas indústrias de processamento. O conhecimento científico é utilizado tanto para orientar as regras de captura, de acordo com os limites sustentáveis do estoque pesqueiro, quanto para subsidiar a eventual necessidade de adaptação das normas a cada ano, ditada pelo resultado de diagnósticos advindos do monitoramento da disponibilidade da espécie.

Por se tratar de uma pesca monoespecífica e que utiliza petrechos muito seletivos, o controle por cotas de captura é um instrumento com grande potencial para manter o esforço de pesca em um nível que não comprometa a conservação da espécie. A adoção dessa ferramenta inovadora tem sido estudada para a pescaria de outras espécies de grande importância social e econômica no litoral brasileiro, como o parago-verdadeiro (*Lutjanus purpureus*), cuja captura concentra-se nos estados do Pará e do Amapá.

Percebe-se que há subcritérios da integração, da participação, do uso do conhecimento científico e da adaptação. No entanto, também são encontrados limites à aplicação dos critérios. Exemplos disso são contextos em que a transparência é afetada negativamente pela assimetria no acesso aos dados (de rastreamento de embarcações pesqueiras, por exemplo); onde o aspecto adaptativo das políticas é potencialmente prejudicado pelos processos burocráticos relacionados à edição de normas; e nos quais a participação equitativa pode ser abalada pela maior capacidade de determinados grupos em influenciar processos de tomada de decisão.

5.3.3. Licenciamento ambiental do pré-sal

Este caso trata do licenciamento ambiental relativo à produção de petróleo e gás natural do pré-sal no litoral norte do estado de São Paulo, na bacia de Santos. A área de influência do empreendimento compreende a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte e mais pelo menos sete unidades de conservação costeiras.

No contexto da zona costeira e do espaço marinho, o processo de licenciamento é fundamental para a conservação da biodiversidade, uma vez que a área abriga grandes empreendimentos dos setores portuário e energético, por exemplo (Teixeira, 2013; Lima, 2019). O licenciamento do pré-sal é um procedimento contínuo, constituído por várias etapas (estão previstas 30 no total), o que propicia um monitoramento constante e uma gestão adaptativa. Para esse processo, unidades especializadas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) vêm aprimorando as condicionantes de licença na forma de programas ininterruptos. Estes são atualmente de extrema relevância para a governança marinha-costeira, como é o caso do monitoramento de praias, da atividade pesqueira e da educação ambiental (Vianna *et al.*, 2017). O caráter permanente desses programas vem gerando dados primários sobre a fauna marinha-costeira, ocupando lacunas de informações sobre estatística pesqueira e o ambiente marinho. Seus resultados retroalimentam o próprio processo de licenciamento, embora nem sempre as empresas responsáveis pelo licenciamento usem os insumos advindos desses Programas para a elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental e dos Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/Rimas). Esse aspecto abre caminho para a implementação dos *critérios da integração e do uso do conhecimento científico*, na medida em que se observa que no âmbito desses programas são executados os elementos de monitoramento, produção de conhecimento científico e fiscalização. Há ainda os projetos frutos de condicionantes, como o Povos, responsável pela caracterização das comunidades indígenas, quilombolas e caiçaras sob influência do empreendimento, que criou condições para a organização das populações tradicionais.

É imprescindível que os impactos analisados nos EIAs de grandes empreendimentos sejam considerados de forma sinérgica, abrangente e cumulativa, como está previsto na Avaliação Ambiental Estratégica (Therivel, 2004). O desmembramento das etapas de licenciamento em EIAs distintos, que são examinados isoladamente como se não tivessem relação entre si, representa um risco para estratégias de governança inte-

grada na zona marinha-costeira (Teixeira, 2013). No caso do pré-sal, o Ibama inovou no processo de licenciamento, integrando diferentes blocos de exploração em um licenciamento único. Além disso, uma condicionante do início do processo obriga os empreendedores a avaliarem os impactos sinérgicos e cumulativos de cada licenciamento. Percebe-se o *critério da integração* nas perspectivas política, intersetorial, temporal e espacial, sob a responsabilidade do Ibama como órgão ambiental competente para monitorar o processo de licenciamento ambiental e implementar a diretriz do EIA referente à integração dos impactos da área de influência do projeto/atividade econômica (art. 5, Resolução Conama nº 01/86).

Em relação ao critério da *participação*, os processos de licenciamento do pré-sal não acolhem questionamentos acerca da execução ou não do empreendimento, como demonstram estudos (Teixeira, 2013; Motta, 2021; Sena, 2019; Viglio *et al.*, 2017) que apontam a baixa efetividade da audiência pública como instrumento de diálogo e participação. Os processos tampouco cumprem o estabelecido pela Convenção nº 169 da OIT.

Tais características do processo de licenciamento do pré-sal e a consequente dificuldade de se aprofundar nas discussões públicas sobre os impactos do empreendimento (Sena, 2019) foram enfrentadas no litoral de São Paulo por meio da disponibilização de informações, da participação e do diálogo direto com o órgão licenciador (perspectiva dos *subcritérios do acesso à informação e da transparência*).

O órgão licenciador (Ibama) percorreu, antes do licenciamento da primeira etapa, todos os fóruns coletivos da região (conselhos de UCs, comitê de bacias, conselhos municipais) para informar e formar a população a respeito do empreendimento do pré-sal, seu significado e consequências. Isso gerou acesso à informação e compreensão do empreendimento, promovendo o engajamento da sociedade. A APA Marinha do Litoral Norte realizou estudos e reflexões sobre o EIA/Rima no Grupo de Trabalho de Licenciamento do Conselho Gestor, criado em 2011 com o objetivo de subsidiar a manifestação pública no processo de licenciamento ambiental do pré-sal e engajar atores sociais nos conselhos das UCs da região e nos Comitês de Bacias Hidrográficas. Assim, houve uma apropriação das informações sobre o empreendimento do pré-sal e seus impactos pelos diferentes setores e uma participação mais equitativa e eficiente nas audiências públicas. Conquistou-se abertura no diálogo com os órgãos responsáveis pelos licenciamentos dos grandes empreendimentos e surgiram condicionantes ambientais favoráveis a uma boa governança marinha-costeira. Como exemplo, pode-se citar os impactos cumulativos e sinérgicos, a caracterização dos povos e comunidades tradicionais, o monitoramento das embarcações, entre outros (Vianna *et al.*, 2017). Esse processo demonstra a aplicação do *critério da integração* sob a ótica dos subcritérios temporal, espacial, político, científico e intersetorial. Destaca-se, ainda, o *critério da participação e do uso do conhecimento científico*.

Dante disso, o caso do licenciamento do pré-sal traz alguns dos critérios importantes para uma boa governança marinha-costeira, como a garantia de manutenção de

equidade e da justiça por meio da transparência na participação e do monitoramento apropriado. Ademais, o procedimento do licenciamento ambiental deve ser um instrumento necessariamente adaptativo, tendo em conta as possíveis variáveis que podem surgir durante o seu curso. Com isso, não só as variáveis de fiscalização e monitoramento deverão ser levadas em conta, mas também os impactos de outros setores e atividades como os portos, por exemplo, que provocam impactos sinérgicos na atividade e no meio marinho.

5.3.4. Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas na região do estuário do Rio Formoso (PE)

O Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas (Zatan) é um instrumento de gestão integrada que o estado de Pernambuco, por meio da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade e da Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), vem implementando em consonância com a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro e com o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro do Litoral Sul e do Litoral Norte do Estado.

Em 2018 foi iniciado o processo de elaboração do Zatan (Diário Oficial do Estado de Pernambuco, 2021), que se aplica ao critério de *integração espacial* da boa governança ao abranger, no contexto da zona costeira, uma porção marinha e outra continental da APA de Guadalupe nos municípios de Tamandaré, Sirinhaém e Rio Formoso, no litoral sul do estado⁹ (Semas/PE, 2021).

O Zatan tem como objetivo promover a conservação da biodiversidade marinha-costeira – a título de exemplo, foram identificados na APA de Guadalupe fluxos de 111 espécies de peixes, incluídos o peixe-boi marinho, o mero e o cavalo-marinho, ameaçados de extinção – e o ordenamento dos diferentes usos dos ambientes da região. O intuito é a *integração dos principais setores e atividade* presentes no território, sobretudo o turismo náutico associado à rede local de bares, restaurantes e hotéis, que se configura como um dos mais intensos de Pernambuco e que impacta a natureza e as práticas espaciais de populações tradicionais, atividades pesqueiras de base familiar e ações de pesquisa.

A elaboração do Zatan se deu em duas etapas. A primeira, de diagnóstico, teve como base o *uso do conhecimento científico* a partir da análise de dados (como planos de manejo, estudos de impacto ambiental, instrumentos de ordenamento ambiental e territorial, dissertações, teses e legislações), visitas de campo de caráter exploratório, exercícios de mapeamento participativo, realização de entrevistas semiestruturadas e sensibilização dos atores locais para colaborarem na construção do Zoneamento.

Na etapa subsequente, pautada pelo princípio da *participação* que permitiu realizar a caracterização dos ambientes e atividades da região – indicando sobreposições e

9. https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/2021-ZATAN_APAG_PE.pdf

conflitos associados –, foi feita a definição colaborativa da proposta de zoneamento e respectivas diretrizes. A concepção do Zatan procurou estruturar um ambiente transparente e inclusivo de trocas coletivas, um elemento decisivo para garantir a efetividade do instrumento. Isso aconteceu ao longo de três oficinas presenciais que contaram com a participação de cerca de 360 pessoas dos mais diversos segmentos, como gestores e técnicos públicos dos diferentes níveis de governo, representantes de ONGs, pesquisadores de universidades, quilombolas, colônias de pescadores e pescadoras, associações náuticas e das marinas e empreendedores locais.

Finalmente, esse processo participativo possibilitou a pactuação do Zoneamento em audiência pública e sua submissão e aprovação pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente, culminando na publicação do Decreto nº 50.049/2021. Este decreto incorpora normas, instrumentos e arranjos alinhados às particularidades observadas, como a divisão do território em zonas e subzonas; a previsão de diversas regras para as atividades náuticas recreativas, turísticas e pesqueiras no território (estabelecendo as ações permitidas, toleradas, proibidas e incentivadas em todo o estuário, das praias, do ambiente marinho e recifal) e a determinação de competências para a supervisão e a fiscalização das diretrizes definidas.

Tendo como parâmetros norteadores a proteção e a garantia da vida humana e do território tradicional da pesca artesanal, o incentivo ao turismo sustentável e a conservação do ambiente marinho-costeiro e das espécies ameaçadas de extinção, o Zatan busca orientar o processo de gestão integrada do território. Essa gestão é essencial para a obtenção das condições de sustentabilidade ambiental por meio do desenvolvimento socioeconômico associado à conservação dos ecossistemas do ambiente marinho-costeiro.

5.3.5. O caso dos manguezais amazônicos

Dentre os ambientes costeiros, os manguezais assumem enorme importância por contribuírem tanto na adaptação aos impactos das mudanças climáticas como na fixação de carbono. Esses ecossistemas são também fundamentais para as comunidades tradicionais costeiras que retiram dali seu sustento e segurança alimentar. Estudos comprovam que manguezais estocam grandes quantidades de carbono (duas a cinco vezes mais do que as florestas tropicais) e que as maiores concentrações de carbono no solo da Amazônia estão nesses ecossistemas (Kauffman *et al.*, 2018). A faixa situada entre os estados do Amapá e Maranhão se estende por mais de 700 km e possui cerca de 8.900 Km², correspondendo a 70% dos manguezais do Brasil e à maior extensão de manguezais contínuos do mundo (ICMBio, 2018). Para ampliar a conservação, o uso sustentável e a manutenção das comunidades tradicionais foi designado o sítio Ramsar “Manguezais Amazônicos”¹⁰, englobando um corredor de 23 unidades de conservação

10. <https://rsis.ramsar.org/ris/2337>

(sendo 17 Reservas Extrativistas Marinhas¹¹) com uma área combinada de mais de 3,8 milhões de hectares. O reconhecimento internacional, traduzido no título de “sítio Ramsar”, pode contribuir para que a região atraia novas parcerias, acordos de cooperação e apoio às pesquisas e para a obtenção de financiamento de projetos de conservação da biodiversidade.

O sítio se interliga a outros sítios Ramsar já declarados, como o Parque Nacional do Cabo Orange, as Áreas de Proteção Ambiental Estaduais da Baixada Maranhense e das Reentrâncias Maranhenses e o Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luiz, configurando um esforço para uma gestão mais *integrada* do território. Aproximadamente 40 espécies encontradas no sítio estão ameaçadas tanto nacional como globalmente, e outras 21 estão listadas como ameaçadas na Lista Vermelha do Brasil (MMA, 2014). Em 2018 foi implementado um projeto de governança¹² desse território com o *engajamento e a participação* de instituições e comunidades tradicionais visando a integridade da costa, a sustentabilidade da biodiversidade marinha, a mitigação das mudanças climáticas e o fornecimento de recursos que sustentam atividades econômicas e o bem-estar das comunidades¹³. O Projeto é coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Sociobiodiversidade Associada a Povos e Comunidades Tradicionais (CNPT, do ICMBio), que liderou as diversas oficinas realizadas entre 2018 e 2019. Enquanto o governo paralisou suas ações nos anos de 2019 a 2022, as lideranças locais criaram a Rede de Mulheres das Marés e das Águas¹⁴, idealizada pelas pescadoras durante as oficinas do projeto. Elas conseguiram se organizar, captar recursos e elaborar materiais de divulgação sobre a relevância do sítio Ramsar e dos manguezais amazônicos, articulando *conhecimento científico e tradicional*. Se tiver continuidade, o caso poderá aliar conservação de ambientes importantes e a almejada descarbonização, com a participação efetiva das comunidades tradicionais.

5.4. As estratégias e os instrumentos para a governança e o futuro da sustentabilidade do Oceano

A boa governança para a sustentabilidade do ambiente marinho-costeiro requer estratégias metodológicas, instrumentais, institucionais e normativas. Sob a perspectiva metodológica, a Gestão de Base Ecossistêmica (GBE) se destaca como uma forma de implementar a boa governança (Gonçalves & Xavier, 2021). A GBE visa manter o ecossistema em uma condição saudável, produtiva e resiliente com base em um processo de gestão holístico, participativo e adaptativo (Long *et al.*, 2015). Para isso,

11. Segundo a Lei do Snuc, a Reserva Extrativista é uma categoria de unidade de conservação do grupo de uso sustentável com o objetivo de proteger os meios de vida e a cultura de populações tradicionais, bem como assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da área.

12. <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10091-oficinas-discutem-governanca-de-corredor-ecologico-ramsar>

13. https://www.funbio.org.br/programas_e_projetos/25553-2/

14. Relatórios e atas das oficinas realizadas em localidades do MA, PI e PA. Notas internas do CNPT/ICMBio.

considera os ecossistemas como sistemas socioecológicos complexos, nos quais os componentes social e ecológico interagem e são interdependentes. A abordagem busca superar a fragmentação da gestão e reconhece a necessidade de participação social e de planejamento adaptativo de longo prazo baseado no uso de diferentes conhecimentos (McLeod & Leslie, 2009; Long *et al.*, 2015). A GBE valoriza a diversidade de sistemas de conhecimento para lidar com as incertezas e a imprevisibilidade associada ao dinamismo dos sistemas socioecológicos, bem como as particularidades das estruturas sociais relacionadas a estes (Arkema *et al.*, 2006; Curtin & Prellezo, 2010; Long *et al.*, 2015). Implementar a GBE significa gerenciar a maneira pela qual as pessoas se relacionam e interferem nos ecossistemas (McLeod & Leslie, 2009). Os limites de gestão são definidos operacionalmente pelos envolvidos no processo e não estão condicionados aos limites geopolíticos existentes.

A GBE traz oportunidades para mudar a forma como a gestão é feita no ambiente marinho-costeiro, aportando novos princípios e avaliando o problema sob a ótica da ligação entre atividades, usos e interesses, mesmo em escalas diferentes (Gonçalves *et al.*, 2020a; Guilhon, 2020). Sua aplicação em casos ao redor do mundo vem crescendo ao longo dos anos (Arkema *et al.*, 2006; Curtin & Prellezo, 2010; Langlet & Rayfuse, 2018; Lester *et al.*, 2010; Long *et al.*, 2015; O'Higgins *et al.*, 2020; Rudd *et al.*, 2018; Sardá *et al.*, 2015; Gelcich *et al.*, 2009). No entanto, em áreas marinhas e costeiras é ainda incipiente e demanda mais estudos e um melhor entendimento de sua adoção na formulação de políticas (Cormier *et al.*, 2017; Xavier *et al.*, 2022).

No Brasil, muitos dos obstáculos para a implementação da GBE são históricos (Xavier *et al.*, 2022). Há que se valer dos exemplos existentes para superá-los e avançar, por meio da prática e de avaliação e adaptação constantes (Leslie & McLeod, 2007; Asmus *et al.*, 2018). A GBE é uma abordagem complementar às práticas de gestão e aos sistemas de governança já instalados no país (Arkema *et al.*, 2006; Leslie *et al.*, 2015; Corrêa *et al.*, 2021). Sua aplicação não implica em interromper processos em andamento, mas sim em adaptá-los e qualificá-los. Alguns caminhos podem facilitar esse percurso, tais como: desenvolver uma nova relação entre ciência-gestão; encontrar uma linguagem comum para comunicar o problema e fazer a gestão; adotar uma abordagem holística para identificar ameaças; usar ferramentas espaciais para a gestão; promover a interação entre as normas e implementar um processo de aprendizagem e adaptação (Xavier *et al.*, 2023).

Neste capítulo, parte-se da premissa de que, embora a governança do Oceano transcendia os governos, na GBE as políticas públicas têm papel fundamental para garantir a segurança jurídico-institucional e para tornar essa abordagem uma orientação e prioridade de gestão (Cormier *et al.*, 2017; Gelcich *et al.*, 2018). Portanto, é necessário criar políticas públicas mais coesas, integradas, atentas à interação de diferentes setores e atores multiníveis e aptas a enfrentar as descontinuidades impostas por mudanças de governos. No caso das APAs Marinhas de São Paulo e da gestão da tainha é possível verificar que os arranjos institucionais atuais são capazes de imple-

mentar a GBE. A governança instituída nesses modelos deve inspirar a atuação de todas as unidades de conservação marinhas e costeiras no Brasil e o instrumento da GBE merece um grande destaque nas políticas públicas nacionais.

A participação, por meio da qual a diversidade de atores aumenta a capacidade de lidar positivamente com as mudanças, é central na GBE. Há que se ter informação, comunicação, colaboração e coordenação entre distintos níveis e setores da sociedade, de forma a assegurar diálogo e participação social nos processos de tomada de decisão, de implementação e de avaliação das políticas públicas. Esse critério aparece em todos os casos descritos. Deles podem ser extraídas lições sobre como desenvolver estratégias para ampliar a participação social e conferir maior legitimidade aos processos.

Sob a perspectiva instrumental (Oliveira *et al.*, 2019; Oliveira, 2022), o capítulo 5 como um todo, o Apêndice A.5 e este item em especial, identificam de modo exemplificativo diversos mecanismos com os seguintes objetivos:

a) Conservação do ambiente marinho-costeiro: unidades de conservação, mecanismos de compensação, incentivos para a conservação, avaliação ambiental estratégica e fiscalização, ordenamento territorial.

A conservação requer estratégias criativas sobretudo no âmbito da pesca, da ocupação de áreas sensíveis e da gestão de resíduos. Tanto a fiscalização formal quanto a informal precisam de inovação. A primeira pode ser feita de maneira preventiva integrada, em uma ação conjunta dos órgãos competentes para autuar (Oliveira, 2019). A segunda deve considerar iniciativas de atores como, por exemplo, os pescadores artesanais que, mesmo em ambientes isolados e sem a presença de fiscais, podem exercer o controle de uma autoridade regida pelas regras informais (Bergh & Davies, 2009). Vale ressaltar que a existência de um complexo arcabouço legal que regulamente a pesca não é garantia de que as normas serão voluntariamente cumpridas pelos pescadores.

b) Uso sustentável dos recursos: licenciamento ambiental, estudo de impacto ambiental, indicadores de sustentabilidade, plano diretor, plano de manejo, planos e bacias hidrográficas, zoneamento ecológico-econômico, zoneamento ecológico-ecológico costeiro.

c) Incentivos econômicos e sociais: certificação, selos, tributos, pagamento por serviços ambientais.

O setor pesqueiro destaca-se como laboratório de mecanismos de incentivos econômicos e sociais. Isso se dá, em especial, no contexto da reestruturação das cadeias produtivas da pesca e de produtos da sociobiodiversidade na zona costeira. A efetividade da governança na pesca demanda uma reestruturação das cadeias produtivas (Khan & Neis, 2010), incluindo mecanismos participativos de garantia da qualidade e da rastreabilidade dos produtos certificados (De Freitas *et al.*, 2022). Da mesma

maneira, há produtos do extrativismo vegetal realizado por populações tradicionais que necessitam de mecanismos para estimular a conservação pelo uso (por exemplo, a garantia dos territórios), como o butiá no Sul do Brasil (Sosinski *et al.*, 2019) e a mangaba no Nordeste (Schmitz *et al.*, 2009).

A promoção da transição agroecológica e de alternativas ao modelo de aquicultura de grande escala também pode ser fomentada por incentivos. Lagoas costeiras e demais ecossistemas de áreas úmidas vêm sendo muito impactados por um padrão de produção – como rizicultura, carcinicultura e pecuária – com alta dependência de insumos poluentes que contaminam as águas. Os produtores carecem de incentivos fiscais e educacionais (extensão rural), de projetos demonstrativos e de pacotes tecnológicos que conduzam a uma transição para modelos mais integrados ao ambiente e com menor geração de resíduos.

Tendo em vista que a conservação dos ecossistemas costeiros representa a principal estratégia de mitigação das mudanças no clima e dos eventos climáticos extremos, urge a necessidade de ampliar os fundos para o financiamento de projetos e programas socioambientais (IPCC, 2018). A punição das ações de modificação das características ecológicas dos ambientes costeiros deve prever valores que estimulem mudanças no comportamento. E é importante que esses recursos, por meio de fundos, sejam aplicados o mais próximo possível do local afetado.

d) Garantia de direitos e deveres: direito à participação em conselhos, colegiados e fóruns; direito de acesso a recursos e dever de repartição de benefícios; direitos de ocupação territorial como o Contrato de Concessão de Direito Real de Uso (CCDRU) (Coutinho *et al.*, 2020); Termo de Autorização de Uso Sustentável (Taus); Protocolos de consulta; termos de compromisso em UCs de proteção integral; Direito à consulta livre, prévia e informada, conforme dispõe a Convenção nº 169 da OIT.

A formalização de territórios, a partir de atores sociais com projetos comuns pautados pela qualidade ambiental, se destaca na conservação do ambiente marinho-costeiro. Além dos produtos, serviços como o turismo de baixo impacto (por exemplo, turismo de base comunitária), também se beneficiam com a reputação advinda dos territórios, criando um modelo de cesta (Cazella *et al.*, 2020). A viabilidade desse modelo aumenta quando empresários engajados na causa ambiental passam a ter vantagens expressivas sobre os poluidores e os consumidores são estimulados a exercer papel ativo na escolha de produtos e serviços que, para além do marketing ambiental, contribuem de forma efetiva com a conservação.

Entre os instrumentos potenciais que cumprem com os objetivos supracitados e com a integralidade dos critérios da boa governança, o Planejamento Espacial Marinho merece ser ressaltado (Quadro 5.2).

Quadro 5.2. Planejamento Espacial Marinho

A descoberta do pré-sal na década de 2000 e a respectiva demarcação dos blocos exploratórios de petróleo evidenciaram a importância do ordenamento marinho no Brasil. Evitar conflitos setoriais (pesca x gás/petróleo x conservação da biodiversidade x dutos submersos x navegação comercial de longo curso x navegação de cabotagem x parques eólicos x aquicultura x navegação de recreação) e ambientais, entre outros, passou a ser o grande desafio para o país em relação às políticas territoriais, setoriais e ambientais. A principal força motriz para o ordenamento do espaço marinho é o conflito de interesses no âmbito do território, uma vez que são inúmeras as atividades econômicas desenvolvidas no mar. O uso compartilhado do ambiente marinho, de forma planejada e organizada, pressupõe o envolvimento e a participação de diferentes atores (Marroni *et al.*, 2020). Os conflitos de interesses, as oportunidades, as potencialidades e as ameaças envolvidas no uso da área marinha devem ser mapeados por meio de um processo de gestão e governança. O Planejamento Espacial Marinho (PEM) é considerado um modo eficaz, eficiente e efetivo para dirimir conflitos e problemas de uso e ocupação dos espaços marinhos-costeiros.

O PEM é um processo público de análise e alocação da distribuição espacial e temporal das atividades humanas em áreas marinhas e costeiras. Ele visa alcançar objetivos ambientais, econômicos e sociais, desde que mantido o equilíbrio ecológico e o fornecimento dos serviços ecossistêmicos. Em sua execução, deve-se fazer o uso de técnicas de mapeamento e potencializar a governança policêntrica estabelecendo um diálogo com o maior número de atores possíveis em sintonia com o ciclo político da gestão.

A Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) realizou, em 2006, o primeiro workshop acerca do PEM. Sem uma base normativa no Brasil, o PEM tem ganhado destaque no âmbito de Grupos de Trabalho da CIRM, desde 2013. Na vigência do X Plano Setorial para os Recursos do Mar (2020 a 2023), o tema assumiu relevância estratégica para o país. O objetivo desse Plano é: “estabelecer as bases institucional, normativa e regulatória que possam ser utilizadas em apoio ao processo de tomada de decisão relacionado ao uso do mar e ao seu ordenamento, tanto em âmbito público, quanto privado por meio do PEM”. Para dar início a esse processo, encontra-se em fase de contratação um estudo piloto para a região Sul do Brasil, com apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Dentre os desafios para a implementação desse instrumento de gestão, pode-se mencionar: grandes lacunas de informações marinhas, tanto espaciais quanto temporais; carência de harmonização entre os repositórios de dados e dificuldades em sistematizar os dados em uma infraestrutura única; falta do amparo de um instrumento jurídico (prioritariamente uma lei); dificuldades para a integração do PEM com o Gerco (de ordem técnica, política, legal, entre outras) e com os níveis de gestão estadual e municipal; lacunas e/ou conflitos de interesse no arcabouço legal que rege as atividades e os usos no ambiente marinho; ser efetivamente inclusivo, participativo e transparente. É urgente, portanto, sua institucionalização e inserção como instrumento no escopo do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro por meio do Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro e Marinho, visto que, como instrumento, este já se insere na Lei do Mar, o que contribui com a lacuna normativa.

Na esfera institucional, além das estruturas formais de governança, destacam-se os arranjos informais. Muitos setores e grupos vêm se organizando e lutando para ocupar seus lugares de direito em espaços de participação, configurando atores relevantes no sistema de governança marinha-costeira (Gonçalves *et al.*, 2021). Esses grupos estão constituindo redes de abrangência nacional (Gerhardinger *et al.*, 2018; Da Silva Pimentel, 2019). Tais redes trazem consigo a capacidade de fomentar inovação e transformação social, podendo impactar positivamente a gestão marinha-costeira brasileira e orientá-la para a promoção da economia azul (Gerhardinger *et al.*, 2018).

No que se refere à atuação de instituições governamentais, é preciso salientar o potencial do Ministério Público, da Defensoria Pública e do Poder Judiciário para exercer a garantia do interesse público. Um exemplo é a pauta dos territórios tradicionais pesqueiros. Em que pese o fato de a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (Brasil, 2007), a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho sobre Povos Indígenas e Tribais – da qual o Brasil é signatário – e as demandas formalizadas pelos movimentos sociais no Projeto de Lei nº 131/2020 (Tomáz & Santos, 2016) preverem a necessidade do território para reprodução social das comunidades tradicionais, os territórios tradicionais pesqueiros ainda não são regulamentados por lei. Ao analisar o referido projeto de lei que dispõe sobre o direito ao território de comunidades tradicionais pesqueiras, a Nota Técnica 02/2020 da 6ª Câmara de Coordenação e Revisão da Procuradoria Geral da República conclui pelo mérito do PL. Segundo a Nota, este deveria ser convertido em lei a exemplo do que já ocorre com os povos indígenas e comunidades remanescentes de quilombos. Além disso, em seu parecer, a Procuradoria da República em Caraguatatuba (Recomendação PRM/CGT nº 10/2020) considerou a prioridade de comunidades tradicionais no acesso às águas da União.

A interface do conhecimento, seja científico e/ou tradicional, com a gestão e a política é essencial na implementação da GBE e, por consequência, na promoção da boa governança. Ciência, conhecimento tradicional e política representam três arenas com princípios e práticas distintas. Apesar disso, a solução de problemas ambientais exige uma aproximação entre as três, para que o conhecimento produzido possa ser usado para entender causas, efeitos e formas de mitigação de questões ambientais e embasar a tomada de decisões mais sustentáveis (Xavier *et al.*, 2018; Gonçalves & Xavier, 2021). Esse acercamento é visto de maneira positiva nos casos ilustrados pela gestão da APA Marinha do Litoral Norte, conferindo processos mais inclusivos, participativos e com uma boa preponderância de critérios da boa governança.

Ainda no contexto do fortalecimento da participação, nas APAs Marinhais e no caso do Rio Formoso as estratégias de governança incluem produção de informações em linguagem acessível e construção coletiva de conhecimento. A preocupação com a inclusão de todos e o respeito ao ritmo e à dinâmica de cada setor são fatores a serem ressaltados, que determinaram a realização de reuniões setoriais, fora dos espaços institucionalizados, para discussão de assuntos específicos de interesse de um dado setor. Foram feitos também encontros nas comunidades, com adaptação de linguagem e considerando os ritmos das populações tradicionais. Essas estratégias visaram despertar o interesse coletivo/público, assegurando escuta e voz para todos os representantes, reduzindo assim potenciais des-

gualdades e assimetrias de interesses na busca de soluções pactuadas em defesa do território como um todo, conforme previsto na meta 16.7 dos ODS (Fundação Florestal, 2021).

A representação e a inclusão da sociedade civil nos processos de governança devem ser aprimoradas. Para tal, Glaser *et al.* (2023) destacam a necessidade de reforçar os marcos regulatórios que salvaguardam a participação pública em processos políticos; de combater ativamente as desigualdades de recursos e poder entre os diferentes grupos envolvidos; e de apoiar a formação e o fortalecimento de redes de colaboração como veículos para a participação.

Quanto à perspectiva normativa, algumas regulamentações vêm sendo discutidas mais recentemente, como a Política Nacional para o Uso e Conservação do Bioma Marinho (PL 6.969/2013) (Quadro 5.3). Essa norma pode fundamentar o avanço na gestão e o aprimoramento da governança, por meio de definições, objetivos, diretrizes, princípios e competências claras sobre o tema. A sua regulamentação, portanto, deve se amparar nos critérios da boa governança (Oliveira, 2022).

