Thereza Rosso

A água não reconhece fronteiras

o oceano no ciclo das águas, nas cidades e na trama da sustentabilidade



2021 2030 Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável

Pedro & João editores

A ÁGUA NÃO RECONHECE FRONTEIRAS

O oceano no ciclo das águas, nas cidades e na trama da sustentabilidade

Pedro & João
editores

Esta publicação é endossada pela Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável como uma Atividade da Década. O uso do logotipo da Década por uma entidade que não integra as Nações Unidas não implica o endosso, por parte das Nações Unidas, a essa entidade, a seus produtos ou serviços, nem às atividades que ela planeja realizar. Para mais informações, acesse https://oceandecade.org/legal/.

2021 2030 Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável

UERJ 75 | Rede Memória | Faculdade de Engenharia / UERJ

DESMA

PEAMB

THEREZA ROSSO

A ÁGUA NÃO RECONHECE FRONTEIRAS

O oceano no ciclo das águas, nas cidades e na trama da sustentabilidade

Pedro & João
editores

Copyright © Thereza Rosso

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos da autora.

Thereza Rosso

A água não reconhece fronteiras: o oceano no ciclo das águas, nas cidades e na trama da sustentabilidade. São Carlos: Pedro & João Editores, 2026. 210p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-3423-6 [Digital]

1. Água. 2. Oceano. 3. Justiça climática. 4. Divulgação científica. I. Título.

CDD – 370

Capa: Marcos Della Porta
Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB – 8-8828
Diagramação: Diany Akiko Lee
Editor: Diany Akiko Lee e Valdemir Miotello
Diretores executivos: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:
Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patricia da Silva (UERJ/Brasil).

Pedro & João Editores
www.pedroejoaoeditores.com.br
13568-878 – São Carlos – SP
2026

Eu nasci onde a água
começa a viajar para o mar

À minha neta, Ana Luiza,
e a todos da sua geração.

No primeiro livro que escrevi para você,
eu te pedi para escutar o mar
e descobrir que o oceano habita dentro de nós.

Neste livro, eu te convido a ir além da escuta.

Que você aprenda a ver a água com todos os olhares —
inclusive com o olhar que não é o seu:
o do pescador de Dois Rios,
o da criança de Atafona que viu a casa ruir,
o da chuva que cai no telhado e corre até o oceano
sem pedir licença a ninguém.

Porque a água não reconhece fronteiras.
Ela não para no muro, no município, na cerca, no mapa.

E que, ao ver assim,
você descubra que ver o outro
também é uma forma de cuidar da água.

Agradecimentos

Agradeço às pessoas com quem aprendi a olhar para a água em lugares tão diferentes como a Lagoa Rodrigo de Freitas, a Vila Dois Rios e Atafona. Nas conversas, nas visitas e nos trabalhos de campo, fui percebendo que acompanhar o percurso da água também exige escutar quem vive junto dela.

Agradeço ao professor Ricardo Lima, então diretor do Ecomuseu Ilha Grande, que me convidou para coordenar o Museu do Meio Ambiente. Foram mais de dez anos de um trabalho muito rico, que fizemos com amizade, respeito e muito aprendizado mútuo. Guardo com carinho a lembrança desses anos e sou grata ao Ricardo pela confiança com que me fez aquele convite.

Em Dois Rios, agradeço a Adelson por me mostrar o que suas mãos são capazes de fazer com materiais que outros descartam. Seus pequenos barcos guardam algo do lugar onde foram feitos.

Agradeço também aos moradores da Vila Dois Rios, com quem aprendi muito sobre a cultura caiçara. Lembro com carinho dos almoços que fazíamos juntos, dos pratos preparados com peixes com banana e das conversas à mesa. Lembro também dos pés de guapuruvu. Foi ali que aprendi que, nas mãos de quem conhece a madeira e sabe trabalhá-la, o tronco daquela árvore pode se tornar uma canoa.

Em Atafona, agradeço aos moradores que me ajudaram a compreender o que se perde quando o mar leva um lugar que faz parte da nossa história.

Agradeço à Universidade do Estado do Rio de Janeiro e aos colegas, estudantes e equipes com quem trabalhei ao longo desses anos. Muito do que escrevo aqui tomou forma em sala de aula, nas pesquisas e nas atividades de extensão, em conversas que me fizeram voltar a perguntas que eu pensava já saber responder.

Agradeço a todas as pessoas que autorizaram a inclusão de fotografias e textos ao longo do livro. Agradeço em especial à equipe do Ecomuseu Ilha Grande, pelas imagens de seu acervo, e a Matheus Wolino, pela autorização para publicar sua fotografia de Atafona. A Caetano Veloso, agradeço a generosidade com que autorizou a citação de versos de sua canção *Reconvexo* na crônica que encerra o livro.

Ao meu filho, Breno Rosso, e à sua esposa, Cristiane Rosso, agradeço por me permitirem compartilhar, nos meus livros, fotografias que fazem parte da nossa história.

À professora Cátia Antônia da Silva, ao professor Roberto Dória e a Renata Machado, agradeço a generosidade de trazerem seus olhares para estas páginas. À equipe da Pedro & João Editores, agradeço o cuidado na preparação do livro.

E à minha neta, Ana Luiza, agradeço por me fazer pensar, enquanto escrevia, no mundo que a sua geração vai conhecer e no que ainda podemos fazer por ele.

Prefácio

Catia Antonia da Silva[1]

O livro **A ÁGUA NÃO RECONHECE FRONTEIRAS: o oceano no ciclo das águas, nas cidades e na trama da sustentabilidade**, escrito por Thereza Rosso, é uma importante obra para os estudos do campo ambiental e sobre os oceanos. Trata-se de uma produção inovadora de um trabalho científico que elabora uma escrita literária prazerosa para um público diversificado, não ortodoxo. Uma escrita fluida e profunda sobre as grandes questões atuais e históricas sobre a importância das águas em geral e dos oceanos em particular, trazendo questões de forma dialógica, holística e de fácil compreensão sem perder a profundidade e o compromisso com o texto científico, conforme lembra a autora: "*Falar de Cultura Oceânica — ou Ocean Literacy — exige tornar visíveis essas relações. Conhecer o oceano não significa apenas estudar o mar, mas reconhecer como ele atravessa o clima, a água, os alimentos, a saúde, as cidades, a cultura e a vida cotidiana*."

Neste sentido, o livro é dividido em sete capítulos. O primeiro se refere à relação entre o oceano e o planeta Terra. Apresenta com detalhes a importância das águas na formação da Terra e como o oceano é parte constituinte dela. A análise holística valoriza a relação entre clima, rios, biodiversidade e saúde humana. Ressalta a interação com o desenvolvimento urbano-industrial tem

[1] Professora Titular da Uerj. Coordenadora do Núcleo de Pesquisa e Extensão: Urbano, Território e Mudanças Contemporâneas e do Projeto: Observatório Socioambiental da Baía de Sepetiba (RJ). Membro Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Programa de Pós-graduação em História Social (área de Concentração História Social do Território) - FFP- Uerj. Professora do Doutorado em Desenvolvimento Comunitário na Universidade de Licungo (Moçambique). Pesquisadora CNPq, FAPERJ e Prociência-Uerj.

impactos diretos nos oceanos e aos mesmo tempo a sociedade humana sofre influência do mesmo.

A autora chama a atenção à preocupação de órgãos internacionais como a ONU (Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (COI-UNESCO)) por meio dos projetos "Agenda 2030" e "Dez Desafios da Década dos Oceanos" sobre as problemáticas do século XXI, no que se acena aos altos graus de poluição das águas, o aquecimento global do ar e dos oceanos e os grandes impactos das emergências climáticas.

O livro, desse modo, contribui, enormemente, para os estudos e a difusão de conhecimentos para público leigo, idosos, jovens e adolescentes; visa a reflexão sobre a importância de todos na produção de pensamento crítico sobre a necessidade de rever modelos de desenvolvimento e maiores investimentos em políticas de saneamento básico e redução de resíduos sólidos e poluição química, um desafio também para o ODS 14 da Agenda 2030 sobre a vida nos oceanos porque os países hegemônicos e os grandes mercados mundiais não querem assumir o projeto de superação do uso de recursos fósseis. Neste sentido, o debate da poluição não pode ficar circunscrito somente à esfera dos consumidores ou aos países periféricos.

Os capítulos 2, 3 e 4 apresentam de forma didática com figuras, esquemas e análises, a relação dos movimentos de correntes marítimas e correntes aéreas, na relação entre clima e águas na circulação e distribuição no planeta, detalhando que o que acontece numa região específica, acaba impactando o planeta como um todo. Apresentam exemplos de ações e impactos sistêmicos importantes nos contextos das cidades e dos modelos urbano-industrial, dos usos e consumos e falta de investimentos e infraestruturas precárias que acabam acirrando os problemas ambientais, que começam desde a poluição dos rios e das praias até chegar aos oceanos em suas áreas mais distantes do continente.

Nos capítulos 5, 6 e 7, a autora propõe uma apreciação muito interessante ao fazer o diálogo com as comunidades locais, são

localidades pesqueiras, costeiras e traz várias experiências em destaque: Dois rios (Ilha Grande – Angra dos Reis) e Atafona (norte fluminense), apresentação de diálogos com Adelson com seus saberes caiçaras é um guardião de saberes sobre o Oceanos, sobre as táticas de vivencias e do cotidiano em diálogo com as futuras gerações: "Os barcos de Adelson não foram feitos para navegar sobre a água. Foram feitos para navegar sobre a memória" ressalta Thereza, nos trazendo um encantamento poético do sentido de estar no mundo e integrar sujeito-ambiente, corpo-mundo, na produção de memorias com caráter ancestral e dialógico.

No último capítulo, a autora apresenta os riscos e a carta de navegação com a elaboração de um quadro analítico sobre a Consolidação da "Carta de Navegação", a autora retoma o debate sobre os Dez Desafios da Década do Oceano e os avanços necessários sem perder de vista a importância dos diálogos com as comunidades tradicionais, os povos e comunidades locais, ribeirinhos, costeiros em que a experiencia de viver junto às águas e se alimentar dos frutos dessas águas, fazem de seus saberes, saberes sobre a natureza, superando os limites da ocidentalização do mundo que separaram a natureza humana da biodiversidade (do natural).

Como leitora do livro, convido a todos e todas a conhecer essa importante obra, num momento tão desafiador para o Século XXI, em que o discurso do desenvolvimento sustentável que aparece por toda parte, deve deixar de ser retorico discursivo: publicidade de empresas e de partidos, ou-e de reuniões nacionais e internacionais que têm dificuldades de operar transformações concretas e que tais transformações se relacionam com a superação das desigualdades sociais e melhores práticas da relação desenvolvimento humano e proteção ambiental. O modelo de desenvolvimento implementado desde os séculos XVII, XVIII e XIX, se consolidou no século XX, com forte consequências sociais e ambientais experimentadas por todos nós, em todos os lugares. Inundações, tsunâmis, incêndios catastróficos, dentre tantos eventos climáticos mundiais, riscos de perdas humanas, alimentos, biodiversidades. Em abril de 2027 está

previsto no Rio de Janeiro A cidade carioca já está se preparando para receber a Conferência da Década do Oceano (ODC27) e o presente livro necessita estar junto ao evento para sua apresentação e lançamento e divulgação junto ao público amplo, incluindo os professores e estudantes das escolas e universidades.

Ótima leitura!

Sumário

Apresentação **19**

Capítulo 1
O oceano ganhou um lugar, mas não coube nele **23**

Capítulo 2
O planeta depende do oceano **31**
2.1 Antes da paisagem, o oceano foi origem **32**
2.2 O grande guardião do calor **33**
2.3 O oceano que viaja pelo céu **37**
2.4 Respiramos também pelo mar **38**
2.5 O carbono também atravessa o mar **39**
2.6 Um planeta em movimento **41**
2.7 Um planeta habitável **42**
2.8 Quando tudo mudou **44**

Capítulo 3
O que devolvemos ao oceano **51**
3.1 A água que o oceano nos envia **51**
3.2 O caminho de volta **54**
3.3 Há duas águas na cidade **56**
3.4 A poluição marinha pode começar em uma esquina **60**
3.5 Plástico: um material que aprendeu a viajar **66**
3.6 Nutriente também pode ser excesso **68**
3.7 Os rios que modificamos **73**
3.8 Uma cidade sem praia também pertence ao oceano **75**
3.9 O oceano recebe nossas desigualdades **77**
3.10 Onde o testemunho se torna mistura **78**
3.11 Devolver não é simplesmente descartar **81**

Capítulo 4
Os olhos voltados para o oceano..... 85
4.1 Aprender a olhar o mar..... 87
4.2 Quando olhar deixou de ser suficiente..... 88
4.3 Navios: laboratórios em movimento..... 89
4.4 Boias: sentinelas que permanecem 91
4.5 Quando passamos a olhar de cima..... 92
4.6 Instrumentos que mergulham sem nós..... 94
4.7 De pontos isolados a um oceano conectado por dados 97
4.8 Medir o presente para imaginar o futuro..... 97
4.9 Um outro oceano começa a existir: o oceano digital 100
4.10 O oceano já era observado antes dos satélites..... 102
4.11 Quem sabe que o oceano mudou?..... 106
4.12 Conhecer não é apenas medir 107
4.13 Ciência cidadã: muitos olhos podem observar 111
4.14 Dados também têm geografia..... 113
4.15 Precisamos de todos os olhos 116

Capítulo 5
Viver onde o oceano chega..... 119
5.1 Quando o mar se torna muro..... 120
5.2 Dois Rios: do confinamento ao conhecimento..... 121
5.3 Tudo precisa atravessar o mar 124
5.4 A canoa que nasce do tempo 126
5.5 Os barcos de Adelson 128
5.6 Atafona: onde o oceano avança 131
5.7 O oceano não encontra territórios vazios..... 134

Capítulo 6
A mesma água, riscos diferentes..... 137
6.1 Quando o risco encontra a desigualdade..... 138
6.2 O risco não começa com o evento..... 140
6.3 Proteger não significa proteger igualmente..... 141
6.4 Quem participa das decisões? 142
6.5 Mas quem cuida da água?..... 143
6.6 Integrar para não transferir o risco..... 147

Capítulo 7
A carta de navegação 149
7.1 Uma canoa e muitos caminhos 149
7.2 Quando a água atravessa os quadrados 150
7.3 O clima também não conhece fronteiras 151
7.4 Observar também é uma questão de acesso 151
7.5 O conhecimento também mora nos territórios 152
7.6 Um barco feito de restos 153
7.7 Quando o território começa a desaparecer 153
7.8 A água não encontra as pessoas da mesma maneira 154
7.9 Não desfazer os quadrados 154
7.10 Depois do mapa 157

Epílogo – Crônica
As asas da borboleta, o canto da sereia e Homero 159

Posfácio 163

Apêndice 165
De Estocolmo à Agenda 2030 165
Estocolmo, 1972 — O ambiente entra na agenda mundial ... 165
Nosso Futuro Comum, 1987 — Dar nome ao desenvolvimento sustentável 166
Rio-92 — O mundo se encontra no Rio de Janeiro 167
Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 2000–2015 — Metas comuns para problemas urgentes 168
Rio+20, 2012 — O futuro que queremos 168
Agenda 2030, 2015 — Dezessete objetivos para uma realidade interligada 169
ODS 18 — Uma contribuição brasileira à Agenda 2030 170
Década da Ciência Oceânica, 2021–2030 — A ciência de que precisamos para o oceano que queremos 173
Uma linha que não termina em 2030 176

Referências 177

Glossário **195**

Sobre a autora **209**

Apresentação

Uma viagem pelos
caminhos do oceano.

Escrever este livro sem transformá-lo em um relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e sobre os Dez Desafios da Década do Oceano não foi uma tarefa fácil. Minha intenção não era percorrer metas, conceitos e indicadores de maneira sistemática, como quem preenche um quadro ou segue uma lista previamente estabelecida. Eu queria contar uma história.

Uma história em que o oceano partisse do lugar que lhe foi formalmente reservado — o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14, o ODS 14 —, mas não permanecesse confinado a ele. Queria acompanhá-lo em seu movimento: pelas correntes que distribuem calor, pela água que evapora e retorna como chuva, pelos rios que atravessam territórios, pelas cidades que crescem junto à costa, pelos alimentos, pelo trabalho, pelas culturas e pelas desigualdades.

Nesse percurso, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e os Desafios da Década do Oceano estão presentes, mas nem sempre são anunciados. Surgem ao longo dos temas como marcos avistados durante uma navegação. O oceano não percorre a sustentabilidade seguindo uma sequência de números. Move-se por relações, ciclos, encontros, desencontros e dependências.

Tanto a Organização das Nações Unidas, na Agenda 2030, quanto a Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO (COI-UNESCO), nos Desafios da Década do Oceano, reconhecem a importância da educação, da produção de conhecimentos e da participação da sociedade. Esse reconhecimento, no entanto, nem sempre se apresenta de forma clara para quem está fora dos espaços institucionais. A educação aparece como um objetivo, uma meta ou

uma condição necessária, mas as conexões entre aquilo que aprendemos, a maneira como vivemos e o oceano do qual dependemos permanecem, muitas vezes, dispersas.

Falar de Cultura Oceânica — ou *Ocean Literacy* — exige tornar visíveis essas relações. Conhecer o oceano não significa apenas estudar o mar, mas reconhecer como ele atravessa o clima, a água, os alimentos, a saúde, as cidades, a cultura e a vida cotidiana.

Significa também compreender a profunda influência que o oceano exerce sobre nós e, no sentido inverso, a influência que nossas escolhas exercem sobre ele, mesmo quando vivemos longe da costa.

É possível que esse tenha sido o maior desafio deste livro: falar de agendas organizadas em compartimentos sem aprisionar o oceano dentro deles. Essa também é uma de suas intenções educativas: não ensinar o leitor a memorizar objetivos, metas e desafios, mas convidá-lo a perceber as relações que os unem.

Os exemplos reunidos ao longo do livro são predominantemente brasileiros e estão fortemente ligados ao estado do Rio de Janeiro, território a partir do qual observo, ensino e vivencio muitas das questões aqui discutidas. Esse recorte não pretende representar todas as realidades nem limitar o alcance da reflexão. Rios canalizados, cidades costeiras, desigualdades no acesso ao saneamento, erosão, poluição, comunidades tradicionais e diferentes formas de relação com o oceano assumem características próprias em cada lugar, mas encontram correspondências em muitos outros territórios. Os exemplos fluminenses e brasileiros funcionam, assim, como pontos de partida para reconhecer processos, perguntas e desafios presentes, com suas particularidades, em diferentes regiões do mundo.

Essa forma de ver foi construída ao longo de minha trajetória como engenheira, professora e pesquisadora, dedicada ao estudo das águas, dos rios, das cidades e do oceano. Nasceu também das experiências vividas na Universidade do Estado do Rio de Janeiro e na Vila Dois Rios, na Ilha Grande, especialmente durante os anos em que coordenei o Museu do Meio Ambiente, uma das unidades

do Ecomuseu Ilha Grande. Foi no encontro entre o conhecimento científico, o ensino, a extensão universitária, as comunidades e os territórios que aprendi a reconhecer as muitas relações que atravessam estas páginas.

Não seria possível explorar aqui todas as conexões entre a água, o oceano e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Os caminhos escolhidos refletem também a minha trajetória: são questões que encontrei na pesquisa, no ensino, no trabalho de campo e na convivência com comunidades e territórios. Ao narrá-las, espero que o leitor reconheça outras relações, inclusive aquelas que não couberam nestas páginas.

Optei por reunir as referências ao final do livro, organizadas por capítulo. Assim, o leitor pode identificar as fontes e aprofundar os temas sem interromper o fluxo da narrativa. Não se trata de afastar o texto de suas bases científicas e documentais, mas de apresentá-las de uma forma compatível com a leitura que proponho: acessível, contínua e guiada pelas conexões.

Aos leitores menos habituados à terminologia, à história e à organização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável — os ODS — e dos Desafios da Década do Oceano, sugiro que iniciem a leitura pelo apêndice apresentado ao final do livro.

Ali procurei reunir, de maneira breve e acessível, alguns dos principais marcos que antecederam a criação da Agenda 2030 e seus desdobramentos: da Conferência de Estocolmo, realizada em 1972, ao relatório *Nosso Futuro Comum*; da Rio+20 à formulação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e ao início da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável.

Não se trata de uma revisão exaustiva, mas de uma narrativa cronológica destinada a oferecer ao leitor as referências necessárias para acompanhar a viagem proposta nestas páginas. Depois desse percurso inicial, será possível retornar ao começo do livro com um mapa mais claro — embora o oceano, como veremos, raramente respeite as fronteiras desenhadas nos mapas.

Capítulo 1

O oceano ganhou um lugar, mas não coube nele

Caberia o oceano dentro de um único quadrado?

Em uma cidade distante da costa, alguém olha para o céu e espera a chuva. Em outra, uma família acompanha a previsão de uma tempestade. Em um mercado, o preço dos alimentos muda depois de uma longa estiagem. Na orla, uma ressaca ultrapassa o limite da praia e alcança a avenida.

Em todos esses acontecimentos, o oceano pode exercer influência, embora essa relação nem sempre seja reconhecido.

Aprendemos a reconhecê-lo quando vemos o mar. Mais difícil é percebê-lo quando se manifesta como calor, chuva, alimento, vento, trabalho, risco ou desigualdade.

Este é o primeiro desafio deste livro: tornar visível o oceano quando ele já não aparece diante de nós apenas como paisagem.

Durante muito tempo, o oceano pareceu grande demais para precisar de defesa. Sua extensão transmitia uma ideia de permanência e de resistência quase infinitas. O mar parecia capaz de receber resíduos, suportar exploração, absorver calor e continuar sendo o mesmo.

Mas não continuou.

A presença da poluição tornou-se cada vez mais evidente em praias, estuários e até em áreas oceânicas profundas. A pressão sobre os estoques pesqueiros aumentou. Recifes, manguezais e

outros ecossistemas costeiros passaram a sofrer processos sucessivos de degradação. O oceano, em seu conjunto, acumulou calor e apresentou aumento de sua temperatura média. A acidificação deixou de ser apenas uma preocupação de especialistas e passou a integrar o debate sobre o futuro dos ecossistemas marinhos, especialmente o dos recifes de corais em escala global.

A evidência científica e a experiência de muitas comunidades costeiras tornaram cada vez mais claro que a capacidade do oceano de absorver impactos não era infinita.

Foi nesse contexto que, em 2015, as Nações Unidas aprovaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, reservando aos oceanos, mares e recursos marinhos um lugar próprio entre os dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nascia assim o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 — Vida na Água, dedicado à conservação e ao uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos.

Dar ao oceano um lugar próprio na Agenda 2030 foi uma conquista importante.

Isso significava reconhecer que os problemas ligados ao mar não poderiam continuar dispersos ou tratados como temas secundários. O oceano passava a ter visibilidade política em âmbito mundial. Ganhava metas, indicadores, compromissos e um lugar explícito entre os grandes desafios do desenvolvimento sustentável.

