

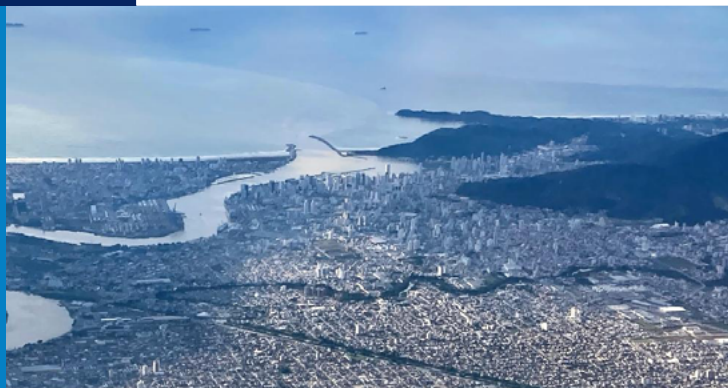


**BPBES**  
Plataforma Brasileira  
de Biodiversidade  
e Serviços Ecossistêmicos



CÁTEDRA UNESCO  
para a Sustentabilidade  
do Oceano

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







## 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 ECOSISTÊMICOS 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 Ecosistêmicos (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 Christofolletti, 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 Sinisgalli. Os capítulos foram organizados de acordo com a lógica do marco conceitual da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (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 Christofolletti, 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 Ecosistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES) e Cátedra Unesco para a Sustentabilidade do Oceano.

## 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 Ecosistêmicos 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 Ecosistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (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<sup>-1</sup>. No Brasil, os manguezais abrangem uma área de mais de 10.000 km<sup>2</sup>, 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 2x10<sup>11</sup> 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/m<sup>2</sup> 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 bioprodutos de alto valor agregado no Brasil (*estabelecido, mas incompleto*)** {1.2.2.4}. Até o ano de 2022, não existiam bioprodutos 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 energia, 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, conseqüentemente, 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 ecossistêmicas, sendo fundamental para promover o interesse público na conservação da biodiversidade (Gómez-Baggethun *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 preamaras, incluindo o aporte de matéria orgânica, sedimentos e espécies visitantes. Na maré baixa, são carregados 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 km<sup>2</sup> (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.

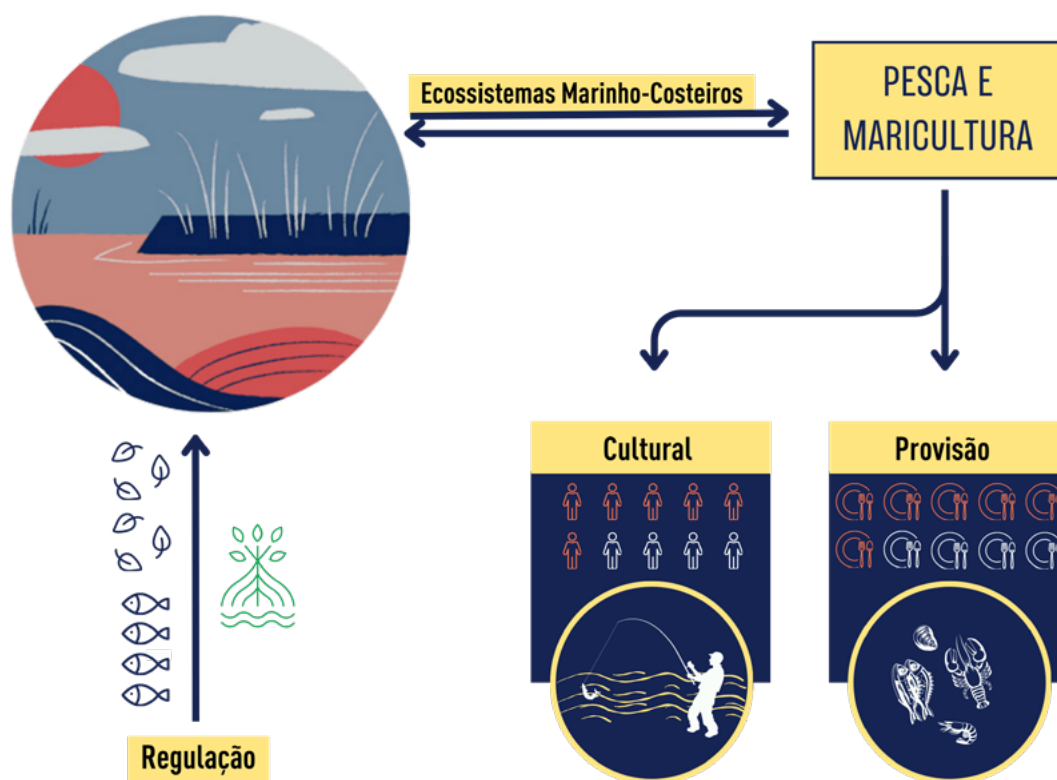
A conectividade também é socioecológica, abrangendo tanto o meio biogeofísico como os atores sociais e as instituições associadas a ele. Os sistemas socioecológicos podem ser definidos como sistemas complexos e adaptativos constituídos pelo meio biogeofísico ligado a atores sociais e instituições (Glaser *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 vetores 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 visitas 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 interrupção 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 a *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 armazenam 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 CO<sub>2</sub> (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). Apesar 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 CO<sub>2</sub> atmosférico e para o equilíbrio geoquímico do Oceano. Estima-se que o reservatório de carbonato da plataforma continental brasileira seja da escala de  $2 \times 10^{11}$  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 costa<sup>1</sup>, 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/m<sup>2</sup> 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-uçá (*Ucides cordatus*), o guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), o vôngole ou berbigão (*Anomalocardia brasiliana*), 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 laevis*), 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 (Suguio, 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 nutraceuticas, 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 briozoários 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 dola-beladienetriol, 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 “Algas