Quadro 5.3. Uma lei para o mar

Com o intuito de garantir o uso sustentável do ambiente marinho-costeiro brasileiro, o Projeto de Lei 6.969/2013 – que institui a Política Nacional para o Uso e a Conservação do Bioma Marinho (PNCMar ou Lei do Mar) – apresenta uma agenda positiva e propositiva de forma a complementar a estrutura legal existente para a gestão sustentável desse ambiente. Esse projeto está em tramitação na Câmara dos Deputados e seu aprimoramento vem sendo feito de maneira democrática e participativa, desde 2013.

A proposta da Lei do Mar torna-se ainda mais relevante em 2021, quando se inicia a Década do Oceano. Nesse sentido, os olhos do mundo miram o sistema marinho-costeiro e a aprovação da Lei do Mar coloca o Brasil em posição de liderança nos compromissos com a agenda global de conservação marinha. As diversas leis aplicáveis ao sistema marinho-costeiro falham por serem fragmentadas e setorizadas, o que acirra conflitos entre ministérios e planos de ações. Ao contrário, as normas deveriam ser integradas e baseadas na abordagem ecossistêmica para governar o ambiente marinho-costeiro nacional. Além disso, grande parte dessa legislação abre pouco espaço para a participação da sociedade civil. A Lei do Mar busca trazer a sociedade para o centro do debate sobre o futuro do Oceano, ampliando espaços para o diálogo. Se aprovada, será o primeiro instrumento do país a incorporar e definir conceitos críticos para a GBE. O passo seguinte será o envolvimento da sociedade na regulamentação pelo poder executivo, devendo conter: a implementação da definição da abordagem ecossistêmica (Araujo, 2018); a implementação do PEM; a articulação e a compatibilização das políticas e dos planos nacionais setoriais e gerais com a Política Nacional para o espaço marinho, de modo a permitir a integração terra-mar, institucional e normativa; a criação de um balcão único eletrônico diante do qual todos os atores interessados no uso e na conservação do espaço marinho possam ter acesso às autorizações concedidas pelos órgãos competentes para atividades e usos dos recursos marinhos e a instituição de um fundo para o financiamento das ações relacionadas (Oliveira, 2022).

O poder judiciário pode fazer frente à justiça socioambiental na medida em que é o poder competente para exigir o cumprimento de obrigações normativas por parte de gestores públicos, legisladores, pessoas físicas e jurídicas. A litigância tem sido cada vez mais estratégica para salvaguardar a tutela do ambiente marinho-costeiro, sobretudo quando se trata de questões relacionadas à supressão de marcos regulatórios ambientais. Diante do desmonte recente, o poder judiciário tem sido permanentemente provocado, como uma forma de estabelecer uma vedação ao retrocesso socioambiental.

Os instrumentos judiciais procedimentais – como ação civil pública, *amicus curiae* e audiência pública – e substanciais – como crimes ambientais, política nacional de pagamento por serviços ambientais, lei de saneamento ambiental e recursos hídricos – devem ser plenamente utilizados pelos atores envolvidos na governança do ambiente marinho-costeiro. Instrumentos extrajudiciais como os acordos de pesca, as câmaras de conciliação e arbitragem da administração federal, os contratos e os termos de ajustamento de conduta, entre outros, devem ser divulgados e aperfeiçoados (Oliveira *et al.*, 2019).

Um ponto relevante da boa governança que se reflete no aperfeiçoamento institucional é a capacidade de adaptação a novas realidades. Em ambientes dinâmicos e interdependentes, os atores têm a habilidade de reorganizar o sistema e promover uma gestão ou uma governança adaptativa quando há a aplicação da GBE. O caso da tainha demonstra essa perspectiva. A dinâmica variável das instituições para conservação e restauração dos serviços ecossistêmicos no ambiente marinho-costeiro requer um tipo de governança adaptativa e resiliente. Segundo Young (2010), arranjos institucionais muito rígidos possuem dificuldade para se ajustar a complexidades e a emergências, havendo um risco em falharem em face de rápidas mudanças, enquanto regimes muito flexíveis se alteram facilmente em resposta às pressões.

5.5. Lacunas de dados e conhecimento

A disponibilidade de dados para subsidiar e implementar a boa governança no ambiente marinho-costeiro é chave para a sua eficácia. Os altos custos de obtenção e tratamento de dados e as características do ambiente marinho-costeiro aportam significativos desafios. Por outro lado, soluções inovadoras podem complementar as fragilidades institucionais e econômicas.

Nesse sentido, é importante definir quais são os tipos de dados prioritários para a gestão e, em especial, para o processo de Planejamento Espacial Marinho, bem como identificar as lacunas de dados geoespaciais e de séries históricas (Gandra *et al.*, 2018). O trabalho de Gandra *et al.* (2018) elenca uma série de caminhos para aprimorar o aporte de dados para o PEM que são também relevantes para outros processos de construção de políticas públicas. Eles destacam que, embora haja no Brasil instituições e pesquisadores que coletam, analisam e publicam dados voltados ao ambiente marinho-costeiro, faltam estruturas que disponibilizem de forma acessível e padronizada esses dados para a sociedade.

Há uma carência de políticas públicas que garantam a continuidade de esforços, como por exemplo o caso do monitoramento da estatística pesqueira, que foi descontinuado em 2011. Esse monitoramento é realizado de modo sistemático apenas em alguns estados (SP, SC e RJ) por meio de iniciativas descentralizadas. Os dados nacionais oficiais mais recentes de estatística pesqueira foram publicados há mais de uma década no Boletim Estatístico de Pesca e Aquicultura, no ano de 2011, com estimativas baseadas em modelagens que utilizaram dados de anos anteriores (Ruffino, 2016). Um sistema nacional de estatística pesqueira é fundamental para o desenvolvimento de uma pesca sustentável. As poucas informações disponíveis sugerem que vários estoques já estão esgotados ou sobre-explorados (Zabala, 2018).

Ainda que os dados para a realização de uma gestão costeira eficaz e contínua sejam desejáveis, faz-se necessário acima de tudo um programa permanente de planejamento e gestão da zona costeira. Esse programa pode considerar o cruzamento de dados dos vetores listados no Capítulo 3 para gerar subsídios à gestão costeira em face da variabilidade climática. O país já dispõe de alguns sistemas de monitoramento, seja de dados oceanográficos ou sobre a biodiversidade. Estes, no entanto, não estão acessíveis nem disponíveis à sociedade, como é o caso do GOOS-Brasil¹⁵, coordenado pela Marinha do Brasil. Outro exemplo é o SiBBR¹⁶ conduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia-MCTi que, após mais de 10 anos de elaboração, finalmente está funcionando e agregando diversas bases de dados sobre espécies e ecossistemas brasileiros, mas ainda sem integração com os bancos de dados oceanográficos.

Dessa forma, ressalta-se a carência de uma base de dados pública e acessível para políticas públicas aplicáveis ao ambiente marinho-costeiro, que possa contribuir com o monitoramento, a implementação e o aporte de boas práticas.

Vale mencionar que as soluções inovadoras, diante das lacunas, acontecem devido à integração dos atores na governança do ambiente costeiro e marinho. Não há, por exemplo, um repositório de estratégias criativas para a fiscalização de atividades de difícil atuação do Estado como a pesca, a ocupação de áreas sensíveis ou a gestão de resíduos.

Por último, mas não menos importante, ainda há uma lacuna que o Capítulo 6 busca ajudar a suprir referente às boas práticas de gestão e governança costeira e marinha com base no conhecimento tradicional. É preciso que sejam abertos espaços de diálogo, escuta e inserção que incorporem esse conhecimento e contribuam para sanar lacunas-chave para a conservação.

15. <http://www.goosbrasil.org>

16. <https://www.sibbr.gov.br/>

REFERÊNCIAS

- Adams, C., Borges, Z., Moretto, & E. M., Futemma, C. (2020). Governança ambiental no Brasil: acelerando em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ou olhando pelo retrovisor? *Cadernos Gestão Pública e Cidadania* Vol. 25, n. 81, 1-13, e-81403. <https://doi.org/10.12660/cgpc.v25n81.81403>
- Araujo, F. C. B. (2018). Desafios à adoção da abordagem ecossistêmica como instrumento jurídico para a gestão de recursos marinhos na zona costeira brasileira. Em: Oliveira, C. C. De, Galindo, G. R. B., Silva, S. T., & Montalverne, T. [Eds.]. *Meio ambiente marinho e Direito - Volume II: A gestão sustentável dos recursos marinhos na zona costeira e no espaço marinho* [Vol. II, pp. 61-84]. Juruá. ISBN: 978853627630-4
- Arkema, K. K., Abramson, S. C., & Dewsbury, B. M. (2006). Marine ecosystem-based management: from characterization to implementation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(10), 525-532. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)4\[525:MEMFCT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)4[525:MEMFCT]2.0.CO;2)
- Armitage, D. R., Plummer, R., Berkes, F., Arthur, R. I., Charles, A. T., Davidson-Hunt, I. J., Diduck, A. P., Doubleday, N. C., Johnson, D. S., Marschke, M., McConney, P., Pinkerton, E. W., & Wollenberg, E. K. (2009). Adaptive co-management for social-ecological complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(2), 95-102. <https://doi.org/10.1890/070089>
- Asmus, M. L., Kitzmann, D., Laydner, C., & Tagliani, C. R. A. (2006). Gestão costeira no Brasil: instrumentos, fragilidades e potencialidades. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 4(5), 52-57.
- Asmus, M. L., Nicolodi, J., Scherer, M. E. G., Gianuca, K., Costa, J. C., Goersch, L., Hallal G., Victor, K. D., Ferreira, W. L. S., Ribeiro, J. N. A., Pereira, C. R., Barreto, B. T., Torma, L. F., Souza, B. B., Mascarello, M., & Villwock, A. (2018). Simples para ser útil: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 44, 4-19. <https://doi.org/10.5380/dma.v44i0.54971>
- Bergh, P. E., & Davies, S. (2009). Fishery Monitoring, Control and Surveillance. Em: Cochrane, K. L., & Garcia, S. M. [Eds.] *A Fishery Manager's Guidebook*. FAO / Wiley-Blackwell 2ª Ed.: 373-403.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak Broome, N., Phillips, A., & Sandwith, T. (2017). *Governança de Áreas Protegidas: da compreensão à ação*. IUCN. ISBN: 978-2-8317-1854-5
- Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- Brasil. (2007). Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm
- Brasil. (2009). Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Brasil. (1981). 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Brasil. (2000). 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Bucci, M. P. D. (2006) O conceito de política pública em direito. Em: Bucci, M. P. D. (Org.). *Políticas públicas: reflexões sobre o conceito jurídico*. São Paulo: Saraiva. ISBN: 9788502060548

- Cash, D. W., Adger, W. N., Berkes, F., Garden, P., Lebel, L., Olsson, P., Pritchard, L., & Young, O. (2006). Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. *Ecology and Society*, 11(2), 8. doi.org/10.1016/j.marpol.2010.01.003
- Cazella, A. A., Medeiros, M., Desconsi, C., Schneider, S., & de Paula, L. G. N. (2020). O enfoque da cesta de bens e serviços territoriais: seus fundamentos teóricos e aplicação no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 16(3).
- Cicin-Sain, B. & Knecht, R. W. (1998). *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*. Washington: Island Press. ISBN: 1559636041
- Comissão sobre Governança Global. (1995). *Our global neighbourhood: the report of the Commission on Global Governance*. Oxford: Oxford University Press. ISBN: 9780198279976
- Cormier, R., Kelble, C. R., Anderson, M. R., Allen, J. I., Grehan, A., & Gregersen, O. (2017). Moving from ecosystem-based policy objectives to operational implementation of ecosystem-based management measures. *ICES Journal of Marine Science*. 74(1), 406–413. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw181
- Corrêa, M. R., Xavier, L. Y., Gonçalves, L. R., Andrade, M. M. D., Oliveira, M. D., Malinconico, N., Botero, C. M., Milanés, C., Montero, O. P., Defeo, O., & Turra, A. (2021). Desafios para promoção da abordagem ecossistêmica à gestão de praias na América Latina e Caribe. *Estudos Avançados*, 35, 219–236, doi:10.1590/s0103-4014.2021.35103.
- Coutinho, L., Suassuna, L., & Oliveira, M. (2020). Os limites à Concessão do Direito Real de Uso em Unidades de Conservação Marinhas Federais. Em: Oliveira, C. C., Silva, S. T., Mont'Alverne, T. C. F., & Galindo, G. R. B. (Orgs.). *Meio ambiente marinho, Sustentabilidade e Direito: a conservação e o uso sustentável dos recursos marinhos na zona costeira, na plataforma continental e nos fundos marinhos*, Volume 2, Rio de Janeiro. Lumen Juris, 2020, p. 539-563
- Curtin, R., & Prellezo, R. (2010). Understanding marine ecosystem based management: a literature review. *Marine Policy*, 34, 821–830. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.01.003
- Da Silva Pimentel, M. A. (2019). Comunidades tradicionais em reservas extrativistas marinhas no estado do Pará: Conflitos e resistências. *Revista de Geografia e Ecologia Política*, 1, 191–218. https://doi.org/10.48075/amb.v1i1.22690
- De Freitas, R. R., Costa, R. C., Alvite, C. M. D. C., Balensiefer, D. C., & Prado, J. H. (2022). Challenges for fishers' engagement in Marine Protected Areas: Lessons from Right Whale Environmental Protection Area, Southern Brazil. *Marine Policy*, 143, 105135.
- De Freitas, R. R., Seixas, C. S. & Seixas, S. R. D. C. (2020). Understanding the past to plan for the future: the small-scale fisheries at Ilha Grande Bay, Brazil. *World Development Perspectives*, 20, 100258. https://doi.org/10.1016/j.wdp.2020.100258
- Diário Oficial do Estado de Pernambuco de 7 de janeiro de 2021. (2021). *Decreto n.º 50.049, de 6 de janeiro de 2021*. Aprova o Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas - ZATAN da região do estuário do Rio Formoso, na APA de Guadalupe -APAG, no Litoral Sul do Estado de Pernambuco. https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/50.049-21-Decreto-ZATAN.pdf
- Fearnside, P. M. (2019). Retrocessos sob o Presidente Bolsonaro: um desafio à sustentabilidade na Amazônia. *Sustentabilidade International Science Journal*, 1(1), 38-52.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441-473. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511
- Fundação Florestal. (2021). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo. Informação Técnica Conjunta APAMs nº 01/2021.
- Gandra, T. B. R., Bonetti, J., & Scherer, M. E. G. (2018). Onde estão os dados para o Planejamento Espacial Marinho (PEM)? Análise de repositórios de dados marinhos e das lacunas de dados geoespaciais para a geração de descritores para

- o PEM no Sul do Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 44.
- Gelcich, S., Defeo, O., Iribarne, O., Del Carpio, G., Dubois, R., Horta, S., Pablo Isacch, J., Godoy, N., Coayla Peñaloza, P., & Carlos Castilla, J. (2009). Marine ecosystem-based management in the Southern Cone of South America: Stakeholder perceptions and lessons for implementation. *Marine Policy*, 33(5), 801–806, <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.03.002>.
- Gelcich, S., Reyes-Mendy, F., Arriagada, R., & Castillo, B. (2018). Assessing the implementation of marine ecosystem based management into national policies: Insights from agenda setting and policy responses. *Marine Policy*, 92, 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.017>
- Gerhardinger, L. C., de Andrade, M. M., Corrêa, M. R., & Turra, A. (2020). Crafting a sustainability transition experiment for the Brazilian blue economy. *Marine Policy*, 120, 104157. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104157>
- Gerhardinger, L. C., Gorris, P., Gonçalves, L. R., Herbst, D. F., Vila-Nova, D. A., de Carvalho, F. G., Glaser, M., Zondervan, R., & Glavovic, B. C. (2018). Healing Brazil's Blue Amazon: The Role of Knowledge Networks in Nurturing Cross-Scale Transformations at the Frontlines of Ocean Sustainability. *Frontier in Marine Science*, 4, 395. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00395>
- Gerhardinger, L. C., Quesada-Silva, M., Gonçalves, L. R., & Turra, A. (2019). Unveiling the genesis of a marine spatial planning arena in Brazil. *Ocean and Coastal Management*, 179, 104825. <https://doi.org/10.1016/j.ocemoaman.2019.104825>
- Giakoumi, S., McGowan, J., Mills, M., Beger, M., Bustamante, R. H., Charles, A., Christie, P., Fox, M., Garcia-Borboroglu, P., Gelcich, S., Guidetti, P., Mackelworth, P., Maine, J. M., McCook, L., Micheli, F., Morgan, L. E., Mumby, P. J., Reyes, L. M., White, A., Grorud-Colvert, K., & Possingham, H. P. (2018). Revisiting “success” and “failure” of marine protected areas: a conservation scientist perspective. *Frontiers in Marine Science*, 5, 223. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00223>
- Glaser, M., Sá, R., Borges, R., Blandtt, L. da S., Gerhardinger, L. C., Ferreira, B. P., Marques, S., Gonçalves, L. R., Xavier, L. Y., & Turra, A. (2023). Social participation in coastal and ocean management in Brazil: Lessons learnt and ways ahead. Em: *Coastal Management Revisited: Navigating towards Sustainable Human-Nature Relations*, pp. 213–238.
- Gonçalves, L. R. & Xavier, L. Y. (2021). Promoting Coastal and Ocean Governance Through Ecosystem-Based Management. Springer reference, v. 1, p. 1, 2021. Em: *Life Below Water*. Cham: Springer International Publishing.
- Gonçalves, L. R., Gerhardinger, L. C., Polette, M., & Turra, A. (2021). An Endless Endeavor: The Evolution and Challenges of Multi-Level Coastal Governance in the Global South. *Sustainability*, 13(18), 10413. <https://doi.org/10.3390/su131810413>
- Gonçalves, L. R., Oliveira, M., & Turra, A. (2020a). Assessing the Complexity of Social-Ecological Systems : Taking Stock of the Cross-Scale Dependence. *Sustainability*. 13(15), 6236. <https://doi.org/10.3390/su12156236>
- Gonçalves, L. R., Webster, D. G., Young, O., Polette, M., & Turra, A. (2020b). The Brazilian Blue Amazon under threat: Why has the oil spill continued for so long? *Ambiente & Sociedade*, 23, e0077.
- Goncalves, L. R., Xavier, L. Y., Turra, A., Torres, P. H., Zioni, S., & Jacobi, P. R. (2020c). O litoral da Macrometrópole: tão longe de Deus e tão perto do Diabo. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Vol. 54, p. 40–65.
- Guilhon, M., Montserrat, F., & Turra, A. (2020). Recognition of ecosystem-based management principles in key documents of the seabed mining regime: implications and further recommendations. *ICES Journal of Marine Science*, 78(3), 884–899. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa229>.
- ICMBio. (2018). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. *Atlas dos Manguezais do Brasil* (1st Ed.). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 176 p.
- IPBES. (2019). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Ser-

- vices. *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- IPCC. (2018). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Special report on the ocean and cryosphere in a changing climate*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srocc/>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Jacobi, P. R. (2017). A governança ambiental e os desafios da aprendizagem social. Em: Santos, C. R. & Turra, A. (Orgs.). *Rumos da Sustentabilidade Costeira: uma visão do Litoral Norte Paulista*. São Paulo: Instituto Oceanográfico. ISBN: 978-85-98729-35-0
- Joly, C. A., Scarano, F. R., Seixas, C. S., Metzger, J. P., Ometto, J. P., Bustamante, M. M. C. Padgurschi, M. C. G., Pires, A. P. F., Castro, P. F. D., Gadda, & T., Toledo, P. (Eds.) (2019). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos*. São Carlos: Editora Cubo. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-88-5>
- Kauffman, J. B., Bernardino, A. F., Ferreira, T. O., Giovannoni, L. R., de O. Gomes L. E., Romero, D. J., Jimenez, L. C. Z., & Ruiz, F. (2018). Carbon stocks of mangroves and salt marshes of the Amazon region, Brazil. *Biology Letters*, 14: 20180208. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0208>
- Kelly, C., Ellis, G., & Flannery, W. (2018). Conceptualising change in marine governance: learning from transition management. *Marine Policy*, 95, 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.06.023>
- Khan, A. S., & Neis, B. (2010). The rebuilding imperative in fisheries: Clumsy solution for a wicked problem? *Progress in Oceanography*, 87, 347–356. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2010.09.012>
- Langlet, D., & Rayfuse, R. (Ed). (2018). The Ecosystem Approach in Ocean Planning and Governance: Perspectives from Europe and Beyond. Leiden: Koninklijke Brill NV. ISBN: 978-90-04-38998-4
- Lemos, M. C., & Agrawal, A. (2006). Environmental governance. *Annual Review of Environmental Resources*, 31, 297–325. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.042605.135621>
- Leslie, H. M., & McLeod, K. L. (2007). Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(10), 540–548. <https://doi.org/10.1890/060093>
- Leslie, H., Sievanen, L., Crawford, T. G., Gruby, R., Villanueva-Aznar, H. C., & Campbell, L. M. (2015). Learning from ecosystem-based management in practice. *Coastal Management*, 43(5), 471–497. <https://doi.org/10.1080/08920753.2015.1051424>
- Lester, S. E., McLeod, K. L., Tallis, H., Ruckelshaus, M., Halpern, B. S., Levin, P. S., Chavez, F. P., Pomeroy, C., McCay B. J., Costello, C., Gaines, S. D., Mace A. J., Barth, J. A., Fluharty, D. L., & Parrish, J. K. (2010). Science in support of ecosystem-based management for the US West Coast and beyond. *Biological Conservation*, 143(3), 576–587. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.11.021>
- Lima, R. A. (2019). *O licenciamento ambiental como instrumento para uma gestão integrada dos recursos minerais no espaço marinho brasileiro*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília: Brasília.
- Long R. D., Charles A., & Stephenson R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.013>
- Lorenzetti, J. V. & Carrion, R. M. (2012). Governança ambiental global: atores e cenários. *Cadernos EBAPE*, 10(3), 721–735. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512012000300014>
- Marroni, E. V., Violante, A. R., de Lima Figueiredo, E., & de Vivero, J. L. S. (2020). Planejamento Espacial Marinho nos Processos de Cooperação em Segurança Internacional: Estudos de políticas integrativas nacionais como base para a defesa e segurança do Atlântico Sul. *REVISTA BRASILEIRA DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS*, 11(21).
- McLeod, K. L., & Leslie, M. (2009). *Ecosystem-based management for the oceans*. Washington: Island Press.

- MMA. (2004). Ministério do Meio Ambiente. *Instrução Normativa nº 05, de 21 de maio de 2004.* Reconhece a lista de espécies de peixes e invertebrados aquáticos ameaçadas de extinção e espécies sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=136&data=28/05/2004>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- MMA. (2014). Ministério do Meio Ambiente. *Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014.* Publica a "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=126&data=18/12/2014>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- MPA & MMA. (2015). Ministério da Pesca e Aquicultura e Ministério do Meio Ambiente. *Plano de gestão para o uso sustentável da tainha, Mugu liza Valenciennes, 1836, no Sudeste e Sul do Brasil.* Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/relatorio_de_ordenamento/tainha/rel_2015_plano_gestao_tainha_mpa_mma_revisado.pdf. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Motta, A. (2021). *Sem licenciamento ambiental e direito à participação, só haverá lucro e destruição.* Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (IBASE). Disponível em: <https://ibase.br/2021/05/21/sem-licenciamento-ambiental-e-direito-a-participacao-so-havera-lucro-e-destruicao/opiniao/>
- Nicolodi, J. L., Zamboni, A., & Fonseca Barroso, G. (2009). Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 9(2), 9-32. <https://doi.org/10.5894/rgci115>
- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Observatório do Clima. (2021). Brasil: 1000 dias de destruição: Como Jair Bolsonaro se tornou o negacionista climático mais perigoso do mundo. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/brasil-1-000-dias-de-destruicao/>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- OCDE. (2003). Organisation for Economic Co-operation and Development. *Open government: fostering dialogue with civil society.* Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/governance/open-government_9789264019959-en. Acesso: 6 de abril de 2022.
- O'Higgins, T. G., Lago, M., & Dewitt, T. H. (2020). *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and Aquatic Biodiversity: Theory, Tools and Applications.* Cham: Springer Nature Switzerland AG. ISBN: 3030458423
- Oliveira, C. C. (2022). A regulação da gestão integrada, da conservação e do uso sustentável da zona costeira e do espaço marinho. *Cadernos Enap*, 120; Coleção: Cátedras Regulação, Brasília.
- Oliveira, C. C., Barros-Platiau, A. F. B., Gonçalves, L. R., Suassuna, L., & Prates, A. P. L. (2022). A governança fragmentada da conservação e do uso sustentável do oceano e de seus recursos. *Inclusiones: derecho, gobernanza y educación*, 9.
- Oliveira, C. C., Cesetti, C. V., Mont'Alverne, T. F., Silva, S. T. da, & Galindo, G. R. B. (2019). *Guia jurídico da conservação e da preservação do meio ambiente marinho: definições, princípios, obrigações e instrumentos jurídicos para a gestão sustentável dos recursos marinhos.* Rio de Janeiro, Lumen Juris.
- Oliveira, M. R. L. de, & Nicolodi, J. L. (2012). A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 12(1), 91-100. <https://doi.org/10.5894/rgci308>
- Oliveira, M. S. (2019) Fiscalização Preventiva Integrada. Em: Oliveira, C.C et al. (Orgs.). *Guia jurídico da conservação e da preservação do meio ambiente marinho: definições, princípios, obrigações e instrumentos jurídicos para a gestão sustentável dos recursos marinhos.* Rio de Janeiro, Lumen Juris, p. 467-471.
- ONU. (2015). Organização das Nações Unidas. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.* Disponível em: <https://sdgs.un.org/sites/default/files/publica->

- tions/21252030AgendaforSustainableDevelopmentweb.pdf. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- PainelMar. [2017]. Painel Brasileiro para o Futuro do Oceano. *Brazilian Future Ocean Panel (PainelMar): Strategic Document*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16119.01449>
- Polette, M. (2020). Gestão e governança costeira e marinha. Em: Muehe, D., Lins-De-Barros, F. M., & Pinheiro, L. de S. (Eds.). *Geografia Marinha: oceanos e costas na perspectiva de geógrafos*. Rio de Janeiro: Caroline Fontelles Ternes.
- Prates, A. P. (2022). Panorama das Áreas Marinhas Protegidas: copo meio cheio ou meio vazio? Em: Oviedo A. F. P. & Bensusan, N. (Orgs.) (2022). *Como Proteger quando a regra é destruir*. Editora Mil Folhas IEB. 98-119pp.
- Reed, M. S. (2008). Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417-2431. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.07.014>
- Rodrigues, L. S. (2020). Instituições participativas em crise: uma análise da democracia brasileira após a vigência do Decreto nº 9.759/2019. *Anais do I Seminário Discente de Ciência Política*. Curitiba, PR, Brasil.
- Rosenau, J. N., Czempiel, E. O., & Smith, S. (1992). *Governance without government: order and change in world politics*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN: 9780511521775
- Rudd, M. A., Dickey-Collas, M., Ferretti, J., Johannessen, E., Macdonald, N. M., McLaughlin, R., Rae, M., Thiele, T., & Link, J. S. (2018). Ocean ecosystem-based management mandates and implementation in the North Atlantic. *Frontiers in Marine Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00485>
- Rudolph, T. B., Ruckelshaus, M., Swilling, M., Allison, E. H., Österblom, H., Gelcich, S., & Mbatha, P. (2020). A transition to sustainable ocean governance. *Nature Communications*, 11, 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17410-2>
- Ruffino, M. L. (2016). "A gestão dos recursos pesqueiros no Brasil." Em: Araújo, M. A. R. (Ed.) *Repensando a gestão ambiental pública no Brasil: uma contribuição para o debate na reconstrução nacional*. Belo Horizonte, MG: Conselho Regional de Biologia 4ª Região.
- Santos, C. R.; De Freitas, R. R.; Medeiros, J. D. (2023). Participação social e retrocessos na proteção da vegetação de restinga no Brasil no período entre 1965 e 2021. *Meio Ambiente e Desenvolvimento*.
- Santos, C. R., Polette, M., & Vieira, R. S. (2019). Gestão e Governança Costeira no Brasil: O Papel do grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (Gi-Gerco) e Sua Relação com O plano de Ação Federal (PAF) de Gestão da Zona Costeira. *Revista Costas*, 1(2), 135-162. doi: 10.26359/costas.0208
- Santos, V. S., Magris, R. A., Soares, A. C. S., Vieira, R. R., & Machado, R. B. (2022). Connectivity and strategic opportunity to promote the establishment of private-owned protected areas in the Atlantic Forest (Serra do Mar and Bahia regions). *Journal for Nature Conservation*, 126149. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126149>
- Sardá, R., Valls, J. F., Pintó, J., Ariza, E., Lozoya, J. P., Fraguell, R. M., Martí, C., Rucabado, J., Ramis, J., & Jimenez, J. A. (2015). Towards a new Integrated Beach Management System: The Ecosystem-Based Management System for Beaches. *Ocean and Coastal Management*, 118, 167-177. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.07.020>
- Schmitz, H., Mota, D. M., & Silva Júnior, J. F. (2009). Gestão coletiva de bens comuns no extrativismo da mangaba no nordeste do Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 12(2), 273-292. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2009000200005>
- Secchi, L. (2012). *Políticas Públicas: Conceitos, Esquemas de Análise, Casos Práticos*. São Paulo: Cengarg Learning.
- Sena, L. R. (2019). Participação Efetiva ou Legitimização Pelo Procedimento: Um estudo sobre o instituto da Audiência Pública dentro do licenciamento ambiental de empreendimentos do Pré-sal e sua relação com comunidades tradicionais em Niterói/RJ. *VI ENADIR (Encontro Nacional de Antropologia do Direito)*. Trabalho apresentado no Grupo de Trabalho nº 04: Consulta prévia, livre e informada e protocolos próprios de consulta:

- experiências de autonomia política e diálogo intercultural no Brasil.
- Seixas, C. S., Prado, D. S., Joly, C. A., May, P. H. Costa Neves, E. M. S., & Teixeira, L. R. (2020a). Governança ambiental no Brasil: rumo aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)? *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, 25(81), 1-21. <https://doi.org/10.12660/cgpc.v25n81.81404>
- Seixas, C. S., Vieira, P. F., & Medeiros, R. P. (Eds.). (2020b). *Governança, Conservação e Desenvolvimento em Territórios Marinhos-Costeiros no Brasil*. São Carlos, RiMA
- SEMAS/PE. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco. (2021). *O Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas (ZATAN) da região do estuário do rio Formoso/PE*. Disponível em: https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/2021-ZATAN_APAG_PE.pdf
- Sosinski, J. R., Egon, E., Urruth, L. M., Barbieri, R. L., Marchi, M. M., & Martens, S. G. (2019). On the ecological recognition of Butia palm groves as integral ecosystems: Why do we need to widen the legal protection and the in situ/on-farm conservation approaches? *Land Use Policy*, 81, 124– 130. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.041>
- Takeshi, F. & Prates, A. P. (2021). *Pesca por Inteiro: histórico, panorama e análise das políticas públicas federais*. Rio de Janeiro: Instituto Talanoa. Disponível em: https://www.politicaporinteiro.org/wp-content/uploads/2021/06/Pesca-Por-Inteiro_VF12.pdf. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Teixeira, L. R. (2013). *Megaprojetos no Litoral Paulista: O papel dos grandes empreendimentos de infraestrutura na transformação regional*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Therivel, R. (2004). *Strategic Environmental Assessment in Action*. London: Earthscan. ISBN: 1849710643
- Tomáz, A. F., & Santos, G. (2016). *Conflitos Socioambientais e Violações de Direitos Humanos em Comunidades Tradicionais Pesqueiras no Brasil*. Disponível em: <http://www.cppnacional.org.br/sites/default/files/publicacoes/Relat%C3%B3rio%20de%20conflitos%20socioambientais%20final.pdf>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- United Nations. (2006). *Report of the Secretary-General: Oceans and the Law of the Sea*, Disponível em: <https://www.refworld.org/docid/48da24e72.html>. Acesso em: 6 de abril de 2022.
- Vainer, C. B. (2007). Planejamento territorial e projeto nacional: os desafios da fragmentação. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 9(1). <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2007v9n1p9>
- Vianna, L. P., & Xavier, L. Y. (2014). A APA Marinha do Litoral Norte (APAMLN) de São Paulo: do conflito à gestão participativa. Em: Bensusan, N., & Prates, A. P. (Ed). *A diversidade cabe na unidade? Áreas protegidas no Brasil*. Brasília: Mil Folhas.
- Vianna, L. P., Fluckiger, N. E. A. M., Oliva, P. B., & Bolta, P. M. P. (2017). Área de Proteção Marinha do Litoral Norte: processos participativos e o licenciamento ambiental. Em: Santos, C. R. dos, & Turra, A. (Ed). *Rumos da sustentabilidade: uma visão sobre o litoral norte de São Paulo*. São Paulo: Instituto Oceanográfico.
- Viglio, J. E., Di Giulio, G. M., Ferreira, & L. Da Costa. (2017). Nem Tudo Reluz No Ouro Negro: Incertezas e Ameaças Ambientais Do Pré-Sal Brasileiro. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo v. XX, n. 3, p. 21-38.
- Vivacqua, M. (2018). Reservas Extrativistas Marinho-Costeiras: reflexões sobre o estágio pré-implementação. *Ambiente & Sociedade*, 21. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0032r3vu18L1A0>
- Xavier, L. Y., Gonçalves, L. R., Oliveira, M., Corrêa, M. R., Malinconico, N., Polette, M., & Turra, A. (2023). Beach Management and Conservation in Brazil: Challenges and Opportunities. In A. C. Z. Amaral, H. H. Checon, & G. N. Corte (Eds.). *Brazilian Sandy Beaches* (pp. 291–326). https://doi.org/10.1007/978-3-031-30746-1_10
- Xavier, L. Y., Guilhon, M., Gonçalves, L. R., Ribeiro, M., & Turra, A. (2022). Waves of Change: Towards Ecosystem-Based Management to Climate Change Adaptation. *Sustainability*, 14, <https://doi.org/10.3390/su14031317>.