Mas toda organização produz também uma maneira de enxergar.

Ao receber um "quadrado" próprio na organização dos ODS, o oceano podia parecer restrito à chamada "vida na água": peixes, ecossistemas marinhos, pesca, poluição, acidificação, conservação.

Tudo isso pertence, evidentemente, ao oceano. Mas seria só isso? Basta acompanhar os caminhos da água para perceber que não.

Ela evapora do oceano, sobe à atmosfera, viaja com os ventos e retorna como chuva. Cai sobre florestas, plantações, estradas e cidades. No continente, parte da água volta à atmosfera pela evaporação e pela transpiração das plantas. Outra parte escoa e alimenta rios e reservatórios, ou se infiltra no solo e abastece

aquíferos. A água também entra nas casas, nas indústrias e nos sistemas de abastecimento. Depois de utilizada ou de escoar sobre diferentes superfícies, segue por caminhos que podem levá-la de volta ao oceano.

Ao retornar, já não carrega apenas água.

Pode levar sedimentos, nutrientes, resíduos, esgoto, plásticos, óleo, metais e tantas outras marcas dos territórios que atravessou.

O oceano, portanto, não termina na costa. Por meio da água, do calor e das inúmeras trocas que estabelece, ele se conecta à atmosfera, aos continentes, aos rios, às cidades e às pessoas.

O mesmo acontece com o clima. O oceano armazena e redistribui calor. Em interação com a atmosfera e os continentes, com efeitos que variam por região e escala, influencia os ventos e as chuvas e participa de processos fundamentais para o sistema climático do planeta.

O mesmo acontece com os alimentos. Os ecossistemas marinhos sustentam cadeias alimentares e atividades pesqueiras das quais dependem a alimentação, o trabalho e os modos de vida de muitas comunidades.

O mesmo acontece com as cidades. Algumas convivem diretamente com ressacas, erosão e elevação do nível do mar. Outras, muito distantes da praia, participam da mesma história por meio dos rios, do saneamento e das mudanças climáticas.

O oceano ganhou um lugar. Mas não permaneceu nele.

A Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, conhecida como Década do Oceano, iniciada em 2021 e coordenada pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (COI-UNESCO), ampliou ainda mais esse olhar. Apresentou os Dez Desafios da Década do Oceano, (2021-2030), que vão além da conservação da vida marinha: abrangem a poluição, o clima, a alimentação, os riscos costeiros, a

economia, a observação e a tecnologia, além da participação social e da relação da sociedade com o oceano.

Essa organização é necessária. Problemas complexos precisam ser transformados em objetivos, metas e campos de ação para que possam ser enfrentados, acompanhados e avaliados.

Mas o oceano real não funciona em compartimentos.

A Figura 1.1 apresenta uma interpretação da autora sobre as relações entre o ODS 14 e os Dez Desafios da Década do Oceano. Ao aproximar essas duas agendas, a representação ajuda a visualizar como as questões oceânicas atravessam diferentes campos de ação.

Figura 1.1 — Representação das relações entre o ODS 14 e os Dez Desafios da Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável.



Fonte**:** Elaboração da autora com base em COI-UNESCO (2021, 2024).
Nota: As relações apresentadas expressam uma interpretação da autora. Os enunciados dos desafios foram sintetizados para esta representação.

A própria Agenda 2030 afirma que seus objetivos são integrados e indivisíveis. Os quadrados ajudam a organizar compromissos. A dificuldade aparece quando precisamos levar

essas conexões para as decisões sobre o território, a infraestrutura e o uso da água.

A retificação e a canalização de rios urbanos são um bom exemplo. Durante muito tempo, encurtar o caminho de um rio, revestir seu leito e conduzir rapidamente suas águas foram respostas frequentes aos problemas de inundação e à expansão das cidades.

Pensemos na drenagem de uma cidade como o Rio de Janeiro, onde muitos rios foram canalizados e seguem em direção a baías, lagoas e praias. Uma obra pode reduzir os alagamentos em determinado bairro e permitir a implantação de ruas, moradias e outras estruturas. Mas a água retirada de um lugar continua seu percurso.

Ao acelerar o escoamento e reduzir os espaços onde a água poderia se espalhar e permanecer temporariamente, uma intervenção pode levar mais água em menos tempo para outro trecho do rio e agravar as inundações a jusante. A alteração do leito e das margens também pode modificar habitats e o transporte de sedimentos.

Isso não significa que toda canalização ou retificação produza os mesmos efeitos. Significa que seu resultado precisa ser avaliado para além do trecho onde foi alterado. Quem ganhou proteção? Quem permaneceu exposto? O que mudou no funcionamento do rio?

É preciso, assim, acompanhar o caminho inteiro da água: a solução de um lugar pode se tornar o problema de outro.

Uma obra destinada a melhorar a infraestrutura urbana pode entrar em tensão com a proteção dos ecossistemas e a redução das desigualdades. Não porque esses objetivos sejam incompatíveis, mas porque uma decisão examinada apenas por seu benefício local pode deixar consequências importantes fora da análise.

O desafio aqui é fazer com que a integração reconhecida pela Agenda 2030 também oriente os projetos e a avaliação de seus resultados. Uma teia ajuda a enxergar essas relações: o que fazemos em um ponto pode alcançar outros territórios, outros ambientes e outras pessoas (Figura 1.2).

Na teia apresentada, o oceano aparece como um dos nós fundamentais. Suas águas, seus fluxos e seus ecossistemas participam de processos que conectam o clima local, a disponibilidade de água, a infraestrutura das cidades e a segurança alimentar, entre muitos outros aspectos da vida social. Essas conexões não são todas iguais: algumas produzem sinergias, enquanto outras envolvem disputas, custos e conflitos. Uma política que favorece determinado objetivo em curto prazo pode gerar custos para outro, dependendo da escala, do território e da forma de implementação.

Figura 1.2 — Representação do ODS 14 e suas interdependências com os demais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A posição central do ODS 14 destaca o foco desta obra e não representa uma hierarquia oficial entre os ODS. Esquema conceitual autoral.



Fonte: Elaboração da autora com base na Agenda 2030 das Nações Unidas (2015) e em estudo do *International Council for Science* (2017). As relações apresentadas expressam uma interpretação da autora.

A figura não pretende medir a intensidade de cada relação nem apresentar todas as conexões causais entre os objetivos. Sua função é lembrar que o ODS 14 participa de uma rede ampla de interações sociais, econômicas e ambientais.

As duas representações se complementam. A primeira aproxima o ODS 14 dos Dez Desafios da Década do Oceano. A segunda amplia o olhar para suas relações com os demais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Este livro não pretende desfazer os quadrados. Pretende abrir passagens entre eles. O ODS 14 deu ao oceano um lugar e estabelece metas para a conservação e o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos. É desse objetivo que este livro parte para acompanhar relações que atravessam toda a Agenda 2030 e a vida cotidiana.

Os Dez Desafios da Década do Oceano orientam uma mobilização mais ampla da ciência e da sociedade para produzir conhecimento e promover ações. As duas iniciativas se relacionam, mas têm funções distintas.

Ao longo das próximas páginas, o oceano seguirá sua viagem. Antes, porém, é preciso compreender seu papel no funcionamento do planeta.

Não estamos falando apenas de uma grande extensão de água. Estamos falando de uma parte essencial do sistema que torna a Terra habitável.

.

Capítulo 2

O planeta depende do oceano

O oceano não é apenas um dos ambientes propostos para a origem da vida. É parte do que ainda a torna possível.

Há uma tendência compreensível de imaginar o oceano a partir daquilo que vemos.

Uma linha azul no horizonte. Ondas chegando à praia. Um lugar de pesca, navegação, descanso, trabalho, contemplação ou medo. Para quem vive distante da costa, o oceano parece ainda mais remoto: uma enorme extensão de água que começa onde o continente termina.

Mas o oceano não começa na praia.

E sua importância para a Terra tampouco pode ser medida apenas pela extensão que ocupa nos mapas.

Muito antes de se transformar em paisagem para os olhos humanos, o oceano já participava da história do planeta. Antes de existirem cidades, florestas, animais terrestres ou seres humanos capazes de contemplá-lo, a água já fazia parte da construção de um mundo em transformação.

Por isso é tão difícil compreender o planeta sem compreender o oceano.

Não porque tudo aconteça nele, mas porque muitos dos processos que tornam a Terra habitável passam, de alguma maneira, por suas águas.

2.1 Antes da paisagem, o oceano foi origem

A história começa muito antes de nós.

O oceano já participava da construção da vida no planeta bilhões de anos antes do aparecimento dos seres humanos.

A Terra formou-se há cerca de 4,5 bilhões de anos e era profundamente diferente daquela que conhecemos hoje. À medida que o planeta se resfriou, parte do vapor de água presente na atmosfera primitiva pôde se condensar e contribuir para a formação dos primeiros oceanos.

Foi nesse planeta ainda em formação que a vida apareceu.

A ciência continua investigando onde e em quais condições isso ocorreu. Existem diferentes hipóteses para explicar a origem da vida, algumas relacionadas a ambientes oceânicos profundos, outras a ambientes mais rasos ou a sistemas hidrotermais (ambientes marcados pela circulação e pelos efeitos de águas aquecidas pelo calor interno da Terra). Ainda assim, é bem provável que nunca seja possível reconstruir completamente esse primeiro momento.

Mas uma coisa sabemos: durante uma parte imensa da história da Terra, a vida esteve ligada à água.

Muito antes de ocupar continentes, florestas ou montanhas, ela já se diversificava no oceano.

Organismos microscópicos participaram de transformações fundamentais na composição química do planeta. A fotossíntese realizada por formas de vida antigas, especialmente pelas cianobactérias, produziu oxigênio que, ao longo de milhões de anos, passou a se acumular nos oceanos e na atmosfera. Essa transformação contribuiu para criar condições favoráveis ao desenvolvimento de formas de vida mais complexas.

Só muito depois algumas formas de vida ocupariam a terra firme. De certa maneira, portanto, nossa história também começa na água.

Dizer que “viemos do oceano” é uma simplificação, mas uma simplificação carregada de significado. Não significa imaginar

nossos ancestrais humanos saindo diretamente do mar. Significa reconhecer que pertencemos a uma história evolutiva muito mais antiga do que nossa espécie e profundamente ligada aos ambientes aquáticos.

Antes de ser paisagem, o oceano foi origem.

O mais extraordinário é perceber que essa relação não ficou perdida no passado.

Nós nos afastamos fisicamente do oceano. Construímos cidades, estradas, fronteiras e sociedades inteiras em regiões onde o mar não aparece no horizonte.

Ainda assim, nunca deixamos verdadeiramente o oceano para trás. Porque sair da água não significou deixar de depender dela.

2.2 O grande guardião do calor

Se o oceano esteve na origem de uma parte tão longa da história da vida, sua importância não ficou presa ao passado. Ele continua participando, todos os dias, das condições que tornam a Terra habitável.

Podemos imaginá-lo, numa licença poética, como um grande guardião do planeta: abriga uma imensa diversidade de vida, armazena energia térmica, redistribui calor e participa dos ciclos da água e do carbono.

Uma dessas funções é especialmente importante: sua capacidade de armazenar energia térmica.

A Terra recebe continuamente energia do Sol. Parte dessa energia é refletida de volta ao espaço; outra parte é absorvida pela atmosfera, pelos continentes e pelo oceano, contribuindo para aquecê-los.

Quando observamos o planeta do espaço, uma característica se impõe imediatamente: o azul domina a imagem. Segundo o *United States Geological Survey* (USGS), **c**erca de 71% da superfície

da Terra é coberta por água, e os oceanos concentram aproximadamente 96,5% de toda a água do planeta (Figura 2.1).

Figura 2.1 — Vista do espaço, a Terra revela algo que os mapas políticos muitas vezes escondem: este é, antes de tudo, um planeta de água.



Fonte: Fotografia da Terra obtida pela tripulação da nave Orion durante a missão Artemis II. NASA, 2026. Disponível em: https://images.nasa.gov/details/art002e000192. Domínio público.

Mas não é somente a quantidade de água presente no oceano que importa. Importam também suas propriedades.

A água possui elevado calor específico e o oceano reúne uma massa imensa desse material. A combinação dessas duas condições lhe confere uma extraordinária capacidade de armazenar energia térmica.

Por isso, o oceano funciona como um gigantesco reservatório de calor.

Ele recebe energia do Sol. Armazena grande parte dela como energia térmica.

Libera calor para a atmosfera.

Mas o oceano vai além: ele também redistribui essa energia por todo o planeta. Essa propriedade física, aparentemente simples,

ganha uma dimensão extraordinária quando pensamos na escala do oceano.

É possível percebê-la até mesmo numa experiência cotidiana.

Em um dia ensolarado, a areia da praia aquece rapidamente e pode chegar a queimar os pés, enquanto a água do mar permanece comparativamente mais fresca. Depois que o Sol se põe, a areia perde calor depressa, mas o mar demora mais para esfriar.

A diferença está, entre outros fatores, na quantidade de energia necessária para modificar a temperatura de cada material.

No oceano, esse comportamento assume dimensão planetária.

A energia absorvida pelo oceano em uma região pode, assim, ser transportada para outra.

Águas aquecidas nas regiões tropicais transportam parte dessa energia em direção a latitudes mais elevadas**.** Em determinadas regiões, massas de água mais densas afundam, circulam em profundidade e participam de movimentos que conectam áreas muito distantes do planeta.

O oceano não é, portanto, apenas um reservatório. É também um distribuidor.

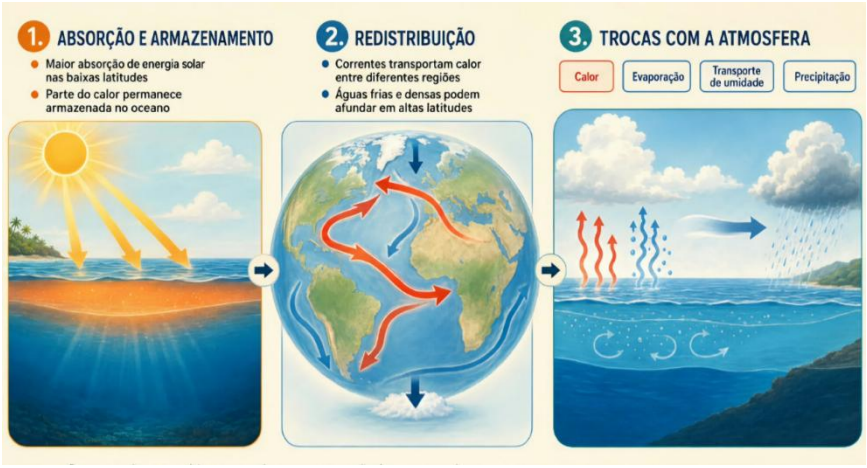
Essa circulação contribui para reduzir contrastes de temperatura, influencia o clima dos continentes, interfere na distribuição das chuvas e participa da formação de diferentes sistemas meteorológicos.

Uma região costeira, por exemplo, não responde apenas ao que acontece sobre o continente. O oceano que está diante dela carrega consigo uma história.

Uma corrente pode transportar calor absorvido a milhares de quilômetros de distância. Uma massa de água pode guardar características adquiridas em outra região e levá-las consigo durante seu deslocamento.

É possível pensar no oceano dessa maneira: como uma grande memória térmica da Terra. Uma memória lenta, profunda e em permanente movimento (Figura 2.2).

Figura 2.2 — Armazenamento e redistribuição de calor pelo oceano e suas trocas com a atmosfera.



Fonte: Elaboração da autora com base em IPCC (2021) e NOAA (2024). Representação esquemática dos processos de aquecimento oceânico. As setas indicam transporte de calor de forma conceitual, sem representar trajetos reais das correntes. Representação sem pretensão de escala.

Essa capacidade de receber, armazenar e redistribuir calor é uma das razões pelas quais o clima da Terra não pode ser compreendido olhando apenas para a atmosfera.

O oceano e a atmosfera formam um sistema acoplado. O que acontece no ar interfere na água.

O que acontece na água interfere no ar.

É justamente essa enorme capacidade de armazenar calor que ajudou, durante algum tempo, a esconder, aos nossos olhos, parte da dimensão de uma das maiores transformações ambientais produzidas pela humanidade.

Nas últimas décadas, o oceano absorveu grande parte do excesso de calor acumulado no sistema climático.

Voltaremos a isso no final deste capítulo, quando a história chegar às mudanças produzidas pela industrialização e pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa.

Por enquanto, basta guardar uma ideia. O oceano não só recebe calor.

Ele o guarda, transporta e redistribui.

E, enquanto movimenta calor pelo planeta, movimenta também outra coisa sem a qual nenhuma sociedade poderia existir.

Água.

Antes, porém, é preciso segui-la.

2.3 O oceano que viaja pelo céu

O oceano não permanece no oceano.

Todos os dias, uma quantidade imensa de água deixa sua superfície pela evaporação.

Torna-se vapor. Sobe. Participa da formação das nuvens. Viaja pela atmosfera. Precipita sobre o próprio mar ou alcança os continentes na forma de chuva ou neve.

Em terra, uma parte infiltra-se no solo. Outra alimenta nascentes, rios, lagos e aquíferos. Uma parte é utilizada pelas plantas, pelos animais e por nós.

E a água continua seu caminho.

Os rios correm e grande parte das águas continentais encontra novamente o oceano.

O ciclo hidrológico costuma ser apresentado como um desenho circular nas escolas: evaporação, condensação, precipitação, escoamento. O desenho está correto, mas não consegue transmitir inteiramente a dimensão da história.

A água que cai sobre uma floresta, abastece uma cidade ou percorre um rio pode ter começado essa etapa de sua viagem milhares de quilômetros distante.

Nesse sentido, mesmo quem vive muito longe da praia mantém uma relação cotidiana com o oceano.

Parte da chuva que cai sobre os continentes teve origem nele.

E parte daquilo que fazemos nos continentes, mais cedo ou mais tarde, pode retornar a ele.

2.4 Respiramos também pelo mar

Quando pensamos na produção de oxigênio, é quase inevitável imaginar uma floresta.

Árvores, folhas, grandes extensões verdes.

É uma associação justa, mas incompleta.

No oceano existe uma floresta que quase nunca vemos.

Ela não possui troncos nem copas. Grande parte é formada por organismos microscópicos transportados pelas águas.

O fitoplâncton reúne organismos fotossintetizantes que utilizam luz, dióxido de carbono e nutrientes para produzir matéria orgânica e liberar oxigênio. Segundo estimativas da *National Oceanic and Atmospheric Administration*, NOAA, aproximadamente metade da produção de oxigênio na Terra vem do oceano, em grande parte graças ao fitoplâncton.

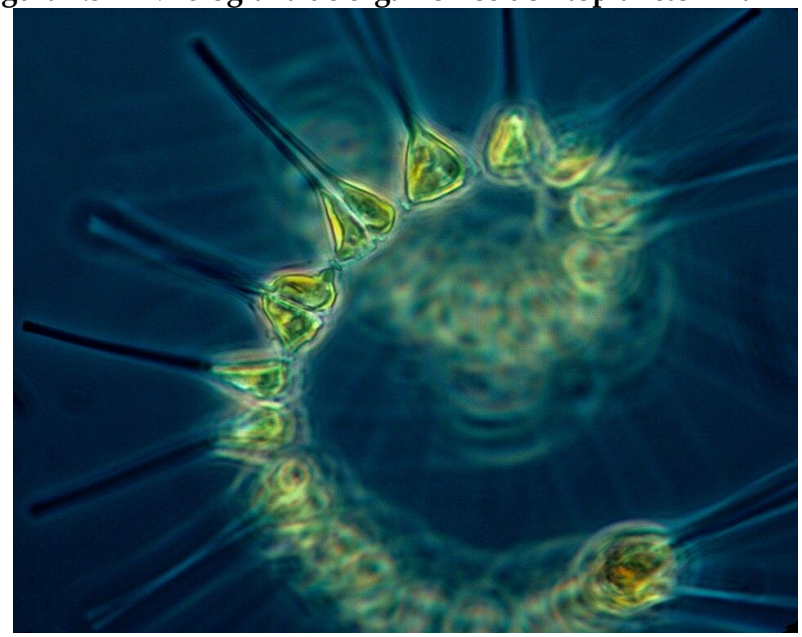
Não significa que metade de cada inspiração que fazemos tenha acabado de sair do mar. O ciclo do oxigênio é muito mais complexo e envolve produção, consumo e armazenamento ao longo de escalas de tempo diferentes.

Mas significa algo extraordinário: a atmosfera que respiramos não pode ser compreendida apenas olhando para os continentes.

Parte fundamental do funcionamento da vida acontece silenciosamente na camada iluminada dos oceanos.

Grande parte desse oxigênio também é consumida pela respiração e pela decomposição no próprio ambiente marinho. Organismos invisíveis aos nossos olhos participam de processos de escala planetária (Figura 2.3).

Figura 2.3 — Micrografia de organismos do fitoplâncton marinho.



Fonte: NOAA MESA Project. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phytoplankton_-_the_foundation_of_the_oceanic_food_chain.jpg. Domínio público.

É uma boa lembrança de que tamanho e importância nem sempre caminham juntos.

2.5 O carbono também atravessa o mar

O carbono circula.

Está na atmosfera, nos seres vivos, nos solos, nas rochas e nos oceanos. Muda de forma, muda de lugar e atravessa escalas de tempo que vão de dias a milhões de anos.

O oceano participa intensamente dessa circulação.

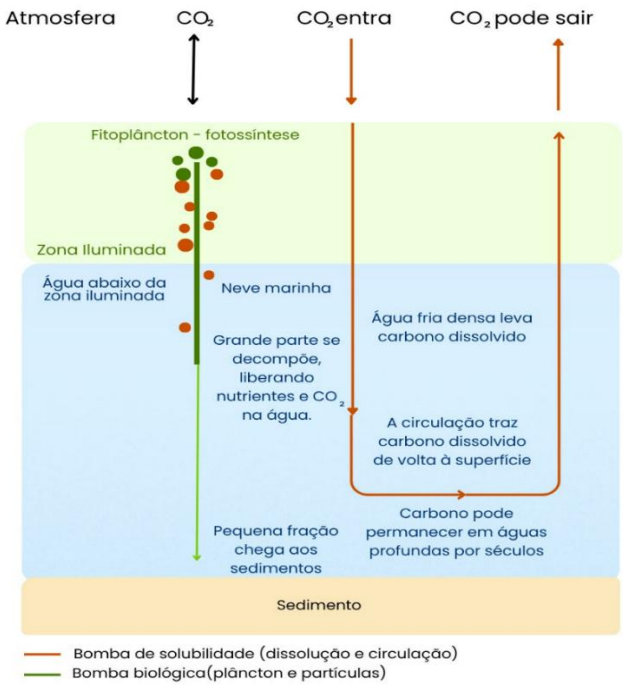
Na interface entre a água e a atmosfera, o dióxido de carbono, CO_2, é continuamente trocado. O oceano tanto absorve quanto libera CO_2, mas no balanço atual absorve uma parcela importante do excesso emitido pelas atividades humanas. A chamada bomba de solubilidade envolve a troca de CO_2 entre a atmosfera e a

superfície do oceano, sua dissolução e transformação em carbono inorgânico dissolvido e o transporte desse carbono para o interior do oceano pela circulação. O processo é favorecido nas águas frias, nas quais a solubilidade do CO_2 é maior (Figura 2.4).