do Brasil” e “Mulheres de Corpo e Alga” ([www.algasdobrasil.com.br](http://www.algasdobrasil.com.br); [www.brasilcidadado.org.br/projetos/mulheres-de-corpo-e-alga/](http://www.brasilcidadado.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 biorremediação (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 (CGEN), 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).

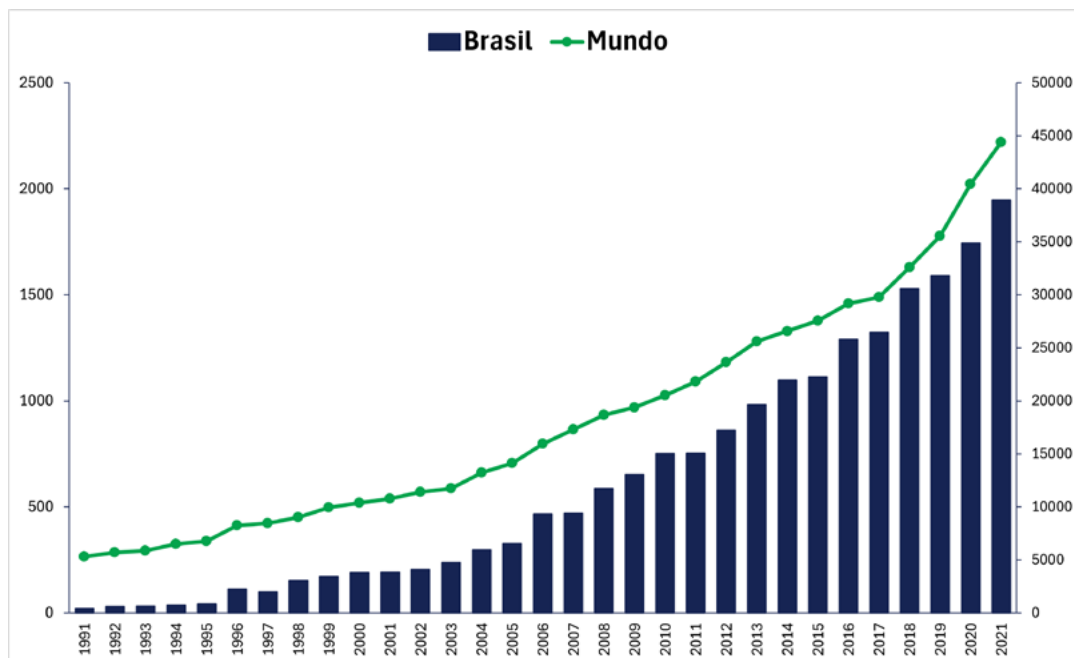
**Tabela 1.1.** Detalhamento das categorias de aspectos positivos da zona marinha-costeira (Raymundo *et al.*, 2021).