Xavier, L. Y., Jacobi, P. R., & Turra, A. (2018). On the advantages of working together: Social Learning and knowledge integration in the management of marine areas. *Marine Policy*, 88, 139-150. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.026>.

Young, O. (2006). Vertical interplay among scale-dependent environmental and resource regimes. *Ecology and Society*, 11(1), 27. <https://doi.org/10.5751/ES-01519-110127>

Young, O. (2017). *Governing Complex Systems: Social Capital for the Anthropocene*. Cambridge: MIT Press. ISBN: 9780262035934

Young, O. R. (2010). Institutional dynamics: Resilience, vulnerability and adaptation in environmental and resource regimes. *Global Environmental Change* 20: 378–385

Zabala, A. (2018). The future of Brazilian seas. *Nat. Sustain.* 1, 611–612. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0180-3>

Zacharias, M. (2014). *An introduction to governance and international law of the oceans*. Oxfordshire: Routledge. ISBN: 978-0815379263

CAPÍTULO 6: TECENDO SABERES: CONTRIBUIÇÕES DOS POVOS INDÍGENAS E COMUNIDADES TRADICIONAIS PARA O 1º DIAGNÓSTICO MARINHO-COSTEIRO

Autoras e autores líderes

Adriana Lima - Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras (CNCTC)

Antonio Vieira (Sr. Mancha) - Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP)

Célia das Neves - Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas (CONFREM)

Cida Ferreira - CONFREM

Comissão Guarani Yyvrupa¹ (CGY)

Cláudio de Araújo Nunes - Movimento dos Pescadores Artesanais do Litoral do Paraná (MOPEAR) e CNCTC

Eliete Paraguassu - MPP

Ezequiel Tremembé - Povo Tremembé, Terra Indígena Tremembé da Barra do Mundaú

Florivaldo Mota Rocha (Filico) - MPP

Isabel Tukano - Levante pela Terra

Jurandir Cesário - Quilombo Caçandoca

Leticia Moraes - Conselho Nacional das Populações Extrativistas (CNS)

Manoel Bueno dos Santos (Nego da Pesca) - Federação das Associações de Pescadores Profissionais e Aquicultores do Espírito Santo

Maria Ariã Pataxó - Povo Pataxó, Terra Indígena Comexatibá

Maria Cristine Lançoni - Araquari, Baía da Babitonga, SC

Maria do Ramos - Articulação Nacional das Pescadoras (ANP)

Maria José Pacheco - Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP)

Marilda de Souza - Quilombo do Bracuí

Neimar Lourenço - Coordenação Nacional de Articulação de Quilombos (CONAQ)

Nilmar Conceição - Fórum da Lagoa dos Patos²

Pedro Ribeiro - CPP

Renato Caiçara - CNCTC

Robson Possidonio - Fórum de Comunidades Tradicionais Angra-Paraty-Ubatuba (FCT)

Samuel Rocha - Grupo Pró-Babitonga (GPB)

Santiago Bernardes - FCT e CNCTC

Valmira João Gonçalves - CPP

1. A contribuição da Comissão Guarani Yyvrupa foi encaminhada de forma coletiva em um diálogo intermediado por Eunice Kerexu Yxapyry.

2. O autor recebeu respaldo para o documento da organização na Reunião Ordinária do Fórum da Lagoa dos Patos, realizada em Julho de 2022.

Organizadoras do capítulo:

Cristiana S. Seixas, Luciana Yokoyama Xavier e Marina A. R. de Mattos Vieira

Sugestão de citação: Lima, A., Vieira, A., Neves, C., Ferreira, C., Comissão Guarani Yvyrupa, Nunes, C. A., Paraguassu, E., Tremembé, E., Rocha, F. M., Tukano, I., Cesário, J., Moraes, L., Santos, M. B., Pataxó, M. A., Lançoni, M. C., do Ramos, M., Pacheco, M. J., de Souza, M., Lourenço, N., Conceição, N., Ribeiro, P., Caiçara, R., Possidonio, R., Rocha, S., Bernardes, S., & Gonçalves, V. J. (2024). Tecendo saberes: Contribuições dos povos indígenas e comunidades tradicionais para o 1º diagnóstico marinho-costeiro. Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. (Eds.) 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. pp.256-302 doi: 10.4322/978-65-01-27749-3.cap06

Sumário Executivo³

Os ambientes ou sistemas marinhos-costeiros são importantes pois estão ligados à manutenção da qualidade e saúde da vida, no mar e no continente, garantindo alimento, renda e manutenção de culturas {6.2}. Nos depoimentos que fundamentaram este capítulo, os ambientes marinhos-costeiros são “um espaço de vida, um espaço de diversidade de espécies nativas”, um espaço que “contribui de uma forma maravilhosa com a questão ambiental, com a questão das arborizações, do oxigênio”. Sua importância também é reconhecida na manutenção do clima, produção de oxigênio e, muito fortemente, como espaços que deram origem a culturas e identidades específicas dos povos indígenas e comunidades tradicionais que os ocupam. “A nossa zona costeira contribui para ter uma identidade. Ela tem uma identidade na sua trajetória”. O extrativismo artesanal, uma das manifestações da tradicionalidade, ilustra a importância dos ambientes marinhos-costeiros como fonte de alimento, emprego, renda e garantia de bem-estar e segurança alimentar. Para os povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais, os ambientes marinho-costeiro também são entendidos como “lugares sagrados onde existem vidas que alimentam outras vidas e seres humanos” sendo parte da cultura e identidade dos povos do mar, as quais estão diretamente relacionadas à manutenção desses ambientes.

Os ambientes marinhos-costeiros vêm sendo modificados desde as primeiras ocupações humanas no litoral. Essas mudanças se intensificaram nos últimos anos, impactando a vida marinha e gerando conflitos para as populações cujos modos de vida dependem da qualidade desses ambientes. Hoje, o retrato da zona costeira brasileira é de poluição, degradação socioambiental, perda de habitats e expropriação

3. Este documento é baseado no conhecimento tradicional de Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais da Zona Marinha-Costeira brasileira e busca representar a oralidade de quem o compôs, destacando, entre aspas, os trechos oriundos das falas e textos das pessoas que colaboraram no processo de sua construção. A validação do conhecimento aqui apresentado é parte do próprio sistema de conhecimento, portanto, toda a informação é considerada “bem estabelecida”.

de territórios {6.3}. “*Espaços impactados por agrotóxicos, solos degradados, queimadas provocadas por invasores ou proprietários de terras vizinhas, rios assoreados, nascentes e rios contaminados e áreas completamente desmatadas*”. As disputas nos ambientes marinhos-costeiros são marcadas pela violência e desrespeito com as culturas e modos de vida tradicionais. “*Acreditamos que as mudanças ambientais nos ecossistemas costeiros e marinhos fazem parte das ações de uma lógica de desenvolvimento que provoca expulsão do nosso povo, de racismo ambiental e que desafia nossas demarcações de terras*”, “*o impacto não é só a maré seca, a maré cheia ou a espécie que nasce e morre; mas um contexto de onde cada família que sobrevive e necessita daquela área marítima, sofre também*”.

A teia de causas e consequências das mudanças e conflitos existentes nesses territórios é complexa, sendo resultado de um modelo de desenvolvimento que privilegia interesses financeiros, sustentado por um sistema de gestão e governança falho {6.3}. “*Os grandes empreendimentos, sejam eles na cidade, ou no mar, como petróleo e usina nuclear, causam tanto impacto quanto uma empresa na cidade que joga seus resíduos no mar*”. Mudanças globais, como as mudanças climáticas, reforçam e amplificam os desafios enfrentados localmente. “*De 40 anos pra cá, estamos vivendo as mudanças climáticas, e a cada ano que passa, vai se tornando bastante desafiador*”. Frente a tantos desafios, a inação ou a ação que desconsidera os contextos e práticas tradicionais representa um impacto adicional à sobrevivência desses povos. “*Grande parte do que a gente sofre hoje é porque as políticas são impostas. Elas não são dialogadas, não são feitos estudos adequados para serem criadas as legislações. [...] E aí, quando ela [a legislação] vem, ela vem ‘tratorando’ realmente*”.

O futuro dos ambientes marinhos-costeiros e das populações que dependem deles está ameaçado. “Se continuar indo nessa velocidade, do tal desenvolvimento, vamos chegar à extinção da pesca artesanal e de muitas espécies marinhas e seus habitats” {6.4}. A preocupação com o futuro está relacionada não apenas ao uso, mas ao acesso a esses ambientes, cada vez mais limitado por propriedades particulares, empreendimentos e legislações que levam à privatização da zona costeira e à espoliação dos territórios tradicionais. São processos de disputas violentos, com raízes profundas e estruturais. Com o avanço das ameaças, a manutenção dos conhecimentos e modos de vida dos povos indígenas e comunidades tradicionais está em risco, assim como o futuro das próximas gerações, uma vez que suas identidades estão intimamente relacionadas com a conservação dessas áreas. O futuro desejado por essas populações é o de continuarem vivendo em seus territórios com dignidade e qualidade de vida. “*O futuro deve ser pensado a partir de agora. Deve-se ouvir o que a floresta diz, o que as águas dizem, e o que as pessoas, nós que moramos nas comunidades, estamos dizendo, porque tudo o que está acontecendo já foi alertado pelas comunidades que utilizam esses recursos*”.

A resistência das populações indígenas e comunidades tradicionais segue forte em seus territórios e é chave para a conservação dos ambientes marinhos-costeiros do Brasil. A base da resistência é pela autoafirmação de identidades e pertencimento e pela manutenção e fortalecimento do extrativismo marinho-costeiro tradicional

{6.5}. “A gente precisa se aquilombar cada vez mais. Quando eu falo aquilombar é para se juntar, para fazer a defesa desse mesmo lugar, desse mesmo desejo que todos querem”. A articulação entre os diversos povos e movimentos de base é a sua principal ferramenta de resistência. Ao se articularem, os desafios e soluções presentes em diferentes partes do país são compartilhados. As experiências de mobilização e articulação de movimentos de base têm sido fortalecidas por parcerias com organizações não-governamentais, pesquisadores, universidades, instituições públicas e sistema jurídico, em particular o Ministério Público (MP). Ainda, o fortalecimento dos conhecimentos ancestrais, por meio de iniciativas de educação diferenciada, e a formação política de líderes na frente dos processos de decisão, acompanhada da conscientização sobre as ameaças, permitem o avanço na luta pelos seus direitos. O direito territorial é o foco das lutas. A delimitação e o reconhecimento dos territórios tradicionais estão diretamente relacionados com a autoafirmação das identidades desses povos e promovem maior capacidade de monitoramento e fiscalização dessas áreas, que se tornam espaços de resistência frente ao avanço de atividades depredatórias e de expropriação.

Instrumentos de gestão elaborados em diálogo com os povos indígenas e comunidades tradicionais demonstram maior potencial para o cuidado compartilhado dos ambientes marinhos-costeiros. Incluir os jovens nas discussões políticas promove maior diversidade e continuidade dos processos {6.5}. “A nossa cultura tem um manejo muito bem feito. Tanto que vivemos em algumas das regiões mais preservadas do mundo”. O cuidado com os ambientes marinhos-costeiros passa necessariamente pelo reconhecimento e valorização das formas sustentáveis de manejo tradicionais, que estão relacionadas com as culturas ancestrais desses povos. Iniciativas locais incluem: criação de acordos de pesca e outros mecanismos de ordenamento pesqueiro; automonitoramento da pesca; pesquisas realizadas pelos jovens com seus pais e avós, resgatando e registrando a sabedoria tradicional relacionada à pesca artesanal em suas comunidades e outros conhecimentos; e prática de modalidades de pesca de menor escala e impacto aos recursos e sistemas. Instrumentos de gestão territorial construídos pelos povos indígenas, como os Planos de Gestão Territorial e Ambiental (PGTAs) de Terras Indígenas e os Planos de Manejo e Acordos de Convivência, construídos pelas comunidades tradicionais, refletem suas maneiras de cuidar dos territórios e potencializam a boa governança em áreas conservadas ou prioritárias para a conservação. Da mesma forma, os Protocolos de Consulta, amparados pela Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), representam um instrumento de defesa dos territórios e dos direitos dos povos indígenas e comunidades tradicionais e, consequentemente, de proteção dos ambientes marinhos-costeiros. Envolver a juventude nos processos de articulação e tomada de decisão incentiva a sucessão geracional nas posições de representação política.

As mulheres sofrem desafios específicos na luta pelos seus territórios e modos de vida, principalmente relacionados à violência de gênero {6.3}. “Embora estejamos em um ambiente em que todo mundo é impactado, as mulheres precisam ser olhadas com esse cuidado, enquanto pessoas que às vezes sofrem de forma diferente os impactos so-

cioambientais que existem". Os encontros de mulheres, promovidos muitas vezes em parceria entre os movimentos sociais e colaboradores, representam uma oportunidade para a discussão desses desafios específicos e para avançar no fortalecimento da participação das mulheres em todos os espaços de decisão. {6.5} "A gente tem que ter sororidade, não perder as estribeiras. A gente faz loucura para defender as nossas vidas, as dos nossos filhos; portanto, a gente precisa realmente chegar aos locais onde não se tem fala, onde não se tem voz". As mulheres têm práticas e conhecimentos específicos sobre os territórios e muitas vezes assumem um papel preponderante na luta pela defesa dos ambientes marinhos-costeiros. No entanto, os desafios impostos pelo patriarcado às mulheres são também sentidos pela população LGBTQIA+ nessas comunidades, indicando a necessidade de um debate mais amplo para promover justiça, liberdade e equidade de gênero.

6.1 Introdução

É inegável a importância de práticas e conhecimentos locais e tradicionais para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Povos indígenas e comunidades tradicionais contribuem para a conservação de pelo menos 25% de toda a superfície terrestre (Garnett et al., 2018). No Brasil não é diferente: as áreas protegidas com presença de povos indígenas e comunidades tradicionais protegem ao menos um terço (30,5%) das florestas do país (Oviedo & Doblas, 2022).

Dentre os territórios tradicionais regularizados, as Terras Indígenas (TIs) e Territórios Quilombolas foram destacados como os mais eficientes para a conservação, uma vez que sua gestão é mais autônoma do que em outras áreas protegidas (Oviedo & Doblas, 2022). Outro dado que evidencia a relevância desses sistemas de gestão socioambiental na conservação da biodiversidade é que nos últimos 30 anos, as TIs perderam 1% de sua área de vegetação nativa, enquanto nas áreas privadas a perda foi de 20,6% (MapBiomas, 2022). Apesar da sua importância demonstrada na conservação das florestas no mundo, mais de 33% dos 404 milhões de hectares ocupados por povos indígenas ainda carecem de reconhecimento formal e, portanto, estão vulneráveis à degradação socioambiental (FAO & FILAC, 2021).

Em 1992, a Convenção da Diversidade Biológica (CDB) reconheceu a importância dos povos indígenas e comunidades tradicionais ao incumbir os países signatários a 'respeitar, preservar e manter os conhecimentos, inovações e práticas das comunidades locais e populações indígenas com estilo de vida tradicionais relevantes à conservação e à utilização sustentável da diversidade biológica e incentivar sua mais ampla aplicação com a aprovação e a participação dos detentores desse conhecimento, inovações e práticas' (CDB, 1992). Alinhadas à CDB, a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), criada em 2012, e a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES), criada em 2015, reafirmam a importância dos conhecimentos e práticas tradicionais para a proteção da biodiversidade e seus benefícios e se comprometem a incorporar tais conhecimentos em suas práticas e avaliações. O 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro reforça

esse comprometimento da BPBES, ao convidar representantes de povos indígenas e comunidades tradicionais das regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul do país a construir este capítulo, dedicado a caracterizar a zona marinha-costeira brasileira a partir de seus conhecimentos e percepções.

6.1.1 Povos indígenas e comunidades tradicionais no Brasil

O litoral do Brasil é povoado por indígenas, quilombolas, caiçaras, extrativistas marinhas e costeiros, incluindo a pesca e a coleta de mangaba, caranguejos, siris e mariscos, paneleiras, artesãs e artesões, entre muitos outros povos com culturas e modos de vida próprios, refletidos na relação de vida que mantêm com os ambientes marinhas-costeiros. Apesar de serem numerosos e expressivos, esses povos e comunidades são frequentemente invisibilizados em estimativas oficiais - com raras exceções - e, consequentemente, negligenciados na elaboração de políticas públicas.

Na zona marinha-costeira brasileira, existem pelo menos 61 Terras Indígenas reconhecidas ou em processo de reconhecimento, totalizando mais de 816 mil hectares⁴, o que corresponde a apenas 2% da área terrestre da zona costeira⁵, sendo que 216 mil hectares sequer correspondem a TIs homologadas⁶. O Censo IBGE de 2010 reportou pela primeira vez a existência de 305 povos e 274 línguas indígenas, totalizando quase 900 mil pessoas indígenas autodeclaradas⁷. Considerando todas as Terras Indígenas reconhecidas ou em processo de reconhecimento, a população indígena na área costeira-marinha é de aproximadamente 78 mil pessoas de ao menos 14 povos distintos⁸. Porém, esses números estão certamente subestimados, pois não consideram a população indígena que não vive dentro de TI.

Já a população quilombola, estimada entre dez e quinze milhões de pessoas organizadas em mais de 6300 quilombos (CONAQ *apud* Cunha *et al*, 2022), foi recenseada pela primeira vez no ano de 2022. Nos municípios costeiros do Brasil, há 111 territórios quilombolas oficialmente delimitados (IBGE, 2019), ocupando uma área superior a 390 mil ha, equivalente a aproximadamente 1% da área terrestre da zona costeira

4. A estimativa da área ocupada pelas TIs foi feita considerando as TIs localizadas a até 20 km de distância da linha do mar, a partir do mapeamento feito pelo Instituto Socioambiental e disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/>.

5. Considerou-se como a área terrestre da zona costeira a soma das áreas dos municípios costeiros (IBGE, 2021), de aproximadamente 42,7 milhões de hectares.

6. A homologação é o último passo no processo de reconhecimento jurídico de uma Terra Indígena, antes de seu registro oficial na Secretaria de Patrimônio da União. Para saber mais sobre esse processo, consulte: <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/demarcacao-de-terras-indigenas>.

7. Apesar da recente visibilização dos povos indígenas no Censo do IBGE, existem ainda desafios na apuração das estimativas, especialmente dentro das Terras Indígenas de difícil acesso. Uma fonte mais precisa para a população em TI demarcada é encontrada no Sistema de Informações da Atenção à Saúde Indígena (SIASI), vinculado à Secretaria Especial de Saúde Indígena (Sesai) (Sanches, 2022).

8. Ver nota de rodapé n. 5.

brasileira⁹. Outras populações tradicionais¹⁰, como as caiçaras que ocupam territórios costeiros do litoral sul do Rio de Janeiro ao norte do Paraná, não são recenseadas com distinção de demais habitantes dessas regiões.

O Brasil é signatário de importantes marcos normativos internacionais que reconhecem os direitos dos povos indígenas e comunidades tradicionais, como a Declaração das Nações Unidas sobre Direitos dos Povos Indígenas, de 2007, e a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), ratificada no país em 2002. Essa última, por tratar de Povos Indígenas e Tribais, tem sido utilizada em favor de todos os povos tradicionais, especialmente no que concerne seu direito à consulta livre, prévia e informada sobre políticas públicas e atividades que podem afetá-los.

No âmbito nacional, a Constituição Federal de 1988 reconhece os direitos territoriais aos povos indígenas e aos quilombolas. Seu artigo 231 afirma que os povos indígenas têm direito originário às terras tradicionalmente ocupadas. Dessa forma, o Estado brasileiro reconhece os povos indígenas como os primeiros habitantes dessas terras, cabendo-lhe o dever de demarcá-las e protegê-las. Ainda relacionado à Constituição Federal, o artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias determina a propriedade definitiva aos remanescentes das comunidades dos quilombos. Como a existência desses povos e comunidades está estreitamente relacionada aos seus territórios, o direito a essas terras é fundamental. Esses direitos são reforçados por outros instrumentos específicos, como o Programa Brasil Quilombola e sua “Agenda Social Quilombola” (Decreto nº 6.261/2007) e a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (Decreto nº 7.747/2012).

Em 2007, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT, Decreto nº 6.040/2007) amplia o entendimento jurídico da relação entre povos e comunidades tradicionais e seus territórios, ao defini-los como:

I - Povos e Comunidades Tradicionais: 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;

II - Territórios Tradicionais: os espaços necessários à reprodução cultural, social e econômica dos povos e comunidades tradicionais, sejam eles utilizados de forma permanente ou temporária, observado, no que diz respeito aos povos indígenas e quilombolas, respectivamente, o que dispõem os arts. 231 da Constituição e 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias e demais regulamentações (PNPCT, 2007).

9. Ver nota de rodapé n. 5.

10. Para mais informações sobre quem são as comunidades tradicionais no Brasil veja, por exemplo, Cunha, M. C. da, Magalhães, S. B., & Adams, C. (Orgs.). (2022). Seção 16: Comunidades Tradicionais. Em: *Povos Tradicionais e Biodiversidade no Brasil Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. SBPC: São Paulo.

A PNPCT conta com o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais para sua implementação. O Decreto nº 8.750/2016 instituiu o Conselho e lista os grupos que o compõem: povos indígenas; comunidades quilombolas; povos e comunidades de terreiro/povos e comunidades de matriz africana; povos ciganos; pescadores artesanais; extrativistas; extrativistas costeiros e marinhos; caicaras; faxinalenses; benzedeiros; ilhéus; raizeiros; geraizeiros; caatingueiros; vazanteiros; veredeiros; apanhadores de flores sempre vivas; pantaneiros; morroquianos; povo pomerano; catadores de mangaba; quebradeiras de coco de babaçu; retireiros do Araguaia; comunidades de fundos e fechos de pasto; ribeirinhos; cipozeiros; andirobeiros; e caboclos. Cabe ressaltar que essa listagem não é exaustiva e a composição do Conselho necessita ser revista à medida que novos grupos conseguem seu reconhecimento como povos e comunidades tradicionais e requisitam assento no Conselho.

Apesar dos avanços legais no Brasil pelo reconhecimento dos direitos de diversos povos e comunidades tradicionais, não há consenso sobre como nomear esses povos no nível normativo. Nesta publicação, usamos o termo Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais (PICTs), seguindo a nomenclatura adotada pelo IPBES (IPBES/5/15) e acordada entre as autoras e autores. É imperativo usar a nomenclatura com a qual os próprios povos se autodeclararam, porém, o uso do termo, tanto no nível normativo quanto pelos movimentos sociais, é bastante debatido entre os PICTs. O Fórum de Comunidades Tradicionais Angra-Paraty-Ubatuba do litoral sul fluminense e norte paulista, por exemplo, utiliza o termo Povos Originários e Comunidades Tradicionais (POCTs). Ao mesmo tempo em que todos os grupos concordam com a necessidade de ação coletiva e buscam fortalecer a articulação e cooperação no território nacional, cada grupo tem histórias próprias e pautas e desafios específicos. Os povos indígenas, em especial, são os povos originários dessas terras, com direitos específicos reconhecidos constitucionalmente por isso. Dessa forma, destacar os povos indígenas no termo escolhido não busca promover uma ruptura, mas sim reconhecer a singularidade histórica desses povos originários. “Originários porque o contexto do processo colonial é muito perverso na parte da organização, articulação, nos conflitos e genocídios. [...] Povos tradicionais são todos os povos, com suas tradições e manifestações culturais. Povos indígenas originários voltam à questão [...] de um povo que já estava aqui antes do contexto da invasão”.

6.1.2 Os conhecimentos tradicionais no Diagnóstico Marinho-Costeiro

Os povos indígenas e comunidades tradicionais historicamente “manejam a água, a floresta, o ambiente como um todo. [...] Se ainda temos determinadas espécies de frutíferas, de vegetais, de animais, é exatamente por conta da sabedoria milenar, por conta do cuidado, da ação fraternal. [...] E isso só é possível com o conhecimento tradicional”. Neste capítulo coletivo, 17 organizações ou grupos (Tabela 1) contribuíram para registrar os conhecimentos tradicionais sobre a zona marinha-costeira brasileira e tecer um diálogo com os conhecimentos científico-acadêmicos que compõem majoritariamente os outros capítulos (ver Apêndice A.6 sobre o método de construção do documento). Além disso, o Diagnóstico Marinho-Costeiro da BPBES estimulou os autores de todos os capítulos a identificarem e incluírem os conhecimentos tradicionais, com base em registros já publicados e em colaborações mais pontuais com representantes PICTs.

Tabela 6.1: Organizações e grupos de Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais que colaboraram com este capítulo, com abrangência de representação.

Organização	Abrangência
ANP - Articulação Nacional das Pescadoras	pescadoras artesanais, nacional
CGY - Comissão Guarani Yvyrupa	coletivos do Povo Guarani das regiões Sul e Sudeste
CNCTC - Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras	comunidades caiçaras, Sul e Sudeste
CNS - Conselho Nacional das Populações Extrativistas	comunidades agroextrativistas, nacional
CONAQ - Coordenação Nacional de Articulação de Quilombos	comunidades quilombolas, nacional
CONFREM - Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas	territórios extrativistas tradicionais costeiros e marinhas, nacional
CPP - Conselho Pastoral dos Pescadores	pastoral social ligada à Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB) em apoio a comunidades pesqueiras, nacional
FCT Bocaina - Fórum de Comunidades Tradicionais Angra-Paraty-Ubatuba	comunidades tradicionais, Serra da Bocaina (RJ e SP)
Fapaes - Federação das Associações de Pescadores Profissionais e Aquicultores do Espírito Santo	comunidades pescadoras e aquicultoras, Espírito Santo
Fórum da Lagoa dos Patos	grupo multissetorial, que aqui foi representado por comunidades pesqueiras, Lagoa dos Patos (RS)
GPB - Grupo Pró-Babitonga	grupo multissetorial, que aqui foi representado por comunidades tradicionais, Baía da Babitonga (SC)
Levante pela Terra	povos indígenas, nacional
MOPEAR - Movimento dos Pescadores Artesanais do Litoral do Paraná	comunidades pesqueiras da Ilha de Superagui (PR)
MPP - Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais	comunidades pesqueiras, nacional
Comunidade de pesca do Município de Araquari, Baía da Babitonga	comunidade pesqueira, Baía da Babitonga (SC)
Povo Pataxó, Terra Indígena Comexatibá, aldeia Dois Irmãos	comunidade indígena do Povo Pataxó (BA)
Povo Tremembé, Terra Indígena Tremembé da Barra do Mundaú	comunidade indígena no Povo Tremembé (CE)
Quilombo Caçandoca	comunidades quilombolas, Ubatuba (SP)
Quilombo Santa Rita do Bracuí	comunidades quilombolas, Angra dos Reis (RJ)

Este documento busca representar a oralidade de quem o compôs, destacando, entre aspas, os trechos oriundos das falas e textos das pessoas que colaboraram no processo de sua construção. Essa construção resultou em um texto elaborado a partir das palavras das próprias autoras e autores, com mínimas edições gramaticais - apenas na transformação de falas para um texto escrito - e breves cortes e inserções de sentenças, para conectar as diferentes contribuições, produzidas pelas organizadoras do capítulo e aprovadas por quem participou do processo.