A bomba biológica do carbono ocorre quando organismos fotossintetizantes incorporam carbono à matéria orgânica. Parte desse material circula pelas teias alimentares, é respirada e decomposta nas camadas superiores; outra parte afunda e transporta carbono para águas mais profundas e sedimentos.

Essa capacidade de absorver e armazenar carbono faz do oceano uma peça fundamental no sistema climático.

Figura 2.4 — Representação esquemática dos principais processos envolvidos na absorção, transporte e armazenamento de carbono no oceano.



Fonte: Elaboração da autora, com base nos conceitos apresentados em Sarmiento e Gruber (2006) e IPCC (2021). Representação esquemática, sem pretensão de escala ou reprodução literal dos dados.

Novamente aparece uma característica importante: aquilo que acontece na atmosfera não fica restrito à atmosfera.

Os compartimentos do planeta estão conectados.

O carbono emitido por uma atividade realizada em terra pode terminar dissolvido no oceano.

E, quando a quantidade de carbono colocada na atmosfera se altera intensamente, o equilíbrio dessas trocas também muda.

Essa história voltará a aparecer mais adiante. Ao absorver parte do dióxido de carbono emitido pelas atividades humanas, o oceano reduz a parcela que permanece na atmosfera e, com isso, atenua parte do aquecimento. Mas essa proteção tem um custo: altera a química da água e contribui para sua acidificação.

O oceano amortece parte das mudanças que provocamos. Mas não passa por elas sem se transformar.

2.6 Um planeta em movimento

Como vimos, o oceano nunca está parado. Mesmo quando sua superfície parece tranquila, massas de água se deslocam em diferentes profundidades e escalas.

Ventos impulsionam correntes superficiais. A rotação da Terra interfere em suas trajetórias. Diferenças de temperatura e salinidade alteram a densidade da água e contribuem para movimentos que conectam regiões distantes.

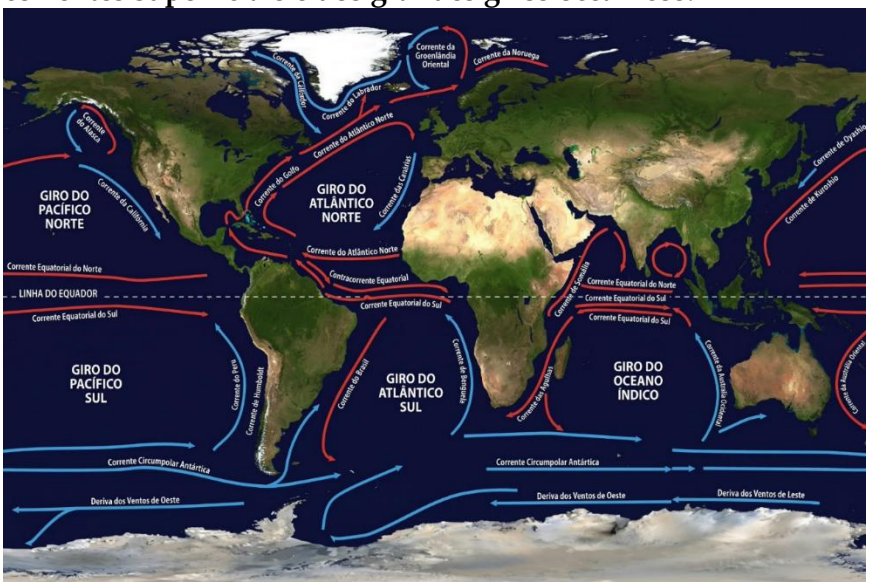
Não existe, portanto, um Atlântico completamente separado de um Pacífico. Grandes oceanos formam um sistema conectado, embora tenham propriedades, trajetórias e tempos de renovação distintos.

A água circula.

E, junto com ela, circulam calor, sais, nutrientes, gases, organismos e substâncias.

Esse movimento ajuda a explicar por que alterações aparentemente locais podem ultrapassar fronteiras (Figura 2.5).

Figura 2.5 — Representação esquemática das principais correntes superficiais e dos grandes giros oceânicos.



Fonte**:** *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). *Ocean Circulation: labeled currents*. *Science On a Sphere*, 2011. Disponível em: https://sos.noaa.gov/catalog/datasets/ocean-circulation-labeled-currents. Acesso em: 23 ago. 2026.

O oceano não conhece os limites políticos desenhados nos mapas. Esta é uma das razões pelas quais governá-lo é tão difícil — e tão necessário.

2.7 Um planeta habitável

Calor. Água. Carbono. Oxigênio. Nutrientes. Correntes. Vida.

Separar esses processos ajuda a explicá-los. Mas nenhum deles atua verdadeiramente de forma isolada.

É justamente sua interdependência que torna o oceano tão importante.

A temperatura interfere na quantidade de gases dissolvidos na água. A circulação transporta nutrientes. Os nutrientes influenciam a produção biológica. A vida participa do ciclo do carbono. A temperatura da superfície modifica a evaporação. A evaporação

participa do ciclo da água. A circulação distribui calor. E tudo volta a se encontrar.

Não faz sentido procurar uma única "função mais importante" do oceano.

Não existe uma.

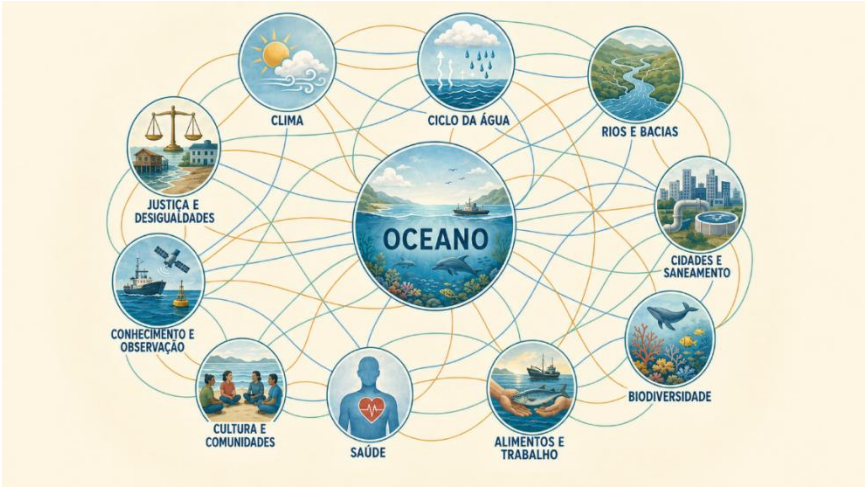
O que existe é um sistema.

E nós fazemos parte dele.

O oceano também alimenta populações, sustenta atividades econômicas, abriga uma biodiversidade extraordinária, conecta territórios, influencia culturas e guarda histórias humanas milenares.

Não é apenas um lugar onde a vida acontece. O oceano ajuda a construir as condições que permitem que a vida aconteça (Figura 2.6).

Figura 2.6 — A teia do oceano. Representação conceitual das interconexões entre o oceano e sistemas climáticos, hídricos, ecológicos e sociais.



Fonte: Elaboração da autora. Modelo conceitual baseado na discussão do Capítulo 2.

Durante a maior parte de nossa história, a humanidade viveu submetida a esses processos muito mais do que era capaz de modificá-los em escala planetária.

Aprendemos os ciclos das chuvas. Acompanhamos marés. Escolhemos épocas de plantio. Seguimos rios. Navegamos segundo ventos e correntes. Construímos cidades junto à água.

Transformamos ambientes, evidentemente. Desmatamos, irrigamos, construímos, desviamos rios, exploramos recursos e modificamos paisagens desde muito antes da industrialização.

Mas havia limites para a velocidade e para a escala dessas transformações.

Então algo mudou.

2.8 Quando tudo mudou

Não existe um único dia em que possamos dizer que a relação da humanidade com o planeta mudou.

Mas existe um período em que essa transformação se acelerou de maneira extraordinária.

A Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra na segunda metade do século XVIII, ampliou a mecanização, o uso de máquinas e a produção em escala fabril, em um processo gradual e desigual, marcado por antecedentes tecnológicos, econômicos e sociais distintos. Mudou a vida das pessoas no mundo todo. É importante destacar que a Revolução Industrial não inventou a transformação da natureza. Os seres humanos já faziam isso havia milhares de anos.

O que ela modificou foi sobretudo a escala.

A utilização crescente do carvão e, posteriormente, do petróleo e do gás natural colocou à disposição das sociedades uma quantidade de energia que até então não podia ser mobilizada em proporções semelhantes.

Máquinas multiplicaram a capacidade de produzir. Transportes encurtaram distâncias, aproximaram pessoas e insumos. Cidades cresceram. A produção industrial se expandiu. A agricultura passou por transformações profundas.

Avanços científicos, tecnológicos, sanitários e médicos contribuíram para reduzir a mortalidade e, juntamente com

mudanças econômicas e sociais, possibilitaram um crescimento populacional sem precedentes.

Em pouco mais de dois séculos — um instante quando comparado à história da Terra — nossa capacidade de interferir nos processos planetários mudou de dimensão.

E aquilo que queimávamos para produzir energia não desaparecia.

O carbono armazenado durante milhões de anos em carvão, petróleo e gás passou a retornar rapidamente à atmosfera.

A concentração de gases de efeito estufa aumentou. O equilíbrio energético do planeta foi alterado. A temperatura média global começou a subir de forma persistente.

No período de 2011 a 2020, a temperatura média da superfície global estava aproximadamente 1,1 °C acima da média de 1850–1900. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), em seu relatório de 2021, é inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e os continentes.

Um grau pode parecer pouco. Não é.

Estamos falando da média de um planeta inteiro.

Falamos de sua extraordinária capacidade de armazenar calor.

Essa capacidade não desapareceu. O oceano passou a armazenar também grande parte da energia adicional acumulada no sistema climático.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, entre 1971 e 2018 o oceano absorveu cerca de 91% do excesso de calor acumulado no sistema climático.

Isso significa que o oceano vem amortecendo o ritmo do aquecimento atmosférico e armazenando grande parte da energia adicional retida no sistema climático.

Mas armazenar esse calor tem consequências.

A temperatura média da superfície do mar aumentou. As ondas de calor marinhas tornaram-se mais frequentes, e sua ocorrência aproximadamente dobrou desde a década de 1980.

Águas mais quentes se expandem. Geleiras e mantos de gelo perdem massa. O nível do mar sobe.

Entre 1901 e 2018, o nível médio global do mar aumentou aproximadamente 20 centímetros, e a taxa de elevação se acelerou.

Falamos também do oceano como parte do ciclo do carbono.

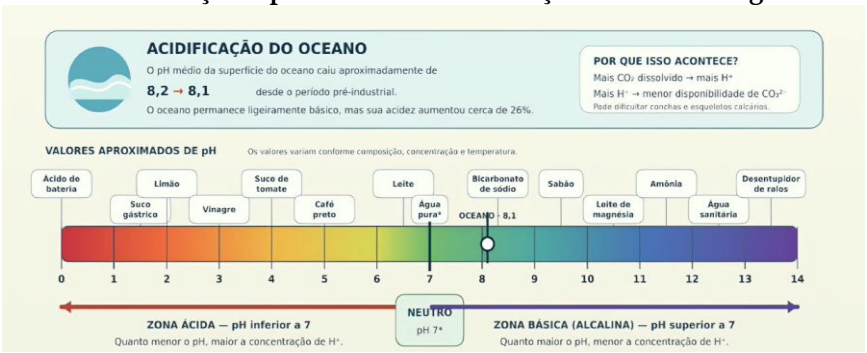
Novamente, ele continua fazendo aquilo que sempre fez: trocando carbono com a atmosfera.

Mas agora há mais CO_2 sendo lançado nela.

Ao absorver parte desse dióxido de carbono adicional, o oceano modifica sua própria química. Quando o CO_2 se dissolve na água do mar, participa de uma série de reações que aumentam a concentração de íons hidrogênio — representados por H^+ — e reduzem o pH. É esse processo que chamamos de acidificação do oceano.

O nome pode causar alguma confusão. Acidificação não significa que a água do mar tenha se tornado ácida. Ela continua sendo alcalina, pois seu pH permanece acima de 7. O que está ocorrendo é uma redução progressiva do pH médio da superfície do oceano, que caiu de aproximadamente 8,2 para 8,1. Trata-se de uma média global estimada para a superfície desde o período pré-industrial. Embora pequena à primeira vista, essa diferença representa uma alteração importante na química da água do mar (Figura 2.7).

Figura 2.7 — A escala logarítmica de pH, formulada por Søren Sørensen em 1909: mudanças expressivas na concentração de íons hidrogênio.



Fonte: Elaboração da autora com base em IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press*. NOAA *Ocean Acidification Program*, 2020: *Ocean Acidification: The Other Carbon Dioxide Problem*. *National Oceanic and Atmospheric Administration*.

Como observado, à primeira vista, uma redução de 0,1 pode parecer pequena. Mas a escala de pH é logarítmica, e não linear. A redução de uma unidade de pH corresponde a um aumento de dez vezes na concentração de H^+. Já a redução de 0,1 unidade, de 8,2 para 8,1, corresponde a um aumento de cerca de 26% na concentração de íons hidrogênio, valor frequentemente arredondado para aproximadamente 30%. Uma alteração aparentemente discreta no número representa, portanto, uma transformação considerável na química da água do mar. Essa alteração pode dificultar a formação e a manutenção de conchas e esqueletos calcários.

Falamos da circulação e das trocas entre a superfície e as águas profundas.

O aquecimento mais intenso das camadas superiores pode acentuar as diferenças de densidade entre as águas superficiais e profundas, tornando mais difícil sua mistura. Essa organização em camadas é chamada de estratificação. Segundo o IPCC, a estratificação dos primeiros 200 metros do oceano aumentou cerca

de 4,9% entre 1970 e 2018. Isso pode modificar as trocas verticais de calor, gases e nutrientes.

Falamos da vida.

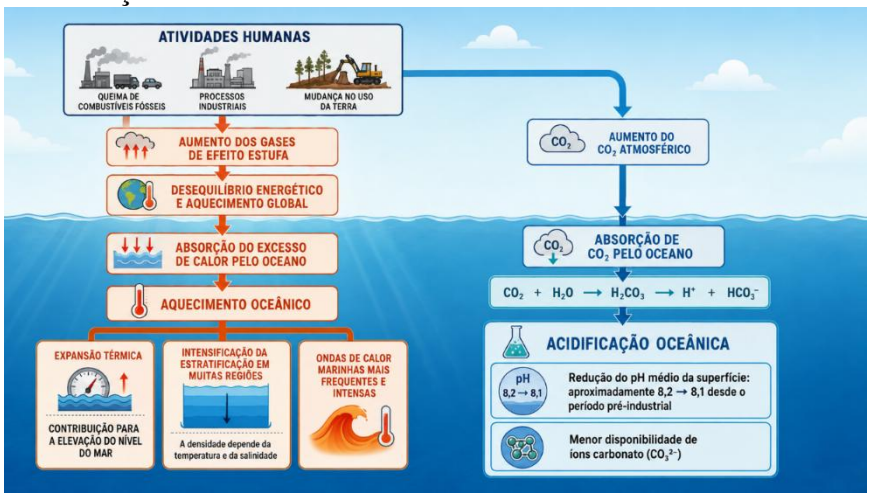
E a vida responde a todas essas mudanças.

Temperatura, oxigênio, acidez, disponibilidade de nutrientes e circulação não são elementos independentes para um organismo marinho. São as condições de sua existência.

Aquecer o oceano, portanto, não significa apenas tornar a água alguns décimos de grau mais quente.

Significa interferir em relações que levaram milhões de anos para se construir (Figura 2.8).

Figura 2.8 — Representação esquemática de alguns efeitos das atividades humanas sobre o oceano, por meio do aquecimento e da absorção de dióxido de carbono.



Fonte: Elaboração da autora, com auxílio de inteligência artificial.

Sem o oceano, a história das mudanças climáticas não seria apenas mais grave. Seria outra história.

Durante décadas, ele recebeu grande parte do excesso de calor produzido pelo desequilíbrio energético do planeta. De certa

maneira, o oceano amorteceu parte das consequências de nossas próprias ações.

Nenhum sistema pode ser considerado infinito apenas porque é imenso. Esse foi um dos grandes enganos de nossa relação com o mar.

Durante muito tempo, sua dimensão nos fez acreditar que tudo poderia ser diluído, absorvido, transportado ou esquecido.

Não poderia.

E não foi apenas carbono que começamos a devolver ao oceano. Das cidades vieram esgotos e resíduos.

Dos campos, nutrientes, sedimentos, fertilizantes e substâncias químicas. Dos sistemas produtivos, contaminantes de diferentes naturezas.

Da sociedade de consumo vieram materiais que não existiam anteriormente nessa forma, nessa quantidade e com tamanha capacidade de persistência no ambiente.

Modificamos rios, construímos barragens, alteramos fluxos de água e sedimentos, ocupamos manguezais, restingas e margens. Transformamos a fronteira entre continente e mar.

O oceano continuou recebendo os rios. Mas os rios já não transportavam apenas aquilo que transportavam antes.

Esta é a grande mudança de perspectiva.

Até aqui perguntamos o que o oceano oferece ao planeta. Agora precisamos inverter a pergunta.

O que nós estamos devolvendo ao oceano?

É a partir dessa pergunta que a história continua.

Capítulo 3

O que devolvemos ao oceano

O oceano não termina na linha da praia.

Esta é talvez uma das ideias mais difíceis de perceber quando olhamos o mundo a partir dos continentes. Estamos acostumados a representar o mar de um lado e a terra do outro, separados por uma linha nítida nos mapas.

Na natureza, essa separação é muito menos simples. O oceano atravessa continentes sem que o vejamos. Sobe à atmosfera. Viaja com os ventos. Forma nuvens. Retorna à superfície na forma de chuva.

Cai sobre florestas, plantações, montanhas, estradas, telhados e cidades. Infiltra-se no solo, alimenta aquíferos e nascentes, enche reservatórios e percorre rios.

Entra em nossas casas. Chega às torneiras.

Participa da preparação dos alimentos, da higiene, da agricultura, da indústria, da produção de energia e de praticamente todas as atividades humanas.

Depois começa o caminho de volta.

E é justamente nessa volta que outra história começa.

Porque a água que retorna ao oceano já não é exatamente a mesma que partiu.

3.1 A água que o oceano nos envia

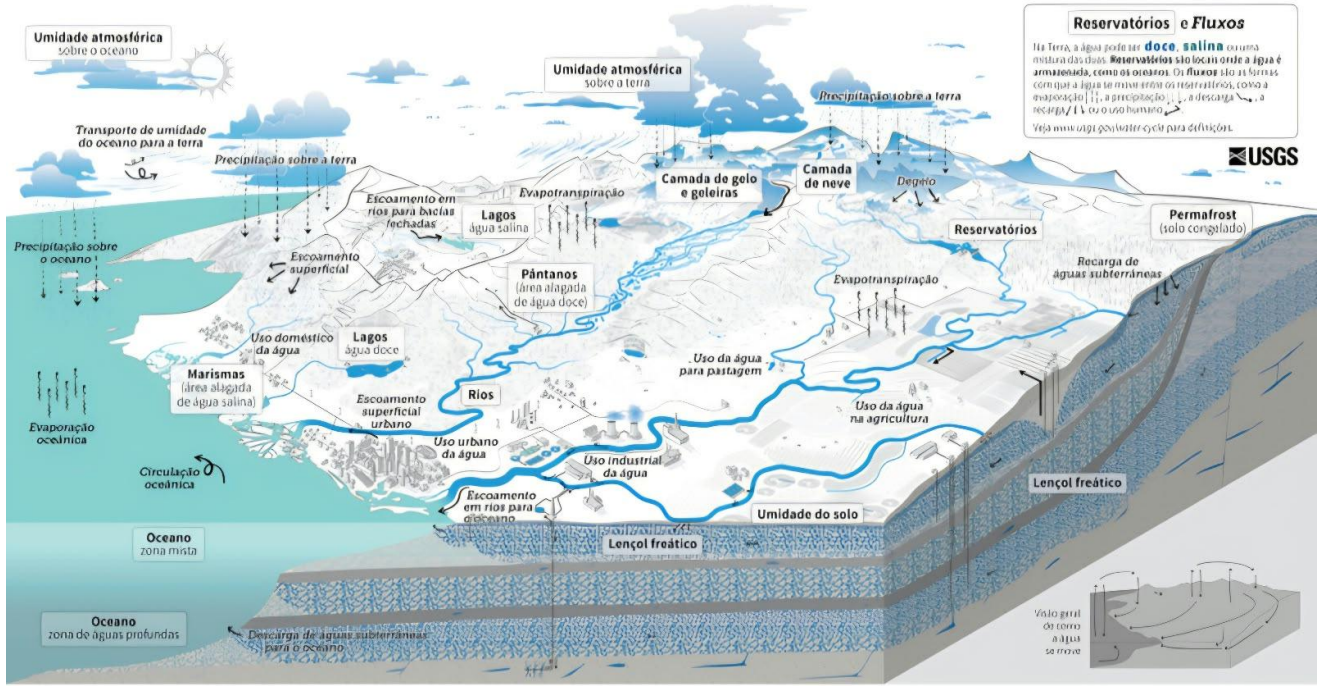
No capítulo anterior, acompanhamos a água deixando o oceano, atravessando a atmosfera e alcançando os continentes. Agora podemos segui-la mais de perto.

A água que cai como chuva sobre uma cidade pode ter evaporado do oceano e viajado centenas ou milhares de quilômetros. Ela não precisa enxergar o mar para pertencer a essa história.

Cai sobre um telhado, escorre por uma calha e atinge a rua. Infiltra-se onde encontra solo permeável ou corre sobre superfícies impermeabilizadas. Entra em uma galeria de águas pluviais, alcança um córrego, encontra outros cursos d'água e segue por rios que atravessam territórios, municípios e estados.

Em algum ponto dessa longa geografia, parte dessa água encontrará novamente o oceano, enquanto outra parte retornará à atmosfera ou permanecerá, por algum tempo, armazenada no solo, nos aquíferos, nos reservatórios e nos organismos (Figura 3.1).

Figura 3.1 — A viagem da água entre oceano, atmosfera e continente: evaporação, precipitação, infiltração, escoamento superficial, circulação subterrânea e retorno pelos rios.



Fonte: Diagrama do ciclo global da água do U.S. *Geological Survey* (USGS, 2022). https://www.usgs.gov/media/images/o-ciclo-da-agua-water-cycle-portuguese-png,

Essa circulação une espaços que nossa organização política e administrativa separou.

Uma gota d'água não sabe em que município está. Não reconhece fronteiras estaduais nem os limites de uma secretaria, de uma empresa de saneamento ou de uma autoridade ambiental. Segue o relevo, a gravidade, os caminhos naturais e aqueles que construímos para ela.