| CATEGORIAS                                      | ELEMENTOS DOS ASPECTOS POSITIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Patrimônio natural, histórico e cultural</b> | 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.                                                                                                                                                         |
| <b>Relevância econômica sustentável</b>         | 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.                                                                                                                                                                |
| <b>Instituições e oportunidades de ação</b>     | 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. |
| <b>Base comunitária local e tradicional</b>     | 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)

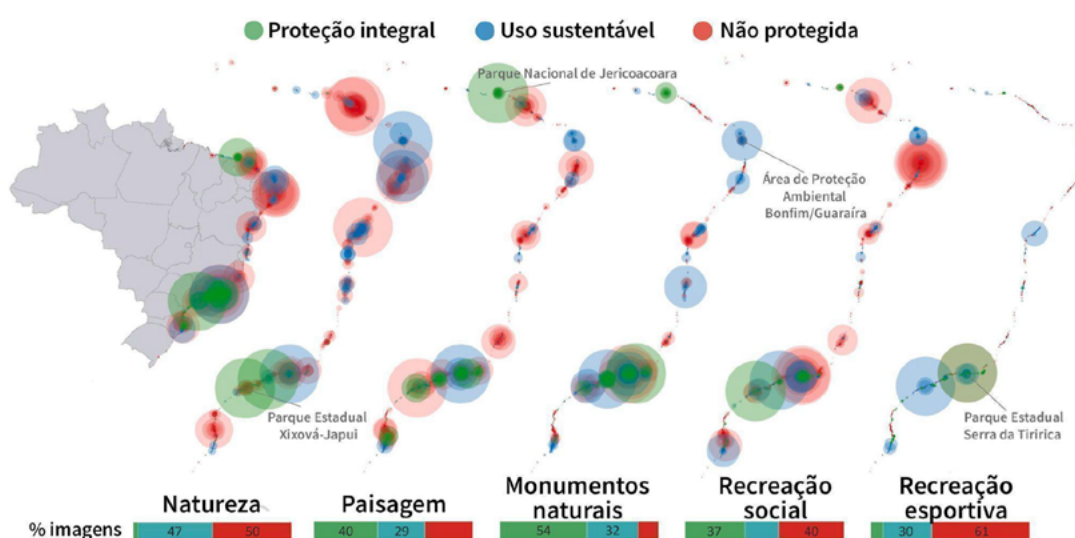
Ademais, o mar é refletido nas artes e na cultura regional do país como fonte de inspiração e contemplação. A implantação das Reservas Extrativistas Marinhas no Brasil é um caso emblemático: sua criação foi inspirada na relação pessoas-mar e permite a aplicação de saberes e práticas de comunidades tradicionais 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 bisco 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 a costa. 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).

## Turismo e atividades recreativas em áreas marinhas e costeiras



### 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) consideram 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.