Aqui, o próprio conceito de conhecimento tradicional é apresentado a partir das perspectivas dos representantes dos PICTs. “Falar sobre o conhecimento tradicional é muito complexo. É algo particular de cada pessoa, e conceitos não são suficientes para explicar”. “Tradicionalidade é como um curso de um rio. A mobilidade litoral, o vai e vem da pesca, do manejo da água, do mar, dos igarapés [...] é a certeza da importância de afirmar essa vivência, esses valores tradicionais para garantir a saúde do planeta e as diferentes vidas que concomitantemente se pertencem nesse espaço de bens comuns”. O conhecimento tradicional “é a prática da vivência equilibrada entre o homem e a natureza. Tem muito a ver com a mística e própria religiosidade da pessoa. Lembrando que a religião vem do latim e significa ‘*religare*’ algo que está ligado com algo místico. Essas pessoas são muito místicas, muito religiosas e não perderam essa mística, esse ligamento com a natureza. Dentro dos povos tradicionais a ligação é muito forte”. Representando modos de ser e estar em cada território, com respeito a toda a vida ali presente, “o conhecimento tradicional é a prova cabal de que a civilização originária é uma civilização de prolongamento de vidas”.

Esses conhecimentos se manifestam na sabedoria popular, nas práticas diárias, no saber-fazer. São “conhecimentos tradicionais de mexer com as folhas que a natureza oferece. A arte da construção de artesanias, de fazer uma casa. Tem o conhecimento específico, o momento certo de ir para a floresta; de fazer o corte do chamado pau a pique, do bambu; de tirar o barro; de fazer a base com pedra”. É um conhecimento “criado dentro de casa”, “calcado na oralidade, na observância, no sentir o próprio corpo que vibra”.

A inclusão dos conhecimentos tradicionais no 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro é um marco pois agrupa conhecimentos e representatividade das diferentes realidades de nossa zona marinha-costeira tornando este Diagnóstico mais completo e inovador. “Incluir o saber dos povos originários e das comunidades tradicionais é o reconhecimento que a ciência não é somente para quem possui a chamada Cátedra, ou formação acadêmica. [...] Que seja produzido e mostrado para toda a comunidade que a ciência foi praticada pelos povos, e não só brasileiros, mas todos os povos das Américas. [...] Isto precisa ser colocado em livros, em fotografias, em áudios, em imagens: os povos originários, os povos tradicionais, sempre respeitaram o meio ambiente. [...] Fica aí a importância do nosso lugar de fala”. “Nós [pescadores tradicionais] temos conhecimento que não é qualquer pesquisador que tem. Temos que trabalhar a teoria e a prática. A turma da teoria tem que concordar com a prática, e a turma da prática com a teoria. E aí nós vamos chegar num futuro bom”.

Registrar e transmitir os conhecimentos e as perspectivas dos PICTs sobre seus pró-

prios territórios no 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro é, sobretudo, um ato político voltado para o fortalecimento de suas lutas e da importância da participação social na tomada de decisão. “É importante introduzir o conhecimento tradicional porque o [extrativista] tradicional mora na beira da água, vive da água, trabalha dentro dela. Ele é a favor do meio ambiente, não estraga nada; ele extraí o que traz para comer e para vender”. “Ele [o extrativista tradicional] sabe que se ele não preservar, daqui há uns anos não vai mais existir o recurso natural para que ele viva, para que continue a cultura, os conhecimentos e saberes que cultiva há tantos anos”. “Ele é criado e sabe o que dizer, mas o pescador não está tendo a chance de falar disso, ele é podado”.

Essas vozes são negligenciadas e marginalizadas por um “sistema político de desenvolvimento antagônico e excludente [...] que impõe o padrão do desaparecimento das espécies de vida, incluindo a vida humana”. Iniciativas como esta possibilitam que se “dê visibilidade de que existe o pescador, o caiçara, o indígena e que eles retiraram o seu sustento da natureza. [...] Também é importante para preservar o território. [...] Pois, a partir do momento que eles [tomadores de decisão] souberem que [...] existem pescadores artesanais que usam o porto, que preservam os mangues, a procriação e reprodução do pescado, eles vão criar medidas e leis que preservem aquilo ali. Muitas coisas que estão acontecendo hoje não têm esse olhar, pois acham que não tem mais pessoas que vivem da pesca artesanal”.

A seguir, apresentamos os conhecimentos dos PICTs em quatro seções: (i) Os ambientes marinhos-costeiros: fonte de vida e tradição, (ii) A zona marinha-costeira ao longo do tempo: mudanças e suas consequências, (iii) Visões de futuro, e (iv) Caminhos para um futuro melhor.

6.2 Os ambientes marinhos-costeiros: fonte de vida e tradição

“Primeiro a gente tem que saber o que é sistema. [...] Para mim, significa ciranda de vidas. Ciranda de vidas, na qual ela gira e dá muita riqueza para nós”.

Os ambientes marinhos-costeiros se estendem do norte ao sul do Brasil compondo diversos biomas. Na região Amazônica, “a zona costeira-marinha contém a maior faixa contínua de manguezal. [...] E todo o litoral às vezes é invisibilizado. É um ecossistema que carece de muito cuidado, atenção e visibilidade. [...] Só na região do Salgado, no estado do Pará, nós temos sete Unidades de Conservação, as RESEX [Reservas Extrativistas] marinhas. Temos quatro na região de Caetés, uma no Marajó e não se conhece isso. [...] Nós aqui no litoral amazônico não temos cultura nem de consumo nem de pesca de lagosta. No entanto, somos o maior berçário da espécie, especialmente no Amapá. A gente sabe que elas nascem e se desenvolvem aqui, depois descem para o Nordeste onde acontece a engorda e no Ceará se faz a pesca. A gente precisa dar credibilidade, visibilidade” para o ambiente marinho-costeiro. Do nordeste ao sul do país, “na costa, podemos encontrar as florestas que compõem a Mata Atlântica, como também os ambientes de manguezal, restinga e os ecossistemas marinhos. Encontram-se entre eles algumas espécies como bromélias, orquídeas, ipê, palmeiras, quaresmeira, pau-brasil, cipós, jacarandá, peroba, jambo, jequitibá-rosa, imbaúba, cedro, tapiriria, andira, ananás e figueiras”.

A importância dos ambientes marinhos-costeiros é reconhecida na produção de oxigênio, na manutenção do clima e da vida. Eles são descritos como espaços que contribuem “de uma forma maravilhosa com a questão ambiental, com a questão das arborizações, do oxigênio”, que gera “o ar puro que a gente respira”. São ambientes relacionados à “sustentabilidade do clima. Ele [o ambiente marinho-costeiro] precisa ser cuidado para controlar o nosso clima, o nosso ambiente”.

São ambientes importantes pois estão ligados à manutenção da vida, no mar e no continente, reconhecidos como “um espaço de vida, um espaço de diversidade de espécies nativas”. Eles são “espaços [...] de reprodução de espécies de peixe, de crustáceo”, fornecendo as condições para a reprodução de diferentes espécies de animais (peixes, crustáceos, moluscos, aves, mamíferos, entre outros) e vegetais. O movimento das águas do Oceano, as correntes marinhas e a maré, “também regula nossos rios, as terras, ilhas; [...] nossos mangues são berçários e dependem da movimentação das águas marítimas”. “Os manguezais são berços marinhos, são como maternidade. Todo o peixe do mar grosso vem se produzir aqui, vem se procriar aqui. Eles ficam desde a ovulação, o nascimento, até a fase juvenil [...] resguardados nesses manguezais, nesses rios, nesses regatos”.

Na zona marinha-costeira brasileira foram desenvolvidas culturas e identidades específicas dos povos indígenas e comunidades tradicionais que a habitam. Suas histórias e relações com o Oceano foram construídas e transmitidas de geração em geração. “Eu lembro que desde criança eu sempre brinquei na água, sempre nadei no mar. [...] São encontros entre diferentes gerações onde a gente tem possibilidade de continuar brincando nesses ambientes. [...] É uma escola viva. Tudo é aprendizado. [...] Todo esse modo de vida que a gente tem aqui é muito simples, mas muito rico, muito dinâmico”. Os conhecimentos passados ao longo das gerações envolvem o saber-fazer, as relações culturais, espirituais e o conhecimento para tirar do mar e da terra o alimento, o sustento e o remédio como “um cânfora, que a gente chama de vassourinha, que a gente tira da terra e tem um cheirinho de gelol”.

São diversos povos que fazem parte dessa rede de identidades ligadas aos ambientes marinhos-costeiros. Os povos indígenas são reconhecidos como os povos originários dessas terras, cujos modos de vida vêm resistindo aos desafios impostos a partir da colonização há pelo menos 500 anos. “Para nosso povo, os ambientes do litoral, que envolvem a costa e o mar, são lugares que estão entrelaçados em nossa história, memória, sabedoria, saúde física e espiritual, além de indissociável de nossa alegria no presente e futuro”. “As ilhas, as regiões das baías, as serras, os morros, as encostas de rios são alguns dos locais tradicionalmente ocupados pelos Guarani há séculos, e que têm sido escolhidos para se viver, para dar continuidade ao nosso modo de existência, nhandereko”.

“É exatamente pelo Oceano que se inicia todo o processo de colonização do nosso território”, onde se inicia a história de muitos outros povos e onde está plantada a raiz de suas ancestralidades. A manifestação de um quilombola, por exemplo, revelou que “[o] ciclo de vida marinho-costeiro está intrinsecamente ligado à minha comunidade,

pois pelo mar viemos nos navios tumbeiros. Enquanto a roça não estava no ponto de colheita, o sustento sempre veio do mar e da costa e isso é feito até hoje. [...] Cada praia e costa é um relato vivo de nossa memória ancestral que vem através da oralidade dos mestres griôs, que ainda vão pro mar atrás do alimento”, ultrapassando o aqui e agora, e conectando passado, presente e futuro.

Cada território “é um espaço de luta, de identidade, de história, de cultura, principalmente e acima de tudo, de resistência. [...] E também um espaço de sobrevivência”. “A nossa zona costeira contribui para ter uma identidade. Ela tem uma identidade na sua trajetória. [...] E ela contribui na nossa forma de fazer, de existir, de ser. [...] Ela faz uma união em uma rede absurda entre nós”, “o que nos unifica é o nosso modo de produção, que é familiar”.

A sobrevivência é expressa nos modos de vida e atividades tradicionais, como o extrativismo e a pesca artesanal e de pequena escala, sendo que a maioria “do peixe que vai pra mesa da nossa população brasileira vem da pesca artesanal”. “As áreas marinhas e costeiras no Brasil são uma fonte de alimento pros pescadores e pescadoras”. Um alimento que contribui para a segurança alimentar de muitas famílias. “A gente nasce e cresce comendo os animais, todo o alimento que é oferecido pelo mar. [...] Eu sempre falo que a gente pesca no mar, a gente pesca no rio, a gente pesca no costão, nas pedras, a gente pesca na areia. Então é uma diversidade de pesca, de animais, de vida. E tudo está relacionado um com o outro”. “Eu que amo peixe, fui criada dentro do mangue com minha mãe pegando caranguejo, marisco, siri, ostra, tudo ela trazia do mar. Eu digo que o mar nos sustentou. Mar para nós não era visto como uma coisa para ficar lá sentado, era visto como um supermercado”. “A gente nunca passou necessidade, porque a gente sai daqui vai ali e pega um peixe, pega um siri, pega o marisco, pega uma ostra [...]. A gente consegue alimento fácil aqui, não existe miséria”.

O pescado é também uma fonte de renda. Os ambientes marinhos-costeiros “empregam outros milhões de trabalhadores, incluindo pescadores e pescadoras artesanais, [e pessoas empregadas no] tráfego marítimo”. Ainda assim, a ideia de trabalho está subordinada à possibilidade de autossustentação, como citado a seguir: “Uma vez que a pessoa perde o emprego e fica desempregada, ela já sai correndo e vai trabalhar na Baía da Babitonga. [...] Então, se ela não consegue tirar um dinheiro, pelo menos o alimento para a sua família ela consegue”.

Além do pescado, o turismo passa a ganhar cada vez mais importância para geração de renda local, com a possibilidade de manutenção das culturas costeiras. “O turismo cresce fortemente aqui. Então a gente também cria renda com turismo”. Mas não se trata de qualquer turismo, “em cada pedaço do Brasil existe o turismo de massa e o turismo tradicional, o turismo de base comunitária. Então ele [o turismo] contribui também para esse novo olhar avassalador que chegou no nosso meio, que foi turismo de massa. Hoje, a gente está conseguindo reverter esse olhar, com muito trabalho”.

Para todos os seres humanos que buscam no Oceano qualidade de vida, ele serve como um ‘remédio’ que promove o bem-estar. “Eu falo sempre que o remédio do pes-

cador, o remédio dos caiçara, dos extrativistas, dos nossos agricultores familiares que têm a pesca e a agricultura, que esse é o remédio tarja azul. Quantas vezes eu vejo os nossos pescadores felizes, indo pescar, indo tirar o seu sustento do mar. Não tem depressão que entra, não tem doença que entra”. “Os médicos começaram também a indicar para as pessoas que tinham alguns problemas de saúde virem tomar banho de mar, de sol na praia”. Dessa forma, é possível considerar que “um ambiente equilibrado, ele traz vida para as pessoas que estão lá nas grandes cidades também”.

Os depoimentos dos povos indígenas e comunidades tradicionais ressaltam a importância do mar para a sociedade como um todo, mas também demonstram haver diferenças em como diferentes grupos dependem e se relacionam com esses ambientes. Seguem-se alguns exemplos: “É nessa certeza que os povos indígenas do Brasil, do Ceará, têm um espaço do litoral como espaço sagrado de espiritualidade, de festejo de fé, de crença, de religiosidade, da cultura [...]. A gente anualmente faz os festejos [...] e outros rituais na praia para que a gente venha a invocar a força, a resistência, a encantaria dessa potencialidade do mar. O litoral não só é um espaço que faz parte do ambiente da natureza, mas hoje, ele é um espaço importante, que quem mora nesses espaços necessita tanto espiritualmente quanto fisicamente para poder viver bem e melhor, por isso que a gente precisa protegê-lo e cuidar”. Os maretórios¹¹, assim como os territórios, são entendidos como “lugares sagrados onde existem vidas que alimentam outras vidas e seres humanos” sendo parte das culturas e identidades desses povos, as quais estão diretamente relacionadas à manutenção desses ambientes. “Toda a nossa cultura depende muito de um ambiente marinho bem preservado”.

6.3 A zona marinha-costeira ao longo dos tempos: mudanças e suas consequências

Os processos de uso e ocupação da zona marinha-costeira modificam seus ambientes e, quando insustentáveis, causam poluição, degradação ambiental, e perda de habitats, afetando a vida marinha e o próprio ser humano. “As mudanças dos ecossistemas marinho e costeiro devem-se à pesca e à coleta predatória, fora isso [tem] o aterro contínuo de manguezais e áreas de restingas que são modificadas pela especulação imobiliária, que expulsa comunidades tradicionais inteiras comprando a terra e a identidade do caiçara-quilombola; mudanças de cursos de rios que desaguavam no mar, e que eram fundamentais no ciclo de reprodução; aprofundamento de canais de estuários, plataformas de prospecção de petróleo, obrigando a mudanças da rota pesqueira”.

Em alguns locais, praias, manguezais, canais, barras e rios passam por processos de assoreamento e erosão que mudam as características dos ambientes. Na região norte, há relatos de “desbarrancamento e queda das matas; assoreamento com aparecimento de grandes praias no litoral; aumento do nível do mar”. No sudeste, “a gente percebe muito o avanço do mar no continente. Tem lugares em que várias casas foram derrubadas. Os barrancos cada vez mais vão sendo comidos pelas marés. Cada vez que dá uma maré alta, tira um pedaço do barranco”. No sul, temos o exemplo da Baía

11. Termo utilizado por algumas comunidades tradicionais extrativistas marinha-costeiras para fazer referência à área utilizada por tais comunidades para reprodução de seus modos de vida.

da Babitonga: “Nosso Linguado [canal da Baía da Babitonga] assoreou tudo, são quinze quilômetros e quinze quilômetros de lama”. “O Canal [Linguado] antigamente dava 18 metros de profundidade na beira da BR [estrada federal BR 101] e agora não dá mais dois, um metro de água, é muito assoreamento, muita lama”.

Tais mudanças impactam a saúde do ambiente e prejudicam diretamente o próprio modo de vida tradicional e a saúde das populações. “A gente percebeu que o rio está sendo soterrado. E isso está impactando as espécies existentes dentro do rio, os crustáceos, e o manejo de subsistência, de sobrevivência desses pescadores, pescadoras, marisqueiras e marisqueiros, que não só estão no mar, mas também no rio, para sobreviver. Os impactos de desmatamento e queimadas nas áreas de mangue afetam diretamente a sobrevivência e o processo de reprodução desses peixes, das aves. Então, isso também é um olhar preocupante”. “O impacto não é só a maré seca, a maré cheia ou a espécie que nasce e morre. Mas um contexto onde cada família que sobrevive e necessita daquela área marítima, sofre também esses impactos”. “Hoje o que a gente vê em algumas aldeias indígenas? As crianças doentes pelo mercúrio, pelo óleo derramado no mar, pelo óleo derramado no rio”.

Ao longo dos anos, as populações que tradicionalmente habitam a zona costeira brasileira acompanharam o surgimento de cidades, instalação de grandes empreendimentos, mudanças do uso e ocupação sobre seus territórios: “Esse avanço da especulação imobiliária sobre a faixa litorânea é uma coisa horrorosa. [...] A gente vê mega empreendimentos avançando sobre a área de costeira, avançando sobre praia, sobre a área de restinga, sobre o curso de rios”. “A gente teve muitas áreas de manguezais, áreas mais alagadas, que foram totalmente aterradas para se construir novas moradias, condomínios de luxo”. “E essas construções irregulares na beirada da água - que acontecem no mundo, no Brasil inteiro - eles [empreendedores] constroem sem licença; fazem e a polícia não liga. Eles derrubam e fazem o que querem. Tiram as dunas, pintam e bordam”. “Estão formando cidades na beirada da água depois estão puxando a terra de alto mar para aterrinar e fazer praia. [...] Aí eles fazem um buraco fundo na costa, depois aparece o tubarão e dizem que o tubarão está atacando”.

A ocupação da zona marinha-costeira não vem acompanhada da infraestrutura necessária para garantir a qualidade do ambiente, resultando em poluição de diversos tipos. Nas regiões costeiras, a falta de saneamento básico é evidente: “[as construções] estão crescendo muito e o esgoto vai para as nossas lagoas de qualquer jeito, pelas bocas de lobo, asfalto, vai para as nossas lagoas e, assim, vai pelas nossas barras também para o mar”. “E quando você vai curtir uma praia, você pega uma bactéria. Você sente a lama no seu pé, o mau cheiro. Tudo isso é impacto de nós seres humanos ou de algum empreendimento grande, que traz esse mal-estar para a sociedade”. “O esgoto corre para a praia e o lixo fica todo lá empilhado. Então é um tiro no pé do pescador. [...] A tartaruga vai comer aquilo que está ali, vários peixes vão comer a sujeira que vai para lá”.

Além do esgoto e lixo, a intensificação da presença humana no mar também causa poluição sonora que afeta a biota: “Um dos fatores que acaba, afasta, espanta os camarões e até alguns cardumes é a poluição sonora. É muito barulho de embarcações”.

Questão também presente em atividades de prospecção mineral: “começa com uma pesquisa sísmica que vai com um navio com 12 cabos com 6 milhas de comprimento. [...] Esse navio sísmico vai soltando explosão na faixa de 12 a 16 tiros por minuto, saindo do navio com 80 decibéis e chegando no fundo do mar com 220 decibéis. Eles fazem isso para capturar o som que atinge o solo e depois retorna para os cabos para saberem onde tem petróleo ou não. Eles fazem isso principalmente na época da desova dos nossos pescados. E quando nós perguntamos o que acontece [...] até hoje eles não deram uma resposta porque não tem pesquisa para isso”.

“Hoje [a zona marinha-costeira] é um dos maiores espaços que tem crimes, danos, e impactos. Tem lixo, desmatamento, queimadas, destruição, mudanças de espaços nativos. [Tudo isso] também impacta a sobrevivência das espécies que temos dentro do território”. Esses impactos alteram tanto a quantidade de espécies e os tamanhos populacionais [número de indivíduos], quanto a própria anatomia [tamanho dos indivíduos] e morfologia das espécies: “São os casos do marisco, que não se desenvolve mais no mesmo tamanho, e também do saguaritá, um tipo de caramujo que dá na costeira, que também já não é do mesmo tamanho”. Ainda, nota-se o aparecimento de espécies invasoras: “A gente está se deparando com esse desequilíbrio ao ponto de os manguezais serem devorados por lagartas, porque o desequilíbrio do ambiente trazido pela poluição química resulta na mortandade de árvores e do manguezal. Pra gente foi muito estranho ver a lagarta devorar mangue e é muito mangue [na região de Ilha da Maré, BA]. E aí quando a gente vai procurar saber por quê ou é poluição química, ou o desequilíbrio da falta de pássaro que consiga comer as lagartas”.

Além de terem seus modos de vida afetados pela degradação ambiental, as populações tradicionais sofrem com a expulsão de seus territórios em terra e no mar. “A gente está vendo aqui na nossa região [no litoral de Santa Catarina¹²] os grandes resorts, loteamentos, empreendimentos, avançando cada vez mais nos costões, para as nossas áreas marinhas. Com isso, muitos caminhos da nossa tradição estão sendo perdidos, sendo fechados”. “Lá na comunidade [no município de Ubatuba, SP] a gente sofreu expurgo, foi retirado de dentro de nosso território que é uma região de Mata Atlântica”. Com os processos de urbanização avançando sobre áreas ocupadas e utilizadas por povos e populações tradicionais, a zona marinha-costeira brasileira tornou-se um espaço de disputas e conflitos. O sistema de governança e o modelo de desenvolvimento vigentes favorecem o acúmulo de capital e a instalação de grandes empreendimentos, submetendo comunidades tradicionais costeiras a situações de expropriação e violência que ameaçam sua própria existência.

Envolta em uma narrativa de progresso e desenvolvimento, a ideia de *modernidade* preocupa os PICTs que entendem que ela traz empreendimentos que destroem os ambientes marinhos-costeiros e causam tragédias socioambientais que não recebem a devida atenção dos gestores públicos. “Então o desafio hoje é essa modernidade. (...) Essa decomposição do ambiente saudável cada vez maior”. “Os ecossistemas marinhos e costeiros de nossas regiões sofrem constantes ameaças, são investidas de

12. Para conhecer mais sobre a pesca artesanal no litoral de Santa Catarina, veja: Documentário “Guardiões da Pesca - Laguna/SC”, em <https://www.youtube.com/watch?v=oXhs2YTplnI>

cunho desenvolvimentista que se sobreponem às ideias e iniciativas de conservação e preservação desses ecossistemas”.

Trata-se de um modelo neoextrativista¹³ que prioriza investimentos em atividades industriais como portos, usinas, plataformas de prospecção de petróleo, gasodutos e parques eólicos. Esses empreendimentos ocupam e transformam a zona marinha-costeira, preocupando os PICTs. “Os grandes empreendimentos, sejam eles na cidade, ou sejam eles aqui no mar [...] causam tanto impacto quanto uma empresa na cidade, mas que joga seus resíduos no mar. Quem está aqui na ponta, como os pescadores e pescadoras principalmente, ou os moradores que usufruem diretamente do mar, sentem na pele”. “Eu estou num estado [Espírito Santo] que tem menos de 500 km de costa e infelizmente nós já temos 11 portos e uma previsão de serem criados mais 27. Alguns já estão licenciados, outros já em início de construção e outros para licenciar. [...] No nosso estado, já tem muitas plataformas [de prospecção de petróleo], tanto do mar quanto internas. De vez em quando dá vazamentos e a gente não vê nenhuma providência dos nossos governantes”.

Alguns empreendimentos que poderiam gerar melhorias para os modos de vida locais, quando não são implantados com a participação dessas populações, terminam por gerar mais impactos e conflitos. “O que nos preocupou durante esses 20 anos foi a implantação de [plantas de energia] eólica no litoral do estado do Ceará. Eu acho que é um dos empreendimentos mais impactantes e que vem tendo um olhar ganancioso. Essas eólicas que foram implantadas causaram uma erosão muito grande no rio. Devido a ser dunas móveis, o processo de erosão intensificou” (Ver Quadro 6.1). “A gente começou a querer discutir de fato a questão do pré-sal que nos é muito caro. Os impactos no mar, principalmente, mas também na terra. A duplicação da [Rodovia] Rio-Santos, o aumento da área portuária e uma série de coisas que nos afeta [...]. Ele [o pré-sal] afeta toda a cadeia econômica da região, desde Santa Catarina até o Espírito Santo. Vem arrebentando e as comunidades vão sendo afetadas. E isso é irreversível. [...] Como a instalação mar adentro não afeta as correntes marítimas, a produção de pescado e o pescador? Afeta tudo para o interesse de meia dúzia”. Da mesma forma que no Ceará, a região da Lagoa dos Patos (RS) também tem sido alvo de conflitos devido à tentativa de concessão da área para a implantação de parques eólicos¹⁴.

13. Neoextrativismo se refere aqui ao modelo de extração de recursos naturais gerador de impactos socioambientais insustentáveis, como a mineração e a exploração de petróleo. Pode ser definido como um “estilo de desenvolvimento baseado na apropriação da natureza, que alimenta uma estrutura produtiva pouco diversificada e altamente dependente da inserção internacional como fornecedores de matérias-primas” (Gudynas, 2009). Não é sinônimo e não deve ser confundido com o termo “extrativismo” citado ao longo do documento, se referindo ao extrativismo tradicional. Este, por sua vez, envolve atividades de pequena escala, amplamente diversificadas e sazonais, incluindo a extração de recursos não apenas do mar, mas dos mangues e da mata de transição, como a coleta de frutas, sementes, raízes, palha e barro.

14. Para saber mais, leia o manifesto contra a concessão onerosa da Lagoa dos Patos:
<https://sul21.com.br/opiniao/2022/02/manifesto-contra-a-concessao-onerosa-da-lagoa-dos-patos/>

Quadro 6.1: Geração de conflito territorial: Energia Eólica offshore no Ceará*Contribuição: Ezequiel Tremembé*

Tida como uma fonte de energia renovável e com baixa emissão de gases do efeito estufa, a energia eólica passou a receber mais investimento no Brasil a partir de 2002, por meio do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). O nordeste concentra 80% da produção atual no país, sendo que o Rio Grande do Norte e o Ceará ocupam a primeira e terceira posições, respectivamente. Todos os parques eólicos em operação localizam-se em terra, porém o potencial de aumentar a geração de energia com usinas instaladas no mar (*offshore*) tem sido incentivado pelos governos.

“Hoje no estado do Ceará e até no Rio Grande do Norte, por que não dizer no nordeste, tem a implantação de eólicas, principalmente na terra, mas também agora é um desejo das empresas implantar essas eólicas no mar. [...] A energia eólica não é uma energia limpa, mas sim um instrumento de impacto, uma energia que promove um grande impacto dentro desses territórios e nas proximidades deles. Hoje é uma ambição dessas empresas para dentro dos territórios, implantar dentro do mar os parques eólicos. A gente já vem sofrendo com alguns outros impactos. No Ceará a gente tem o exemplo do petróleo no mar, daquele óleo preto que encalhou muito no nosso litoral, também a dificuldade no processo de reprodução das tartarugas em áreas que eram para ser restritas, mas tem fluxo [de embarcações]”. Apesar de ser considerada uma fonte de energia renovável, os parques eólicos podem gerar diversos impactos socioambientais. O próprio conceito de “energia limpa” é então posto em questão pelos povos indígenas e comunidades tradicionais que têm seus territórios impactados. Em terra, estudos publicados pela Universidade Federal do Ceará (UFC) demonstraram o impacto na movimentação de dunas e a impermeabilização do solo, por exemplo. Relatos de alteração na produção agropecuária, piora na saúde mental e contratos abusivos pelas empresas de geração de energia eólica são comuns nas áreas onde os parques já foram implantados, como nos mostra o Documentário da Fetape “A Armadilha da Energia Eólica”. No mar, a área ao redor dos parques precisaria ser isolada, demandando um regime de uso privativo¹⁵ que restringe o exercício de outras atividades, como a pesca, na região. Além disso, a presença das estruturas pode funcionar como um substrato para fixação de espécies exóticas e gera mudanças na movimentação da fauna marinha, o que pode afetar o ciclo reprodutivo de algumas espécies e levar ao desaparecimento local de outras. Quando afetam espécies de interesse econômico, essas mudanças aumentam o impacto sobre a pesca e consequentemente sobre os modos de vida locais.

15. O uso privativo dos bens públicos ocorre nas hipóteses em que o Poder Público consente com a sua utilização por determinado particular com exclusividade, isto é, em detrimento dos demais possíveis interessados (EPE, 2020)

“Eles [empresas/governos] afirmam que é uma energia limpa, verde, que é aquele processo de geração de energia que não gera tanto impacto como outros meios que produzem energia, mas que, de fato, para se construir essa energia, é necessário o impacto grande [...]. Ao redor do nosso território Tremembé da Barra do Mundaú, por exemplo, aqui no Ceará, a gente vê muito ao redor de nossas fronteiras a eólica. [...] A gente já viu muito sofrimento, a gente percebe e vê atualmente a dificuldade de água, de acesso a esses espaços que antes eram um percurso, um fluxo de pedestres, animais, veículos e que hoje é tudo fechado, privado. Então a gente vê o grande impacto que dá”.

De acordo com o Ibama, em agosto de 2022, havia 66 projetos de complexos eólicos *offshore* com processos de licenciamento em andamento no Brasil. Destes, 18 localizam-se na costa do Ceará e somam mais de 3.000 aerogeradores que cobririam praticamente toda a extensão costeira do estado. Segundo o Mapa de Conflitos organizado pela Fiocruz, “é importante chamar atenção para o fato de que nos 573 km de costa do estado habitam pelo menos 110 comunidades (pescadores artesanais, populações indígenas e quilombolas e agricultores camponeses), constituindo parte significativa da população e história do Ceará. Essa população é caracterizada por sua relação sustentável com o ecossistema e a biodiversidade da região. Na interação direta com a terra, as águas, a fauna e a flora constroem culturas: trabalho, expressões artísticas, religiosas, organização comunitária etc. A agricultura camponesa e a pesca artesanal são as principais formas de trabalho desses grupos na construção de seus modos de vida”. Portanto, a alta concentração de projetos eólicos no Ceará representa uma ameaça direta à sobrevivência das populações tradicionais que vivem da pesca.

Populações tradicionais já vinham chamando a atenção para os impactos dos parques eólicos instalados sobre dunas e manguezais e agora soma-se a preocupação com o mar. Muito embora a expansão dos parques eólicos em ambiente marinho possa representar um potencial positivo para a matriz de energia renovável no país, com impactos menores se comparados a outras formas de geração de energia, ela pode gerar graves impactos socioambientais. Portanto, antes de sua implantação, é primordial a consulta livre, prévia e informada às populações diretamente afetadas por esses empreendimentos.