Enquanto atravessa esses territórios, começa também a carregar suas marcas. É nesse percurso que o continente começa a conversar com o oceano.

3.2 O caminho de volta

A água nunca volta sozinha.

Mesmo em uma bacia hidrográfica sem cidades ou indústrias, os rios transportam materiais.

Carregam partículas de solo. Transportam sedimentos. Conduzem matéria orgânica. Movimentam nutrientes. Levam folhas, galhos, minerais e organismos.

Esse transporte faz parte do funcionamento natural dos sistemas fluviais e costeiros.

Sedimentos transportados pelos rios ajudam a construir planícies, deltas, praias e outras formas costeiras. Nutrientes sustentam cadeias de vida. Matéria orgânica participa dos ciclos biogeoquímicos.

O rio, portanto, nunca é apenas água.

É água em movimento carregando parte da história do território que atravessou.

O problema começa quando esse território é profundamente transformado e, com ele, mudam também a quantidade, a composição e a velocidade daquilo que o rio transporta.

Uma floresta retirada pode aumentar a erosão do solo. Uma estrada modifica o escoamento. Uma cidade impermeabiliza superfícies. Uma barragem retém água e sedimentos. Uma atividade agrícola pode aumentar o aporte de nutrientes,

fertilizantes e outras substâncias. Um sistema de saneamento insuficiente lança esgoto. Resíduos descartados nas ruas podem alcançar as redes de drenagem. Produtos utilizados dentro de nossas casas podem atravessar sistemas de coleta e tratamento e chegar aos corpos d'água. Às características naturais da bacia somam-se as marcas da maneira como ocupamos, produzimos, consumimos e transformamos aquele território. E nada disso precisa acontecer junto à praia para alcançar o oceano.

Ações que afetam o mar podem começar muito longe da costa. O oceano recebe o resultado de processos que muitas vezes começaram muito antes de o rio encontrar a maré.

Um passo importante é impedir que parte desses resíduos sequer comece esse caminho. Em 2026, o Estado do Rio de Janeiro instituiu, por meio do Decreto nº 50.426, seu Regulamento Geral de Logística Reversa, atribuindo responsabilidades a fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores pelo destino de produtos e embalagens depois do uso. É uma mudança importante de perspectiva: aquilo que compramos não deveria terminar sua história na lixeira — e muito menos no rio ou no oceano. A existência de uma norma, porém, não encerra o problema. Seus resultados dependem da implementação, da fiscalização e da participação dos diferentes *responsáveis.*

Cuidar do oceano também significa cuidar do caminho de volta das coisas que colocamos no mundo.

É por isso que talvez a frase que melhor resume a relação entre continente e oceano seja:

O oceano nos envia água. Nós a devolvemos carregando as marcas dos territórios que ela atravessou.

Compreendemos assim, de maneira simples, o papel dos rios nessa história. O rio é mais do que um caminho entre a terra e o mar.

O rio funciona como um mensageiro imperfeito: transporta sinais do que ocorre a montante, mas também transforma, retém e redistribui aquilo que carrega.

3.3 Há duas águas na cidade

Vamos olhar com um pouco mais de atenção para algo que frequentemente passa despercebido.

Em uma cidade, convivemos com dois grandes fluxos de água que precisam encontrar caminhos para sair dela.

Um é produzido pelo nosso próprio uso da água: o *esgoto sanitário*.

O outro vem do céu: a *água da chuva*.

Mas a maneira como uma cidade conduz essas duas águas não é igual em todos os lugares.

Ela depende também de como sua infraestrutura foi concebida.

Existem cidades em que esgoto sanitário e águas pluviais percorrem uma mesma rede. É o chamado sistema unitário ou combinado.

A cidade de Paris é um exemplo clássico.

Grande parte de sua rede histórica foi construída segundo essa concepção: a água da chuva e as águas residuárias entram no mesmo sistema de esgotamento. Em condições normais, essa mistura pode ser conduzida para tratamento. O problema aparece durante chuvas intensas, quando volumes muito maiores de água entram rapidamente na rede e podem ultrapassar sua capacidade.

Nessas situações, torna-se necessário armazenar, controlar ou, em determinados sistemas, extravasar parte desse volume. A relação entre chuva e esgoto passa, assim, a ser um problema central da própria concepção da infraestrutura.

Outras cidades seguiram um caminho diferente. Os sistemas podem ser o separador absoluto, híbrido ou combinado.

No Brasil, adotou-se predominantemente o chamado sistema separador absoluto.

Sua lógica está justamente no nome: esgoto sanitário e águas pluviais devem seguir redes distintas.

A cidade do Rio de Janeiro foi amplamente estruturada segundo essa concepção.

Em princípio, portanto, há dois caminhos.

O esgoto sanitário deve ser coletado em uma rede própria e encaminhado para tratamento antes de retornar ao ambiente.

As águas pluviais e o escoamento superficial urbano devem percorrer outra rede — o sistema de drenagem urbana — e seguir em direção aos rios, canais, lagoas ou ao oceano.

No projeto, são duas águas e duas redes.

Isso não significa que um dos sistemas seja adequado para todas as cidades e o outro, necessariamente, inadequado. Ambos correspondem a escolhas de engenharia e apresentam benefícios e limitações. Sua adoção e seu funcionamento dependem da história da ocupação urbana, da infraestrutura já existente, do regime de chuvas e também da geografia e da topografia de cada cidade, que influenciam o caminho das águas, a possibilidade de conduzi-las por gravidade e a necessidade de bombeamento.

No sistema unitário, uma única rede pode facilitar a coleta das águas contaminadas em períodos de menor chuva, mas precisa estar preparada para receber volumes muito maiores durante as tempestades. No sistema separador, as estações de tratamento não deveriam receber toda a água pluvial, mas ligações irregulares, infiltrações e falhas de manutenção frequentemente misturam aquilo que o projeto procurou separar.

A Tabela 3.1 sintetiza as principais características dos dois modelos de infraestrutura sanitária mencionados.

Tabela 3.1 — Comparação entre os principais sistemas de esgotos.

Sistema	Conceito principal	Principais desafios urbanos	Exemplo citado
Separador Absoluto	Duas redes distintas: uma para esgoto sanitário e outra para drenagem pluvial.	Ligações irregulares, contaminação do escoamento superficial e falhas de rede.	Rio de Janeiro / Brasil
Unitário (Combinado)	Uma única rede que transporta conjuntamente esgoto e água da chuva.	Extravasamentos e sobrecarga do sistema/ETE durante grandes tempestades.	Paris / França

Fonte: Elaboração da autora.

Mais do que escolher entre dois modelos, portanto, é preciso projetar, adaptar, operar e manter cada sistema de acordo com a cidade real. Porque nenhuma rede funciona apenas como foi desenhada. Ela funciona no território em que foi construída.

Na cidade real, porém, essa separação nem sempre é absoluta.

Existem ligações irregulares, redes incompletas e extravasamentos. Há galerias de águas pluviais que recebem esgoto e redes de esgotamento sanitário que recebem águas de chuva. Há córregos transformados em canais, rios escondidos sob ruas e avenidas e sistemas construídos em momentos diferentes da história da cidade.

Na cidade do Rio de Janeiro, a distância entre a concepção do sistema e seu funcionamento no território tornou-se especialmente visível. O crescimento urbano, a ocupação de áreas com condições muito diferentes, a implantação incompleta das redes e a construção de sistemas em momentos distintos da história fizeram com que esgoto sanitário e águas pluviais voltassem a se encontrar em vários pontos da cidade.

Embora o modelo adotado continue sendo formalmente o separador absoluto, a infraestrutura precisou incorporar soluções complementares que não pertencem ao seu funcionamento ideal.

É o caso das galerias de cintura, implantadas para interceptar e conduzir águas contaminadas antes que alcancem lagoas, praias e

outros corpos d'água, e das captações de tempo seco, que desviam para o sistema de esgotamento os fluxos poluídos encontrados nas redes de drenagem durante os períodos sem chuva.

Quando não está chovendo, parte do fluxo contaminado presente na drenagem pode ser interceptada e encaminhada para tratamento. Durante chuvas intensas, porém, o volume que percorre as galerias aumenta rapidamente e essa solução encontra seus limites, pois a drenagem precisa continuar cumprindo sua função de escoar as águas pluviais.

O Rio permanece, portanto, uma cidade concebida segundo o sistema separador absoluto, mas sua infraestrutura reúne adaptações e formas híbridas de operação construídas para responder às condições concretas do território.

E há ainda outra questão.

Mesmo quando a separação funciona exatamente como foi projetada, isso não significa que a água que percorre a drenagem urbana permaneça limpa.

A cidade reorganiza a água.

Quando impermeabilizamos o solo, diminuímos a infiltração e aumentamos o escoamento superficial.

A chuva que antes encontrava vegetação e solo passa a encontrar telhados, calçadas, concreto e asfalto.

E corre.

Muitas vezes, corre mais depressa. Mas não corre sozinha.

No caminho, encontra aquilo que se acumulou sobre as superfícies urbanas: poeira, folhas, resíduos, fezes de animais, óleos, fragmentos de plástico, partículas provenientes do desgaste de pneus, metais e diferentes substâncias presentes no ambiente urbano.

A chuva que caiu relativamente limpa transforma-se ao tocar a cidade. Ao escoar sobre as superfícies urbanas, incorpora materiais e substâncias acumulados na cidade.

Por isso, é inadequado imaginar a drenagem pluvial simplesmente como uma rede que transporta "água limpa".

Ela transporta também a água que lavou a cidade.

Uma garrafa abandonada na rua pode chegar a uma boca de lobo.

Uma película de óleo sobre o pavimento pode ser arrastada logo no início do escoamento. Em alguns eventos de chuva, essa lavagem inicial das superfícies, conhecida como *first flush*, pode transportar uma parcela desproporcional da carga de poluentes.

Partículas acumuladas durante períodos secos podem ser mobilizadas rapidamente quando começa uma tempestade.

Aquilo que parecia imóvel passa a viajar. Da rua para a galeria. Da galeria para o canal. Do canal para o rio.

E o rio continua seu caminho.

A drenagem urbana passa, portanto, a fazer parte da relação entre cidade e oceano.

Isso é particularmente evidente nas cidades costeiras, onde canais, rios e galerias podem alcançar o mar em percursos muito curtos.

Mas não acontece apenas nelas. Toda cidade pertence a uma ou mais bacias hidrográficas. Toda chuva que escoa procura um caminho.

E os cursos d'água conectam lugares que podem estar separados por centenas de quilômetros.

Por isso, uma cidade sem praia também participa daquilo que chega ao oceano.

As duas águas da cidade — a que utilizamos e transformamos em esgoto e aquela que cai do céu e percorre nossas superfícies — podem seguir juntas ou separadas, dependendo de como a cidade foi concebida.

Mas ambas revelam uma coisa importante: a infraestrutura também determina o caminho que a água percorre.

3.4 A poluição marinha pode começar em uma esquina

Quando vemos uma garrafa plástica flutuando no mar, é fácil reconhecer a origem humana daquele objeto.

Outros caminhos, porém, são menos visíveis.

Um pequeno fragmento de plástico abandonado em uma rua pode ser levado pela chuva até uma boca de lobo. Da galeria, segue para um canal. Do canal, para o rio. Do rio, para o estuário. Do estuário, para o mar.

Ao longo dessa viagem, pode fragmentar-se em partículas menores. Pode ser ingerido por organismos. Pode depositar-se em um sedimento. Pode permanecer em circulação, transportado por correntes.

A distância entre a esquina onde foi descartado e o oceano pode ser enorme. Mas existe um caminho hidrológico entre os dois lugares.

É enganoso pensar na poluição marinha como se ela começasse no mar. Grande parte dela começa em terra. Começa quando produzimos algo que não conseguimos administrar depois de utilizado.

Começa quando um sistema de coleta não alcança toda a população. Quando um resíduo é descartado inadequadamente. Quando o esgoto não é tratado. Quando uma indústria não controla seus efluentes. Quando uma chuva intensa arrasta aquilo que se acumulou nas ruas. Quando um rio é tratado como se fosse apenas um canal destinado a levar rapidamente para longe aquilo que já não queremos ver.

A expressão "jogar fora" esconde um dos maiores equívocos da sociedade contemporânea.

Fora de onde?

Quando descartamos alguma coisa, ela pode desaparecer do nosso campo de visão. Mas não desaparece do planeta. Muda de lugar. Entra em outro percurso. Passa a fazer parte de outro sistema.

Lembro-me, a propósito, de uma cena que me marcou profundamente durante uma visita com alunos à Estação de Tratamento de Esgotos da Penha (ETE Penha), localizada na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro.

Os leitos de secagem — estruturas rasas e drenantes utilizadas para reduzir a quantidade de água presente no lodo gerado pelo tratamento — estavam cobertos por pés de tomate.

Não eram um ou dois. Eram muitos.

Naquele instante, deixei de observar apenas a engenharia da estação. Passei a observar uma pergunta.

Como aquelas sementes haviam chegado até ali? Teriam atravessado nosso organismo e permanecido viáveis? Ou teriam alcançado o esgoto com restos de alimentos? Não havia como reconstruir o percurso exato. Sua presença, contudo, mostrava que sementes viáveis haviam alcançado o lodo e encontrado condições favoráveis para germinar (Figura 3.2).

Figura 3.2 — Representação ilustrativa de pés de tomate germinando (plântulas) em leitos de secagem do lodo de uma estação de tratamento de esgotos.



Fonte: Elaboração da autora, gerada por IA, inspirada em cena observada durante visita técnica à Estação de Tratamento de Esgotos da Penha, no Rio de Janeiro, em 2003. A imagem retrata o fenômeno de germinação de sementes viáveis presentes no lodo. Representação ilustrativa conceitual.

A cena era inusitada, quase poética. Parecia dizer que era preciso olhar para aquilo que havia sido descartado, degradado ou considerado rejeito para reconhecer a força da vida que ainda

pulsava ali. As sementes estavam no lodo separado durante o tratamento, cujo destino é diferente daquele do efluente tratado.

Muitas pessoas imaginam que uma estação de tratamento de esgotos funciona principalmente à base de produtos químicos. Em muitas estações destinadas ao tratamento de esgotos domésticos, especialmente naquelas que utilizam processos biológicos, grande parte da remoção da matéria orgânica é realizada pela ação de microrganismos. O sistema é projetado para acelerar, controlar e tornar mais eficientes processos biológicos de transformação e estabilização da matéria orgânica, que, sem o controle da estação, ocorreriam de forma muito mais lenta.

Naquele lodo rejeitado pela cidade, a vida encontrava passagem. Mas a cena, além de inusitada, era profundamente reveladora.

O que os pés de tomate tornavam visível era outra coisa: o percurso.

Se sementes podiam atravessar esse caminho e ainda manter sua capacidade de germinar, quantas outras substâncias, invisíveis aos nossos olhos, também não estariam percorrendo trajetórias semelhantes?

É claro que a questão não estava propriamente nos tomates. Suas sementes dificilmente germinariam no ambiente marinho. Mas elas cumpriam um papel muito maior.

Tornavam visível uma conexão que geralmente permanece invisível.

Da nossa casa ao sistema de esgotamento sanitário. Dali, diferentes caminhos se abrem: o do efluente, o do lodo e o das substâncias que cada processo consegue — ou não — remover.

Hoje ouvimos com frequência que pesquisadores detectam microplásticos, resíduos de medicamentos, hormônios, antibióticos, pesticidas, genes de resistência bacteriana e tantos outros contaminantes nas águas dos rios e do mar.

Não os vemos. Não os sentimos.

E, muitas vezes, não imaginamos seus caminhos. Naquele dia, os pés de tomate fizeram exatamente isso. Não eram, em si, um alerta ambiental.

Eram a imagem concreta de uma conexão invisível entre a vida cotidiana, a infraestrutura sanitária, os rios e o oceano.

É nesse momento que uma cena quase poética deixa de ser apenas curiosa. E se transforma em ciência — e também em alerta.

A poluição que encontramos no oceano muitas vezes começou muito antes de alcançar a costa.

Começou numa rua. Numa calçada. Numa vala. Num córrego esquecido. Numa decisão banal de descarte.

Aquilo que não vemos.

Os pés de tomate eram visíveis.

Por isso permaneceram tanto tempo na memória.

Mas grande parte daquilo que percorre os sistemas de esgotamento, alcança os rios e pode chegar ao oceano não produz nenhuma imagem parecida.

Não flutua na superfície. Não forma uma mancha.

Não tem necessariamente cor ou cheiro.

Às vezes, está presente em concentrações tão pequenas que apenas instrumentos capazes de detectar quantidades mínimas conseguem revelar sua existência.

Durante muito tempo, nossa percepção da poluição esteve associada principalmente aos sinais evidentes. Água escura. Espuma. Mau cheiro. Lixo acumulado. Óleo sobre a superfície. Peixes mortos.

Esses sinais continuam sendo importantes. Quando aparecem, alguma coisa está claramente acontecendo.

Mas sua ausência não significa necessariamente ausência de alteração.

Uma água aparentemente limpa pode conter substâncias em concentrações pequenas e ainda assim ambientalmente relevantes.

Entre elas podem estar resíduos de medicamentos, hormônios, produtos de higiene pessoal, pesticidas, compostos industriais e outras substâncias que vêm sendo estudadas sob a denominação de contaminantes emergentes.

O nome pode causar alguma confusão. "Emergente" não significa necessariamente novo.

Alguns desses compostos fazem parte da vida cotidiana há décadas. O que muitas vezes é relativamente recente é nossa capacidade de identificá-los em concentrações muito pequenas, acompanhar seus caminhos no ambiente e compreender melhor seus possíveis efeitos sobre organismos e ecossistemas.

De certa maneira, nossos instrumentos começaram a enxergar aquilo que nossos olhos nunca enxergaram.

E isso também modifica nossa maneira de pensar o saneamento. Tratar esgoto não significa apenas retirar aquilo que conseguimos ver.

As tecnologias convencionais de tratamento de esgotos domésticos foram desenvolvidas principalmente para reduzir matéria orgânica e sólidos e, conforme a configuração do sistema, microrganismos patogênicos e nutrientes.

Foram — e continuam sendo — uma das grandes conquistas da saúde pública e da engenharia sanitária.

Mas a sociedade mudou.

A quantidade e a diversidade de substâncias utilizadas no cotidiano aumentaram enormemente.

O comprimido que tomamos não desaparece simplesmente depois de cumprir sua função no organismo.

O produto que usamos na pele não deixa de existir quando desaparece pelo ralo.

O detergente utilizado na cozinha segue algum percurso.

O pesticida aplicado em uma plantação pode ser transportado pelo escoamento ou infiltrar-se no solo.

Uma substância utilizada em um processo industrial precisa ter algum destino depois do uso.

Cada composto percorre uma história diferente. Alguns são degradados. Outros são removidos pelos sistemas de tratamento convencionais. Alguns se transformam em outras substâncias. Outros persistem.

E uma parcela pode alcançar rios, lagos, estuários ou águas costeiras.

Isso não significa que tudo o que usamos termine inevitavelmente no oceano. Os caminhos são muito mais complexos.

Mas significa que aquilo que produzimos e consumimos participa dos ciclos de matéria que atravessam nossas cidades.

Nossa química cotidiana também entra no ciclo da água. Os pés de tomate ajudavam a enxergar esse percurso.

Os contaminantes invisíveis nos lembram de que ele continua existindo mesmo quando nada germina diante dos nossos olhos.

A pergunta permanece a mesma: onde termina a cidade? Na última casa?

Na estação de tratamento? Na margem de um rio?

Ou apenas quando aquilo que produzimos deixa finalmente de percorrer o ambiente?

Esta é uma lição das mais incômodas desse caminho: aquilo que chamamos de poluição marinha, muitas vezes, é apenas a etapa final de uma história que começou em terra.

3.5 Plástico: um material que aprendeu a viajar

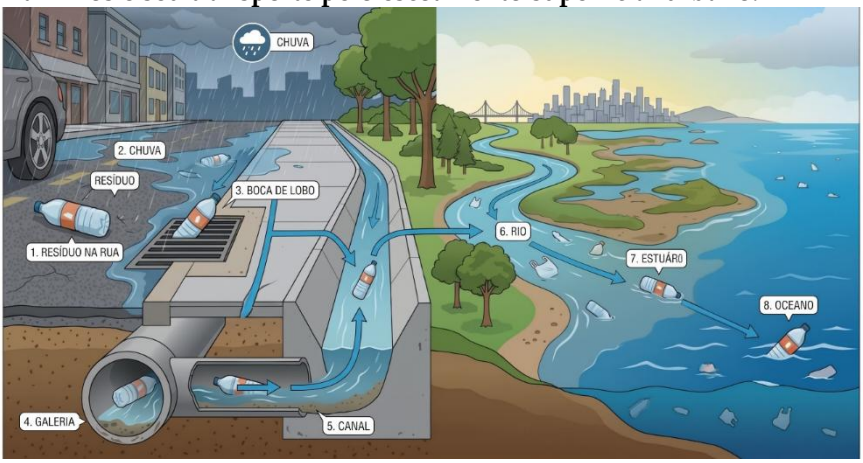
Quando alcança rios, estuários e oceanos, o plástico não desaparece, fragmenta-se (Figura 3.3).

O plástico viaja.

E, ao viajar, transforma-se.

Pedaços maiores se quebram em fragmentos menores.

Figura 3.3 — Representação esquemática de fontes terrestres de resíduos marinhos e seu transporte pelo escoamento superficial urbano.



Fonte: Elaboração da autora, com auxílio de inteligência artificial, com base em PNUMA (2021). O esquema ilustra o transporte de resíduos das vias urbanas até o oceano, por meio da drenagem pluvial, de canais, rios e estuários. Representação sem escala espacial ou temporal.

Fragmentos tornam-se microplásticos. A fragmentação pode continuar até escalas ainda menores, enquanto outras partículas plásticas já são produzidas em dimensões microscópicas ou nanométricas.

O que antes era visível a olho nu pode tornar-se cada vez mais difícil de perceber. Mas menos visível não significa menos presente.

Ao contrário.

Essa fragmentação é uma das razões pelas quais a poluição plástica se tornou tão desafiadora. Aquilo que antes aparecia como um objeto claramente reconhecível passa a circular em formas pequenas, dispersas, persistentes e difíceis de remover.

Hoje encontramos partículas plásticas em praias, sedimentos, águas superficiais, regiões profundas e organismos. Encontramo-las no ambiente costeiro e marinho, mas também muito antes disso: em ruas.

A detecção, a quantificação dos microplásticos e os possíveis efeitos sobre a saúde ainda são objeto de investigação e debate metodológico.

O oceano recebe aquilo que uma sociedade baseada em materiais persistentes ainda não aprendeu plenamente a recuperar, reutilizar ou impedir que escape para o ambiente.

Mas é importante não transformar o oceano em vítima isolada, como se o problema começasse apenas quando o resíduo alcança o mar.