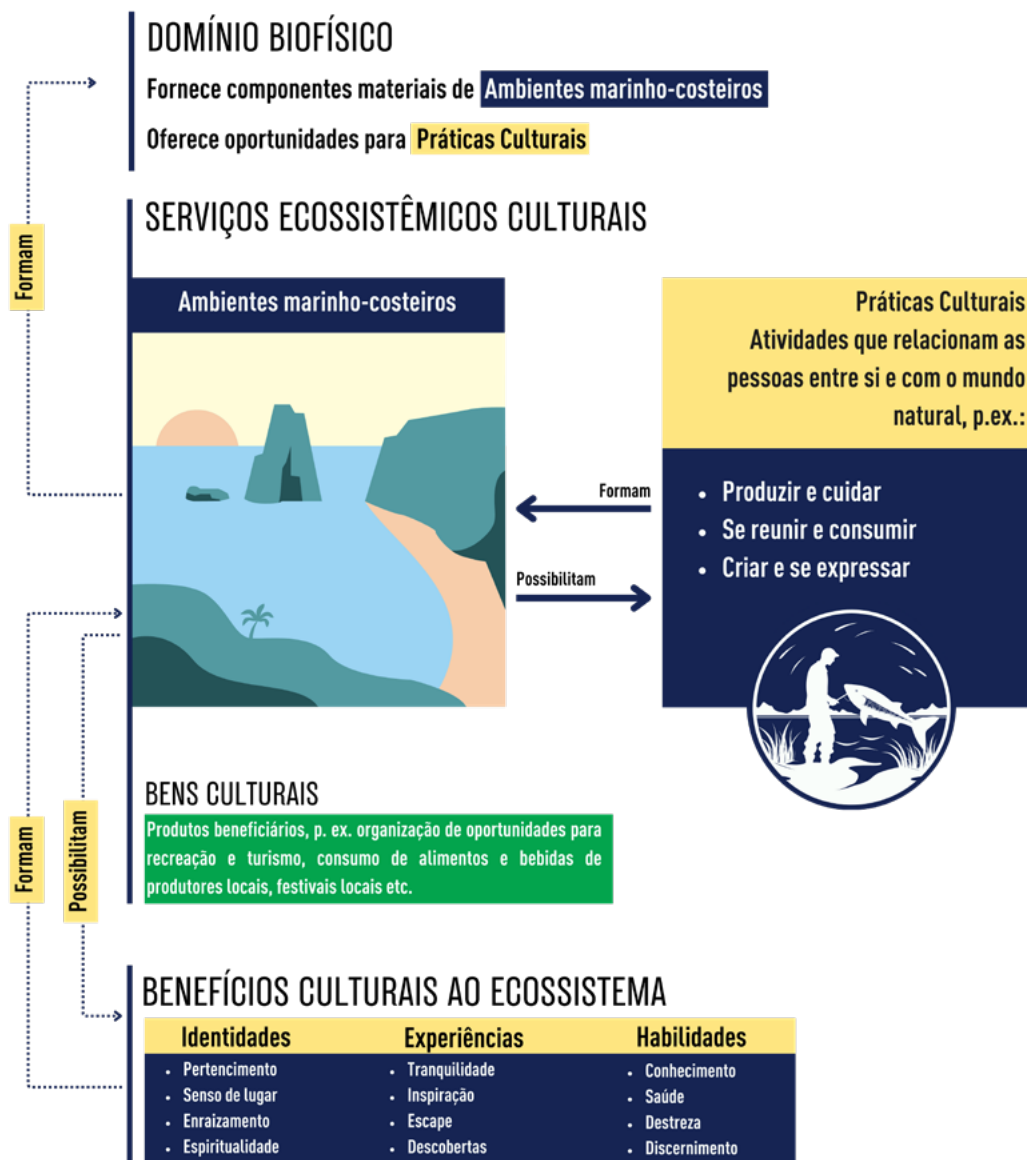
No caso da zona marinha-costeira, é possível que o maior grupo de usuários diretos e indiretos de seus benefícios sejam aqueles envolvidos na pesca de pequena escala. Por sua vez, estes têm sido marginalizados no diálogo entre atores ambientais e econômicos que estão determinando as estratégias para 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 artesanaria 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 costeira, 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 do 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 as 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., Calumpang, 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/ldb/image/2016/promotional-material/ldb-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.; Good-Land, 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., Fernadez, 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](http://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](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 paffii*. *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. *Enciclopédia 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. *Ecological 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 (Babitonga 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.
- lóca, 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. Díaz, 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 Uruguay. Montevideo, Ecoplata.
- Lavaut, E., Guillemain, 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., Franze, P. P., & Lombardi, G. V. (2021). Emergy-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). Millenium 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-rodolitos/>.
- 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., Bemvenuti, C. E., & Diele, K. (2013). Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá *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., Zhijia, 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 valoração 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/rbecotur.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
- Suguio, K. (1999). *Geologia do quaternário e mudanças ambientais: (passado+presente=futuro?)*. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas.
- Suguio, 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., Ben-zaken, 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](http://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). *Auditoria da pesca Brasil 2020: uma avaliação integrada da governança, da situação dos estoques e das pescarias*. 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.

## 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)

Anaíde 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 Yvyrupa<sup>1</sup> (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 (FURG)

Stella Manes  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Tatiana Walter  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Tatiane Medeiros  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Tommaso Giarizzo  
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 Christofolletti 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 Christofolletti, 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 Sinisgalli.

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  
Marínez E. G. Scherer

Copyright © 2024 Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (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 Ecosistêmicos. Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (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 Ecosistêmicos ([contato@bpb.es.net.br](mailto:contato@bpb.es.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

Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



**BPBES**  
Plataforma Brasileira  
de Biodiversidade  
e Serviços Ecosistêmicos

[www.bpb.es.net.br](http://www.bpb.es.net.br)



CÁTEDRA UNESCO  
para a Sustentabilidade  
do Oceano

## PARCEIROS



## APOIO