Mais informações em:

Processos de licenciamento ambiental de eólicas offshore abertos no Ibama até 02 de agosto de 2022 - [Mapa em PDF; http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/ce-agricultores-familiares-e-pescadores-artesanais-de-itapipoca-lutam-por-seus-direitos-territoriais-politicos-e-ambientais/](http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/ce-agricultores-familiares-e-pescadores-artesanais-de-itapipoca-lutam-por-seus-direitos-territoriais-politicos-e-ambientais/)

Documentário “A Armadilha da Energia Eólica - Os impactos desses grandes empreendimentos em Pernambuco”, Fetape: https://www.youtube.com/watch?v=leQ2UA_3v_8

EPE. (2020). EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. ROADMAP Eólica Offshore Brasil. Perspectivas e caminhos para a energia eólica marítima. Rio de Janeiro, Brasil, 140p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-456/Roadmap_Eolica_Offshore_EPE_versao_R2.pdf. Acesso em: 15 de dezembro de 2022.

Gorayeb, A., Brannstrom, C., & Meireles, A. J. A. (Orgs.). (2019). “Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil”. Fortaleza: Edições UFC. 304 p.
http://www.observatoriodaenergiaeolica.ufc.br/wp-content/uploads/2019/07/livro_web.pdf

"Tudo isso e mais um bocado está dentro da Economia Azul que o governo implantou agora [...] e que praticamente privatiza o mar. O estado do Espírito Santo está loteado pelas empresas de petróleo, plataforma, mineroduto, gasoduto. E agora querem implantar o sal-gema no norte do estado, a região mais sofrida. Nós conversamos com os companheiros do Rio Grande do Norte e eles falaram do impacto que isso traz nas comunidades, tanto para o meio ambiente como para a sociedade do entorno. Câncer de pele, problema de vista... É uma tristeza, fora muitos outros mais que vêm aí com essa lei da Economia Azul. [...] E nós perguntamos: para quê e para quem?".

Dentre as atividades industriais, destaca-se o aumento da pesca industrial como grande impacto à pesca artesanal e aos pescadores e pescadoras. "Esses grandes barcos, eles vêm para sugar toda a riqueza que a gente tem. Que é cultural, que é a paz social, da mulher, da criança". "O Oceano está pobre, a pesca industrial é tão feroz, lá no Oceano, que aqui a gente não consegue pegar quase mais nada. Os animais, os peixes que tentam vir para desovar dentro de nossas regiões são capturados lá no Oceano". "E os cardumes não encostam porque a pesca industrial não deixa. Quando localizam cardumes, eles [os barcos industriais] operam até acabar. Enquanto não acaba, eles não param de operar. [...] A pesca industrial hoje está jogando muito solto, muito aberto. E os governos não estão atentos para isso, pelo contrário, estão incentivando". "A política que está sendo estabelecida é a política do criar o pescado para fortalecer e favorecer os empresários e passar por cima dos territórios tradicionais".

Ainda se tratando de impactos de atividades pesqueiras, a pesca esportiva também é descrita como "uma das coisas que está acabando com o pescador artesanal em toda a costa brasileira e nos rios. Tem que [...] botar regra. Existia regra e o pescador de linha, turismo, pesca esportiva [podia capturar] 10 kg e 1 unidade [uma espécie]. Hoje eles pegam 300, 400 kg. Não tem fiscalização em lugar nenhum. Dizem que não dá para fiscalizar, mas é uma grande mentira. Porque eles [pescadores esportivos], para sair em praia aberta, o mar tem que estar muito bom. Eles saem do porto, é fácil de controlar. Eles [Secretaria de Aquicultura e Pesca] deram carteira para todo mundo. Nós vemos isso como um grande desrespeito para com a natureza e os sobreviventes da pesca artesanal".

Todos os projetos desenvolvimentistas mencionados são vistos, portanto, como ameaças à continuidade dos modos de vida tradicionais. "Essa questão de tudo que é grande é bom. Não! Não é bom. Porque a gente perde a nossa cultura, a forma que o nosso pai nos ensinou a pescar, a hora de pescar". "Está me preocupando muito, neste momento aqui na nossa região [no litoral de Santa Catarina], a mudança de canoas a remo para canoas a motores, em arrasto de praia. E o mais triste é que tem gente comemorando isso, da própria pesca artesanal. Eu acho que isso é uma perda da tradicionalidade, é uma perda de cultura. [...] Então o artesanal vai perdendo as suas características com essa visão de ter, de ter mais. E não é nisso que a gente tem que mudar e pensar. O capitalismo vai chegando nas nossas comunidades e vai parecendo que é um ganho, e não é, porque não é a qualidade, é a quantidade". "Há 40 anos, aqui na minha comunidade, não tinha aparecido ainda embarcação a motor. Os petrechos

de pesca sofreram uma evolução que deixou com uma condição de pesca gigantesca. [...] Os meus avós faziam redes com fibra de tucum, faziam redes artesanais. Hoje a gente pode vir na cidade, juntar um pouco de dinheiro e comprar muita rede. [...] A gente vê esses pescadores que pescavam linguado, um tempo atrás, com rede de 100 braças, com rede pequena, hoje com rede de dez quilômetros. Essa mudança toda, essa voracidade da nossa própria pesca, da nossa própria necessidade de ganhar dinheiro, acaba colocando a gente em uma situação perigosa com a natureza, muito perigosa". "Infelizmente, em nome do progresso, em nome do capital, o ser humano acaba com o seu próprio meio de vida, com o seu próprio ambiente".

A perspectiva de continuidade do modelo de desenvolvimento em curso preocupa aqueles que cuidam de seus territórios há gerações e se veem em uma situação de descaso e abandono para enfrentar os impactos ambientais que vivenciam. Por exemplo: "Teve uma época que teve um vazamento de uma química de uma das empresas [na Baía da Babitonga]. [...] Nessa contaminação, o bagre sumiu da nossa baía. Agora, depois de uns 16 anos que eu estou notando que ele está retornando, mas muito lentamente. [...] Os nossos mares estão muito contaminados, as grandes empresas não respeitam. Se provocam um acidente, fica por isso mesmo". "Aqui a gente tem o Porto de Paranaguá, que se aproxima cada vez mais de nossas comunidades. Quando tem acidente no porto, o impacto chega rapidamente às nossas comunidades. [...] Há alguns anos, a gente teve aqui na Baía [de Paranaguá] um derramamento de petróleo. O derramamento aconteceu num dia e no outro dia a gente já tinha as nossas praias todas cobertas de petróleo. A gente via os botos que vivem aqui na nossa região emergindo no meio do óleo".

Exemplos de crimes ambientais são notados ao longo de toda a zona marinha-costeira brasileira e podem chegar ao extremo de levar os moradores locais a se arriscarem para diminuir os efeitos nocivos desses crimes em seus territórios: "Aquela tragédia de Mariana que cortou todo o Rio Doce, 600 quilômetros do Rio Doce chegando até o mar. Hoje, praticamente toda a costa capixaba está contaminada com o rejeito da Samarco, da Vale BHP, por causa daquele crime que ela cometeu em 2015. Já vão sete anos e até hoje nada foi feito para impedir que esse rejeito continue descendo o nosso rio todo e contaminando nosso litoral. [...] E se isso não bastasse, teve aquele petróleo que apareceu lá na Paraíba [em Agosto de 2019] e com menos de 45 dias chegou aqui no estado do Espírito Santo. Em nenhum momento o governo federal tomou alguma providência para não deixar aquele inferno daquele petróleo chegar nos nossos manguezais, nos nossos corais. Pelo contrário, impedia a gente de estar ali. Nós estávamos correndo o risco de ser contaminados, mas a gente se preocupava muito em ter aquilo ali para nós, pela destruição da nossa natureza. E aí a gente nem se preocupar com a nossa saúde, a gente entrava de qualquer jeito porque a gente queria tirar aquilo ali do meio ambiente. A gente sentia que da onde nós tirávamos o nosso sustento estava sendo destruído" (Ver Quadro 6.2).

Quadro 6.2: Do Rio ao Mar: rastro de destruição da mineração

Contribuição: Manoel Bueno dos Santos

Conhecido como o maior desastre socioambiental já ocorrido no Brasil, o rompimento da barragem de Fundão da empresa mineradora Samarco (e suas controladoras Vale e BHP Billiton) é um caso emblemático de como os impactos gerados no continente podem transbordar para o mar. Em novembro de 2015, a lama tóxica derramada em Mariana (MG) percorreu todo o curso do Rio Doce impactando diversas cidades e comunidades em Minas Gerais e Espírito Santo ao longo de seu trajeto fatal. Em poucas semanas atingiu o Oceano Atlântico, onde a “pluma” contaminante se estendeu mar adentro por centenas de quilômetros ao sul e ao norte da foz do rio.

“Nada essa empresa fez para impedir que o rejeito atingisse os 600 km do Rio Doce, até o mar. E até hoje continua não fazendo nada. Qualquer chuvinha lá [em Minas Gerais], desce mais rejeito até aqui [no Espírito Santo]. Essas represas hidrelétricas acumulam o rejeito e, quando chove, mexe com o fundo e desce mais. A gente não tem mineração no estado [do Espírito Santo], mas a exploração que fazem em Minas impacta diretamente aqui”, denunciou Manoel Bueno (Nego da Pesca), coordenador-geral do Movimento dos Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP).

Foram derramados mais de 50 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro (água, areia, ferro, resíduos de alumínio, manganês, cromo e mercúrio) que seguem trazendo consequências negativas para as populações que dependem do Rio Doce e para os pescadores e pescadoras artesanais da costa capixaba. Para Ailton Krenak, líder e filósofo indígena, o *Watu*, como seu povo chama o Rio Doce, está em coma: “O evento mais dramático que o povo da Bacia do Rio Doce vive, segue vivendo, é essa derrama de veneno na cabeceira do rio. Aquela gosma da Samarco e da Vale, aquele material tóxico recobriu as lajes de pedra com uma coisa plástica, que não deixa nem que o lodo, o líquen, que novos materiais orgânicos se constituam ali para criar um ambiente de vida aquática. A ictiofauna, as espécies de água, foram todas eliminadas”. E denuncia: “Não foi um acidente. [...] Foi um incidente, no sentido da omissão e da negligência do sistema de licenciamento, supervisão, controle, renovação das licenças, autorização de exploração”.

Mortes; contaminação de pessoas, da fauna e flora aquática, e da água por metais pesados; destruição de áreas construídas ou utilizadas para manutenção dos modos de vida local, levando ao despojo de populações ribeirinhas de suas terras; assoreamento do rio; destruição da mata ciliar; e agravamento da saúde física e mental de todas as populações atingidas estão entre os principais impactos sentidos ao longo do rastro de destruição da lama.

Em meio a um turbulento processo de negociação com as empresas, chegou-se a um Termo de Transação e Ajuste de Conduta (TTAC) que determina a reparação

integral de danos materiais e imateriais às pessoas atingidas. No entanto, na carta denúncia publicada em novembro de 2020, fica evidente o não cumprimento dos acordos: “Há 5 anos esperamos por um pedido público de desculpas, além do compromisso das empresas responsáveis pela garantia dos nossos direitos. Até hoje, nenhuma pessoa ou empresa foi punida pelo desastre-crime. Gostaríamos de prestar nossa homenagem àqueles que se foram no dia cinco de novembro de 2015, vítimas de um modelo de mineração predatório que coloca o lucro acima das vidas humanas e do meio ambiente. E aos entes queridos que faleceram durante esse árduo processo de luta pela reparação integral. Nossas vidas se transformaram e, desde então, esse sofrimento parece não mais acabar”.

Mais informação em:

Mapa de Conflitos

<http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/mg-atingidos-pelo-desastre-ambiental-de-mariana-lutam-por-reassentamento-e-garantia-de-reparacao-justa-dos-danos-morais-materiais-e-imateriais-que-sofreram/>

Carta Denúncia das pessoas atingidas pelo rompimento (05/11/2020)

<https://racismoambiental.net.br/2020/11/06/carta-denuncia-e-divulgada-por-pessoas-atingidas-pelo-rompimento-da-barragem-em-mariana-mg/>

O exemplo do derramamento de rejeitos de mineração no Rio Doce demonstra como as águas continentais estão conectadas com o mar, de maneira que os impactos causados em um lugar, podem transbordar para muito longe. Outros exemplos dessa conexão são citados a seguir: “A gente era banhado pelo Rio Araguari [no estado do Amapá]. Com a chegada das hidrelétricas que foram criadas no leito do rio Araguari e passaram a funcionar no ano de 2013, as ilhas onde a gente está habitando praticamente estão sendo destruídas, está tudo sumindo do mapa. Com isso não são só os moradores que estão tendo essa perda, mas todo o território está sendo destruído, os peixes, as praias, onde os pescadores faziam sua pesca, onde os peixes se reproduziam [...] com a força da água, isso tudo está sendo destruído”. “O Marajó por exemplo, com a questão da usina hidrelétrica de Belo Monte e como esse projeto monstruoso, que não seria belo, na verdade é um monstro na nossa região. Tem mudado muito nossa região, a forma como nós aqui pescamos, como nos relacionamos com a floresta, com o mar, com os rios, com nossas águas”. “Eu acredito que [...] depois da pesca industrial e do fechamento da barragem do Tucuruí [no estado do Pará], nós tivemos uma desaceleração no desenvolvimento da área pesqueira. Porque já não temos mais os cardumes que se reproduziam na água doce e depois invadiam a água salgada”.

Todo esse cenário de impactos tem o potencial de ser intensificado por mudanças em nível global, como as mudanças do clima, que são relatadas no nível local. Alguns exemplos: “Nós estamos vendo que a cada ano que passa a nossa ilha [Ilha do Marajó, Pará] está sendo tomada pelas águas, que vêm da questão das mudanças climáticas e desses impactos relacionados aos grandes empreendimentos que estão pensados para nossa região, mas que não consideram as nossas vidas como importantes nes-

se processo, que não consideram a floresta como importante, como essencial para a existência humana". "De 40 anos pra cá, temos essa certeza de que estamos vivendo as mudanças climáticas, e a cada ano que passa, vai se tornando bastante desafiador".

Mudanças no clima local são percebidas no dia-a-dia de quem vive na costa, como mostram outros exemplos. "Os ecossistemas marinhos-costeiros, de modo geral, estão poluídos e com alteração de temperatura decorrentes do aquecimento global, causando desequilíbrio [...] na fauna marinha". "Todo esse processo vai sendo das mudanças do clima, da temperatura das águas, chuvas com maior frequência". "Uma coisa que eu notei há alguns anos, e venho notando, é a diminuição da faixa de areia. Parece que o mar passou bastante. A gente vê, nota de maneira bem clara, o avanço". Essas mudanças terminam impactando também suas práticas cotidianas: "A gente observa que com esse desequilíbrio climático as marés ficam desequilibradas, as mulheres não sabem mais onde pescar, ou o peixe fica em todo o período em piracema. Isso vai afetar a alimentação dessas mulheres, a garantia das suas formas de se manter enquanto alimentação, mas também na renda".

Os rastros daninhos da ação humana parecem ser o legado deixado para as próximas gerações: "Espaços impactados por agrotóxicos, solos degradados, queimadas provocadas por invasores ou proprietários de terras vizinhas, rios assoreados, nascentes e rios contaminados e áreas completamente desmatadas, têm sido a realidade produzida e deixada pelos *jurua kuery* [não indígenas] como rastros de seu modo de existência sobre nossas terras". "O costume que a gente tinha passado de pai para filho, está se perdendo, por quê? Porque a gente não tem mais o que defender. Não tem. Como é que você vai defender uma costa se está toda com empreendimento imobiliário? É isso que está acontecendo ali no sul da Bahia, em área indígena. Os indígenas têm que ficar calados diante da riqueza porque ele não dá conta de lutar sozinho contra um bilionário". "Para mim também tem uma relação muito direta com a educação, porque ainda hoje a gente escuta professores dentro da sala de aula falando para as crianças e para os jovens: 'Ah você não vai estudar, vai continuar sendo pescador igual a seu pai'. Tratando de uma forma muito negativa, muito pejorativa, como se pescar fosse fácil, fosse algo para quem não tem conhecimento. Na verdade, o pescador é um grande professor, ele é um grande cientista, ele é um grande convededor de muitas coisas".

As Unidades de Conservação (UCs), que aumentaram ao longo das últimas décadas, têm um papel duplo no contexto de mudanças da zona marinha-costeira. Em alguns lugares elas representam uma garantia de manutenção do ambiente e seus recursos - e também das práticas tradicionais: "Ao mesmo tempo em que eu falo em Unidade de Conservação como uma coisa negativa, eu também vejo como positiva. Vai muito de como a gente faz isso. Como a gente trabalha nas gestões junto ao ICMBio [Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade]. [...] Se vocês [ICMBio] querem cuidar [desse território] é porque ainda temos aqui os tradicionais que sabem fazer esse manejo". Em outros lugares, as UCs são mais um impacto e acabam aparecendo como uma forma de expropriação. "Nosso território virou Unidade de Conservação há 30 anos. E a gente vê um processo acontecendo nesses últimos 30 anos e acelerado de invasão do território tradicional". "Essas áreas têm papel nos conflitos ambientais,

uma vez que acarretam restrições (em diferentes níveis, a depender da categoria de proteção) e afetam nossas Terras Indígenas e também outros modos de vida das comunidades tradicionais". "A nossa costa [no Amapá] é coberta por três Unidades de Conservação: a Reserva Biológica do [Lago] Piratuba, a Estação Ecológica do Maracá-Jipioca e o Parque Nacional [de Cabo Orange], então toda a nossa costa está amparada por conta dessas reservas de preservação permanente e é onde a pesca não pode ser realizada". Esse impacto é ainda maior quando não há diálogo e compartilhamento da tomada de decisão. "Grande parte do que a gente sofre hoje é porque as políticas são impostas. Elas não são dialogadas. Não são feitos estudos adequados para serem criadas as legislações. Elas são impostas de cima para baixo, porque alguém achou que ia ser bom ser daquele jeito. E aí, quando ela vem, ela vem tratorando realmente".

A crítica à atuação governamental e aos órgãos públicos em diversos níveis acompanha as narrativas dos impactos e ameaças aos ambientes marinhos-costeiros, seja na mudança da legislação sem consulta e envolvimento dos PICTs, na falta de ação ou em ações que tendem a privilegiar alguns setores enquanto criminalizam outros. "A falta do ordenamento dos municípios, a falta de coerência, de cobrar o Plano Diretor na prática. Porque existem leis e elas são muito boas até, o negócio é que não são aplicadas". "Existem as leis, mas os próprios governos municipal, estadual e federal é que às vezes implantam ou querem implantar empreendimentos ou grandes ações ilegais dentro dos territórios do litoral.(...) Principalmente nas Terras Indígenas, onde já existe o conflito grande de posseiros e de invasores que querem ocupar os territórios". "O povo Guarani enfrenta um cenário de descaso por parte da FUNAI, que se concretiza na paralisação de processos demarcatórios, ausência de medidas de proteção aos povos indígenas, a nossos territórios e o desmonte das estruturas que atuavam na garantia de nossos direitos – fatores que afetam de modo especial povos que vivem em regiões com maior passivo no reconhecimento de territórios indígenas e conflitos fundiários mais antigos, como é o caso do povo Guarani".

Impedidos de exercitar suas práticas tradicionais, algumas pessoas acabam sendo forçadas a mudar suas atividades, o que pode aumentar os impactos e os conflitos entre atividades diferentes. "Essas legislações, nos últimos tempos, têm cada vez mais feito com que as comunidades tradicionais, os pescadores artesanais, tendam a mudar para as grandes embarcações. Porque as limitações, as proibições foram sendo tão grandes, tão violentas, que já não se conseguia mais fazer as práticas ali onde você fazia, aonde você conseguia ir com a sua canoa a remo. Então é o próprio Estado que muitas vezes vai empurrando a comunidade para fazer essa mudança, para fazer essa transição do artesanal para a pesca maior". "A pesca artesanal está acabando. Os jovens estão sendo incentivados a sair de suas comunidades pesqueiras para procurar outros trabalhos, ou até mesmo essa pesca dos ricos [esportiva]. Eu conheço algumas pessoas que já falaram que os filhos estão preferindo trabalhar nas lanchas dos grandes, para levar no lugar que eles conhecem, onde tem peixe bom de pescar. E eles só ficam nisso, sendo marinheiros, ganhando muito pouco". "As mudanças nos últimos 40 anos ficam evidenciadas na mudança gradativa da atividade do pequeno pescador,

que por sobrevivência foi trabalhar com outras atividades que lhe oferecem um retorno mais rápido". "É uma luta muito grande e muito difícil, porque tudo é proibido e sempre os pescadores são marginalizados por estarem exercendo a sua profissão".

Além da pesca industrial e da marinaria, o turismo de massa também acaba sendo uma alternativa para os pescadores artesanais que se sentem impedidos de continuarem exercendo suas atividades, podendo causar ainda mais impactos: "Essa imposição, essa restrição faz com que muitos pescadores deixem a pesca e vão fazer turismo por causa das proibições. Você não pode parar, você não pode pescar com determinada embarcação, você não pode pescar com determinado tipo de rede. Você começa a ser proibido de tantas formas, que muitos aqui que eu conheço deixaram de fazer a pesca e foram para o turismo. Aí você tem esse outro problema, que é o turismo. Começa um movimento muito grande de grandes embarcações a motor na região e muda completamente o fluxo da pesca, muitas vezes conflitante com os pescadores que ainda conseguem resistir". "Todo mundo puxa o turismo para a praia, para cidade, que dá lucro, dá dinheiro. Mas para quem e para quantos? [...] O lixo vai ficando pelas estradas afora, vai ficando nas praias [...]"."O aumento do fluxo de embarcações turísticas também tem afetado muito. Porque o barulho dessas embarcações, principalmente na alta temporada, além de afastar a fauna marinha, também acontecem acidentes com botos que moram aqui na região".

As disputas nos ambientes marinhos e costeiros são marcadas por grande violência e falta de respeito com as culturas e modos de vida tradicionais, um relato presente ao longo de toda a zona costeira. "Nos diferentes territórios a gente vive realidades muito parecidas. Quando a gente começa a entender que todo esse processo que a gente vive é muito maior, e que ele vem com essa violência toda direcionada exatamente para os territórios onde estão Povos e Comunidades Tradicionais, tudo isso nos afeta. É o racismo ambiental, é importante a gente reforçar essa fala, porque ele nos afeta diretamente". "As ameaças de destruição também enlaçam a história guarani e a deste bioma [Mata Atlântica]: enquanto fomos historicamente privados de nossas terras, através de processos de colonização, esbulho, invasão e destruição da Mata Atlântica, também não pudemos realizar plenamente nosso *nhandereko*. A sociedade não indígena ainda insiste em invisibilizar e apagar a relação histórica de nosso povo com a região, contribuindo na forma de conceber os processos de genocídio que os povos indígenas enfrentaram e enfrentam ainda no tempo presente. Acreditamos que as mudanças ambientais nos ecossistemas costeiros e marinhos fazem parte das ações de uma lógica de desenvolvimento que provoca expulsão do nosso povo, de racismo ambiental e que desafia nossas demarcações de terras, bem como nosso *nhandereko*".

Toda a violência relatada por esses processos de mudança é sentida de maneira ainda mais forte pelas mulheres: "Embora estejamos em um ambiente em que todo mundo é impactado, as mulheres precisam ser olhadas com esse cuidado enquanto pessoas que estão ali e que às vezes sofrem de forma diferente os impactos sociais e ambientais, ou socioambientais". "Às vezes quando a gente fala assim do território, eu sinto muita vontade de chorar. Muita. Porque é triste que junto com isso a gente fala de ar-

rendamento de terra, mas junto com isso a gente vê a prostituição, a violência contra a mulher. Eu já ouvi relatos de mulheres estarem em canoas e do nada aparecem esses grandes barcos e querer pegar essas mulheres à força. As mães que estão trabalhando para sustentar os seus filhos. Isso dói. Dói muito porque a gente, que é mulher, a gente não briga só para defender o território. A gente briga para defender nossa vida. A vida dos nossos filhos. Porque nós também temos dignidade para trabalhar”, “mexe muito com a gente, porque faz com que a gente pense profundamente sobre o nosso papel enquanto mulheres nesses territórios. Porque a gente está nesse território lutando não só para nós. A gente está no território, lutando por toda a comunidade”.

Talvez, o fator mais preocupante nesse contexto seja a percepção de que “a natureza tem dado sinais, mas a sociedade não está se atentando a isso”. “Como vocês viram, a devastação da natureza, a natureza está falando, para quem sabe ler, a natureza está falando com a gente o que ela está querendo. A destruição a gente já tem, a gente já sabe”. “Então qualquer impacto que seja, que aconteça na área marítima, ele não vai só impactar o lugar onde vocês estão, ele vai impactar vários outros lugares e ir além das espécies existentes que têm monitorado”.

6.4 Visões de futuro

“Se continuar indo nessa velocidade, do tal desenvolvimento, vamos chegar à extinção da pesca artesanal e de muitas espécies marinhas e seus habitats”. O “tal desenvolvimento” remete ao modelo de desenvolvimento descrito na seção anterior, o qual é baseado em atividades de grande escala, como a pesca industrial; a construção de grandes empreendimentos, como portos, plataformas de petróleo, gasodutos, jazidas de sal-gema e plantas de energia eólica; e a proliferação do turismo massificado, que leva à destruição de habitats para instalação de infraestrutura e gera poluição especialmente em áreas sem saneamento básico. Esse modelo tem causado impactos muitas vezes irreversíveis aos ambientes marinhos-costeiros de norte a sul do país, bem como aos modos de vida das populações indígenas e tradicionais que vivem nessas regiões, comprometendo seu futuro.

Dentre as ameaças citadas, foi dado um importante destaque para a pesca industrial e seu potencial de inviabilizar o futuro da pesca artesanal. “A gente tem que parar e pensar, lutar pelo meio ambiente, lutar pelos pescadores e ao mesmo tempo ver que a pesca é algo que nós temos que deixar de herança para o nosso futuro. Senão, não vamos ter futuro. Vai sumir a pesca [artesanal], vai ficar somente a [pesca] industrial, que vem devastando tudo e acabando com todo o nosso meio ambiente”.

A preocupação vai além do uso que se faz dos ambientes e do pescado, mas também está no acesso a estas áreas, na medida em que as atividades consideradas predatórias levam à exclusão das populações indígenas e tradicionais de seus territórios, o que tem sido observado nos processos de implantação de projetos de infraestrutura e especulação imobiliária em todo o litoral brasileiro. A pressão econômica acaba levando ao deslocamento dessas populações para áreas onde não podem continuar

exercendo suas atividades tradicionais. “Se as coisas continuarem como estão, essas comunidades daqui a pouco tempo desaparecerão. [...] Muitas famílias já se mudaram dessa região por conta da perda de suas residências e por não poderem mais exercer as suas atividades, não conseguir mais viver da pesca”. “É um futuro de exploração dos recursos pesqueiros, de perda de habitat pelas grandes empresas do petróleo, das empresas de infraestrutura, dos empreendimentos turísticos que têm tomado os territórios, da pesca industrial desordenada. Se não houver intervenção hoje, se a lógica de desenvolvimento não levar em consideração a natureza e as comunidades tradicionais, aquelas que percebem as mudanças porque convivem profundamente com esses territórios, [...] vai acontecer o cerceamento da população, do acesso da população às praias, ao mar”.

Ainda em relação ao acesso à zona costeira, foi dada especial atenção para a ameaça que o projeto de lei (PL) n. 4.444/21¹⁶ representa para a restrição do acesso às praias e privatização de áreas que são hoje de acesso público. O desejo para o futuro não é apenas que este projeto de lei seja barrado, mas que se invista na democratização do acesso às praias, de maneira que “a população brasileira tenha acesso ao mar, que deixe de ser um espaço de privilegiados que ostentam seus *jet skis* e lanchas importadas”.

São processos considerados não apenas danosos, mas violentos, com raízes profundas e estruturais, configurando um cenário de racismo ambiental. “A gente está vivendo dois tipos de guerra: a guerra silenciosa do racismo ambiental, que traz a contaminação para as pessoas, o ambiente e o alimento; e essa guerra visível da violência. Eu não sei como a gente vai se deparar com um futuro daqui a 40 anos. A gente já está num momento de desequilíbrio ambiental profundo, no qual a natureza tem dado sinais, mas a sociedade não está se atentando a isso”. O termo racismo ambiental chama a atenção para o fato de que a degradação ambiental não afeta a todos igualmente. Ao contrário, as populações já marginalizadas e mais vulneráveis sofrem os impactos com maior intensidade. “Necessário se faz destacar o impacto das mudanças climáticas associadas ao processo de espoliação e expulsão das comunidades tradicionais da beira-mar, empurrando-as para as encostas e morros, que são as áreas de maior risco de mortes quando acontecem eventos climáticos intensos como as chuvas recentemente [fevereiro de 2023] em São Sebastião [estado de São Paulo] e diversas outras vezes antes”.

No caso de populações indígenas e comunidades tradicionais costeiras cujos modos de vida são baseados no cuidado com o seu entorno, tais impactos representam uma imensa contradição, pois ao mesmo tempo em que são os maiores defensores desses ambientes, também são os que mais sofrem com a degradação dos mesmos: “Os

16. De autoria do deputado Isnaldo Bulhões Jr. (MDB-AL), o Projeto de Lei Federal propõe a criação de um programa de gestão do patrimônio imobiliário federal. Entre outros pontos, prevê que a União poderá destinar ou demarcar áreas de orlas e praias federais para definir-las como zona especial de uso turístico, limitada a 10% da faixa de areia natural de cada município, permitida a restrição de acesso de pessoas não autorizadas.

impactos ambientais e sociais dessas ameaças têm recaído também sobre nós, que temos cuidado e fazemos parte desses ecossistemas há séculos". "A gente observa que esses grandes empreendimentos sem diálogo com as comunidades têm causado problemáticas que são muito violentas aos nossos modos de vida. [...] Isso tudo é um retrato desse modelo perverso de desenvolvimento, desse modelo que não enxerga as pessoas, que não valoriza e que não identifica que o ambiente é um lugar sagrado da vida. As populações [indígenas e tradicionais] são guardiãs da natureza. Se não identificar que a gente, enquanto movimento do campo, das águas, da floresta não vai conseguir manter esse equilíbrio, toda a sociedade vai padecer".

Com o avanço das ameaças socioambientais, a manutenção dos conhecimentos e modos de vida das populações indígenas e tradicionais está em risco, assim como o futuro das próximas gerações. "Daqui a pouco, nossas crianças, nossos jovens não vão saber nem o que é o mangue nem o que é uma rede, vão acabar os pescadores". "A gente não sabe se nossos filhos vão aproveitar aquilo. Se nós, quando velhinhos, vamos também comer daquilo. Se a gente vai ter capacidade de subir no barco, pescar. De poder ensinar os nossos netos. Se é que nós vamos ter netos ainda saudáveis para ensinar. Talvez não dê tempo disso tudo. [...] Então se eu não defender isso hoje, [...] eu não sei se eu posso dizer que daqui a dez anos a gente vai ter vida marinha nessa Terra".