O caminho começa antes. Começa na produção. No consumo. No descarte. Na coleta insuficiente. Na reciclagem que não consegue absorver tudo o que geramos. Na drenagem que carrega resíduos pelas cidades. Nos rios que continuam a viagem.

O plástico encontrado no oceano conta, na verdade, uma história terrestre.

Conta a história de uma sociedade que aprendeu a produzir materiais duráveis em escala extraordinária, mas ainda não aprendeu, na mesma proporção, a contê-los dentro de ciclos adequados de uso, reaproveitamento e destinação.

O plástico tornou-se um dos símbolos mais eloquentes do nosso tempo. Não apenas pelo que é. Mas pelo caminho que percorre.

3.6 Nutriente também pode ser excesso

Nem tudo o que chega ao oceano é tóxico.

E justamente por isso algumas transformações são mais difíceis de compreender. Nitrogênio e fósforo, por exemplo, são nutrientes essenciais à vida.

Sem eles, ecossistemas não funcionariam.

Participam do crescimento dos organismos, sustentam processos biológicos fundamentais e fazem parte da própria dinâmica dos ambientes aquáticos.

O problema surge quando chegam em quantidade excessiva.

Esgotos domésticos, fertilizantes agrícolas e algumas atividades industriais podem aumentar significativamente as cargas de nutrientes transportadas pelos rios.

Quando essas cargas alcançam lagos, estuários e regiões costeiras, os efeitos podem ser profundos.

A disponibilidade ampliada de nutrientes pode estimular o crescimento excessivo de algas e outros organismos.

À primeira vista, esse aumento de vida pode até parecer algo positivo. Mas nem sempre é.

Quando essa produção se torna excessiva, o equilíbrio do sistema se altera. A decomposição da matéria orgânica consome oxigênio dissolvido na água, e esse consumo pode comprometer a sobrevivência de peixes, moluscos e outros organismos aquáticos.

O processo de eutrofização é um bom exemplo de como uma substância necessária à vida pode produzir desequilíbrios quando sua quantidade, sua concentração e seu fluxo são profundamente modificados.

Mais uma vez, a questão não está apenas na natureza daquilo que chega. Está também na intensidade com que chega.

No tempo durante o qual chega. Na forma em que chega.

E no ambiente que o recebe.

Não basta perguntar o que está sendo transportado.

É preciso perguntar quanto, como, durante quanto tempo e para onde. A natureza trabalha com relações.

Nós, muitas vezes, pensamos em substâncias isoladas.

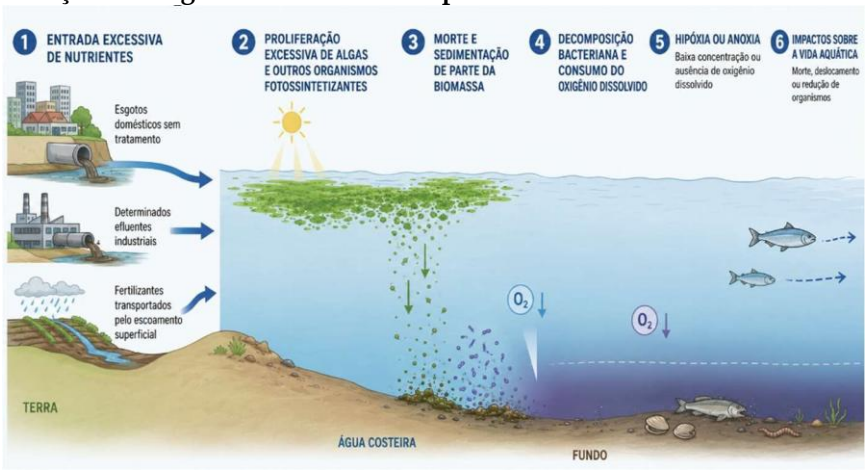
Mas os ecossistemas respondem menos à presença abstrata de um elemento do que às proporções, aos fluxos e às condições em que ele circula.

Esta é uma das lições mais importantes desse capítulo.

Nem sempre a degradação aparece na forma de algo claramente estranho ao ambiente.

Às vezes, ela nasce justamente do excesso daquilo que, em outra medida, sustenta a própria vida (Figura 3.4).

Figura 3.4 — Representação esquemática dos processos de eutrofização, redução do oxigênio dissolvido e impactos em ecossistemas costeiros.

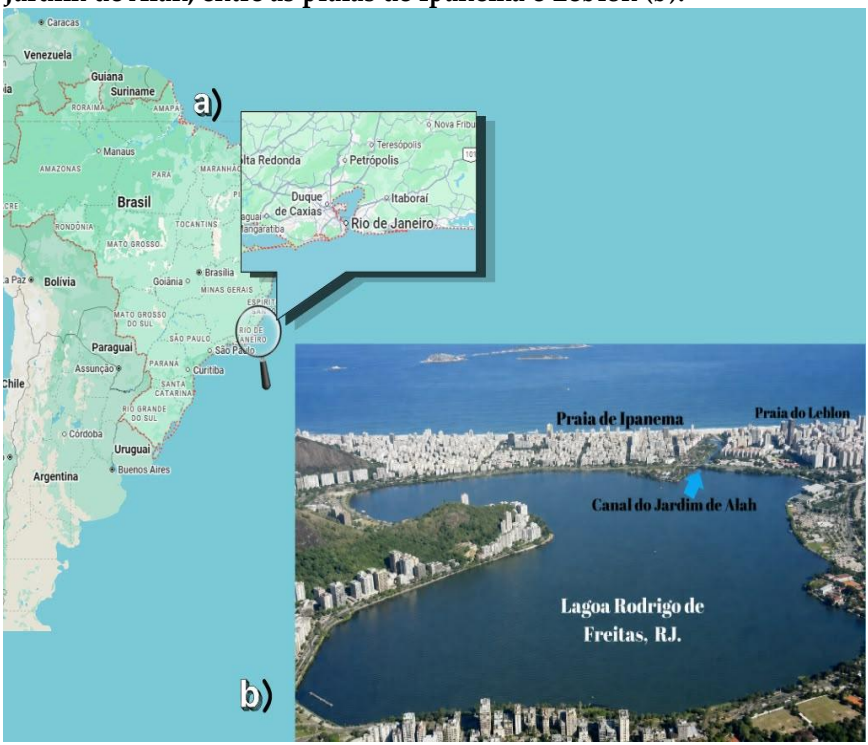


Fonte: Elaboração da autora com base em NOAA e PNUMA sobre processos de eutrofização, redução do oxigênio dissolvido e impactos em ecossistemas costeiros. Representação esquemática, sem escala.

Um exemplo próximo pode ajudar a compreender esse processo.

A Lagoa Rodrigo de Freitas, na Zona Sul do Rio de Janeiro (Figura 3.5), já viveu episódios marcantes de mortandade de peixes associados à redução do oxigênio dissolvido na água.

Figura 3.5 — Localização da Lagoa Rodrigo de Freitas, no Rio de Janeiro (a), e vista aérea da lagoa e de sua ligação com o oceano pelo Canal do Jardim de Alah, entre as praias de Ipanema e Leblon (b).



Fonte**:** a) Base cartográfica: OpenStreetMap, 2024. b) Fotografia: Thereza Rosso. Composição gráfica e indicações: elaboração da autora. Representação sem escala.

Quem passa por uma lagoa coberta de peixes mortos vê apenas o resultado final de uma sequência muito mais complexa (Figura 3.6).

Figura 3.6 — Registros de episódio de mortandade de peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, em 2001: (a) acúmulo de peixes mortos junto à margem; (b) pequenas embarcações mobilizadas para o recolhimento; (c) manejo de barreira flutuante durante a operação; e (d) embarcação equipada para a retirada dos peixes mortos.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Fotografias de Thereza Rosso, acervo pessoal da autora. Registros realizados durante o acompanhamento de episódio de mortandade associado à redução do oxigênio dissolvido.

Nutrientes e matéria orgânica chegam ao corpo d'água. A produção biológica pode aumentar. Quando grandes quantidades dessa matéria são decompostas, microrganismos consomem oxigênio. Ao mesmo tempo, temperatura, chuvas, ventos, salinidade, estratificação e a própria renovação das águas influenciam a quantidade de oxigênio disponível.

Quando esse equilíbrio se rompe, os peixes sentem primeiro aquilo que nós talvez ainda não consigamos perceber olhando apenas para a superfície.

A Lagoa ajuda, portanto, a mostrar por que não basta dizer que nitrogênio e fósforo são "bons" ou "ruins".

Eles são necessários. O excesso é que modifica as relações do sistema.

E um ecossistema responde ao conjunto dessas relações, não a uma substância isolada.

3.7 Os rios que modificamos

Há ainda outra maneira de devolver algo ao oceano. Às vezes, não devolvemos uma substância.

Mudamos o próprio fluxo.

Ao longo da história, construímos barragens, diques, canais, sistemas de irrigação, reservatórios, transposições e obras de regularização de rios.

Muitas dessas intervenções são fundamentais para as sociedades humanas.

Produzem energia. Garantem abastecimento. Permitem irrigação. Reduzem determinados riscos. Sustentam atividades econômicas.

Mas cada intervenção também modifica alguma parte do sistema.

Uma barragem pode alterar vazões. Pode reter sedimentos. Pode modificar a sazonalidade natural de um rio. Uma transposição pode redistribuir água entre bacias.

A impermeabilização urbana altera a velocidade com que a chuva alcança os cursos d'água. A ocupação das margens reduz espaços naturais de inundação. A retificação encurta trajetórias, muda velocidades e transforma a relação do rio com sua planície.

São decisões tomadas em terra.

Mas o oceano pode senti-las. Especialmente nas regiões costeiras, a quantidade de água doce, sedimentos, matéria orgânica

e nutrientes transportados por um rio influencia diretamente estuários, deltas, manguezais, praias e outras formas costeiras.

Uma praia não depende apenas das ondas. Um estuário não depende apenas da maré.

Um delta não existe apenas porque o mar o permitiu. A costa recebe a história da bacia inteira.

Isso significa que uma intervenção realizada a centenas de quilômetros do litoral pode modificar processos que só se tornam visíveis muito mais adiante.

Quando uma barragem retém sedimentos, por exemplo, não altera apenas o rio naquele ponto.

Pode alterar também a quantidade de material que alcança regiões a jusante.

Quando uma cidade impermeabiliza grandes áreas, não modifica apenas sua própria drenagem.

Pode alterar a forma e a velocidade com que as vazões chegam aos cursos d'água.

Quando retiramos vegetação de uma bacia, mudamos erosão, infiltração e transporte de partículas.

Cada escolha modifica relações.

E essas relações continuam seguindo rio abaixo.

Essa compreensão é particularmente importante diante da erosão costeira.

Em muitos lugares, não existe uma causa única capaz de explicar o recuo da linha de costa. Ondas. Correntes. Variações do nível do mar. Tempestades. Disponibilidade de sedimentos. Intervenções humanas. Mudanças climáticas. Ocupação da costa.

Tudo pode participar, em diferentes proporções, de um mesmo processo.

Por isso, explicar a erosão costeira apenas pelo "avanço do mar" pode ser tão insuficiente quanto explicá-la apenas por uma barragem ou apenas pela ação das ondas.

O litoral é o lugar onde diferentes histórias se encontram. A história do oceano.

A história do rio. A história da bacia.

E a história das decisões humanas tomadas ao longo de todo esse percurso. O continente e o oceano continuam conversando.

E, muitas vezes, o que vemos na praia começou muito antes de a água chegar ao mar.

3.8 Uma cidade sem praia também pertence ao oceano

É comum associar Cultura Oceânica apenas às populações que vivem junto ao mar. Pescadores. Moradores de ilhas. Comunidades costeiras. Cidades portuárias.

Evidentemente, essas populações mantêm relações diretas, intensas e profundas com o oceano.

Mas a Cultura Oceânica não deveria ficar restrita a elas.

Ela também precisa alcançar quem vive longe da costa.

Uma cidade do interior consome produtos transportados por rotas marítimas. Utiliza água pertencente a uma bacia hidrográfica.

Produz resíduos e efluentes.

Participa de cadeias econômicas que dependem do oceano. Emite gases que influenciam o clima.

E está ligada, por rios e pela atmosfera, ao sistema oceânico.

Isso significa que a distância da praia não elimina a relação com o mar. Apenas a torna menos visível.

Como boa mineira que sou, acabo compreendendo tão bem que não ter praia não significa não ter relação com o oceano.

Existe até aquela antiga brincadeira de que Minas Gerais ainda acabaria incorporando o Espírito Santo só para finalmente conseguir uma praia.

É uma brincadeira, evidentemente, mas que esconde uma pequena verdade geográfica.

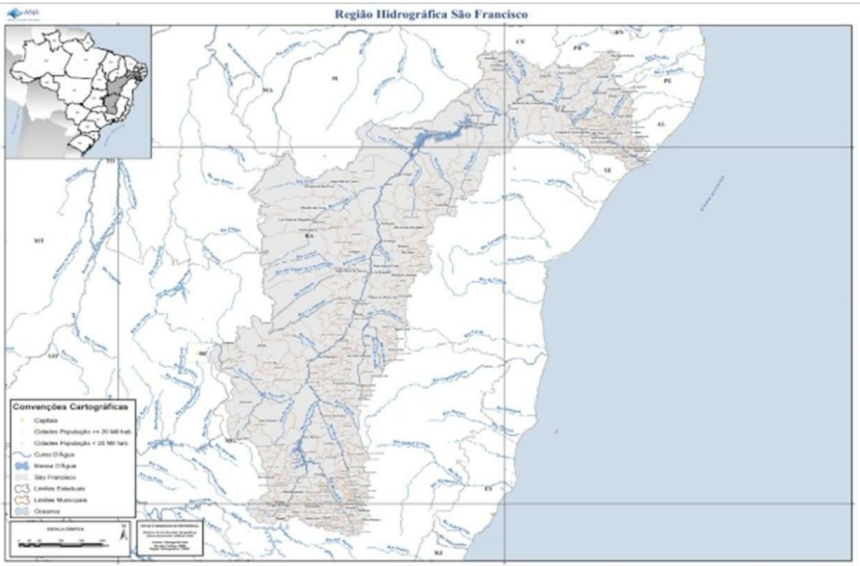
Minas não precisa conquistar uma praia para estar ligada ao mar. Seus rios já fazem essa ligação.

A água atravessa fronteiras que nós desenhamos. O rio Doce alcança o Atlântico.

O rio São Francisco percorre cerca de 2.900 quilômetros antes de encontrar o oceano (Figura 3.7). Sua nascente histórica fica na Serra

da Canastra, em Minas Gerais, percorre Minas Gerais e Bahia, forma trechos das divisas entre Bahia e Pernambuco e entre Alagoas e Sergipe e, entre estes dois últimos estados, encontra o oceano Atlântico.

Figura 3.7 — Região Hidrográfica São Francisco e localização de sua bacia no território brasileiro.



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). *Mapa da Região Hidrográfica São Francisco*. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/sao-francisco. Acesso em: 23 ago. 2026.

Outros rios deixam o território mineiro e integram grandes bacias que, direta ou indiretamente, também se conectam ao mar.

O interior e o litoral, nesse sentido, estão muito menos separados do que parecem. É preciso justamente começar por esse reconhecimento.

Não apenas pelo encantamento diante da paisagem marinha, mas também pela compreensão de que o oceano participa da água que bebemos, do clima que experimentamos, dos produtos que consumimos, dos resíduos que produzimos e dos rios que atravessam nossos territórios.

Uma cidade sem praia continua pertencendo ao oceano. Não porque veja o mar.

Mas porque está inserida nos mesmos ciclos, nas mesmas conexões e nas mesmas consequências.

3.9 O oceano recebe nossas desigualdades

Há ainda uma dimensão que não pode ser ignorada.

Nem todas as pessoas devolvem ao oceano as mesmas coisas. E nem todas sofrem igualmente as consequências.

Uma família sem acesso à coleta de esgoto não escolheu necessariamente lançar seus efluentes em um rio.

Muitas vezes, ela simplesmente vive em um território onde a infraestrutura não chegou.

Uma comunidade instalada em área sujeita a inundações pode estar ali porque outros espaços da cidade lhe foram economicamente negados.

Um pescador artesanal pode sofrer com a degradação de uma baía sem ter contribuído de maneira significativa para as fontes de poluição que a atingem.

Uma comunidade costeira pode enfrentar erosão, elevação do nível do mar e perda de território tendo emitido apenas uma fração mínima dos gases responsáveis pelas mudanças climáticas.

Os riscos podem ser compartilhados. A capacidade de enfrentá-los, não.

Algumas pessoas dispõem de infraestrutura, informação, recursos financeiros e proteção institucional.

Outras dependem diretamente de um rio degradado, de uma praia em erosão ou de uma pesca que se torna cada vez mais incerta.

A água transporta também desigualdades.

É insuficiente tratar saneamento apenas como uma questão técnica.

Saneamento é engenharia. Mas é também saúde. Território. Dignidade. Direito.

Justiça ambiental.

Quando uma rede de esgoto não chega a determinada comunidade, a consequência não termina naquela rua.

Pode alcançar um córrego. Depois um rio. Depois um estuário. Depois o oceano.

Da mesma maneira, quando a qualidade ambiental de uma baía se deteriora, as consequências não se distribuem de forma neutra.

Quem depende diretamente daquele ambiente para trabalhar, alimentar-se ou permanecer no território pode sentir primeiro — e com mais intensidade — aquilo que outros percebem apenas como um dado ambiental.

É aí que a discussão sobre o oceano volta a encontrar a sustentabilidade em toda a sua amplitude. Água limpa. Saúde. Saneamento. Cidades. Redução das desigualdades. Produção e consumo. Clima. Vida marinha.

Esses temas podem aparecer separados em documentos, metas e políticas públicas.

Na água, aparecem juntos.

Esta é uma das razões pelas quais falar do oceano apenas a partir do ODS 14 é insuficiente.

O oceano participa de relações que atravessam vários dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

E a água faz essas conexões sem precisar conhecer a numeração dos ODS. Ela apenas segue seu caminho.

E, nesse caminho, revela também quem teve acesso à infraestrutura, quem ficou exposto ao risco e quem terminou carregando a maior parte das consequências.

3.10 Onde o testemunho se torna mistura

Como vimos, o rio recebe e transporta parte daquilo que acontece em sua bacia. É uma testemunha em movimento. Reúne

águas, sedimentos, nutrientes, matéria orgânica e marcas das intervenções humanas. Quando se aproxima do mar, não chega vazio: traz consigo fragmentos da história dos territórios que atravessou. É então que encontra o oceano.

Mas esse encontro não acontece sobre uma linha rígida e perfeitamente traçada, como sugerem alguns mapas.

Em muitos encontros entre rio e mar, existe um espaço de transição, mistura e movimento: o estuário.

Ali, água doce e água salgada se encontram. A maré avança. O rio empurra. As salinidades mudam. Sedimentos se depositam ou voltam a ser colocados em movimento. Nutrientes circulam. Organismos aproveitam essas condições singulares.

A vida se organiza em torno dessa mistura.

O estuário é uma das melhores imagens para compreender este capítulo.

É o lugar onde continente e oceano deixam de parecer dois mundos separados.

Ali se tornam visíveis as continuidades que, ao longo do texto, fomos tentando seguir: a água que evaporou do mar, caiu sobre a terra, atravessou cidades, percorreu rios e regressou carregando consigo as marcas dos territórios por onde passou.

O estuário não é apenas a foz de um rio (Figura 3.8).

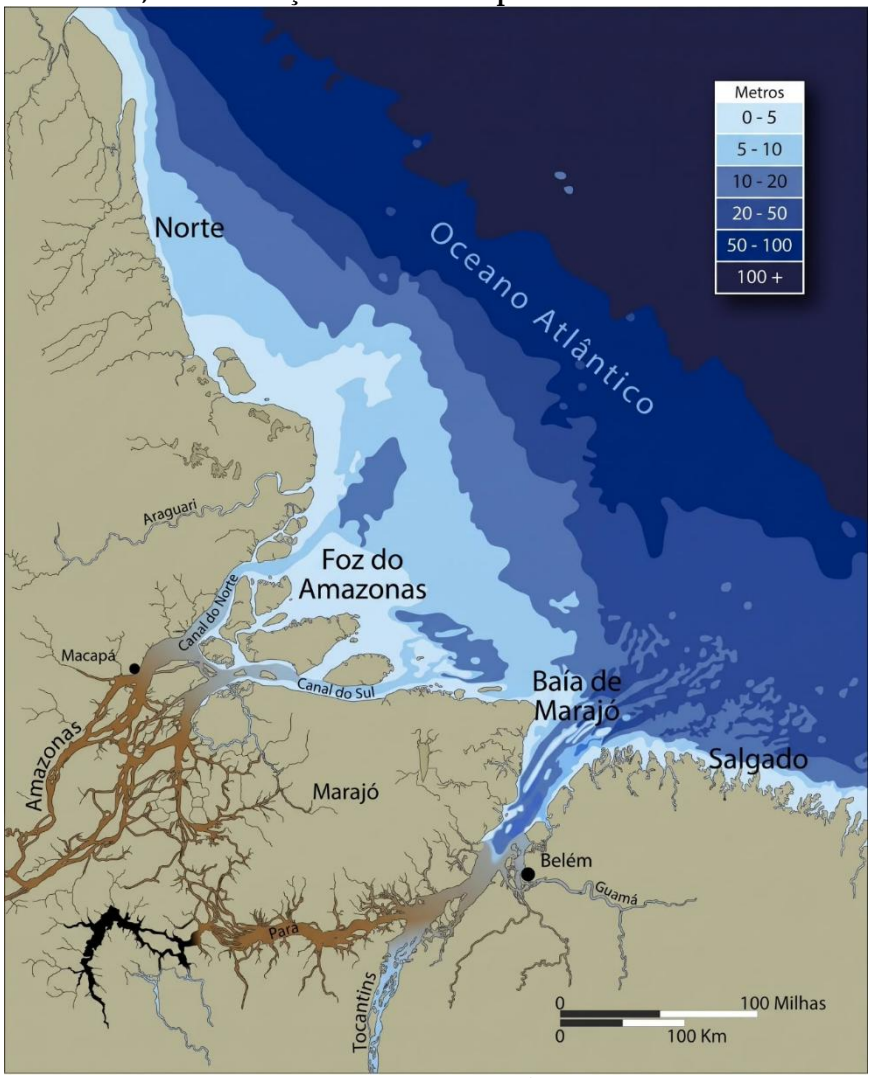
É o lugar onde diferentes histórias se encontram. A história da chuva. A história da bacia. A história das cidades. A história do saneamento. A história dos usos do solo.

A história dos sedimentos, dos nutrientes, dos resíduos e das desigualdades.

E também a história do próprio oceano.

Se o rio é uma testemunha, o estuário é o momento em que seu testemunho se torna mistura.

Figura 3.8 — Foz do rio Amazonas e região costeira adjacente. O mapa apresenta a foz do Amazonas, a Baía de Marajó e setores da plataforma continental, com indicação das faixas de profundidade.