Portanto, a existência dessas populações está em risco, e com elas, diversos conhecimentos tradicionais e ancestrais, modos de vida diferentes do modelo de desenvolvimento predatório. "Sumindo nossas comunidades, as nossas ancestralidades, temos uma perda irreversível das nossas identidades, dos nossos modos ancestrais de compreender esses territórios, esses maretórios, a partir da nossa vivência e dos conhecimentos que são passados de geração em geração".

Apesar do cenário apresentado ser bastante desafiador, indicando um futuro catástrofico, a resistência dessas populações segue forte e é chave para a conservação dos ambientes marinhos-costeiros do Brasil. "A gente vai ficando cada vez mais desanimada de estar na luta, mas eu acho que uma das coisas pro futuro é a nossa resistência. A gente não desanima, estar sempre junta de alguma forma [...], resistindo. [...] Hoje estão passando um trator derrubando tudo e a gente está só na defensiva, está bem complicado, mas se a gente conseguiu resistir até aqui, a gente vai conseguir resistir até o final. É muita coisa acontecendo nos nossos territórios, são muitas perdas ambientais, perdas emocionais, de vidas". "O modelo de desenvolvimento que está aí hoje é muito cruel e destruidor da pesca artesanal do país. [...] Nós estamos aqui porque nós somos teimosos, somos resistentes e não pretendemos parar. Eles fizeram propostas de nos matar e nós também fizemos uma proposta de não morrer. Dessa forma nós vamos resistindo".

A resistência é construída por meio da união em diferentes níveis, desde internamente nas comunidades até entre coletivos distintos: "Porque começa em um canto e vai no outro, vai do mar à serra, é tudo uma coisa só". A resistência passa também pelo fortale-

lecionamento dos conhecimentos ancestrais: “A gente tem bastante conhecimento sobre essas áreas e, como dizia o povo antigo, conhecimento é tudo na vida”; pela conscientização sobre as ameaças, para poderem se preparar melhor para combatê-las; pela escolha de governantes que os representem; e, sobretudo, na luta pelos seus direitos, com vistas à garantir um presente melhor, um futuro: “A luta pela efetivação total dos direitos territoriais do povo Guarani é para que um projeto de futuro possa existir. [...] Conquistar o reconhecimento oficial de todas as áreas de ocupação tradicional guarani no Brasil e ter a certeza de que elas estarão protegidas das pressões e ameaças que hoje impedem que *nhaneretarã’ ī kuary* [nossos mais velhos], nossos parentes, vivam plenamente o nosso modo de existência”.

Por meio da resistência, os povos indígenas e as comunidades tradicionais lutam por um futuro diferente do que se apresenta hoje e que demanda mudanças profundas e estruturais. O futuro desejado fala sobre continuar vivendo em seus territórios com dignidade, com qualidade de vida, “repensar um projeto de nação onde todos e todas tenham direito à dignidade e alimentação de qualidade. Que tenham o direito de ir e vir, que tenham o direito de expressar seus desejos e onde os ladrões de sonho não consigam roubar da gente esses desejos”. “Um futuro desejável seria a mudança no tipo de consumo que a sociedade escolheu, isso passa por uma mudança gradativa nas gestões governamentais e da própria sociedade como um todo. Acabar com o racismo ambiental, estrutural e institucional”.

A construção do futuro desejado depende da luta de hoje dessas populações, que está intimamente relacionada com a defesa dos ambientes marinhos-costeiros do Brasil. “O futuro deve ser pensado a partir de agora. Deve-se ouvir o que a floresta diz, o que as águas dizem, e o que as pessoas, nós que moramos nas comunidades, estamos dizendo. Porque tudo o que está acontecendo já foi alertado pelas comunidades que utilizam esses recursos. Sempre falaram da necessidade de usar com cuidado, com amor, com carinho e com regramento esses territórios. Deve-se ouvir o que vem dos saberes ancestrais das comunidades que observam as florestas e os rios, porque nós, enquanto comunidades tradicionais, nós ouvimos o que diz nossa mãe água, nossa mãe terra. Se nós alertarmos de uma forma geral e a sociedade não nos ouvir, nós não teremos o futuro, porque o que a gente vê hoje é uma devastação muito grande e essa devastação está relacionada ao uso do território, ao uso dos maretórios [...], especialmente enfatizando a questão dos grandes empreendimentos que desenvolvem, mas não para nós, porque não nos escuta, não nos considera”.

É preciso notar que o próprio entendimento sobre futuro, ou o que se considera progresso pelos povos indígenas e comunidades tradicionais, difere daquele pautado pelo “tal modelo de desenvolvimento” citado no início desta seção. No exemplo a seguir sobre o processo de consulta prévia e informada demandado em relação ao Porto de Paranaguá, no Paraná, fica claro o tipo de progresso que os povos indígenas e comunidades tradicionais estão lutando para construir. Naquele caso, a empresa interessada no avanço da obra alegou que não faria a consulta, pois “as obras da modernidade iam ficar paradas, porque nós, pescadores, não tínhamos interesse no progresso. É uma

grande mentira. Temos interesse e temos um interesse muito profundo no futuro e no futuro de nossos filhos, com ambiente preservado, com condições de pesca". Progresso e desenvolvimento para essas populações, portanto, estão intimamente associados à garantia de qualidade de vida para as gerações futuras.

6.5 Caminhos para um futuro melhor

"A nossa cultura tem um manejo muito bem feito". "O manejo tradicional da zona costeira é muito importante para o ecossistema, porque se hoje a gente ainda tem os nossos ecossistemas de pé, não é por causa dos resorts, não é pelos loteamentos chiques na beira da praia, é pela forma tradicional de cuidar, é pela forma tradicional de existir". Para começar a pensar nos caminhos para um futuro melhor, é fundamental reconhecer as formas sustentáveis de manejo tradicionais que estão relacionadas com as culturas ancestrais desses povos. "A gente ainda tem que ter muito orgulho de nossa cultura, porque a nossa cultura preserva a natureza. A nossa forma de vida não é prejudicial à natureza. [...] Nós temos que ir na pesca tradicional".

O cuidado com os ambientes marinhos-costeiros passa necessariamente pela valorização desses conhecimentos e práticas: "Por isso a importância de se resgatar as nossas culturas antigas. Aqui na nossa região [Ilha do Superagui, PR] temos um código de lendas¹⁷ muito bem feito, muito bem estruturado, responsável pelo sucesso de nosso manejo. Responsável por a gente poder, hoje, se orgulhar de dizer que a gente vive em uma das regiões mais preservadas do mundo. Então esse manejo é o quê? Eu tenho certeza que se eu contasse uma história aqui, todos iam se lembrar das histórias que seus pais contavam. Porque antigamente não existia lei ambiental, existia lenda. A lenda é que direcionava a atividade do povo. Quando a gente perde isso, perdemos o manejo. Quando a gente vai na direção do capitalismo a gente se perde. Então é muito importante que as lideranças, os pescadores, contem as histórias que ouviram de seus pais para seus filhos. [...] Os nossos pais, os nossos antepassados ensinaram o jeito certo de fazer o manejo e a gente tem que lembrar disso na hora que a gente põe a rede na água, na hora que a gente entra para a mata. [...] A gente, enquanto pescador, tem que se preocupar com o nosso manejo, porque ele tem que ser cada vez mais bem feito, porque a gente tem cada vez menos pescado para manejar. Temos que pensar em formas de preservar esse bem que é o Oceano, esse bem que é o pescado".

As estratégias de manejo tradicionais são baseadas em uma perspectiva integradora: "A tainha que a gente está esperando aqui [no sudeste] já está passando lá na casa dos nossos companheiros do sul. Então, veja como é importante o manejo dela na nossa própria cultura: se eles fizerem um manejo errado lá na praia onde moram, a tainha não vai chegar aqui na nossa região e não vai matar nossa fome". E que consideram não apenas os ambientes marinhos, mas os terrestres também: "As regiões ocupadas pelo povo Guarani revelam permanente criação dos ambientes, com as ações realiza-

17. Galvão, M., Silva, M. D., & Mellinger, L. L. (Orgs). As lendas na educação caiçara. Projeto Cultimar. Disponível para download em: <https://gia.org.br/portal/produto/as-lendas-na-educacao-caicara/>. Acesso em: 26 de setembro de 2022.

das no repovoamento de espécies vegetais nativas, a manutenção de cultivos tradicionais e o manejo da fauna. Um exemplo disso é a palmeira jerivá, pindó, é uma planta fundamental para a cosmologia guarani, que também possui diversos usos, estando presente na grande maioria de nossas *tekoá*, sendo cultivada e aproveitada por inteiro. [...] Temos incentivado iniciativas em nível local ligadas à permanência sustentável das comunidades em seus territórios, à multiplicação e fortalecimento de iniciativas de agricultores guarani em suas terras, as práticas agroecológicas, de restauração ambiental, proteção de nascentes, de trocas de sementes e mudas tradicionais, fazendo com que espécies que tinham deixado de existir em certas regiões passassem a compor novamente a flora destes locais".

As estratégias de manejo servem também como ferramentas de resistência, como nos empates feitos por Chico Mendes e companheiros em suas lutas: "Nós necessitamos unir as forças de todas as formas para lutar por esses territórios, por esses maretórios, por ações, por iniciativas que valorizem e estejam de acordo com as nossas formas de manejo. [...] Nos rios, nas florestas e nas águas, nós estamos sobrevivendo e resistindo. Aqui existem pessoas e uma diversidade gigantesca de vidas que necessitam ser consideradas, assim como as identidades, as histórias e as resistências".

Iniciativas locais e que merecem ser fortalecidas nos territórios marinhos-costeiros incluem a criação de acordos de pesca e outros mecanismos de ordenamento pesqueiro; o automonitoramento da pesca, realizado pelos próprios pescadores e pescadoras artesanais; pesquisas realizadas pelos jovens com seus pais e avós, resgatando e registrando a sabedoria tradicional relacionada à pesca artesanal em suas comunidades¹⁸; uso de embarcações menos poluentes; e valorização de práticas e conhecimentos locais não só relacionados à pesca, mas também à medicina tradicional, entre outros.

No Superagui, por exemplo, as comunidades estão definindo um acordo do cerco fixo, junto com o ICMBio e também um termo de compromisso específico para a pesca da tainha para essa modalidade. "Hoje estamos tratando do acordo do cerco fixo. Mas amanhã a gente já está pensando em colocar no papel o lanceio da mandiúva. A mandiúva é outra modalidade de pesca que a gente faz aqui, mas que está proibida também. Então a gente vai tentar botar no papel e organizar o ordenamento, para que se libere também essa pesca, mas com controle. E depois a gente está pensando também num acordo do caranguejo, que é mais amplo ainda. [...] E fazer o acordo do mar aberto também. Então, a partir do acordo, ter um ordenamento. Para você saber o que você pode e o que você não pode fazer dentro do mar".

Fundamental para se avançar em regulamentações de manejo da pesca, é a regularização dos territórios pesqueiros, tanto em áreas de mar quanto de terra. Nesse sentido, o Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) lançou em 2012

18. Um exemplo é a publicação: Renato Pereira de Siqueira, Mellinger, L. L., & Silva, M. D. (sem data). Recursos Naturais na Vida Caiçara. Cultimarc: Curitiba. Disponível para download em: <https://gia.org.br/portal/produto/recursos-naturais-na-vida-caicara/>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2023.

a Campanha Nacional pela Regularização do Território das Comunidades Tradicionais Pesqueiras¹⁹, com o objetivo de articular um projeto de lei de iniciativa popular que explice o direito ancestral dessas populações ao território e a garantia do seu modo de vida.

Além de diversas práticas de manejo tradicionais favorecerem a preservação dos ambientes marinhos-costeiros, a delimitação e o reconhecimento desses territórios estão diretamente relacionados com uma maior capacidade de monitoramento e fiscalização para impedir o avanço de atividades predatórias que impactem os modos de vida das populações tradicionais e os recursos pesqueiros. A situação dos Guarani no litoral sul e sudeste brasileiro é emblemática para ilustrar a importância da demarcação, neste caso, de Terras Indígenas: “Atuamos como guardiões seculares deste bioma, entretanto mesmo após 40 anos de luta somos um dos povos indígenas que possui menos terras demarcadas. A biodiversidade e as áreas sob o cuidado dos povos indígenas são essenciais para garantir a manutenção das florestas, além da necessidade de reflorestar, recuperar áreas degradadas para curar a terra. Por isso, em nossa visão, a demarcação de terras é também uma questão de justiça socioambiental. [...] Atualmente, nas 215 Terras Indígenas ocupadas pelo povo Guarani no sul e sudeste do Brasil está o que resta de floresta em pé em uma região devastada por séculos de intensa e perene ocupação pelos não indígenas²⁰. Por isso temos a convicção de que, demarcar e proteger cada uma das terras guarani é fundamental não só para garantir nossos direitos constitucionais e nosso futuro enquanto povo indígena, mas para o futuro de todos: as futuras gerações de indígenas e não indígenas”.

Com os povos indígenas no Ceará a realidade é semelhante e demonstra que o não reconhecimento sobre o direito territorial desses povos faz aumentar os conflitos socioambientais: “Hoje o estado do Ceará tem [...] 15 etnias indígenas e outras já no processo de identificação e reconhecimento e apenas uma terra homologada. [...] Com a não demarcação desses territórios acaba que os conflitos se intensificam ainda mais, a violência, e isso faz com que os territórios fiquem ainda mais fragilizados, à mercê dessas invasões. [...] A questão da luta vem sendo muito mais fortemente impactada, pois com isso corre risco de homicídio, de morte, de violência e conflitos nos nossos territórios. Se a gente não cuidar desse espaço, desse território que é o nosso litoral, a gente acaba perdendo a soberania de vida, a cultura, até porque dentro do mar também usufruímos não só da sustentabilidade, do bem-viver, mas o mar também é sagrado, a gente tem os nossos encantados do mar [...]. O mar traz essa energia de força, de resistência, de fortalecimento às nossas comunidades”.

Ainda sobre a regularização territorial, além da importância da demarcação de Terras

19. Para saber mais:

<http://campanhaterritorio.blogspot.com/2013/04/campanha-nacional-pela-regularizacao-do.html>

20. Em referência aos territórios tradicionalmente ocupados pelo povo Guarani, muito embora algumas Unidades de Conservação se sobreponham a eles, contribuindo para a proteção de remanescentes da Mata Atlântica, há apenas 18 Terras Indígenas homologadas na costa sul e sudeste brasileira (39 mil ha) em 2022.

Indígenas e de outros territórios tradicionais, foi citado que “a costa é tomada por Unidades de Conservação”, o que é, ou já foi, motivo de conflitos em muitas regiões, devido às restrições impostas à continuidade dos modos de vida de comunidades locais. O problema, no entanto, não são as Unidades de Conservação em si, mas sim aquelas “unidades que tiram o direito, os servidores que não entendem que eles podem ter os tradicionais como guardiões, como fiscais, trabalhar de forma compartilhada, entender, escutar”. Portanto, o caminho a ser traçado é rumo a uma gestão compartilhada destes territórios “unir todo mundo, Unidades de Conservação, gestores, lideranças para a gente pensar num plano juntos, de como a gente vai compartilhar esses territórios e cuidar juntos deles”. A participação de representantes locais nos conselhos de gestão tem sido positiva, especialmente “onde tem cursos de agentes ambientais, guardas florestais comunitários. Planos de manejo das Unidades de Conservação a partir do nosso saber, do nosso olhar”. No caso de sobreposição entre Unidades de Conservação e Terras Indígenas, a solução aponta para o mesmo caminho, buscando reconhecer as contribuições dos povos indígenas para a conservação ambiental e da biodiversidade, ao favorecer a participação de comunidades e lideranças em processos de gestão compartilhada de áreas protegidas e reconhecer seus próprios instrumentos de gestão.

Os Planos de Gestão Territorial e Ambiental (PGTAs) de Terras Indígenas, Planos de Manejo, Termos de Compromisso e Acordos de Convivência têm representado instrumentos relevantes de gestão desses territórios, sempre que construídos pelas populações que ali vivem, a partir de seus conhecimentos e demandas, e em diálogo com os órgãos públicos responsáveis por sua gestão, como Funai e ICMBio. Em algumas localidades, os Planos Diretores Municipais, se construídos de maneira participativa e compartilhada com as populações tradicionais, também têm oferecido uma oportunidade de regulamentação do uso das áreas marinha-costeiras: “A gente está batendo muito para que seja colocado no Plano Diretor toda essa visão da proteção da natureza, seja ela de água doce como de água salgada, porque uma depende da outra, a floresta depende do mar, o mar depende da floresta, o mar depende do rio, o rio depende do mar e nós dependemos de tudo isso e é nosso dever proteger e salvar tudo isso”.

Os Protocolos de Consulta, amparados pela Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho, foram destacados como um importante instrumento de defesa dos territórios e, consequentemente, de proteção dos ambientes marinhos-costeiros, já sendo utilizados por diversas organizações no país²¹. “Lutamos para que a consulta livre, prévia e informada seja realmente respeitada. [...]. Pois é a única coisa que vai garantir o futuro dos nossos filhos e que a gente tenha voz ativa nas discussões que realmente impactam nossas vidas”. Da mesma forma que a Convenção 169 da OIT, O Pacto de São José, que cria a Convenção Americana sobre Direitos Humanos, e o Protocolo de São Salvador, adicional à Convenção Americana sobre Direitos Humanos

21. A 6ª Câmara do Ministério P\xfublico Federal (MPF) compila alguns exemplos de Protocolos de Consulta de Povos Ind\xedgenas e Comunidades Tradicionais na seguinte p\xagnia web: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/CCR6/documentos-e-publicacoes/protocolos-de-consulta>

em matéria de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, também estabelecem normas fundamentais para o reconhecimento dos direitos de populações tradicionais, todas ratificadas pelo Brasil. Em âmbito nacional, é relevante destacar também a importância do Decreto n. 6.040/2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, no reconhecimento dos direitos dessas populações. Cabe ainda mencionar a Lei 13.123, de 25 de maio de 2015, que regulamenta a Convenção sobre Diversidade Biológica e dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Além do Parecer n. 00175/2021/CPAR/PFE-ICMBIO/PGF/AGU, que compatibiliza as atividades de populações tradicionais com os objetivos de UCs de Proteção Integral (aqueles que não permitem o uso direto dos recursos naturais).

De maneira geral, portanto, o que se espera é a criação e aplicação de instrumentos de gestão e políticas públicas que reconheçam e respeitem os direitos dos povos indígenas e comunidades tradicionais, que beneficiem seus modos de vida, com destaque à pesca artesanal e, ao mesmo tempo, promovam a proteção dos territórios destes diversos povos, “fazer uma lei de proteção forte e que todo mundo se entenda, que a gente consiga dialogar com essa lei”. Para tanto, é preciso escolher representantes, governantes e gestores nos órgãos públicos que entendam a realidade desses povos e que sejam comprometidos com o desenvolvimento sustentável das áreas marinha-costeiras do Brasil, junto, em diálogo, com as comunidades que ali vivem e suas organizações de base. “Os movimentos sociais fazem a incidência política através da luta para o aprimoramento dos instrumentos de gestão e de políticas públicas, mas é preciso ainda que não sejam apenas ouvidos e participem como colaboradores ou pautadores, mas que também tenham mais espaços dentro das ferramentas de gestão do Estado, como por exemplo o recém criado Ministério dos Povos Indígenas [Decreto nº 11.355/2023]. Mas há ainda muita demanda desse tipo no país, nas esferas federal, estadual e municipal”.

A articulação e mobilização das organizações de base têm gerado resultados importantes no avanço da construção de políticas públicas condizentes com seus modos de vida e de cuidado do ambiente, bem como na garantia de que seus direitos sejam respeitados e no impedimento das atividades predatórias que impactem as áreas marinha-costeiras (Ver Quadro 6.3). “A chave principal de todas as boas práticas, as boas iniciativas, os bons resultados é a interação entre as redes, considerando os conhecimentos, os saberes, o que as bases estão dizendo e como estão se organizando. Nesse sentido, os movimentos sociais têm sido fundamentais para a mobilização das comunidades, que são as nossas bases de atuação”. “A gente precisa se aquilombar cada vez mais. Quando eu falo aquilombar é para se juntar, para fazer a defesa desse mesmo lugar, desse mesmo desejo que todos querem”

Quadro 6.3: Tribunal Popular da Economia do Mar*Contribuição: Manoel Bueno dos Santos*

Durante o Grito da Pesca Artesanal em novembro de 2021, com a presença de mais de 500 lideranças da pesca artesanal, o Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) lançou o Tribunal Popular da Economia do Mar. Inspirada no protagonismo de organizações da pesca artesanal do Tribunal da Economia Azul do Oceano Índico, o Tribunal Popular se constitui como um “espaço formativo, organizativo e de luta contra as formas de privatização e mercantilização dos territórios pesqueiros, das águas e do clima” (MPP, 2021, p.2).

O objetivo é fazer frente ao avanço do modelo econômico que busca enquadrar o Oceano enquanto espaço de desenvolvimento, o que foi chamado de Economia Azul na Rio+20. A economia do mar (ou azul) “centra seus esforços em expandir uma grande rede de exploração dos recursos naturais como petróleo, gás e mineração em águas profundas, além de intensificar a instalação de parques eólicos e solares. Com base no falso discurso de consolidar um projeto econômico azul sustentável, existe um grande esforço para iniciativas de aquicultura, bem como fortalecer a biotecnologia marinha para a produção de produtos da indústria farmacêutica e de cosméticos” (MPP, 2021, p. 2).

Tais projetos, baseados na exploração de recursos e territórios, não são condizentes com os modos de vida tradicionais das comunidades pesqueiras da costa brasileira e, como consequência, apresentam graves ameaças às suas sobrevivências. Só entre 2018 e 2019, o Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP) registrou dados de 434 conflitos vivenciados por comunidades pesqueiras em 14 estados do Brasil (CPP, 2021). Tais conflitos se configuraram em violações de direitos humanos e da natureza, sendo muitas vezes amparados por legislações permissivas que favorecem o avanço das ameaças de destruição sobre os territórios pesqueiros.

O Tribunal Popular da Economia do Mar “busca consolidar ferramentas para articular os processos de denúncia permanente dos impactos da economia do mar nas comunidades pesqueiras e na vida dos pescadores e pescadoras artesanais” (MPP 2021, p.8). A atuação é nos territórios pesqueiros, por meio de oficinas de multiplicação, criando redes de diálogo entre comunidades em todo o território nacional. Essas redes, por sua vez, são articuladas também internacionalmente com organizações que compõem o Fórum Mundial de Povos Pescadores (WFFP), especialmente na América Latina e Caribe.

No Brasil, foram realizados três encontros regionais ao longo de 2022 para identificar as principais denúncias de violações sofridas pelas pescadoras e pescadores tradicionais. A sentença emitida na sessão final do tribunal popular em novembro do mesmo ano denuncia o projeto Economia do Mar como promotor de uma política de morte e o “Estado brasileiro como principal agente de violações de direitos das comunidades tradicionais pesqueiras no Brasil, seja pela adoção de medidas que viabilizam a implementação dos projetos de economia do mar, seja pela omissão em relação aos direitos violados por esses projetos”. Também foi decidido que

serão realizados tribunais regionais para julgar todas as denúncias levantadas. O júri é composto por defensores públicos, advogados de organizações que apoiam os pescadores artesanais, como a CPP, pesquisadores afins, entre outros. As denúncias discutidas no Tribunal serão encaminhadas à Comissão de Direitos Humanos da Organização dos Estados Americanos (OEA) e da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

Mais informações em:

MPP. (2021). Cartilha de Formação - Tribunal Popular da Economia do Mar.

CPP. (2021). Relatório dos Conflitos Socioambientais e Violações de Direitos Humanos em Comunidades Tradicionais Pesqueiras no Brasil:

<http://www.cppnacional.org.br/publicacao/relat%C3%B3rio-dos-conflitos-socioambientais-e-viola%C3%A7%C3%A7%C3%A0es-de-direitos-humanos%C2%A0em%C2%A0comunidades>

Sentença Final do Tribunal Popular da Economia do Mar. 2022. <http://www.cppnacional.org.br/noticia/tribunal-popular-da-economia-do-mar-condena-o-estado-brasileiro-e-o-capitalismo-do-mar-pelas>

Todas as organizações representadas neste documento foram criadas para articular lideranças, comunidades, povos pela defesa de seus territórios e direitos. Um exemplo: “Hoje a organização [MOPEAR] está mais forte no nosso Litoral Norte, no município de Guaraqueçaba, onde se acirrou mais o conflito com as Unidades de Conservação na época em que a gente começou a perder os territórios. Com a debandada da nossa família, com nossos familiares indo embora para a cidade onde não sabiam viver, a gente foi obrigada a se reinventar e a se organizar como movimento social. E a fazer uma resistência. A gente conseguiu e hoje a gente está nas comunidades ainda”.

Uma ferramenta importante de articulação dos movimentos de base tem sido a realização de intercâmbios “A troca entre as comunidades, os intercâmbios que permitem às comunidades trocarem experiências positivas, mas ao mesmo tempo também compartilharem dores e enfrentamentos que estão fazendo e gerando aprendizados mútuos”. “A gente vai se reconhecendo nelas tanto nos saberes, mas também nas dores. Então a gente vai entendendo e vendo como que a gente pode se juntar e se fortalecer [...]. A partir da Comissão Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais [...] a gente começou a conhecer todos os outros grupos no Brasil. Isso vai criando uma força muito grande e a gente vai vendo que esses projetos perversos afetam exatamente todos esses povos, essas comunidades tradicionais nos seus lugares, exatamente nos lugares que estão mais preservados, mais cuidados. Então a gente vai criando essas forças”. Por meio da articulação, cria-se então uma ideia de interconexão entre os territórios e lutas: “Nós não podemos olhar só pro nosso próprio umbigo, falar só da nossa comunidade se as outras estão passando os mesmos problemas. Então nós temos que perder essa mania de falar do meu estado e da minha comunidade. Nós temos que botar o Brasil num problema só. Porque começa dum canto e vai no outro, do mar vai na serra, é tudo uma coisa só. Nós não vamos ter lagoas se não tiver rio”.

Porém, também “é um desafio conseguir relacionar as redes e trabalhar a partir dessas redes em um único objetivo”. Portanto, é fundamental investir na formação política continuada das lideranças e representantes das organizações, bem como na discussão crítica com as comunidades sobre os impactos que sofrem, reafirmando as questões territoriais e fazendo prevalecer a organização social. “Organização popular na mobilização popular sempre é a chave para a saída das crises”. Além disso, “a nossa luta precisa ser divulgada”, de maneira a compartilhar os desafios com outras organizações e comunidades e informar a sociedade brasileira sobre suas lutas. Para tanto, destaca-se também a formação em comunicação das próprias comunidades e lideranças, mas também a articulação com jornalistas comprometidos com a defesa dos territórios, para que deem visibilidade às ameaças.

As experiências de mobilização e articulação de movimentos de base têm sido fortalecidas por meio de parcerias: “Acredito em especial na mobilização do povo, mas também acredito nas organizações não governamentais que têm ajudado a gente a se manter nos territórios”. Quando se consegue construir parcerias com pesquisadores, universidades, organizações não-governamentais, instituições públicas, sistema jurídico “comprometidos com o território e com os povos e comunidades tradicionais, a gente dá um grande passo e gera um processo muito potente e muito rico de troca. Porque os dois lados se compreendem e se entendem como dois lados que podem contribuir igualmente, em níveis diferentes, mas iguais em termos de conhecimento, cada um com o seu conhecimento, mas sendo valorizados na íntegra cada um”.

Alguns exemplos de parcerias incluem universidades e instituições de pesquisa, como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e a A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri); órgãos de justiça, como a Defensoria Pública e a 6ª Câmara de Povos e Comunidades Tradicionais do Ministério Público Federal (MPF)²²; Organizações Não Governamentais (ONGs) socioambientais, como a Pastoral dos Pescadores (CPP), que atua em colaboração com o Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais; e grupos que reúnem diferentes setores da sociedade, como o Grupo Babitonga Ativa, do qual participam voluntariamente pescadores, biólogos, cientistas, representantes da Marinha, Promotoria Pública e outros afins (ver Quadro 6.4).

Exemplos de projetos desenvolvidos por meio de parcerias e que vêm mostrando resultados positivos incluem: “projeto GEF MAR²³, contemplado com a CONFREM [...] para unir a força das populações tradicionais para umas interagirem com as outras e faze-

22. A Resolução 230 de 08 de junho de 2021 disciplina a atuação do Ministério Público junto aos PICTs, determinando que ela deve ser pautada pela observância da autonomia desses grupos e pela construção de diálogo intercultural permanente, de caráter interseccional [Art. 3º].

23. O GEF Mar é um projeto com o objetivo geral de buscar mecanismos para a sustentabilidade financeira de UCs marinhas e costeiras do Brasil. Ele é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e financiado com recursos do Global Environment Facility (GEF) por meio do Banco Mundial. (FUNBIO, sem data).

rem intercâmbios”; iniciativas de ONGs socioambientais que agem especialmente na cidade fazendo campanhas permanentes de conscientização e atuando em áreas que o poder público ignora; alguns projetos socioambientais que empresas neoextrativistas, como a Petrobras, são obrigadas a executar como forma de mitigação dos impactos que causam, como o Projeto Povos²⁴, que consiste em uma cartografia social em Angra dos Reis (RJ), Paraty (RJ) e Ubatuba (SP), e o Projeto de Educação Ambiental (PEA) Redes, na Baía de Guanabara; iniciativas de “sistematização dos conflitos [...] para terem visibilidade e virarem instrumentos de luta e também de incidência política e de denúncias nacional e internacionalmente”, como os realizados pela Pastoral dos Pescadores²⁵.

Quadro 6.4: O Grupo Pró-Babitonga

Contribuição: Samuel Rocha

A Baía da Babitonga é um ecossistema estuarino de mais de 130 km² no norte de Santa Catarina. Ela dá suporte à vida, à saúde, à qualidade ambiental de todos os ecossistemas e comunidades da região, além de sustentar atividades econômicas como pesca artesanal e industrial, turismo de massa e de base comunitária, atividades náuticas e de mineração. Apesar de sua importância regional, por muito tempo, a gestão fragmentada e com baixa participação social representou uma ameaça à sustentabilidade da Baía.

Nesse contexto, o Projeto Babitonga Ativa iniciou um processo de planejamento estratégico e mobilização social que deu origem ao Grupo Pró-Babitonga (GPB) em maio de 2017, com representações dos segmentos público, socioeconômico e socioambiental dos 6 municípios abrangidos pela Baía. São 48 vagas distribuídas igualmente para cada segmento. A gestão 2021-2023 conta com 11 representantes do segmento público, 8 do segmento socioambiental e 8 do segmento socioeconômico, que inclui a Colônia de Pescadores Z1 (Itapoá).