Fonte: *Wildlife Conservation Society* – Aliança Águas Amazônicas. *Map_00003-1001_Estuary-fishing-zones*. Disponível em: https://aguasamazonicas.org/?attachment_id=1166. Acesso em: 27 ago. 2026.

3.11 Devolver não é simplesmente descartar

Com tudo o que foi apresentado, precisamos rever até mesmo algumas palavras. Dizemos que "descartamos" resíduos.

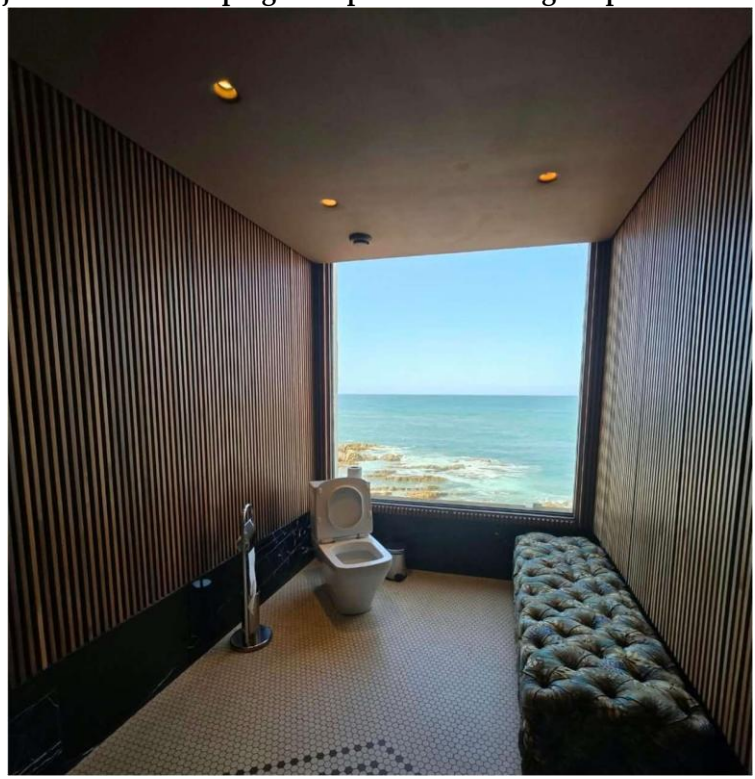
Que "lançamos" efluentes.

Que alguma coisa foi "jogada fora".

Essas expressões dão a impressão de que existe um lugar externo ao sistema para onde as coisas podem ser enviadas.

Mas não há fora — há apenas outro compartimento, outro território, outro organismo, outro tempo. Exemplo simbólico pode ser visto na Figura 3.9.

Figura 3.9 — Banheiro com vista para o oceano, em Casablanca, Marrocos. A imagem aproxima o uso cotidiano da água do mar que vemos pela janela e convida a perguntar para onde ela segue após o uso.



Fonte: Fotografia de Thereza Rosso. Acervo pessoal.

Devolvemos nutrientes, indispensáveis à vida, mas muitas vezes em quantidades profundamente alteradas.

Devolvemos matéria orgânica.

Devolvemos esgoto quando não conseguimos coletá-lo ou tratá-lo adequadamente.

Devolvemos resíduos. Plásticos. Microplásticos. Óleos. Metais. Fármacos.

Pesticidas. Produtos químicos.

Emitimos gases de efeito estufa para a atmosfera, alteramos o equilíbrio energético do planeta e fazemos com que o oceano absorva grande parte do excesso de calor e uma parcela do dióxido de carbono produzido pelas atividades humanas. Devolvemos rios com vazões modificadas. Devolvemos menos sedimentos em algumas costas e sedimentos demais em outras.

Devolvemos as consequências da impermeabilização de nossas cidades. Das barragens que construímos. Dos territórios que ocupamos.

Das escolhas de produção e consumo que fazemos. A própria palavra "devolver" é insuficiente.

Porque o oceano não nos entregou plástico. Não nos entregou medicamentos. Não nos entregou esgoto. Essas são marcas nossas.

O oceano nos oferece água e participa das condições que sustentam a vida. Nós fazemos essa água atravessar nossas sociedades.

E ela retorna carregando parte daquilo que somos.

Nossas tecnologias. Nossos hábitos. Nossas escolhas. Nossas desigualdades.

Nossa capacidade de cuidar. E também nossa incapacidade de fazê-lo:

O oceano nos envia água. Nós a devolvemos carregando as marcas dos territórios que ela atravessou.

E essas marcas dizem muito sobre nós.

A água que chega ao oceano conta como ocupamos nossas cidades.

Como pensamos — ou deixamos de pensar — a relação entre aquilo que fazemos em terra e aquilo que acontece no mar.

Ao longo deste capítulo, seguimos a água por cidades, ruas, galerias, córregos, rios e estuários.

Em nenhum desses lugares ela reconheceu as fronteiras que nós criamos.

Não reconheceu limites municipais.

Não reconheceu divisões administrativas.

Não reconheceu as divisões administrativas entre esgotamento sanitário, drenagem urbana, gestão de recursos hídricos e gestão costeira.

A água simplesmente continuou seu caminho.

A água não sabe onde termina a engenharia sanitária e começa a oceanografia.

Nós é que aprendemos a separar os campos do conhecimento. A natureza não.

O oceano também nos ensina a reconstruir essas conexões. Porque o oceano nunca esteve apenas depois da praia.

Ele começa muito antes. Começa na chuva. No solo. No córrego. No rio. Na rua.

Na cidade.

Começa nas decisões que tomamos sobre saneamento, produção, consumo e território.

E, de alguma maneira, começa também nas nossas escolhas.

Capítulo 4

Os olhos voltados para o oceano

O oceano é grande demais para caber em uma única maneira de vê-lo.

Nos capítulos anteriores, seguimos uma longa viagem.

Vimos o oceano como parte das condições que tornam a Terra habitável. Acompanhamos a água que deixa sua superfície, atravessa a atmosfera, alcança os continentes e retorna pelos rios, carregando consigo as marcas dos territórios e das sociedades.

O oceano oferece. O oceano recebe.

Mas como sabemos o que está acontecendo com ele? Como saber se suas águas estão mais quentes?

Como acompanhar uma corrente que atravessa milhares de quilômetros? Como medir a elevação do nível do mar?

Como saber se uma massa de água perdeu oxigênio, se sua acidez mudou ou se determinada população de peixes se deslocou?

Como observar um sistema que cobre cerca de 71% da superfície do planeta e cuja profundidade média ultrapassa três quilômetros?

A primeira resposta parece simples: é preciso olhar. Mas olhar o oceano nunca foi simples (Figura 4.1).

Figura 4.1 — Os olhos voltados para o oceano.



Fonte: Foto Breno Rosso, 2020. Publicada com autorização.

Grande parte dele permanece difícil de observar diretamente. Segundo a atualização de 2026 do projeto *Seabed* 2030, cerca de 28,7% do fundo oceânico havia sido mapeado segundo os padrões modernos de resolução adotados pelo projeto. Esse dado não significa que o restante seja completamente desconhecido: diferentes áreas possuem informações de qualidade e resolução variadas, e mapear o fundo não equivale a observá-lo diretamente.

Embora disponhamos de representações globais da superfície de outros corpos do Sistema Solar, extensas áreas profundas do

nosso próprio planeta ainda não foram mapeadas com o detalhamento necessário nem observadas diretamente.

O oceano está ao nosso lado.

Ainda assim, permanece em grande parte desconhecido. Esta é uma de suas contradições mais fascinantes.

Quanto mais aprendemos a observá-lo, mais percebemos o quanto ainda temos por descobrir.

4.1 Aprender a olhar o mar

Muito antes de existirem instrumentos oceanográficos, seres humanos já observavam o oceano.

Era uma necessidade.

Quem navegava precisava reconhecer ventos, correntes, ondas, estrelas e mudanças do tempo.

Quem pescava precisava compreender os movimentos dos peixes.

Quem vivia em regiões costeiras aprendia a reconhecer marés, ciclos e sinais do ambiente.

Comunidades construíram calendários, rotas, técnicas de navegação e formas de interpretar aquilo que o mar revelava.

A observação não nasceu no laboratório.

Nasceu, muitas vezes, da necessidade de permanecer vivo. Observar o céu podia indicar o momento de retornar.

A direção das ondas podia revelar um vento soprando ao longe.

A presença ou a ausência de determinadas espécies anunciava mudanças nas águas.

A temperatura percebida no corpo, a cor do mar, o movimento das aves e o comportamento dos peixes formavam um conjunto de informações.

Não havia satélite. Havia experiência.

Não havia séries digitais de dados. Havia memória.

Não havia modelos numéricos.

Havia comparação: hoje com ontem, esta estação com a anterior, este ano com outros guardados na lembrança.

A ciência moderna não inventou a observação do oceano. Desenvolveu novos instrumentos e métodos para medir, registrar, comparar e ampliar aquilo que diferentes sociedades já observavam havia muito tempo.

A prática de medir o fundo do mar por meio do lançamento de linhas de prumo antecede em séculos a oceanografia moderna, demonstrando que a observação empírica das águas sempre acompanhou a navegação e a sobrevivência humana.

4.2 Quando olhar deixou de ser suficiente

Existe um limite para aquilo que os olhos conseguem enxergar.

A superfície do oceano pode parecer tranquila enquanto, abaixo dela, correntes transportam enormes volumes de água.

Duas águas aparentemente iguais podem ter temperaturas, salinidades, concentrações de oxigênio e densidades diferentes.

Uma água pode parecer limpa e, ainda assim, conter substâncias que não conseguimos perceber a olho nu.

As profundezas permanecem escuras.

E aquilo que acontece a milhares de quilômetros não pode ser acompanhado apenas a partir de uma praia.

Foi preciso, então, ampliar nossos sentidos. Um termômetro passou a revelar a temperatura.

Uma garrafa oceanográfica permitiu trazer à superfície água coletada em profundidades específicas.

Instrumentos começaram a medir salinidade, pressão, oxigênio, nutrientes e outras propriedades da água.

Sondas passaram a enviar sinais em direção ao fundo e interpretar seu retorno. Cada instrumento acrescentou uma nova possibilidade de olhar.

Transformou uma característica invisível do oceano em informação. A temperatura virou número.

A coluna d'água virou perfil.

A corrente virou velocidade e direção.

A composição da água virou concentração.

Aquilo que antes dependia apenas da percepção humana começou a ser registrado, comparado e acompanhado ao longo do tempo.

A ciência passou, então, a construir outra imagem do oceano.

Uma imagem feita não apenas daquilo que podíamos ver, mas também daquilo que podíamos medir.

E medir permitiu comparar.

Comparar diferentes lugares. Comparar diferentes profundidades. Comparar diferentes épocas. Comparar o oceano de hoje com aquele registrado anos ou décadas antes.

Foi assim que uma medida deixou de ser apenas um número isolado e passou a fazer parte de uma história.

Porque observar uma mudança exige, primeiro, saber como algo estava antes.

E é justamente aí que os instrumentos revelam sua maior importância: eles ampliaram nossa capacidade de enxergar o oceano, ampliando ainda nossa capacidade de perceber quando ele começou a mudar.

4.3 Navios: laboratórios em movimento

Durante muito tempo, observar o oceano significava estar sobre ele.

Os navios oceanográficos tornaram-se, por isso, plataformas fundamentais para a construção do conhecimento científico moderno sobre o mar (Figura 4.2).

Um navio pode percorrer uma região coletando água em diferentes pontos e profundidades.

Pode medir temperatura e salinidade ao longo da coluna d'água. Pode coletar sedimentos. Pode lançar e recolher equipamentos. Pode registrar organismos. Pode mapear o fundo.

Pode permanecer dias ou semanas em campanha, funcionando como um laboratório que se desloca sobre um território líquido.

Há algo de muito particular na pesquisa oceanográfica de campo. No continente, muitas vezes retornamos ao mesmo local de estudo. No oceano, aquilo que estamos tentando medir está em movimento. A água que estava ali ontem pode não estar mais hoje.

A corrente mudou. O vento mudou. A maré mudou. A massa de água se deslocou. De certa maneira, um pesquisador não volta exatamente ao mesmo oceano.

Volta a uma região.

Mas a água, os fluxos e as condições já podem ser outros. É por isso que séries de observação são tão importantes. Uma medida isolada é um retrato.

Muitas medidas ao longo do tempo começam a formar uma história. E essa história não é só a de um lugar.

É também a de suas transformações.

Os navios permitiram à ciência construir esse tipo de registro.

Foram eles que possibilitaram observar o oceano para além da superfície visível, reunir amostras, comparar profundidades, descrever massas de água e acompanhar processos que não se deixam capturar num único olhar.

Antes dos satélites, das boias automatizadas e das grandes redes de monitoramento, houve o trabalho paciente das campanhas oceanográficas.

E, de certa forma, ele continua existindo.

Mesmo em uma era de sensores remotos e plataformas autônomas, o navio permanece como um espaço de encontro entre observação, medição, coleta e interpretação.

É nele que muitas vezes a ciência toca diretamente o oceano.

Figura 4.2 — Navio Oceanográfico Prof. Luiz Carlos, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj).



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2025.

4.4 Boias: sentinelas que permanecem

Navios têm uma limitação evidente. Eles passam. O oceano continua.

Para acompanhar mudanças durante períodos longos, foi necessário deixar instrumentos no próprio mar.

As boias oceanográficas fazem justamente isso. São plataformas instrumentadas que registram características do oceano e da atmosfera em determinados locais e períodos. Algumas boias permanecem fundeadas em posições determinadas. Outras plataformas, chamadas derivadores, deslocam-se acompanhando principalmente as correntes superficiais. Há ainda flutuadores perfiladores, como os do programa Argo, que descem e sobem pela coluna d'água, medindo diferentes propriedades antes de transmitir os dados por satélite.

Podem medir temperatura, salinidade, ondas, ventos, pressão atmosférica e outras variáveis importantes para compreender o estado do oceano.

Enquanto nós dormimos, continuam registrando.

Durante uma tempestade, continuam registrando — quando as condições permitem.

Durante a passagem das estações, continuam registrando. Dia após dia. Mês após mês. Às vezes, ano após ano.

O valor de uma boia não está apenas na precisão de uma medida. Está também na continuidade.

Uma medição feita em um único momento pode revelar como o oceano estava naquele instante.

Uma série contínua permite perceber tendências, oscilações, eventos extremos e mudanças que talvez passassem despercebidas numa observação isolada.

Um oceano que muda exige observações que permaneçam.

E, quando várias boias são distribuídas por uma região ou organizadas em redes de observação, cada medida local começa a fazer parte de uma imagem muito maior.

Um ponto torna-se série. Uma série encontra outra.

E, pouco a pouco, surge uma visão mais ampla do sistema.

É como se tivéssemos colocado pequenos olhos sobre o oceano. Olhos que permanecem onde os navios não podem permanecer.

Olhos que registram mesmo quando ninguém está ali para observar diretamente. Mas ainda eram poucos olhos diante de uma imensidão.

Para enxergar o oceano em uma escala verdadeiramente planetária, seria preciso olhar de outro lugar.

De cima.

4.5 Quando passamos a olhar de cima

Então vieram os satélites.

E a escala da observação mudou.

De repente, tornou-se possível olhar grandes porções do oceano quase ao mesmo tempo.

Satélites permitem acompanhar características da superfície marinha em escalas impossíveis para navios isolados.

Podem observar temperatura da superfície do mar, altura do nível do mar, extensão do gelo, cor do oceano, ventos e outras variáveis obtidas por diferentes sensores e métodos.

A imagem de satélite produz outra experiência do oceano.

Aquilo que, da praia ou do convés de um navio, poderia parecer uniforme passa a revelar formas, contrastes e movimentos.

Correntes aparecem como estruturas. Frentes oceânicas tornam-se visíveis. Plumas de rios encontram o mar. Águas mais quentes e mais frias desenham padrões.

Florações de fitoplâncton podem modificar a cor observada da superfície.

O oceano passa a revelar uma geografia que nossos olhos, sozinhos, jamais poderiam perceber.

É como se, pela primeira vez, tivéssemos conseguido enxergar o mar não apenas como extensão, mas como desenho.

Um desenho em movimento.

Um desenho de temperaturas, cores, alturas, bordas, encontros e trajetórias (Figura 4.3).

Os satélites não substituíram os navios nem as boias.

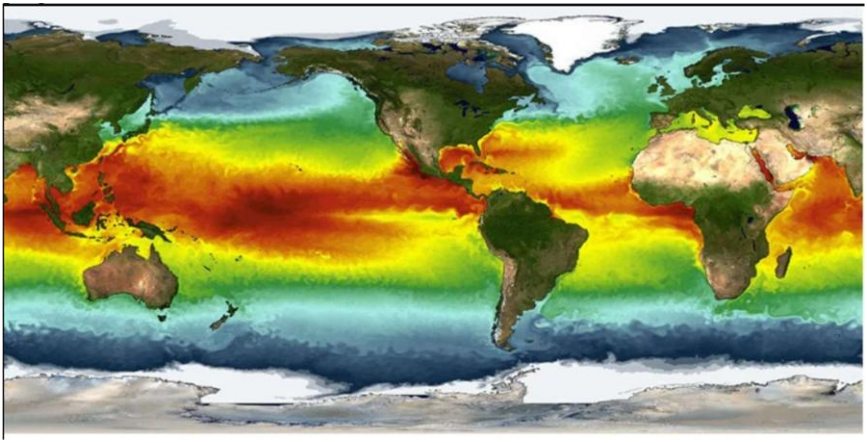
Mas transformaram profundamente a capacidade de observar o oceano em grande escala.

Aquilo que antes era registrado em pontos dispersos passou a ser visto também como padrão.

E padrões importam.

Porque correntes, frentes, ressurgências, aquecimentos anômalos e plumas continentais não são apenas fenômenos locais. São partes de uma dinâmica muito maior.

Figura 4.3 — Temperatura da superfície do mar: composição mensal de maio de 2001 obtida pelo sensor MODIS, a bordo do satélite Terra. Em cores falsas, vermelho e amarelo indicam águas mais quentes; verde, temperaturas intermediárias; azul e roxo, águas progressivamente mais frias.



Fonte: NASA Earth Observatory, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, 2001. Imagem cedida por MODIS *Ocean Group*, NASA Goddard *Space Flight Center* e *University of Miami*.

Mas os satélites também têm limites.

Eles observam principalmente características da superfície ou inferem informações a partir dela.

O oceano, porém, não está somente na superfície. Ele tem profundidade.

E a profundidade continua guardando processos que não podem ser plenamente compreendidos apenas de cima.

Era preciso continuar olhando para baixo.

4.6 Instrumentos que mergulham sem nós

Se os satélites mudaram a forma de olhar o oceano de cima, outros instrumentos transformaram a maneira de explorá-lo em profundidade.

Veículos operados remotamente permitiram levar câmeras, sensores e braços mecânicos a regiões onde o ser humano não poderia permanecer.

Veículos autônomos passaram a realizar missões programadas.

Planadores submarinos podem deslocar-se por longos períodos coletando informações ao longo de trajetórias amplas.

Flutuadores autônomos descem, sobem, medem propriedades da água e transmitem dados.

O observador já não precisa estar fisicamente junto ao instrumento.

Isso transformou profundamente nossa capacidade de acompanhar o oceano. Máquinas podem permanecer onde nós não podemos.

Podem ir mais fundo, repetir trajetórias, atravessar grandes distâncias e alcançar ambientes escuros, frios e submetidos a pressões enormes.

De certa maneira, tornam-se extensões da presença humana em lugares onde o corpo não chegaria — ou não permaneceria.

E, em alguns casos, devolvem imagens que parecem pertencer a outro planeta. Seres desconhecidos. Formações geológicas incomuns. Fontes hidrotermais.

Ecossistemas profundos.

Paisagens que permaneceram invisíveis durante quase toda a história humana. Cada mergulho lembra que aquilo que chamamos simplesmente de "oceano"

contém, na verdade, uma diversidade imensa de ambientes.

Há superfícies iluminadas pelo Sol. Há águas profundas e escuras.

Há montanhas submersas, cânions, planícies abissais, regiões polares, estuários, recifes, costas, mar aberto.

O oceano não é uma massa homogênea.

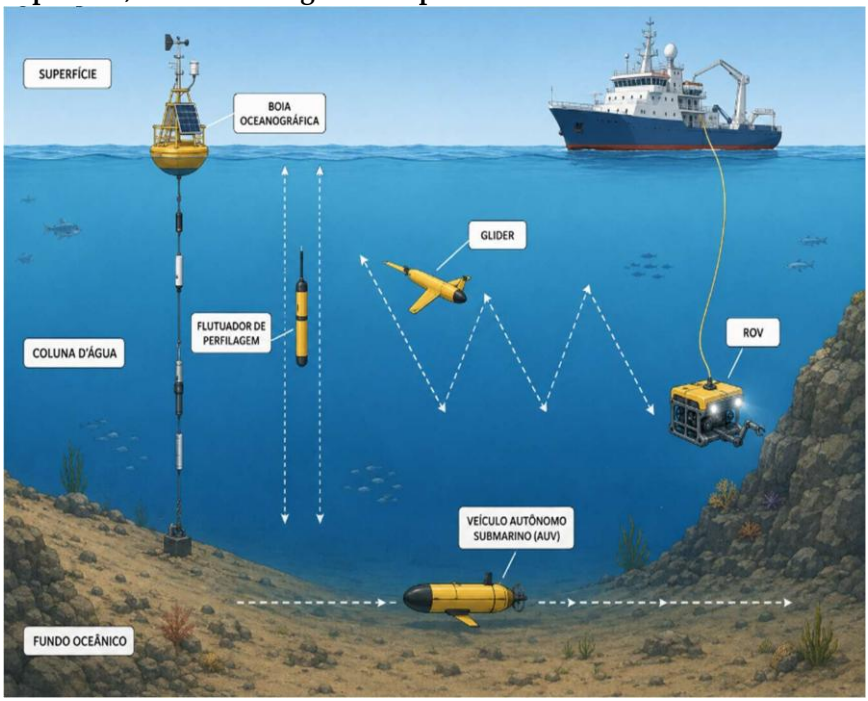
É um conjunto vasto e dinâmico de mundos conectados. Esses instrumentos ajudam a tornar visível essa diversidade.

Permitem observar processos, organismos e paisagens que antes estavam fora do alcance da nossa experiência direta. Mostram o quanto ainda conhecemos pouco.

Cada nova imagem, cada nova descida, cada nova trajetória medida em profundidade amplia o conhecimento — e também a consciência daquilo que ainda permanece desconhecido.

A Figura 4.4 apresenta um esquema das diversas plataformas de observação.

Figura 4.4 — Diferentes plataformas de observação oceânica na superfície, na coluna d'água e nas proximidades do fundo oceânico.



Fonte: Elaboração da autora, com auxílio de inteligência artificial, com base em materiais do *Global Ocean Observing System* (GOOS), do Programa Argo e da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) sobre plataformas de observação oceânica. Representação esquemática, sem escala.

4.7 De pontos isolados a um oceano conectado por dados

Nenhum desses instrumentos, sozinho, consegue explicar o oceano. Um navio mede uma região.

Uma boia acompanha um ponto ou deriva.

Um satélite observa grandes áreas, mas possui limitações de profundidade e resolução.

Um veículo autônomo percorre uma trajetória.

A força aparece quando essas observações começam a conversar. Dados de navios encontram dados de satélites.

Boias complementam flutuadores.

Séries históricas são comparadas com medidas atuais.

Observações de campo ajudam a validar informações obtidas remotamente. Instituições diferentes compartilham dados.

Países constroem redes.

E o oceano começa a aparecer não como uma coleção de pontos medidos, mas como um sistema.

A maior revolução recente da observação oceanográfica não está apenas nos sensores.

Está também na capacidade de reunir quantidades imensas de informações. O desafio deixou de ser somente obter dados.

Passou a ser também armazená-los, organizá-los, torná-los acessíveis, garantir sua qualidade e transformá-los em conhecimento útil.

Um oceano observado precisa também ser um oceano compartilhado.

Essa preocupação aparece explicitamente entre os objetivos da Década do Oceano, que busca ampliar sistemas de observação, conhecimento, dados e acesso às informações necessárias à sociedade.

4.8 Medir o presente para imaginar o futuro

Conhecer o que está acontecendo agora é fundamental.

Mas muitas decisões precisam ser tomadas antes que alguma coisa aconteça. É aí que entram os modelos numéricos de simulação.

Um modelo numérico não é uma cópia perfeita da natureza. É uma representação.

Aprendi isso de maneira muito concreta durante meu doutorado, quando trabalhei com modelagem numérica da circulação das águas e do transporte de óleo na Baía de Guanabara.

Naquela época, a internet engatinhava e a capacidade computacional era uma fração da atual. Já havia alguns recursos de visualização, mas a capacidade de armazenamento era menor e os cálculos demoravam mais. O modelo não vinha pronto em um clique: no meu trabalho, precisei desenvolver as equações no papel, examinar termo por termo e ensinar o computador a resolver, passo a passo, uma representação do movimento das águas.

Tudo começava com uma ideia aparentemente simples, aprendida nos primeiros estudos de Física: força é igual a massa vezes aceleração ($F = m \times a$). A segunda lei de Newton é o coração pulsante do movimento das águas. É ela que explica como uma massa líquida acelera sob o sopro do vento, a força das marés, as variações de pressão, o atrito com o fundo e a própria rotação do planeta. É importante observar que em um modelo oceânico real, ela precisa ser combinada com equações de conservação, relações para densidade e turbulência, condições de contorno e informações sobre vento, marés, topografia e troca de calor.

No entanto, traduzir essa única frase em um código capaz de simular as correntes vivas da Baía de Guanabara exigia um emaranhado de equações, aproximações e escolhas numéricas. Era preciso fatiar o espaço em uma malha e ensinar a máquina a calcular, passo a passo, como as condições representadas no modelo mudavam a cada passo de tempo.

Não bastava acionar um programa e esperar uma resposta. Era necessário compreender o fenômeno físico, formular as equações que o representavam e reconhecer aquilo que o modelo conseguia — ou não — reproduzir.

Essa foi, provavelmente, uma das lições mais importantes que a modelagem me ensinou: antes de existir como cálculo dentro de um computador, um modelo nasce de uma pergunta sobre o funcionamento da natureza.

Transformamos nosso conhecimento sobre processos físicos, químicos ou biológicos em relações matemáticas e utilizamos computadores para calcular como determinadas condições podem evoluir no tempo e no espaço.

Podemos simular correntes, ondas, marés, temperaturas, transporte de substâncias, dispersão de poluentes ou inundações costeiras e muitos outros processos. Mas um modelo não nasce sozinho. Ele depende de observações. Depende de dados capazes de representar o oceano real. Temperaturas medidas. Ventos observados. Níveis registrados. Correntes acompanhadas. Informações sobre profundidade, salinidade, ondas e tantas outras variáveis.

Observação e modelagem precisam uma da outra.

Sem observações, o modelo perde contato com o oceano real. Sem modelos e outros instrumentos de análise, torna-se mais difícil integrar grandes conjuntos de dados, investigar mecanismos e explorar o que poderá acontecer sob diferentes condições.

Quando os dois se encontram, surge a possibilidade de olhar para além do presente.

Surge a previsão. Não uma previsão absoluta.

O oceano e a atmosfera são sistemas complexos. Há incertezas.

Há processos que ainda não compreendemos suficientemente. Há limites na resolução dos dados e dos próprios modelos.

Há condições iniciais que nunca conhecemos de maneira perfeita. Por isso, prever não significa adivinhar.

Significa utilizar o conhecimento disponível para estimar aquilo que pode acontecer e com que grau de confiança.

Essa diferença é fundamental.

Uma previsão científica não promete certeza. Ela organiza possibilidades. E isso pode mudar decisões.

Uma previsão de ondas pode orientar uma operação marítima. Uma previsão de ressaca pode permitir que uma cidade se prepare.

Modelos de circulação podem ajudar a estimar o destino provável de um derramamento de óleo ou de outra substância lançada na água.

Previsões de maré e nível do mar podem auxiliar operações portuárias e ações de proteção costeira.

Sistemas de alerta podem antecipar situações de risco e permitir que medidas sejam tomadas antes que o impacto aconteça.

Nesse sentido, medir o oceano não serve apenas para conhecê-lo. Serve também para imaginar futuros possíveis.

Esta é uma das grandes transformações produzidas pela ciência oceânica moderna.

Durante muito tempo, observávamos para saber o que havia acontecido ou para antecipar condições de navegação e tempo, por exemplo.

Hoje, cada vez mais, observamos também para tentar compreender o que pode acontecer depois.

A ciência não elimina a incerteza.

Mas ajuda-nos a tomar decisões dentro dela.

4.9 Um outro oceano começa a existir: o oceano digital

Durante séculos, nossas representações do oceano foram mapas. Linhas de costa.

Profundidades. Rotas.

Mais tarde vieram cartas oceanográficas mais detalhadas, imagens de satélite, mapas tridimensionais e modelos numéricos.

Hoje começa a surgir outra ideia.

Construir uma representação digital dinâmica do oceano.

É daí que vem a expressão gêmeos digitais do oceano.

Não se trata simplesmente de fazer uma imagem tridimensional mais bonita ou mais sofisticada.

Um gêmeo digital procura integrar informações provenientes de diferentes fontes

— satélites, sensores, observações de campo, bancos de dados e modelos — para representar condições passadas e presentes e permitir a simulação de cenários futuros.

É como construir um oceano virtual continuamente alimentado pelo oceano real. A ideia parece saída da ficção científica.

Mas já está em desenvolvimento.

O que muda aqui não é apenas a quantidade de dados disponível, mas a possibilidade de conectá-los em uma representação viva, atualizável e capaz de responder a perguntas.

Imagine uma cidade costeira querendo avaliar diferentes possibilidades de adaptação à elevação do nível do mar.

Imagine gestores tentando compreender os possíveis efeitos de uma obra, de uma intervenção em um estuário ou de uma mudança no uso do solo.

Imagine pesquisadores testando como alterações de temperatura, circulação ou acidez podem afetar determinados ecossistemas.

Um gêmeo digital pode permitir que esses cenários sejam explorados antes que decisões sejam tomadas no mundo real (Figura 4.5).

De certa maneira, ele funciona como um espaço de experimentação. Não substitui o oceano real.

Não elimina a necessidade de observações, campanhas de campo ou monitoramento.

Mas amplia nossa capacidade de integrar informações, testar hipóteses e antecipar consequências.

É uma nova etapa na longa história de como aprendemos a ver o mar.

Primeiro, olhávamos com os olhos. Depois, com instrumentos. Mais tarde, com redes de dados e modelos. Agora começamos também a construir um oceano digital.

Um oceano que não existe para substituir o outro, mas para nos ajudar a compreendê-lo melhor.

Figura 4.5 — Do oceano observado ao gêmeo digital: integração de observações, dados, modelos, previsões e cenários.



Fonte: Elaboração da autora, com auxílio de inteligência artificial, com base no Programa Digital Twins of the Ocean (DITTO, 2023) e no Desafio 8 da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, coordenada pela COI-UNESCO. Representação conceitual. Os mapas, as curvas e os demais elementos gráficos são ilustrativos e não apresentam dados observados ou resultados de simulações científicas.

Quanto mais sofisticados nossos instrumentos se tornam, porém, mais importante se torna uma pergunta aparentemente simples:

Quem está olhando o oceano?

4.10 O oceano já era observado antes dos satélites

Há uma história de que gosto especialmente porque ela desmonta a ideia de que o conhecimento começa sempre dentro das instituições científicas.

Hoje, El Niño é uma expressão global. Aparece nos noticiários, nas previsões climáticas, nos modelos meteorológicos e nos relatórios científicos. Sabemos que está relacionado a alterações nas

águas do Pacífico tropical e à interação entre oceano e atmosfera, com efeitos capazes de alcançar regiões muito distantes.

Mas o nome não nasceu de um satélite.

Muito antes de El Niño se tornar uma expressão repetida em mapas climáticos e previsões meteorológicas, pescadores da costa do Peru já reconheciam uma corrente de águas mais quentes que costumava aparecer próximo ao período do Natal. Por isso, deram-lhe o nome de El Niño, em referência ao Menino Jesus. Mais tarde, o termo passou a ser empregado para designar aquecimentos anômalos e, posteriormente, a fase quente de um fenômeno acoplado de escala muito maior, envolvendo o oceano e a atmosfera no Pacífico tropical. El Niño corresponde à fase quente do fenômeno conhecido como El Niño–Oscilação Sul, frequentemente identificado pela sigla inglesa ENSO.

A ciência incorporou o nome e ampliou seu significado. Aquilo que inicialmente estava associado à observação de uma mudança nas águas costeiras passou, com o avanço da oceanografia e da meteorologia, a fazer parte da compreensão de um fenômeno capaz de influenciar o clima em diferentes continentes.

A origem do nome, entretanto, preserva uma história importante. Alguém percebeu primeiro que a água estava diferente.

Percebeu porque conhecia aquele mar, comparava uma estação com outra, sabia quando determinados peixes apareciam e reconhecia quando o oceano deixava de se comportar como era esperado.

Para compreender o que aqueles pescadores percebiam, precisamos falar de um processo particularmente importante na costa oeste da América do Sul: a ressurgência.

Em condições habituais, os ventos e a dinâmica da circulação afastam da costa parte das águas superficiais. Águas mais profundas sobem para substituí-las. Geralmente mais frias e ricas em nutrientes, essas águas, ao alcançarem a zona iluminada próxima à superfície, favorecem a produção do fitoplâncton.

O fitoplâncton sustenta organismos maiores e participa da formação de cadeias alimentares responsáveis pela elevada produtividade pesqueira da região.

Um movimento da água profunda pode, portanto, chegar à mesa de uma família.

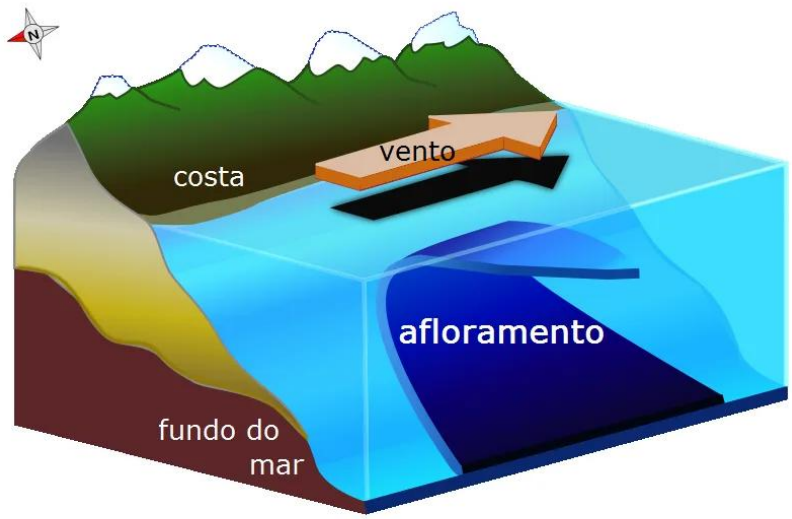
Oceanografia, ecologia, economia e alimentação encontram-se no mesmo processo.

Durante episódios de El Niño, o aquecimento das águas superficiais do Pacífico central e oriental, o enfraquecimento dos ventos alísios e o aprofundamento da termoclina — camada em que a temperatura diminui rapidamente com a profundidade — próximo à costa sul-americana reduzem o aporte de águas frias e ricas em nutrientes à zona iluminada. A Figura 4.6 ilustra o mecanismo de ressurgência, cujo aporte de nutrientes à superfície pode ser reduzido durante o fenômeno. A produção de fitoplâncton pode diminuir, alterando a produtividade marinha, a distribuição dos peixes e sua disponibilidade para a pesca.

E quem depende deles percebe.

Antes que uma anomalia apareça em um gráfico, ela pode aparecer na rede.

Figura 4.6 — Representação esquemática da ressurgência costeira (afloramento). As águas superficiais afastadas da costa pela ação do vento são substituídas por águas frias e ricas em nutrientes provenientes de camadas mais profundas.



Fonte**:** Figura modificada por D. Reed a partir de imagem de J. Wallace e S. Vogel, *El Niño and Climate Prediction*. Imagem cedida por Sanctuary Quest 2002, NOAA/OER. Disponível em: https://oceanexplorer.noaa.gov/ocean-fact/upwelling/.

Não havia satélite. Havia observação.

Não havia mapa de anomalias de temperatura. Havia experiência acumulada.

Não havia ainda um modelo climático capaz de representar o fenômeno em escala planetária.

Havia pessoas cuja vida dependia de reconhecer as mudanças do mar.

Isso não significa que a observação dos pescadores substituísse o conhecimento que a ciência construiria posteriormente. Significa que uma pergunta científica pode começar muito antes de receber esse nome. Pode começar na experiência, na comparação, na memória e na percepção de que alguma coisa mudou.

A ciência mediu as características do fenômeno, investigou seus mecanismos e demonstrou que seus efeitos poderiam atravessar continentes. Mas o primeiro sinal estava ali: na água que parecia diferente para quem a conhecia todos os dias.

A história do El Niño deixa, assim, de ser apenas uma curiosidade sobre a origem de um nome. Torna-se uma história sobre a construção do conhecimento.

Compreender o oceano exige instrumentos, medições, séries históricas, satélites e modelos. Mas exige também perguntar quem já estava olhando antes de nós.

4.11 Quem sabe que o oceano mudou?

Imagine duas pessoas observando a mesma região.

Uma delas está diante de um computador. Recebe imagens de satélites, analisa séries temporais, compara anomalias de temperatura e executa modelos.

A outra sai para o mar quase todos os dias. Reconhece mudanças na direção do vento, percebe que determinada espécie chegou mais cedo, nota a ausência de um peixe que costumava aparecer naquele período, observa outra cor na água e sente a mudança da corrente no comportamento da embarcação.

Quem conhece melhor o oceano? Talvez essa não seja a melhor pergunta.

O satélite enxerga aquilo que o pescador não consegue enxergar. Permite observar grandes extensões, comparar regiões distantes e identificar padrões em escala planetária. O pescador percebe coisas que o satélite não consegue perceber. Acumula uma experiência detalhada de um lugar, reconhece sinais sutis e guarda a memória de

acontecimentos que talvez nunca tenham entrado em um banco de dados.

Não são conhecimentos idênticos. Não são produzidos da mesma maneira e não respondem necessariamente às mesmas perguntas.

Mas podem iluminar partes diferentes de um mesmo sistema.

Satélites sabem coisas que pescadores não sabem.
Pescadores sabem coisas que satélites não sabem.

O desafio não é decidir qual deles vence. É compreender o que se torna possível quando seus olhares conversam.

Uma observação feita por quem vive diariamente junto ao mar pode chamar atenção para uma mudança ainda pouco percebida. Uma série de dados pode mostrar se essa mudança faz parte de uma tendência mais ampla. Um modelo pode ajudar a investigar seus mecanismos. Uma memória pode revelar que algo semelhante já aconteceu antes.

Conhecer o oceano exige aproximar escalas: o olhar que vem do espaço e a experiência construída em um lugar; o instrumento que mede a água e a pessoa que reconhece seus sinais.

O oceano é grande demais para caber em apenas
uma maneira de vê-lo.

4.12 Conhecer não é apenas medir

A ciência moderna construiu mecanismos extraordinários de validação do conhecimento.

Métodos precisam ser descritos. Resultados podem ser testados. Dados podem ser comparados. Hipóteses podem ser confrontadas e, quando necessário, refutadas.

Esse rigor é indispensável.

Mas rigor não exige que imaginemos que toda observação relevante nasceu dentro de uma universidade ou de um laboratório.

Povos indígenas, comunidades tradicionais, pescadores artesanais, navegadores e populações costeiras acumulam conhecimentos construídos pela convivência prolongada com ambientes específicos.

Conhecem ciclos. Espécies. Correntes. Ventos. Lugares de pesca. Mudanças sazonais. Sinais de tempestades. Transformações de praias, rios e manguezais.

Esse conhecimento não é simplesmente uma coleção de histórias interessantes à espera de ser recolhida pela ciência.

Ele possui contexto. Memória. Linguagem. Formas próprias de transmissão.

Está ligado a práticas, territórios, modos de vida e relações construídas ao longo do tempo.

E pertence às comunidades que o produziram. Reconhecê-lo exige, portanto, mais do que curiosidade.

Exige respeito.

Não basta retirar uma informação de seu contexto, transformá-la em dado, incorporá-la a uma publicação científica e esquecer quem a produziu.

O desafio é construir formas de diálogo em que diferentes conhecimentos possam se encontrar sem que um deles seja reduzido ao outro.

A Década do Oceano tem chamado atenção justamente para a importância dos conhecimentos indígenas e locais e para a necessidade de participação, cocriação e respeito entre diferentes sistemas de conhecimento.

Esta é uma transformação tão importante quanto muitas das mudanças tecnológicas descritas neste capítulo.

Porque observar melhor o oceano não significa apenas colocar mais sensores na

água.

Não significa apenas lançar mais satélites, produzir mais modelos ou acumular

mais bancos de dados.

Significa também ampliar quem participa das perguntas. Quem define o que merece ser observado.

Quem ajuda a interpretar uma mudança.

Quem reconhece um sinal antes que ele apareça em uma série histórica. Quem vive com as consequências daquilo que está sendo estudado.

Conhecer o oceano exige justamente isso: mais instrumentos, sem dúvida. Mas também mais escuta.

Mais diálogo.

E mais reconhecimento de que diferentes formas de conhecimento podem enxergar partes diferentes de um mesmo mar (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 — Plataformas, ferramentas e conhecimentos que contribuem para compreender o oceano.

Plataforma / Olhar	Escala Espaço-Temporal	O que enxerga melhor	Limitação principal
Satélites	Grandes áreas, com observações repetidas ao longo do tempo	Temperatura da superfície do mar, cor do oceano, altura da superfície, ventos e extensão do gelo, conforme o sensor	Observam sobretudo a superfície; várias medidas dependem de interpretação e comparação com dados coletados no oceano
Navios oceanográficos	Trajetos e locais definidos; campanhas de duração limitada	Amostras de água e organismos, perfis em profundidade e medições de diversas variáveis físicas, químicas e biológicas	Custos elevados e cobertura restrita aos locais e períodos das campanhas
Boias fundeadas	Pontos fixos; observações frequentes e prolongadas	Mudanças ao longo do tempo em variáveis como temperatura, ondas, ventos e, conforme os sensores, outras características da água	Representam diretamente as condições dos locais onde estão instaladas

Plataforma / Olhar	Escala Espaço-Temporal	O que enxerga melhor	Limitação principal
Flutuadores Argo	Perfis em diferentes regiões, obtidos repetidamente enquanto os flutuadores derivam	Temperatura e salinidade em profundidade; alguns flutuadores também medem oxigênio, nitrato e outras variáveis biogeoquímicas	Não permanecem em posição fixa; as variáveis disponíveis dependem dos sensores instalados
Modelos numéricos	De áreas costeiras a bacias oceânicas; simulações do passado, do presente e de cenários futuros	Integram dados e equações para representar processos e estimar, por exemplo, circulação, temperatura e transporte de substâncias	Seus resultados dependem das hipóteses, da resolução e da qualidade dos dados usados
Gêmeos Digitais	Escala variável; representações atualizadas conforme os dados disponíveis	Integram observações e modelos para explorar condições do oceano e testar cenários	Ainda dependem da cobertura dos dados, da atualização das informações e das incertezas dos modelos
Conhecimentos indígenas e locais	Territórios vividos; observações cotidianas e memória acumulada ao longo de gerações	Mudanças percebidas na pesca, no comportamento de espécies, nas águas e nos eventos costeiros	São conhecimentos situados; sua interpretação exige atenção ao contexto e diálogo com quem os produziu

Fonte: elaboração da autora com base nas referências do capítul. Observar que as plataformas não são excludentes. As contribuições apresentadas são complementares e não estabelecem uma hierarquia entre instrumentos, ferramentas e sistemas de conhecimento.

4.13 Ciência cidadã: muitos olhos podem observar

Existe ainda um espaço interessante entre a observação científica profissional e a experiência cotidiana das comunidades.

A ciência cidadã.

Pessoas que não trabalham profissionalmente como cientistas podem participar de projetos de observação, coleta e registro de dados.

Guardo a lembrança do projeto Sentinelas do Mar, conduzido pelo professor Eloi Melo Filho, especialista em ondas e meu professor durante o doutorado. A este professor devo uma das lições mais bonitas sobre a construção do conhecimento.

Muito antes de a expressão "ciência cidadã" alcançar a projeção que possui hoje, ele percebeu que os surfistas, sendo ele próprio também surfista, poderiam contribuir para a observação das ondas. Por meio de uma revista voltada a esse público, convidou-os a participar de uma iniciativa científica. Os participantes receberam orientações, durante as quais aprenderam o que deveria ser observado e como essas observações precisavam ser registradas.

O trabalho não terminou com aquela preparação inicial. Prosseguiu durante anos, reunindo informações produzidas por pessoas que conviviam diretamente com o mar e conheciam, pela experiência cotidiana, o comportamento das ondas.

Os surfistas não substituíam os instrumentos nem o trabalho dos pesquisadores. Acrescentavam outros olhos à observação. Estavam em diferentes praias, acompanhavam o mar com frequência e podiam registrar fenômenos que dificilmente seriam observados com a mesma continuidade por uma equipe científica.

A experiência mostrava, na prática, que ciência e sociedade podem caminhar juntas. Mostrava também que a participação não nasce apenas da disposição para colaborar. Precisa de orientação, método e continuidade para que uma observação cotidiana possa se transformar em informação útil à construção do conhecimento.

Participantes de projetos de ciência cidadã podem fotografar espécies, registrar a presença de organismos, acompanhar resíduos

em praias, observar processos de erosão costeira e documentar mudanças ao longo do tempo.