Segundo seu regimento interno, o GPB atua com o suporte do Ministério Público Federal para ‘contribuir para a gestão participativa e integrada do Ecossistema Babitonga, com ações que assegurem a proteção da diversidade biológica e cultural, o disciplinamento da ocupação e a sustentabilidade dos usos dos recursos naturais, além da participação multissetorial para a implantação das diretrizes das políticas nacional, estadual e municipal do meio ambiente e do gerenciamento costeiro [...] conforme objetivos específicos, metas e diretrizes que compõem o documento intitulado Plano de Gestão Ecossistêmica (PGE)’.

24. Para saber mais sobre o projeto, acesse: <https://www.otss.org.br/post/projeto-povos-nos-territorios-entenda-como-se-da-essa-cheaganc>

25. O Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP) realiza um monitoramento sistemático das violências sofridas pelas comunidades tradicionais pesqueiras e já publicou dois relatórios (2016 e 2021) sobre conflitos socioambientais e violações de direitos humanos, que podem ser acessados aqui: <http://www.cppnacional.org.br/relatorio-de-conflitos>; E o documentário “Vento Forte” (2017), que pode ser assistido aqui: <https://www.youtube.com/watch?v=QwKa49nVftE>

O grupo é um canal de compartilhamento de informações, diálogo e formação. “Antes dele, as coisas aconteciam de cima para baixo e quando as comunidades pesqueiras artesanais ficavam sabendo, já estavam acontecendo ou já estavam feitas. O grupo reúne várias entidades, dá voz e vez para as comunidades colocarem sua sabedoria, inteligência, cultura, tradição e falarem frente a frente sobre o que entendem como progresso para a região. Porque, às vezes, o progresso para os empreendedores não é o mesmo progresso para as comunidades. O progresso é para meia dúzia e afeta uma comunidade, uma baía, um ecossistema inteiro, vai atrapalhar o turismo, o meio de vida. E com mais diálogo os empreendedores pensam 3, 4, 5 vezes antes de querer se instalar de qualquer forma”.

Ao longo dos anos, o GPB muda visões e modos de fazer e ser. “Os processos formativos e de inclusão fortalecem e empoderam diferentes segmentos sociais. Eles tratam da pesca, da segurança, dos direitos e deveres de quem vive na e da Baía. As atividades do GPB trazem um leque de benefícios e dão voz a grupos que não tinham tanta voz. Os cursos e oficinas para mulheres, jovens, crianças ampliam a visão sobre si mesmos e sobre o território. Hoje, muitas mulheres da Baía se reconhecem, orgulhosamente, como pescadoras profissionais”. “O GPB segue enfrentando obstáculos para trazer mais pescadores e pescadoras para a discussão e balancear disputas de poder e influência política na gestão da Babitonga”, ainda tem muito trabalho para fazer, mas já se consolida como um modelo de gestão participativa e integrada para a região costeira e marinha.

Mais informações em:

Grupo Pró-Babitonga: <https://www.grupoprobabitonga.com/>

Projeto Babitonga Ativa: <https://babitongaativa.wordpress.com/>

Tanto nas comunidades quanto nos movimentos sociais, é importante envolver mais a juventude em todas as iniciativas. “A gente tem trabalhado na transferência geracional das responsabilidades no cuidado com esses ambientes, que são ambientes coletivos nossos e de importante função e representação. O diálogo entre as lideranças mais antigas com a juventude tem sido fundamental, pois daqui há alguns anos vai ser a juventude que vai estar aí para tomar conta desses maretórios e precisa de oportunidade de se envolver em espaços de tomada de decisões e de construção coletiva”. O envolvimento dos jovens nessas iniciativas deve ser aliado “à educação formal, compreendendo a educação formal como uma ferramenta de luta pela existência das populações tradicionais”, em um modelo que considere e valorize “todo esse saber das comunidades do litoral, que vivem na área costeira e marinha, como importante”. “Hoje em dia a gente luta muito pela educação dentro do território, educação diferenciada, educação de base exatamente para a garotada começar a ter o empoderamento e ver o quanto que vai ser perdido”. “E aí a gente pensa em quando Chico Mendes pensou na escola a partir de uma Poronga como símbolo de luz que traria a oportunidade de clarear as ideias e ser uma ferramenta de luta para as populações extrativistas”.

Alguns exemplos de educação diferenciada citados foram iniciativas de educação do campo em regime de alternância, escolas quilombolas no litoral sudeste, a proposta da escola das marés e das águas em construção no litoral do Pará, curso de Licenciatura e Bacharelado em Etnodesenvolvimento na Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Magistério Extrativista no Pará. Um destaque para as escolas dentro dos territórios: “Nós que somos quilombolas passamos por um processo de eugenização muito grande, muito grande mesmo. Quando eu falo de processo de eugenização, eu não estou falando de um processo de embranquecimento de nossa pele não, eu estou falando de um processo intelectual, nos é ofertado uma série de coisas que não nos cabe. [...] Hoje, depois de 40 anos, a gente conseguiu reabrir a nossa escola, dentro do nosso território. Isso é resultado de muita luta e um momento de muita felicidade. Porque vira e mexe a gente era expurgado dos nossos territórios, nossas crianças eram obrigadas a sair do território, [com a escola da comunidade] tapou esse processo de eugenização. Porque nossas crianças perdem suas identidades nesse processo de sair de dentro de seu território”. “Nossa produção pesqueira, a nossa roça precisa chegar também nas escolas onde nossas crianças comem, se alimentam. As crianças precisam se informar de que o alimento que está chegando nas merendas delas, são os próprios pais delas que produzem”.

As mulheres têm um papel preponderante na luta pela defesa dos ambientes marinhos-costeiros: “a gente percebe que com o empoderamento das mulheres a luta avança anos luz”. As mulheres têm práticas e conhecimentos específicos sobre os territórios: “Nós observamos que as mulheres se utilizam dos mares, dos rios de forma diferente do que os homens se utilizam. Na comunidade de onde eu falo, as mulheres são as que mais realizam as pescas”. No entanto, as mulheres também sofrem desafios específicos na luta pelos seus territórios e modos de vida: “na luta pelas águas são as mulheres que saem na dianteira [...] e a gente consegue fazer uma entrada que marca, sem violência. Mas nos últimos tempos as mulheres estão sendo agredidas no processo de organização e de lutas”. “A gente está no território, lutando para toda a comunidade, não só para os filhos, parentes. Quando a gente coloca os nossos corpos de mulheres nessa luta, muitas vezes a gente enfrenta a violência física”. “Geralmente são lideranças masculinas que dão as cartas. As mulheres são colocadas um pouco de lado. A gente sabe da dificuldade que é essa questão do gênero no Brasil. A gente tem que lutar sim contra o patriarcado”. Neste sentido, os encontros de mulheres, promovidos muitas vezes em parceria entre os movimentos sociais e colaboradores, têm sido fundamentais para a discussão desses problemas específicos enfrentados pelas mulheres e avançar no fortalecimento da participação das mulheres em todos os espaços de decisão: “A gente tem que ter sororidade, não perder as estribeiras. A gente faz loucura para defender as nossas vidas, as dos nossos filhos. Portanto, a gente precisa realmente chegar aos locais onde não se tem fala, onde não se tem voz”. Dentre algumas iniciativas que visam reconhecer o protagonismo das mulheres na pesca, destaca-se o Projeto Mulheres da Pesca²⁶, coordenado pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e o exemplo da Secretaria de Mulheres da Confrem, detalhado no Quadro 6.5.

26. O projeto pode ser acessado aqui: <https://mulheresnapesca.uenf.br/index.php>.

Quadro 6.5: A Secretaria de Mulheres da CONFREM*Contribuição: Célia das Neves*

As mulheres envolvidas na cadeia produtiva da pesca - as extrativistas, trabalhadoras das etapas de pré e pós-captura, comerciantes, representantes de classe, etc. - são um grupo frequentemente inviabilizado e privado de seus direitos. "São mulheres que vivem da mariscagem, da pesca de tarrafa, de anzol, de rede, pesca de alto-mar. [...] Elas se diversificam nas práticas pesqueiras e nos diferentes petrechos. Há regiões onde as mulheres não aparecem, são invisibilizadas, mas as mulheres têm um papel importante tanto para produção, economia, segurança alimentar e seu próprio ofício, quanto para as oportunidades das relações de afeto, da partilha, da troca. [...] A troca que fazem não só entre si, mas também com as camponezas, com quem trabalha na terra firme - 'eu te dou camarão, tu me dá macaxeira, farinha, tucupi, fruta'. São as mulheres que organizam toda a estrutura da família, da educação, da saúde. É a mulher que recebe o Bolsa Família e gerencia da melhor maneira possível. É ela que participa das reuniões da escola, que vai ao posto de saúde agendar [atendimentos], cuida da vacina. [...] Quando a gente faz o relógio do tempo das mulheres, o tempo delas é as 24 horas intensas. Elas se deitam por volta de 2h da manhã para levantar às 4h".

Apesar de seu intenso trabalho, segundo denúncia apresentada no Tribunal Popular da Economia do Mar em novembro de 2022, as mulheres estão mais suscetíveis a terem seus territórios, em terra e no mar, expropriados por grandes obras, perdendo o acesso inclusive a seus locais de pesca e extrativismo. Frente às dificuldades enfrentadas, elas vêm se organizando para lutar por seus direitos, a exemplo da Secretaria de Mulheres da Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas e Povos Tradicionais Extrativistas Costeiros e Marininhos (CONFREM).

Fundada em 2009, a CONFREM atua para 'desenvolver, articular e implementar estratégias visando o reconhecimento e a garantia dos territórios extrativistas tradicionais costeiros e marininhos na dimensão social, cultural, ambiental e econômica, garantindo os seus meios de vida e produção sustentável'. Dentro da CONFREM, a Secretaria de Mulheres lidera a 'democratização da discussão de gênero e de direitos das mulheres' (CONFREM, sem data), combatendo o machismo, a violência contra a mulher e buscando dar voz às demandas das mulheres que atuam nos territórios e maretórios pesqueiros artesanais em discussões de políticas públicas.

Institucionalizada em outubro de 2014 em Assembleia Geral da CONFREM, a Secretaria de Mulheres promove debates, eventos e processos formativos, atuando como um espaço de acolhimento, empoderamento e visibilização das demandas das mulheres e promovendo a troca de experiências entre mulheres dos diferentes estados costeiros. Em cada estado, essa Secretaria promove a mobilização e sensibilização das mulheres e fomenta a criação de grupos para atuarem localmente, enquanto conecta diversos grupos em uma rede nacional que ultrapassa

os limites da zona marinha-costeira. “O que chamamos de mobilização e articulação das mulheres das marés e das águas é uma mobilização de maior capilaridade. É uma articulação que a gente [Secretaria de Mulheres da CONFREM] faz com as mulheres que moram nas áreas do Rio Amazonas e outros rios. A gente faz articulações, por exemplo, com as companheiras que são produtoras de arroz da agricultura familiar da foz do Rio São Francisco e se organizam na CPT [Comissão Pastoral da Terra]; com as mangabeiras lá de Sergipe; com as retireiras do Araguaia; com as pantaneiras do Pantanal do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. A Secretaria das Mulheres da CONFREM avança até o Rio Grande do Sul, conversando com as mulheres de lá”.

A Secretaria tem uma abordagem transversal e vem “trabalhando a importância, o direito, os valores das mulheres no seu protagonismo como agentes condutoras de cidadania política com temas transversais da produção [do alimento], da saúde, da infraestrutura e especialmente da educação, para formação da escola das marés e das águas, um projeto educativo alinhado com a vivência e conexão das vidas nesses espaços. [...] Um trabalho mesmo com alma, com a vida. Com sensibilidade de se ter a renda nas mãos. A renda dos seus bordados, dos seus bilros, dos seus crochês, das suas tecelagens, das palhas, das talas, do movimento. A renda da alegria, da felicidade, da sociobioeconomia”.

Mais informações:

Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas e Povos Tradicionais Extrativistas Costeiros e Marinhas (CONFREM): página oficial: <https://confrem.wordpress.com/pagina-principal/quem-somos/>. Acesso em: 28 de novembro de 2022.

CONFREM Facebook: <https://www.facebook.com/comissaoresexmarinhadobrasil>. Acesso em: 28 de novembro de 2022.

Tribunal Popular da Economia do Mar: <https://www.youtube.com/watch?v=-RR6oTZuV7A>
Acesso em: 22 de novembro de 2022.

Concluindo, “para o futuro desejado, além de dialogar entre as redes, fortalecer as iniciativas e as ações que são fundamentais para a garantia desses territórios, tem que dialogar também de forma mais intensa e dar visibilidade ao papel da mulher nesses territórios”. Neste sentido, vem sendo feito o debate do Patrimônio ao Fratrimônio no âmbito de coletivos de mulheres extrativistas para “fazer uma desconstrução de uma imposição que está aí milenarmente e que o colonialismo trouxe pra cá”. “Usar o termo Fratrimônio, no lugar de Patrimônio significa “descolonizar a linguagem oriunda do patriarcado heteronormativo e antidialógico”. “Se Luzia, o crânio que foi batizado da mulher mais antiga encontrado pela ciência brasileira [...] tem 12 mil anos, qual é o tempo da minha ancestralidade? Essa mobilidade pesqueira que vai do Oiapoque ao Chuí, que a gente vê que vai se encontrando, [...] é mesmo um pertencimento nosso, que só precisa que nós passemos a construir uma política de gestão dos nossos maretórios para dentro do Fratrimônio, para a gente ir aniquilando com o patrimônio”.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos coordenadores, secretaria executiva, jovem pesquisadora e pontos focais dos demais capítulos desse diagnóstico pelas suas contribuições ao longo do processo de construção deste capítulo, a saber (ordem alfabética): Alexander Turra, Beatrice Ferreira, Carla Elliff, Heloisa Dantas Brum, Iara Vasco, Larisse Faroni-Perez, Lucila Pinsard Vianna, Marina Vieitas Dale, Miguel Accioly, Natalia Hanazaki, Patricia de Menezes Cardoso, Rodrigo Leão de Moura, Tatiana Walter e Vinicius Giglio. Também agradecemos à assessoria da Comissão Guarani Yvyrupa.

REFERÊNCIAS

- CDB. (1992). Convenção sobre Diversidade Biológica da Organização das Nações Unidas. Assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Ratificada pelo Brasil pelo Decreto Federal nº 2.519 de 16 de março de 1998.
- Cunha, M. C. da, Magalhães, S. B., & Adams, C. (2022). Seção 1: Quem são, quantos são. Em: M. C. da Cunha, S. B. Magalhães, & C. Adams (Orgs.). *Povos Tradicionais e Biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. SBPC: São Paulo.
- FAO & FILAC. (2021). Food and Agriculture Organization & Fondo para el desarrollo de pueblos indígenas de América Latina y el Caribe. *Los pueblos indígenas y tribales y la gobernanza de los bosques - Una oportunidad para la acción climática en Latina América y el Caribe*. FAO: Santiago.
- FUNBIO. [sem data]. Fundo Brasileiro para Biodiversidade. Projeto GEF-MAR. Disponível em: https://www.funbio.org.br/programas_e_projetos/gef-mar-funbio/. Acesso em: 15 de dezembro de 2022.
- Garnett, S. T., Burgess, N. D., Fa, J. E., Fernández-Llamazares, Á., Molnár, Z., Robinson, C. J., & Leiper, I. (2018). A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation. *Nature Sustainability*, 1(7), 369-374.
- Gudynas, E. (2009). Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. Em: *Extractivismo, política y sociedad*, 187-225. Centro Andino de Acción Popular – CAAP e Centro Latinoamericano de Ecología Social – CLAES: Quito.
- IBGE. (2019). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de Informações sobre os Povos Indígenas e Quilombolas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/27480-base-de-informacoes-sobre-os-povos-indigenas-e-quilombolas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 20 de dezembro de 2022.
- IBGE. (2021). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios Costeiros | 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/34330-municipios-costeiros.html>
- IPBES/5/15. (2017). *Informe del Plenario de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas acerca de la labor realizada en su quinto período de sesiones*.
- MapBiomas. (2022). *Fatos sobre o papel das Terras Indígenas na proteção das florestas*. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/09/Fatos_sobre_o_Papel_das_Terras_Indigenas_18.04.pdf
- Oviedo, A. F., & Doblas, J. (2022). *As florestas precisam das pessoas*. Instituto Socioambiental (ISA): São Paulo. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/m9d00064.pdf>
- PNPCT. (2007). Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Decreto Federal nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007.
- Sanches, R. A. (2022). BOX 3 – NOTA TÉCNICA SOBRE DIFERENÇAS DE DADOS EM ALGUMAS FONTES (IBGE, FUNAI e ISA). Em: Guimarães, B. N. 1.2. PERSPECTIVAS POPULACIONAIS: OS POVOS INDÍGENAS A PARTIR DOS CENSOS DEMOGRÁFICOS NACIONAIS. Em: Cunha, M. C. da, Magalhães, S. B., & Adams, C. Seção 1: Quem são, quantos são. Em: M. C. da Cunha, S. B. Magalhães, & C. Adams (Orgs.). *Povos Tradicionais e Biodiversidade no Brasil: Contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças*. SBPC: São Paulo.

APÊNDICE A.6

O processo de construção do capítulo “Tecendo saberes: Contribuições dos povos indígenas e comunidades tradicionais para o 1º Diagnóstico Marinho-Costeiro”

Sugestão de citação: Seixas, C. S., Xavier, L. Y., & Vieira, M. A. R. M. (2024) Anexo 1 - O processo de construção do capítulo “Tecendo saberes: Contribuições dos povos indígenas e comunidades tradicionais para o 1º Diagnóstico Marinho-Costeiro”. Em: Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P. 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. pp. 300-302

Este documento foi produzido em diálogo com pessoas indicadas por organizações de base nacionais e regionais de povos indígenas e comunidades tradicionais (PICTs) da zona marinha-costeira brasileira. Como ponto de partida, a coordenação, junto com a secretaria executiva, autores e autoras (pontos focais) do 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro que trabalham com PICTs no Brasil, discutiram uma proposta para inclusão dos conhecimentos tradicionais no documento. Depois, mapearam as organizações com atuação em nível nacional e regional, buscando contemplar a diversidade de povos ao longo de toda a zona marinha-costeira brasileira. Em seguida, pediram às diretorias das organizações indicações de pessoas que poderiam contribuir com a elaboração do diagnóstico, fossem representantes das próprias organizações ou de comunidades, com reconhecido conhecimento sobre os temas a serem discutidos. Ao constituir esse grupo, a articulação passou a ser feita por meio de um grupo de WhatsApp para as próximas etapas. A comunicação foi constante ao longo de todo o processo. A Figura 6.A.1 ilustra a distribuição das organizações e grupos de Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais que contribuíram para esse diagnóstico.

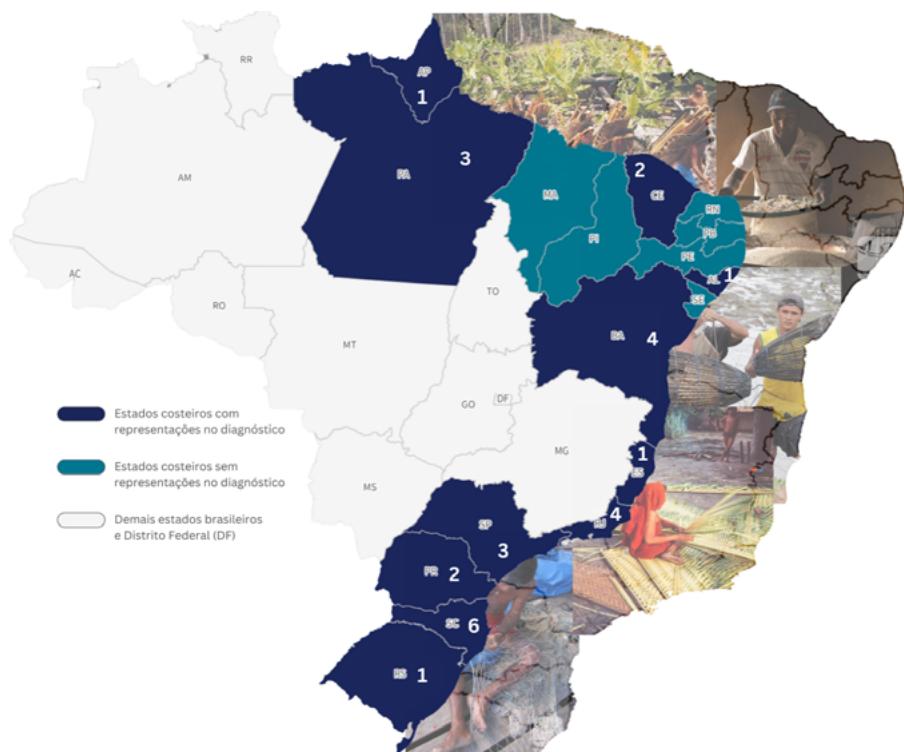


Figura 6.A.1. Distribuição das organizações e grupos de Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais que colaboraram com este capítulo que atuaram como representantes no processo de construção.

Foram realizadas três oficinas virtuais para chegar a este documento (Figura 6.A.2). A primeira oficina, em 03 de fevereiro de 2022, contou com a participação de seis representantes PICTs. Nela, foi apresentada e discutida a proposta para inclusão dos conhecimentos tradicionais e definida a estratégia de articulação para tal inclusão, foram compartilhadas as expectativas de representantes PICTs em relação ao documento e formulados acordos para a construção do texto, como o respeito aos termos utilizados em suas falas e maneiras de se expressar. Após a primeira oficina, a secretaria buscou ampliar a participação de representantes de povos e comunidades que vivem ao longo de toda a área marinha-costeira do Brasil, atentando para um equilíbrio de gênero e regiões. Então, na segunda oficina, realizada em 11 e 13 de abril de 2022, participaram 16 representantes para debater as perguntas-orientadoras do presente diagnóstico:

1. Por que os ambientes marinhos-costeiros são importantes para a sociedade? Por favor, cite alguns exemplos.
2. Como estão os ecossistemas marinhos-costeiros da sua região hoje?
3. Quais mudanças vocês perceberam nos últimos 40 anos? Quais são as causas das mudanças percebidas?
4. Como vocês imaginam que ficará a sua região se as coisas continuarem como estão? Como vocês acham que deveria ser o futuro?
5. Quais iniciativas para cuidar dos ambientes marinhos-costeiros estão dando certo na sua região? O que mais pode ser feito para se chegar no futuro desejado considerando os vários atores envolvidos (governos, comunidades, organizações, universidades)?

Além dos depoimentos registrados na oficina, quem não pôde participar ou quis complementar suas respostas, enviou contribuições por texto ou áudio de WhatsApp para a secretaria executiva, que ficou responsável por organizar todas as contribuições em um mesmo documento. A partir das 26 contribuições recebidas, sendo 12 mulheres, 13 homens e 1 coletiva (CGY), a secretaria executiva transcreveu os debates da segunda reunião e agrupou todas as respostas em um documento com mais de 70 páginas. Esse documento foi então reorganizado pela secretaria, que buscou destacar as mensagens e conceitos mais recorrentes e tecer um texto narrativo integrando as múltiplas vozes dos PICTs que colaboraram. O documento resultante da reorganização foi enviado aos representantes por WhatsApp no formato de texto escrito e texto lido (áudio) para que pudessem revisá-lo junto com suas comunidades ou organizações de base e logo ser discutido na terceira oficina.

A terceira e última oficina foi realizada nos dias 12 e 13 de julho de 2022, com oito representantes, para discutir o conteúdo do texto com foco em validá-lo, definir as mensagens-chave (sumário executivo) e como incluí-lo no presente diagnóstico, levando-se em conta questões de autoria e anonimização. Decidiu-se por listar os nomes de quem contribuiu diretamente com o documento como autoras e autores, indicando a organização de base ou comunidade que representa. Na oficina, também foi discutido

e aprovado o conteúdo e mensagens-chave e optou-se por sua inclusão como um capítulo específico do 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Além disso, foi formada uma pequena comissão para escrever a introdução e alguns estudos de caso para compor o capítulo. A revisão da primeira versão do texto, discutida na terceira oficina, foi complementada com retornos via WhatsApp de representantes que não puderam estar presentes.



Figura 6.A.2: Processo de envolvimento dos PICTs na construção do capítulo.

Por fim, a comissão formada por quatro representantes de PICTs e a secretaria executiva trabalhou nas semanas seguintes, também virtualmente, para concluir os textos faltantes (Figura 6.A.3). Após ter sido também revisado pela coordenação e pontos focais dos outros capítulos do diagnóstico, o produto final foi novamente enviado para o grupo de representantes como texto e áudio para revisão e validação final. O texto aqui apresentado em quatro seções resulta desse processo colaborativo de construção e edição. As seções foram organizadas seguindo as perguntas orientadoras do diagnóstico. Decidiu-se por juntar as contribuições recebidas para as perguntas 2 e 3, pois elas são inter-relacionadas.



Figura 6.A.3: Processo de finalização do documento.



GLOSSÁRIO

Abordagem holística: Visão global e integrada de um sistema, considerando todos os seus elementos, sem desmembrá-lo.

Acordo de Convivência: No contexto da gestão de áreas protegidas, são os acordos estabelecidos entre uma Unidade de Conservação e povos indígenas e/ou comunidades tradicionais para mitigar conflitos sobre o uso de determinado território, visando garantir a permanência desses povos e comunidades na área e a proteção de seus modos de vida. O termo amplia a definição de Termo de Compromisso existente na legislação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, de maneira a abranger outros arranjos possíveis, como o Termo de Ajuste de Conduta e o Plano de Uso Tradicional, que considera o planejamento participativo do uso da terra como parâmetro para a regulamentação de atividades.

Acordos de pesca: Normas criadas pelas comunidades, com ajuda dos órgãos de Meio Ambiente e Fiscalização para controle da pesca em uma determinada região. Os pescadores e pescadoras que utilizam os mesmos espaços (trechos de rios, lagos, enseadas, igarapés, etc.) se reúnem e definem as normas que vão fazer parte do acordo, regulando a pesca de acordo com os interesses da comunidade ou comunidades locais, tendo como principal objetivo a conservação do estoque pesqueiro.

Agenda 2030: Plano de ação global que busca promover o desenvolvimento sustentável e é subdividido em 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para combater a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

Agrofloresta: Sistema de produção baseado na dinâmica de ecossistemas naturais, que une culturas de interesse comercial com espécies vegetais que compõem a floresta - também conhecido por sistema agroflorestal.

Água de lastro: Água tomada a bordo de navios para garantir a estabilidade e a segurança da embarcação durante a navegação. É armazenada em tanques de lastro, que são projetados para serem preenchidos ou esvaziados para ajustar o peso do navio, dependendo da carga e das condições de navegação. Pode conter organismos e patógenos, como bactérias e vírus, que são transportados para outros ecossistemas, podendo causar impactos negativos na biodiversidade e na saúde humana e por isso existem regras sobre seu local de despejo e captação.

Águas profundas: Águas oceânicas abrangendo, em geral, a faixa entre 300 e 1.500 metros de profundidade.

Águas ultraprofundas: Águas oceânicas situadas, em geral, abaixo de 1.500 metros de profundidade.

Amazônia Azul: Território marinho que engloba a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental do Brasil. Termo criado para destacar a importância estratégica dos recursos naturais marinhos, comparando-os com os do bioma terrestre da Amazônia, sendo ambas as áreas de grande valor para o país.

Aquilombar-se: Forma de resistência de pessoas escravizadas que se uniram para recuperar a liberdade e conquistar autonomia. Atualmente, aquilombar-se significa organizar-se, refletir e agir sobre a realidade, questionando opressões históricas e construindo ações concretas para mudar a situação, com uma postura de resistência e ação contra-hegemônica.

Ator social: Indivíduo, grupo de indivíduos, associação ou organização que participa de e/ou influencia um dado processo social, seja na área ambiental, econômica, cultural ou política.

Automonitoramento: No contexto das atividades extractivas, é o monitoramento realizado pelas próprias pessoas usuárias dos recursos, visando acompanhar como varia sua quantidade, qualidade e espacialização. Para a pesca artesanal, por exemplo, os próprios pescadores e pescadoras seriam responsáveis por planejar, realizar e avaliar o sistema de monitoramento dos peixes, mariscos e outros recursos de seu interesse econômico. A partir dos dados resultantes do automonitoramento é possível à comunidade, à organização de base ou ao coletivo responsável planejar ações de manejo para regular o uso daquelas espécies, de maneira a evitar a sobrepesca e a respeitar as práticas e conhecimentos locais.

Bancos de rodolitos: Os rodolitos são nódulos calcários soltos e coloridos, compostos de algas marinhas vermelhas bentônicas e crostosas que se assemelham a corais. Os bancos de rodolitos criam habitats biogênicos para diversas comunidades bentônicas.

Bem viver: Paradigma que se contrapõe ao crescimento econômico, e se caracteriza pela valorização das relações humanas e com a natureza.

Bycatch: Captura pela atividade pesqueira de espécies que não são alvo da pescaria, sendo desta forma considerada incidental.

Cerco fixo: Arte de pesca artesanal tradicional, cuja construção consiste em uma esteira de taquara e estacas de madeira que se fixam no fundo. É composta por uma “rede” (espia) que serve de guia ao peixe e um cercado onde o pescado fica aprisionado. Na junção da espia com o cercado, está situada a boca da entrada, que é uma abertura construída de forma a dificultar o retorno do peixe.

Colegiado: Espaço formal de diálogo, que quando paritário, é formado por representantes do poder público e/ou da sociedade civil em igual proporção, e cuja atribuição pode ser consultiva ou deliberativa, podendo propor diretrizes para políticas públicas, fiscalizá-las, controlá-las e deliberar sobre elas, sendo geralmente órgãos de gestão pública vinculados à estrutura do governo, ao qual cabe garantir a sua permanência.

Continuum: Transição entre ecossistemas formando um gradiente das características entre os mesmos, e não uma fronteira que os limita.

Co-responsabilidade: Responsabilidade compartilhada.

Desenvolvimento sustentável: É o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, o que pressupõe o reconhecimento de que os recursos naturais podem ser exauridos.

Ecorregião: Áreas de composição de espécies relativamente homogêneas, claramente distintas dos sistemas adjacentes. A composição de espécies provavelmente será determinada pela predominância de um pequeno número de ecossistemas e/ou um conjunto distinto de características oceanográficas ou topográficas. Os agentes forçantes biogeográficos dominantes que definem as eco-regiões variam de local para local, mas podem incluir isolamento, ressurgência, entradas de nutrientes, influxo de água doce, regimes de temperatura, regimes de gelo, exposição, sedimentos, correntes e complexidade batimétrica ou costeira.

Edáfico: Relativo ao solo.

Emergia: Toda energia necessária para um ecossistema produzir um recurso (energia, material, serviço da natureza, serviço humano). É utilizado como sinônimo de “energia incorporada” ou também de “memória energética”. O índice de emergia de um sistema pode ser calculado para avaliar sua real sustentabilidade.

Empate: Método de luta criado pelos seringueiros para impedir o desmatamento, inicialmente no Acre. A estratégia era baseada em formas pacíficas de resistências. A comunidade se organizava sob a liderança do sindicato e seguia para a área que seria desmatada pelos pecuaristas. Os extrativistas se colocavam à frente dos peões e janguncos, com suas famílias, mulheres, crianças e idosos. Em um segundo momento, as lideranças do movimento explicavam a eles que, desmatando a floresta, também estariam ameaçados. De março de 1976 até 1988, ano da morte de Chico Mendes, os seringueiros promoveram 45 empates.

Erosão: Processo natural ou antrópico que envolve a remoção ou desgaste do solo, rochas ou outros materiais da superfície terrestre, geralmente causado pela ação da água, do vento, da neve, do gelo ou da atividade humana.

Esbulho: Termo do Direito que significa ato de usurpação pelo qual uma pessoa é privada, ou espoliada, de coisa sobre a qual tenha propriedade ou posse.

Espécie exótica invasora: Plantas, animais ou microorganismos introduzidos intencionalmente ou não, por ação humana, em locais fora de sua área de ocorrência natural, que produzem descendentes, se estabelecem e se dispersam para novas áreas a partir do ponto de introdução. As espécies exóticas invasoras competem por recursos prejudicando as espécies nativas de uma dada localidade.

Espécies fundadoras: Espécies, de qualquer nível trófico, que têm um importante papel na estruturação de uma comunidade.

Espécie zooxantelada: Espécie que vive em simbiose com algas Zooxantelas, como é o caso de diversas espécies de corais escleractíneos.

Estado de Direito: Aquele em que o Poder exercido é limitado pela Ordem Jurídica Constitucional.

Estudo de Impacto Ambiental (EIA): Ferramenta que, junto com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), fornece o resultado dos estudos técnicos e científicos dos impactos ambientais de uma atividade econômica em determinada área, em um processo de licenciamento.

Eutrofização: É um processo natural ou induzido pelo homem que ocorre quando há um excesso de nutrientes, geralmente nitrogenados e fosfatados, em um corpo de água, que estimula o crescimento excessivo de algas e outras plantas aquáticas e pode levar à redução do oxigênio dissolvido e maior turbidez da água..

Evapotranspiração: Termo usado para se referir aos processos combinados pelos quais a água se move da superfície da Terra para a atmosfera. Abrange tanto a evaporação da água (movimento da água do solo, copas e corpos d'água diretamente para o ar) quanto a transpiração (movimento da água que sai do solo, é absorvida pelas raízes, percorre os tecidos da vegetação, e depois é liberada para o ar). A evapotranspiração é uma parte importante do ciclo da água e sua medição desempenha um papel fundamental na irrigação agrícola e na gestão dos recursos hídricos.

Eugenização: Eugenia significando “bem nascido” é o conceito que se refere ao estudo dos agentes sob controle social capazes de melhorar ou empobrecer as qualidades raciais das futuras gerações, seja física ou mentalmente. A partir desse conceito, originou-se a ideia de pureza racial, que levou à prática da eugenização: um processo no qual um povo ou raça subjuga outro, considerando-se superior e buscando sua própria hegemonia.

Extrativismo: Atividades de pequena escala, amplamente diversificadas e sazonais, incluindo a extração de recursos não apenas do mar, mas dos mangues e da mata de transição, como a coleta de frutas, sementes, raízes, palha e barro.

Faneróginas submarinas: Plantas marinhas com raízes, caule, folhas e flores, como o capim-agulha. Formam os prados de faneróginas que são importantes ecossistemas pela alta produtividade.

Fitoplâncton: Grupo de organismos microscópicos fotossintetizantes que habitam águas superficiais no Oceano e águas continentais.

Fratrimônio: Termo que se refere ao conjunto de bens produzidos, valorizados e partilhados sincronicamente (no presente) em relações fraternais e com amigos. Ele propõe uma reflexão sobre herança e transmissão intergeracional, contrastando com o conceito de patrimônio, tradicionalmente associado à estrutura patriarcal.

Geodiversidade: Diversidade de elementos geológicos e que abrange não só os componentes físicos, como rochas, solos, água, entre outros, mas também processos naturais que os moldam.

Geoespacial: Refere-se a informações que identificam a localização precisa de um objeto ou fenômeno na superfície da Terra, geralmente expressa por coordenadas geográficas.

Gestão adaptativa: Trata as ações como experimentos e a formulação de políticas como hipóteses. Uma vez implementada, a ação ou a política é monitorada, avaliada, e ajustada caso necessário. Baseia-se em um processo de “aprender-fazendo”.

Gestão com base ecossistêmica: Abordagem de gestão integrada e adaptativa embasada pela ciência multi e interdisciplinar, com foco na conservação ou restauração

de ecossistemas, reconhecendo as múltiplas interações entre as dimensões sociais, ecológicas e econômicas do sistema.

Gestão integrada: Coordena e harmoniza diferentes áreas, processos e recursos, com base na colaboração entre diferentes setores e níveis de governo no processo de tomada de decisão.

Gestão participativa: Envolve múltiplos atores sociais – como representantes da sociedade civil organizada (ex. organizações não-governamentais ou comunitárias), instituições de pesquisa, setor privado, agências governamentais, entre outros, – no processo de tomada de decisão.

Governança: Processo auto-organizado envolvendo múltiplos atores sociais, e seus respectivos valores e interesses, na elaboração de propostas, nas tomadas de decisão e na implementação de ações.

Governança policêntrica: Processo que possui múltiplos centros de tomada de decisão (geralmente com redundância entre eles) ou múltiplas autoridades, mas nenhuma possui a autoridade máxima de tomar decisões que afetam a coletividade.

Grandes Ecossistemas Marinhos: Áreas relativamente grandes de espaço oceânico, com cerca de 200.000 km² ou mais, adjacentes aos continentes. São caracterizados por sua topografia submarina, sua hidrografia, sua produtividade marinha, e pelas interações tróficas de seus organismos. Abrigam diversos organismos e fornecem importantes serviços ecossistêmicos aos seres humanos.

Guyots: Monte submarino em planícies abissais com o topo plano.

Hidrocarboneto: Grupo de substâncias orgânicas, formadas apenas por carbono e hidrogênio. A maioria dos combustíveis minerais, como petróleo, gás natural e carvão, são compostos de hidrocarbonetos.

Hub de petróleo e gás natural: Ponto de concentração de equipamentos e serviços destinados a dar suporte à atividade de extração, transporte e distribuição de petróleo e gás natural.

Infralitoral Raso: Região compreendida entre o limite inferior da maré até profundidades de 20m.

Jurua kuery: Na língua guarani é o termo utilizado para se referir aos não-indígenas.

Justiça ambiental: Conceito que rejeita a noção que grupos distintos de pessoas (étnicos, raciais ou de classe) sejam submetidos a uma parcela desproporcional de danos ambientais e suas consequências.

Lanceio: A pesca de lanceio ou lança é uma modalidade de pesca artesanal com emprego de rede de emalhe e com uso de embarcação de apoio. Cada “lança” (ou puxada de rede) pode acontecer a partir da terra, geralmente na praia, ou diretamente no mar, com uso de uma ou mais embarcações de pequeno porte. A rede, cujas características e dimensões variam conforme a espécie alvo da pescaria, é solta circulando o cardume de peixes e puxada para a praia ou para a própria embarcação.

Licenciamento ambiental: Procedimento administrativo por meio do qual o órgão ambiental competente autoriza a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Lutjanídeos: Peixes da família Lutjanidae, entre os quais se incluem os vermelhos, os pargos e caranhas.

Mandiúva: Nome popular da espécie de peixe *Pimelodus maculatus*, encontrado nas bacias do Paraná e São Francisco. Também conhecido como bagre-pintado, mandi amarelo, madi do salgado, mandi casaca, mandi pintado, mandiú, mandiúba, mandiúva, manditinga, mandijuba e curiacica da branca.

Maretório: Termo usado por algumas comunidades extrativistas costeiras para se referir ao território dominado pelas marés no qual desempenham suas práticas tradicionais, sendo parte de sua cultura e identidade. Cabe ressaltar que o emprego do termo maretório não é unânime entre os povos e comunidades tradicionais costeiros e há variações regionais como o uso do termo “mar de dentro” na região da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul).

Maricultura multitrófica integrada: Metodologia de integração de cultivos marinhos organizados de forma que os resíduos de uma cultura sejam aproveitados como recursos por outras culturas.

Mar territorial: Compreende uma faixa de doze milhas marítimas de largura, medidas a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente no Brasil. Assim como o espaço aéreo, leito e subsolo, a soberania do Brasil estende-se ao mar territorial.

Mestres Griôs: Termo da cultura afrobrasileira que denomina as pessoas reconhecidas coletivamente como herdeiras dos saberes e fazeres da tradição oral e que passam de geração em geração esses conhecimentos.

Mito da Natureza Intocada: Conceito de que há áreas naturais que nunca foram tocadas pela humanidade e que devem ser preservadas na íntegra, condenando quaisquer alterações antrópicas, incluindo as práticas de culturas tradicionais.

Mito do Bom Selvagem: Conceito que entende os povos indígenas e tradicionais como totalmente inocentes, puros e bons, que nunca prejudicam a natureza.

Necromassa: Componente essencial da biomassa florestal, representada pela massa orgânica morta na superfície do solo.

Neoextrativismo: Modelo de extração de recursos naturais gerador de impactos socioambientais insustentáveis, como a mineração e a exploração de petróleo.

Nhandereko: Na língua guarani significa o modo de vida Guarani, seu bem viver.

Nhaneretarã'í kuery: Na língua guarani significa “os nossos parentes”.

Nicho: A combinação das condições ambientais que permitem que uma espécie satisfaça seus requisitos mínimos de forma a permitir que a taxa de nascimento seja igual ou maior do que a sua taxa de mortalidade.

Nível-traço: Diz-se de elementos encontrados em concentração menor que 100 µg/g no ambiente.

No-take zone: Tipo de área de proteção marinha onde há a exclusão de atividades como a pesca para permitir a manutenção de estoques pesqueiros e recursos naturais.

Offshore: Termo utilizado para fazer referência a locais ou atividades realizadas distantes da costa, como em alto-mar. Diferencia-se de *onshore* e *nearshore*, que fazem referências a locais e atividades em terra firme ou na área marinha próxima à costa, respectivamente.

Organismos bentônicos sésseis e sedentários: Organismos bentônicos têm seu ciclo de vida associado ao fundo de corpos de água, seja ele consolidado ou não. Os organismos bentônicos sésseis vivem fixados ao substrato. Já os sedentários, embora não sejam necessariamente sésseis, apresentam movimentos limitados e tendem a permanecer em um mesmo local por longos períodos.

Participação pública: Envolvimento de pessoas ou grupos que são afetados ou interessados em uma proposta de programa, plano ou política pública.

Participação social: Envolvimento ativo de indivíduos, grupos, comunidades ou organizações em processos de planejamento e tomada de decisão que os afetam.

Peneídeo: Relativo à família Penaeidae, composta por espécies de camarões.

Petrechos de pesca: Denominação geral para instrumentos, objetos e utensílios utilizados para a prática da pesca. A escolha do petrecho está relacionada à finalidade da pescaria, à espécie alvo, às características culturais e ambientais do local onde se realiza a pesca e ao custo de cada petrecho. São exemplos de petrechos de pesca: rede de emalhe, linha e anzol, espinhel, puçá e covo.

Plano de Gestão Territorial e Ambiental (PGTA): Instrumento de gestão de Terras Indígenas (TI), no qual o povo ou as comunidades indígenas de determinada TI descrevem como eles consideram que as políticas públicas devem ser adequadas à realidade específica daquele território. O PGTA é regulamentado pelo Decreto Federal nº 7747/2012, que institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI.

Plano de Manejo: Documento técnico que define objetivos de conservação, diretrizes, estratégias, normas de uso e acesso a um recurso natural ou a gestão de uma área protegida. É elaborado a partir de um diagnóstico amplo do recurso ou área a ser manejada, considerando todos os componentes do sistema, os desafios e as metas de uso e conservação.

Plataforma continental: Seção rasa, com profundidades geralmente menores de 200m, e levemente inclinada da margem continental que se estende desde a costa até o ponto onde a encosta fica mais íngreme, em direção ao alto-mar.

Política pública: Conjunto de ações - elaboração de metas, definição de prioridades, levantamento do orçamento e meios de execução - que os governos (nacionais, estaduais ou municipais) traçam para alcançar o interesse público. O ciclo da política pública é constituído dos seguintes estágios: definição de agenda, identificação de alternativas, avaliação das opções, seleção das opções, implementação e avaliação.

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs): Substâncias químicas tóxicas que são persistentes no meio ambiente e bioacumulam em teias tróficas, o que pode resultar em danos à saúde humana e ao meio ambiente. Os POPs são geralmente compostos orgânicos sintéticos, como pesticidas, retardadores de chama, solventes, lubrificantes e produtos químicos industriais.

Poronga: Lamparina que os seringueiros usam na cabeça para percorrer as estradas da seringa na floresta amazônica. Geralmente é feita com latas de óleo e usando como combustível o querosene. Na década de 1980, Chico Mendes e seus companheiros criaram um programa de educação nos seringais cuja cartilha chamava-se Poronga, pois era também um instrumento para iluminar seus caminhos.

Prado: Importante ecossistema de alta produtividade marinha formado por fanerófitas submarinas.

Princípio da precaução: Princípio que estipula que, na ausência de plena certeza científica, não se deve postergar medidas efetivas, eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

Protocolo de Consulta: Instrumento de defesa dos direitos dos Povos e Comunidades Tradicionais, com diretrizes e regras feitas pelo próprio Povo ou Comunidade para orientar a ação do Estado ou demais organizações na apresentação de propostas e projetos que os impactam. A Consulta Prévia Livre e Informada está garantida na Convenção 169 sobre Povos Indígenas e Tribais, da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que é lei no Brasil desde 2004 (Decreto Presidencial nº 5051). Portanto, o Estado brasileiro é obrigado a consultar povos indígenas e comunidades tradicionais sobre qualquer medida legal ou administrativa que possa afetar suas vidas e territórios, como projetos de lei e de infraestrutura (ex. estradas, portos, plantas eólicas e usinas hidrelétricas).

Racismo ambiental: Diz respeito às injustiças sociais e ambientais que recaem de forma desproporcional sobre povos e comunidades já vulnerabilizadas e marginalizadas.

Resiliência: Capacidade de um sistema de manter sua mesma estrutura e função após um distúrbio ou perturbação.

Responsabilidade (accountability): Processo de avaliação e responsabilização permanente dos agentes públicos ou privados em razão dos atos praticados em decorrência do uso do poder que lhes é outorgado pela sociedade. Pode ser classificada como institucional, quando esse processo de avaliação e responsabilização for praticado no âmbito do próprio aparato estatal, ou social, quando praticado fora dos limites estatais. Pressupõe um fluxo de informações amplo e aberto, capaz de subsidiar e incentivar a discussão e o debate em torno das questões públicas.

Ressurgência Costeira: É o processo no qual águas quentes e superficiais são afastadas da costa pela ação de ventos e processos associados à rotação da terra, o que faz com que águas frias, profundas e ricas em nutrientes sejam trazidas à superfície.

Restauração ambiental: processo de ajudar na recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído.

Saúde dos Ecossistemas: Conceito que usa a metáfora de saúde humana para os ecossistemas. Nesse sentido, os ecossistemas são a unidade de avaliação e não as espécies que habitam neles. Diversas métricas têm sido aplicadas para avaliar a saúde dos ecossistemas e pode envolver aspectos associados à sua biodiversidade, produtividade, resiliência e organização.

Segunda residência: Constituem-se de formas e usos distintos de um domicílio permanente, tendo como principal finalidade o lazer, a recreação e o descanso de seu proprietário e familiares, seja nos fins de semana, feriados ou férias.

Serviços ecossistêmicos: Benefícios da natureza relevantes para o bem estar de outros seres vivos. São classificados em serviços de provisão (tais como água, alimentos, madeira e fibras e extratos), serviços de suporte (os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes e a polinização), serviços de regulação (para a manutenção dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar e a manutenção do balanço hidrológico) e serviços culturais (que podem ser materiais ou imateriais, como da recreação, do turismo, da identidade cultural e de experiências espirituais e estéticas).

Ship-to-ship: Operações de transferência de petróleo bruto, produtos petrolíferos, produtos químicos líquidos a granel e gás liquefeito diretamente entre navios-tanque marítimos.

Sinergia: Ação combinada de dois ou mais elementos/fatores/esforços em um sistema complexo.

Sistema Pelagial: Compreende a região da coluna d'água e pode ser subdividido em sub-regiões com base na profundidade.

Sobreexplotados ou sobre-explorados: Estoques pesqueiros sobre os quais a pesca está retirando pescados da água em uma velocidade mais rápida do que a capacidade de recuperação das populações dos pescados.

Sobrepesca: Atividade de pesca realizada além dos limites de reposição das populações, o que pode levar à sobreexplotação dos recursos.

Sociobioeconomia: Modelo de geração de riqueza que, além de priorizar a conservação dos recursos naturais do planeta, leva em consideração a dignidade humana das populações envolvidas. Trata-se de um conceito que oferece alternativas ao uso dos combustíveis fósseis, tem lógica baseada na economia circular e prioriza princípios éticos que promovam a equidade.

Sociodiversidade: Diversidade de aspectos que caracterizam sociedades humanas, como idiomas, etnias, crenças, distribuição geográfica, práticas de organização social, entre outros.

Soluções com base na natureza: Abordagens inspiradas em processos naturais que buscam promover melhores resultados na gestão de recursos. Por exemplo, investimento na recuperação de manguezais para promover maior proteção à linha de costa.

Tekoá: Na língua guarani significa o espaço físico onde existem, os lugares que são cultivados e vividos por esses povos. De modo mais específico, denota as aldeias do território guarani.

Tucum: Tucum (*Bactris setosa*), tucunzeiro, ticum ou tecum é uma palmeira que cresce formando touceiras densas. Atinge de 10 a 12 metros de altura e tem caules cobertos por espinhos. Ocorre na Mata Atlântica, do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul. Seus frutos são consumidos *in natura*, as sementes fornecem um óleo alimentício e o seu palmito é usado em diversas culinárias. Das folhas, faz-se uma fibra muito forte utilizada na construção de telhados. É também comum entre os povos indígenas Guarani, do interior do Brasil, a utilização do Tucum para manufatura do “arco de tucum”.

Turismo de Base Comunitária: Formas de organização do turismo em que predominam vivências culturais e socioambientais específicas associadas à geração de renda monetária complementar, configurando-se como resistência às pressões sobre os territórios culturais. Também conhecido por sua sigla TBC, trata-se de uma forma de turismo organizada para e por povos indígenas e comunidades tradicionais, podendo ter vários níveis de envolvimento local no seu planejamento e gestão.

Variáveis Essenciais de Biodiversidade (VEBs): Conjunto de indicadores que permitem avaliar a biodiversidade de um ecossistema em determinado tempo e localização. As VEBs foram propostas pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e são utilizadas como uma ferramenta para monitorar a biodiversidade globalmente.

Variáveis Essenciais do Oceano: Parâmetros medidos e monitorados regularmente para avaliar as condições ecológicas, físicas e químicas do Oceano; são importantes para a compreensão das mudanças globais no Oceano e para informar políticas de gestão e conservação marinha.

Ventos alísios: Deslocamentos de massas de ar quentes e úmidas que se realizam de forma concêntrica em direção às áreas de menor pressão atmosférica das zonas equatoriais do globo terrestre.

Zona costeira: Considerada patrimônio nacional pela Constituição de 1988, a zona costeira brasileira corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima (compreendendo a totalidade do mar territorial) e uma faixa terrestre (compreendendo os limites dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira).

Zona Econômica Exclusiva (ZEE): Faixa de água de até 200 milhas náuticas (~370 km) de cada país costeiro, sobre a qual se tem prioridade para a utilização dos recursos naturais do mar.

Zonas mesofóticas: áreas situadas entre 30m e 150 m de profundidade em zonas tropicais e subtropicais que compartilham uma similaridade na composição de espécies.

LISTA DE SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

AMP - Área Marinha Protegida

ANP – Associação Nacional das Pescadoras

CDB – Convenção da Diversidade Biológica

CGY – Comissão Guarani Yvyrupa

CIRM – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

CNCTC – Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras

CNS – Conselho Nacional das Populações Extrativistas

Conaq – Coordenação Nacional de Articulação de Quilombos

Confrem – Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas

CPP – Conselho Pastoral dos Pescadores e Pescadoras

ENOS – El Niño Oscilação Sul

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization)

FCT Bocaina – Fórum de Comunidades Tradicionais da Bocaina

Funai – Fundação Nacional dos Povos Indígenas

GW – GigaWatt (um GW equivale a 10 elevado a 9 Watts)

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPBES – Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IUCN – International Union for Conservation of Nature

Gerco – Gerenciamento Costeiro

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Mopear – Movimento dos Pescadores Artesanais do Litoral do Paraná

MPF – Ministério Público Federal

MPP – Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais

MW – MegaWatt (um MW equivale a 10 elevado a 6 Watts)

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OIT – Organização Internacional do Trabalho

PEM – Planejamento Espacial Marinho

PGTA – Plano de Gestão Territorial e Ambiental

PIB – Produto Interno Bruto

PICTs – Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais

PNPCT – Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais

POPs – Poluentes Orgânicos Persistentes

Procosta – Programa Nacional de Conservação da Linha Costa

PSRM – Plano Setorial Para os Recursos do Mar

Resex – Reservas Extrativistas

Sisgen – Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado

Snuc – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

TI – Terra Indígena

TWh – TeraWatt por hora (um watt-hora é a quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de um watt pelo período de uma hora. 1TWh equivale a 10 elevado a 12 Wh).

UC – Unidade de Conservação

ZEEC – Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro

1º DIAGNÓSTICO BRASILEIRO MARINHO-COSTEIRO SOBRE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

AUTORAS E AUTORES (POR ORDEM ALFABÉTICA)

Adriana Lima

Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras (CNCTC)

Adriana R. Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Alexander Turra

Universidade de São Paulo (USP) & Cátedra Unesco para Sustentabilidade do Oceano

Ana Carolina de Azevedo Mazzuco

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Anaide Wrublevski Aued

Memorial University of Newfoundland

Ana Paula L. Prates

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)

Andrea Olinto

Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS-PE)

Antonio Vieira (Sr. Mancha)

Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP)

Áurea Maria Ciotti

Universidade de São Paulo (USP)

Beatrice Padovani Ferreira

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Bianca Bentes

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Bruno Abe Saber

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)

Carina Costa de Oliveira

Universidade de Brasília (UnB)

Carla Elliff

Universidade de São Paulo (USP)

Célia das Neves

Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas (CONFREM)

Cida Ferreira

Comissão Nacional de Fortalecimento das Reservas Extrativistas Costeiras e Marinhas (CONFREM)

Cláudio de Araújo Nunes

Movimento dos Pescadores Artesanais do Litoral do Paraná (MOPEAR) & Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras (CNCTC)

Claudio Egler

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Cleiton Jardeweski

Universidade do Vale do Itajaí (Univali)

Clemente Coelho Junior

Universidade de Pernambuco (UPE)

Comissão Guarani Yvyrupa¹ (CGY)

Cristiana Simão Seixas

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Denilson da Silva Bezerra

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Eduardo Siegle

Universidade de São Paulo (USP)

Eliete Paraguassu

Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP)

Ezequiel Tremembé

Povo Tremembé, Terra Indígena Tremembé da Barra do Mundaú

Fernanda de Oliveira Lana

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Flávia Lucena Frédou

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Florivaldo Mota Rocha (Filico)

Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP)

Gabriel Barros Gonçalves de Souza

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Gleyci Moser

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

1. A contribuição da Comissão Guarani Yvyrupa foi encaminhada de forma coletiva em um diálogo intermediado por Eunice Kerexu Yxapyry.

Guilherme Abuchahla
Tropical Marine Ecology - Leibniz Center

Guilherme O. Longo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Heloisa D. Brum
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte
(IDEMA-RN)

Iara Vasco
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Isabel Tukano
Levante pela Terra

João Luiz Nicolodi
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Jurandir Cesário
Quilombo Caçandoca

Larisse Faroni-Perez
Instituto Geração Oceano X (GOX) & Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Leandra R. Gonçalves
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Leopoldo C. Gerhardinger
Universidade de São Paulo (USP)

Leticia Cotrim da Cunha
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Leticia Moraes
Conselho Nacional das Populações Extrativistas (CNS)

Letícia Veras Costa Lotufo
Universidade de São Paulo (USP)

Luciana R. F. C. Travassos
Universidade Federal do ABC (UFABC)

Lucia Sousa e Silva
Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo
(SEMIL-SP)

Luciana Yokoyama Xavier
Universidade de São Paulo (USP) & Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Lucila Pinsard
Fundação Florestal (FF-SP)

Luis Gustavo Cardoso
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Luiz Paulo Assad
Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe/UFRJ)

Manoel Bueno dos Santos (Nego da Pesca)
Federação das Associações de Pescadores Profissionais e Aquicultores do Espírito Santo

Marcus Polette
Universidade do Vale do Itajaí (Univali)

Margareth S. Copertino
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Maria Ariã Pataxó
Povo Pataxó, Terra Indígena Comexatibá

Maria Cristine Lançoni
Araquari, Baía da Babitonga

Maria do Ramos
Articulação Nacional das Pescadoras (ANP)

Maria Fernanda Arentz
Marinha do Brasil

Maria José Pacheco
Conselho Pastoral dos Pescadores e Pescadoras (CPP)

Marilda de Souza
Quilombo do Bracuí

Marianna Lanari
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Marina A. R. de Mattos Vieira
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Marina Vieitas Dale
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Marinez E. G. Scherer
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Miguel da Costa Accioly
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Natalia Hanazaki
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Neimar Lourenço
Coordenação Nacional de Articulação de Quilombos (CONAQ)

Nilmar Conceição
Fórum da Lagoa dos Patos

Patrícia de Menezes Cardoso
Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra (CES-UC) & Universidade Federal Fluminense (UFF)

Patrícia Raggi Abdallah
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Pedro Ribeiro
Conselho Pastoral dos Pescadores e Pescadoras (CPP)

Rafael A. Magris
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Raquel Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) & Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Regina R. Rodrigues
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Renato Caiçara
Coordenação Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras (CNCTC)

Renato Rodrigues Neto
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Robson Possidônio
Fórum de Comunidades Tradicionais Angra-Paraty-Ubatuba (FCT)

Rodrigo Rodrigues de Freitas
Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL)

Rodrigo Tardin
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Ruy Kenji Papa de Kikuchi
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Samuel Rocha
Grupo Pró-Babitonga (GPB)

Santiago Bernardes
Fórum de Comunidades Tradicionais Angra-Paraty-Ubatuba (FCT) & Coordenação
Nacional de Comunidades Tradicionais Caiçaras (CNCTC)

Silvina Botta
Universidade Federal do Rio Grande (UFRGS)

Stella Manes
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Tatiana Walter
Universidade Federal do Rio Grande (UFRGS)

Tatiane Medeiros
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Tommaso Giarrizzo
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Valmira João Gonçalves
Conselho Pastoral dos Pescadores e Pescadoras (CPP)

Vanessa Hatje
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Vinicius Giglio
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Vinicius Scofield
Ministério da Educação (MEC)

Wilson Cabral de Sousa Júnior
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Rodrigo Agostinho (ex-deputado federal e Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais) pela Emenda Parlamentar que financiou a elaboração desse Diagnóstico. À Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), à Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e ao Dr. Ronaldo Christofeletti por viabilizar a tramitação do recurso financeiro e a execução orçamentária para a realização desse Diagnóstico.

Aos revisores dos capítulos deste Diagnóstico: A. Cecília Z. Amaral, José Milton Andriguetto, Ronaldo Christofeletti, Segeen Estefen, Sueli Furlan, Paulo Horta, Régis P. de Lima, Patrícia M. Menezes, Leonardo Messias, Carolina Minte-Vera, Victória J. Isaac Nahum, Marco Nalon, Isabel S. Pinto, Pedro Jacobi e Paulo Sinigallie.

COORDENAÇÃO EXECUTIVA BPBES

Carlos Alfredo Joly
Aliny P.F. Pires
Cristiana Simão Seixas
Leandra R. Gonçalves
Paula Drummond de Castro
Rafael Loyola

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Cristiana Simão Seixas
Marina Vieitas Dale

EDIÇÃO E REVISÃO DE TEXTO

Isabela de Lima Santos

PROJETO GRÁFICO

Lúcia Nemer, Martuse Fornaciari

FOTOGRAFIAS

Beatrice Padovani Ferreira
Enrico Marone
Gabriel Barros G. de Souza
Guilherme Abuchahla
José Sabino (Natureza em Foco)
Letícia Cotrim da Cunha
Marcus Polette
Marina A. R. de Mattos Vieira
Marinez E. G. Scherer

Copyright © 2024 Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES). Todos os direitos desta obra são reservados e protegidos pela Lei 9.610, de 19/02/1998. É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, para fins educacionais e sem finalidade lucrativa, desde que a fonte seja devidamente mencionada.

SUGESTÃO DE CITAÇÃO:

Seixas, C.S., Turra, A., Ferreira, B.P (Eds.) (2024). 1º Diagnóstico Brasileiro Marinho-Costeiro sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano. 322 pp. <https://doi.org/10.4322/978-65-01-27749-3>

MEMBROS DO COMITÊ GESTOR DA BPBES QUE ORIENTARAM

A CONSTRUÇÃO DO DIAGNÓSTICO

Carlos A. Joly | Cristiana S. Seixas | Paula F. Drummond de Castro

PARA MAIS INFORMAÇÕES, FAVOR CONTATAR: Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos ([contato@bpbes.net.br](mailto: contato@bpbes.net.br)) e/ou Cristiana S. Seixas ([csseixas@unicamp.br](mailto: csseixas@unicamp.br))

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

1º diagnóstico brasileiro marinho-costeiro sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos [livro eletrônico] / [editores] Cristiana Simão Seixas, Alexander Turra, Beatrice Padovani Ferreira. -- Campinas, SP : Ed. dos Autores, 2024.
[PDF](#)

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-01-27749-3

1. Biodiversidade marinha - Conservação - Brasil
2. Biodiversidade marinha - Preservação 3. Biologia marinha 4. Desenvolvimento sustentável - Aspectos ambientais 5. Ecossistemas - Aspectos ambientais
6. Oceanos 7. Zonas costeiras e marinhas - Gestão
I. Seixas, Cristiana Simão. II. Turra, Alexander.
III. Ferreira, Beatrice Padovani.

24-245361

CDD-363.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Biodiversidade marinha : Diagnósticos : Gestão ambiental 363.7



BPBES

Plataforma Brasileira
de Biodiversidade
e Serviços Ecossistêmicos



CÁTEDRA UNESCO
para a Sustentabilidade
do Oceano

www.bpbes.net.br

PARCEIROS



Cátedra UNESCO para a Sustentabilidade do Oceano



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

APOIO



serrapilheira