Sozinha, uma observação pode parecer pequena.

Mas, quando muitas pessoas observam diferentes lugares seguindo metodologias definidas e registrando informações de maneira organizada, essas observações podem formar conjuntos de dados extremamente valiosos.

Um pesquisador não pode estar em todas as praias. Um navio não pode permanecer em todos os lugares. Um satélite não reconhece todos os detalhes.

Um sensor automático registra aquilo para o qual foi programado, mas não interpreta tudo o que acontece ao seu redor.

Uma rede de pessoas, porém, pode perceber transformações distribuídas por territórios muito amplos.

Pode registrar o aparecimento de uma espécie onde antes ela não era observada. Pode acompanhar resíduos que chegam repetidamente a uma praia.

Pode documentar mudanças na linha de costa.

Pode reconhecer eventos incomuns e ajudar a construir séries de observação que, de outra forma, talvez nunca existissem.

Mas ciência cidadã não significa apenas multiplicar observadores. Significa também construir formas confiáveis de participação. É preciso definir o que observar. Como registrar. Com que frequência. De que maneira armazenar e compartilhar as informações. E como garantir que esses dados possam dialogar com outras fontes de conhecimento.

Quando isso acontece, a participação deixa de ser apenas uma colaboração ocasional.

Passa a fazer parte da própria produção de conhecimento. Há também outro efeito importante.

Quem começa a observar sistematicamente um ambiente passa, muitas vezes, a enxergá-lo de outra maneira.

Uma praia deixa de ser apenas uma paisagem. Um rio deixa de ser apenas água correndo.

Uma mudança aparentemente pequena pode ganhar significado quando é comparada com registros anteriores.

Observar também educa o olhar.

Talvez por isso a ciência cidadã tenha uma relação tão próxima com a Cultura Oceânica.

Ela não produz apenas dados. Produz atenção.

Um oceano tão vasto não pode depender apenas de poucos pesquisadores, poucos instrumentos ou poucos centros de observação.

O futuro do conhecimento sobre o oceano depende, sim, de máquinas cada vez mais sofisticadas.

Mas pode depender também de algo muito mais simples: um número cada vez maior de pessoas dispostas a olhar para ele com atenção — e a registrar aquilo que veem.

4.14 Dados também têm geografia

Quando falamos de grandes redes de observação, há outro problema que precisa aparecer.

Nem todas as regiões do oceano são observadas da mesma maneira. Nem todos os países possuem navios oceanográficos ou dispõem das mesmas redes de sensores, da mesma capacidade computacional, de laboratórios equipados, de formação especializada e de recursos financeiros para produzir, armazenar e analisar grandes volumes de dados.

Existem vazios de informação. E esses vazios não estão distribuídos ao acaso. Eles também refletem desigualdades econômicas, científicas e tecnológicas.

Há regiões intensamente monitoradas e outras onde as séries de dados são descontínuas, escassas ou praticamente inexistentes. Alguns países são capazes de lançar satélites, operar frotas de pesquisa e manter grandes centros de processamento de dados. Outros dependem da cooperação internacional até mesmo para sustentar sistemas básicos de observação.

Isso importa porque os lugares menos observados podem estar justamente entre aqueles onde as populações são mais vulneráveis às mudanças ambientais.

Uma costa pouco monitorada não deixa de sofrer erosão porque não existem instrumentos registrando o processo.

Uma comunidade não deixa de estar exposta à elevação do nível do mar porque não há uma série histórica suficientemente longa.

Uma mudança no oceano não deixa de existir porque não foi medida.

Aquilo que não é observado, porém, torna-se mais difícil de compreender. E aquilo que não é compreendido a tempo pode ser também mais difícil de enfrentar.

Conhecer o oceano é, portanto, uma questão de acesso.

Acesso a equipamentos, dados, tecnologia, formação, redes internacionais e capacidade de processar informações. E, sobretudo, acesso aos meios necessários para transformar informação em decisão.

Por isso, a discussão sobre a observação do oceano não pode ser separada da desigualdade científica.

Não basta produzir mais dados.

É preciso ampliar quem pode produzi-los, acessá-los, interpretá-los e utilizá-los para orientar políticas, proteger territórios e antecipar riscos.

A Década do Oceano chama atenção para essa dimensão ao incluir entre suas prioridades o fortalecimento de capacidades, o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias e a ampliação do acesso a dados e informações.

Esse é um dos grandes desafios de uma ciência verdadeiramente global. O oceano é comum.

Mas nossa capacidade de observá-lo ainda não é.

A desigualdade não aparece apenas na distribuição dos instrumentos. Aparece também naquilo que os dados conseguem contar.

Imagine uma série de medições mostrando uma mudança lenta na temperatura de uma baía.

O gráfico é importante.

Agora imagine uma pessoa que pesca naquele lugar dizendo que determinado peixe, presente ali durante décadas, deixou de chegar.

As duas informações não são iguais, mas podem estar relacionadas. É justamente aí que pode começar uma boa pergunta científica.

Uma observação comunitária pode levantar uma hipótese. Um sensor pode registrar uma mudança ambiental. Uma série histórica pode indicar quando o processo começou. Um modelo pode explorar seus mecanismos. Uma memória oral pode revelar como aquela transformação afetou práticas, alimentação, trabalho e cultura.

Cada camada acrescenta alguma coisa.

O oceano físico não está separado do oceano vivido.

A alteração de uma corrente pode ser registrada em metros por segundo, mas também percebida na mudança de uma rota de pesca.

A elevação do nível do mar pode ser registrada em milímetros por ano, mas também reconhecida por quem viu a água alcançar um lugar onde antes não chegava.

Uma transformação na biodiversidade pode aparecer em levantamentos ecológicos, mas também na ausência de uma espécie que, durante gerações, fez parte da alimentação e da cultura de uma comunidade.

Os números ajudam a medir.

A experiência ajuda a interpretar. As lembranças ajudam a comparar.

A observação ajuda a formular perguntas.

Nenhuma dessas dimensões precisa substituir a outra. Quando se encontram, aproximam o oceano medido do oceano vivido.

Um oceano comum não pode depender apenas dos instrumentos, dos dados e das interpretações de poucos.

4.15 Precisamos de todos os olhos

Voltamos, então, à pergunta que abriu este capítulo:

Como podemos saber o que está acontecendo com o oceano?

Precisamos de navios, boias, sensores, satélites, veículos autônomos, modelos, bancos de dados e computadores capazes de processar quantidades de informação inimagináveis poucas décadas atrás.

Precisamos construir representações cada vez melhores do oceano e ampliar nossa capacidade de compreender suas transformações e antecipar alguns de seus possíveis efeitos. Os gêmeos digitais talvez sejam uma das expressões mais sofisticadas dessa busca.

Mas sofisticação tecnológica não significa conhecimento completo.

Nenhum instrumento observa tudo. Nenhum modelo representa tudo. Nenhum satélite substitui alguém que conhece profundamente um território. E nenhuma experiência local consegue, sozinha, observar um sistema planetário.

Precisamos do local e do global. Da medida instantânea e da memória acumulada.

Da máquina e da pessoa. Do número e da narrativa.

Um satélite vê o oceano do espaço.

Um sensor o encontra em profundidade. Um navio atravessa sua superfície.

Um modelo procura representar seus movimentos. Um pescador reconhece seus sinais. Uma comunidade guarda sua memória.

Todos olham para o mesmo oceano, mas não veem exatamente a mesma coisa.

Quando esses olhares se encontram, cada um acrescenta algo que o outro não poderia oferecer sozinho. O dado encontra a memória. A previsão encontra a experiência. A escala planetária encontra o conhecimento de um lugar.

Porque um oceano imenso, profundo, móvel e ainda tão desconhecido não precisa apenas de instrumentos mais poderosos.

Precisa de mais olhos voltados para ele.

E olhar para o oceano significa também olhar para as pessoas que vivem onde suas transformações se tornam mais visíveis. Nas praias, ilhas, estuários e cidades costeiras, o oceano, além de ser observado, é vivido. É ali que conhecimento, memória, trabalho, risco e pertencimento se encontram.

Capítulo 5

Viver onde o oceano chega

Onde o oceano chega, encontra pessoas, histórias e memórias.

O oceano não chega a todos os territórios da mesma maneira. Em alguns lugares, permanece no horizonte.

Em outros, define caminhos, transportes, alimentos e formas de trabalho. Há lugares em que separa.

Há lugares em que aproxima.

E há lugares em que avança sobre casas, ruas e memórias.

Viver junto ao oceano não significa apenas morar perto da praia. Significa habitar um território cujas possibilidades, limites e transformações estão profundamente ligados ao movimento das águas.

Há pessoas que conhecem o oceano porque trabalham diretamente com ele. Pescadores, marinheiros, mergulhadores, trabalhadores portuários e construtores de embarcações aprendem a reconhecer ventos, ondas, marés e mudanças no tempo.

Outras pessoas o conhecem porque vivem onde seus movimentos deixam marcas. Nem todos os moradores de um território costeiro são pescadores. Nem todos dependem do mar como fonte direta de renda. Ainda assim, suas casas, ruas, lembranças e projetos de vida podem estar profundamente ligados ao comportamento das águas.

Compreender esses territórios exige, portanto, mais do que observar a linha móvel de encontro entre a terra e o mar.

É preciso conhecer as pessoas que vivem junto a ela.

5.1 Quando o mar se torna muro

Ilhas costumam ser associadas à liberdade, à viagem e à possibilidade de atravessar horizontes.

Mas também foram utilizadas para impedir travessias.

Há um outro olhar. Em diferentes momentos da história, o oceano deixou de ser visto como caminho e passou a funcionar como parte da própria estrutura de confinamento. Presídios foram instalados em ilhas porque a água acrescentava ao cárcere uma barreira que não precisava ser inteiramente construída.

A ilha de Alcatraz, na Baía de São Francisco, Califórnia, nos Estados Unidos, tornou-se um dos exemplos mais conhecidos. Alcatraz abrigou uma prisão federal de segurança máxima entre 1934 e 1963, que recebeu criminosos notórios como Al Capone. Hoje, funciona como um ponto turístico muito procurado. A ilha está relativamente próxima da cidade. De um lado, quem está em São Francisco consegue avistá-la. Do outro, a cidade permanece visível para quem se encontra na ilha.

A proximidade torna o isolamento ainda mais simbólico. A cidade está diante dos olhos.

Mas existe um trecho de mar entre ela e quem se encontra do outro lado.

A distância, entretanto, não explica tudo. As águas frias, os ventos e as correntes da Baía de São Francisco tornavam a travessia difícil e arriscada. O mar funcionava, assim, como uma extensão dos muros.

Robben Island, próxima à Cidade do Cabo, na África do Sul, apresenta uma relação semelhante. A ilha também está suficientemente próxima para que o continente possa ser visto. A Montanha da Mesa permanece na paisagem, mas a extensão de água que separa a ilha da costa reforçou historicamente sua condição de isolamento.

Foi em Robben Island que Nelson Mandela permaneceu preso durante 18 dos 27 anos de seu encarceramento, ao lado de outros opositores do regime do *apartheid*. Mais tarde, o lugar seria

transformado em espaço de memória e testemunho da luta pela liberdade.

No Brasil, Fernando de Noronha e Ilha Grande também foram utilizadas, em diferentes períodos e sob distintos regimes institucionais, como territórios de confinamento. Embora possuam histórias diferentes, apresentam um elemento comum: a condição insular foi incorporada à lógica prisional.

Em todos esses casos, o isolamento não dependia apenas de edifícios, grades ou vigilância.

Dependia também da geografia.

O mar não cercava somente as ilhas. Cercava as pessoas.

Tive a oportunidade de conhecer pessoalmente Alcatraz e Robben Island. Estar nesses lugares permite perceber algo que os mapas nem sempre conseguem transmitir: a cidade ou o continente podem parecer próximos e, ainda assim, a água produzir uma separação imensa.

Minha relação com Dois Rios, na Ilha Grande, entretanto, foi diferente. Não conheci aquele território apenas durante uma visita.

Durante mais de dez anos, fui coordenadora do Museu do Meio Ambiente, uma das unidades do Ecomuseu Ilha Grande da Uerj, instalado na Vila Dois Rios. Convivi com sua paisagem, suas histórias, sua comunidade e as marcas deixadas pelo antigo presídio. Essa experiência não substitui os registros históricos sobre a vila, mas me permitiu perceber como o isolamento geográfico continuava presente na vida cotidiana.

5.2 Dois Rios: do confinamento ao conhecimento

A Vila Dois Rios está localizada na face oceânica da Ilha Grande, voltada para o Atlântico (Figura 5.1). Diferentemente da Vila do Abraão, não está orientada para o continente. Entre as duas localidades encontram-se o relevo montanhoso, a Mata Atlântica e o caminho que atravessa o interior da ilha.

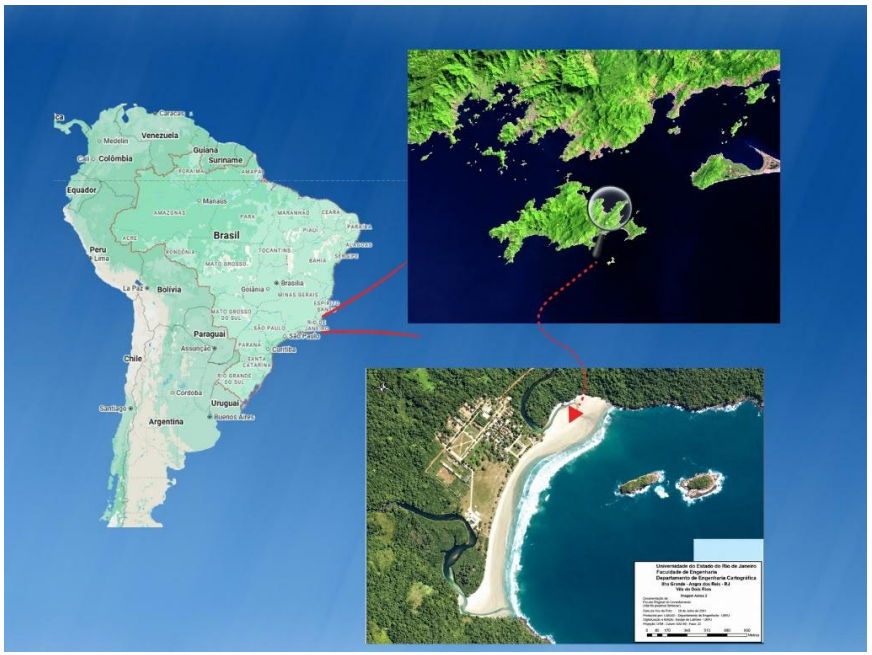
Cercada por montanhas cobertas pela Mata Atlântica, rios de águas claras e uma extensa faixa de praia voltada para o mar aberto,

a vila reúne características ambientais que fazem dela um dos cenários mais emblemáticos do litoral brasileiro.

A paisagem parece convidar à contemplação. O encontro entre floresta, rios e oceano produz uma sensação de equilíbrio rara atualmente.

Entretanto, durante grande parte do século XX, a imagem mais conhecida de Dois Rios não era sua paisagem. Era seu presídio.

Figura 5.1 — Localização da Vila Dois Rios, na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro. A composição reúne um mapa de localização, uma imagem da Ilha Grande e uma vista aérea da vila e de sua área costeira.



Fonte: Composição da autora, com base em Cavalcante et al. (2017) e em imagens do Google Earth (2024). Sem escala.

Por décadas, o nome Dois Rios esteve associado ao confinamento. O território tornou-se conhecido nacionalmente pela presença do Instituto Penal Cândido Mendes, desativado em 1993 e parcialmente demolido por implosão em 1994. Ali estiveram presos

comuns e presos políticos. Os muros da instituição acabaram se tornando mais conhecidos do que a própria geografia que os cercava.

A história produziu um paradoxo. Um dos lugares mais bonitos do litoral brasileiro passou a ser lembrado principalmente por sua função de isolamento. A natureza exuberante coexistia com uma estrutura construída para restringir a liberdade. A distância do continente, que hoje encanta visitantes, naquele contexto reforçava o isolamento. O oceano, normalmente associado ao movimento e ao encontro, transformava-se em instrumento de separação.

Após a desativação do presídio, Dois Rios passou a construir outros caminhos.

Sem apagar a memória do antigo presídio, o território passou a ser reconhecido também por seus valores ambientais, científicos, educativos e culturais. A antiga Vila Dois Rios, marcada pela presença da Fazenda Dois Rios, pela experiência escravagista, pela Colônia Correcional e, posteriormente, pelo Instituto Penal Cândido Mendes, não foi convertida apenas em lugar de lembrança do cárcere. Após a desativação e a implosão do presídio, abriu-se espaço para outra forma de ocupação simbólica do território: a produção de conhecimento, a preservação ambiental e a valorização das comunidades tradicionais.

Esse processo não significou a substituição de uma memória por outra. A história prisional continuou presente, especialmente por meio do Museu do Cárcere, outra unidade do Ecomuseu Ilha Grande, Uerj, mas deixou de ser a única chave de interpretação da Ilha Grande. Ao lado da memória da repressão, passaram a ganhar visibilidade outras dimensões do território: a paisagem natural, os modos de vida caiçaras, a relação das comunidades com o mar, os saberes da pesca, o uso das plantas medicinais, as práticas artesanais, as narrativas orais e as experiências educativas desenvolvidas em diálogo com a população local.

Nesse novo arranjo, a cultura caiçara ocupa lugar fundamental. Pescadores, moradores antigos, artesãos, crianças, professores,

pesquisadores e visitantes contribuem para uma narrativa que não se limita aos grandes acontecimentos políticos, mas incorpora os gestos cotidianos e os saberes transmitidos entre gerações. A canoa, os remos, os samburás, as redes, as casas de farinha, os quintais com ervas medicinais e as brincadeiras infantis deixam de ser percebidos apenas como elementos comuns da vida local e passam a ser compreendidos como expressões de patrimônio cultural.

O oceano, que para muitos representa liberdade e movimento, ali também representava barreira, limite e isolamento.

Mas os sentidos de um território não permanecem imóveis.

A memória do cárcere não desapareceu — nem deveria desaparecer —, mas começou a conviver com outras narrativas.

Assim como também não desapareceu das lembranças do escritor Graciliano Ramos, que, em *Memórias do cárcere*, descreveu com grande riqueza de detalhes o breve período em que esteve preso em Dois Rios.

Pesquisa, educação, conservação ambiental, cultura, comunidade e produção de conhecimento passaram a compor outras narrativas sobre o território.

A presença da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) contribuiu para essa transformação. Onde antes predominava o confinamento, passaram a circular estudantes, professores, pesquisadores, trabalhadores, visitantes, conhecimentos e perguntas.

O oceano que antes ajudava a separar também voltou a ser caminho.

Essa transformação, entretanto, não pode ser contada apenas pela mudança na função dos edifícios. Ela aparece também na experiência cotidiana de quem vive e trabalha na ilha.

5.3 Tudo precisa atravessar o mar

Morar ou trabalhar em uma ilha pode parecer, à primeira vista, um privilégio.

A paisagem, a proximidade com o mar e a distância do ritmo das grandes cidades fazem com que a vida insular seja frequentemente apresentada como um atrativo.

Minha experiência durante os anos em que coordenei o Museu do Meio Ambiente mostrou-me também as dificuldades dessa condição.

Em uma ilha, quase tudo precisa atravessar o mar.

Alimentos, equipamentos, materiais para manutenção e insumos necessários a uma obra precisam vir de barco do continente. Uma atividade aparentemente simples exige planejamento, transporte, disponibilidade de embarcação e condições favoráveis de navegação.

Se falta uma peça, uma ferramenta ou determinado material, não é possível simplesmente atravessar a rua e encontrá-lo.

O mar, nesse caso, não é só paisagem. É caminho, condição e limite.

Mas os materiais não fazem apenas a viagem de chegada. Depois de utilizados, muitos deles precisam percorrer o caminho inverso.

Na Ilha Grande, onde grande parte do território está abrangida por diferentes unidades de conservação, a gestão dos resíduos apresenta desafios especialmente complexos. O lixo recolhido precisa ser acondicionado, transportado por embarcação até o continente e encaminhado para uma destinação adequada.

Aquilo que chega à ilha como alimento, embalagem, equipamento ou material de construção pode retornar como resíduo.

Cada objeto carrega, portanto, uma dupla travessia: a viagem de entrada, quando ainda possui utilidade, e a viagem de saída, quando passa a ser considerado descarte.

Viver em uma ilha permite perceber de maneira muito concreta algo que nas cidades continentais frequentemente permanece escondido.

Nada simplesmente desaparece quando é jogado fora. “Fora” é sempre algum outro lugar.

De Dois Rios, contaremos ainda duas histórias. Antes de encontrarmos os materiais que Adelson transforma, porém, precisamos conhecer outra embarcação da cultura caiçara: uma embarcação que não começa no descarte, mas na floresta.

5.4 A canoa que nasce do tempo

Os barcos fazem parte da história da Ilha Grande há muitas gerações. Ligam comunidades. Transportam pessoas. Carregam alimentos, redes, materiais e histórias. Assim é com os povos da cultura caiçara. As comunidades caiçaras se constituíram historicamente por relações entre populações indígenas, europeias e africanas, em processos marcados também pela colonização e pela escravidão. Seus modos de vida articulam pesca, agricultura, floresta e mar, com características próprias em cada território.

Antes dos motores e das embarcações modernas, a canoa caiçara já estabelecia essa ligação entre floresta e oceano. Feita tradicionalmente de um único tronco, ela reúne conhecimentos sobre árvores, madeira, ferramentas, águas e modos de navegar.

Sua construção não começa quando a árvore é cortada. Começa muito antes.

Começa na mata, na escolha da espécie e no conhecimento acumulado por gerações sobre o crescimento, a forma e a resistência de cada árvore.

Entre as espécies utilizadas está o guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), árvore conhecida pelo crescimento rápido e pelo tronco alongado.

Entre as narrativas que conheci sobre a cultura caiçara, uma, recebida por relato oral, me marcou especialmente: o nascimento de uma criança podia ser acompanhado pelo plantio ou pela preservação de uma muda de guapuruvu. A árvore e a criança cresciam juntas, até que, anos depois, o tronco pudesse dar origem a uma canoa.

Enquanto o tronco se alonga em direção à luz, a criança aprende a reconhecer ventos, chuvas, marés, caminhos e histórias do território.

A imagem é poderosa. A canoa não nasce apenas da madeira. Nasce do tempo.

Para construí-la, não basta retirar matéria de uma árvore. É preciso reconhecer o momento adequado, escolher o tronco, compreender suas fibras, escavar seu interior, abrir o casco e transmitir cada gesto a quem dará continuidade ao ofício (Figuras 5.2. painéis a e b).

Figura 5.2 — (a) Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*); (b) canoa exposta no Museu do Meio Ambiente, Ecomuseu Ilha Grande, Uerj.



(a) (b)

Fonte: (a) Imagem ilustrativa de pé de guapuruvu. (*Schizolobium parahyba*) jovem. (b) Imagem de uma canoa caiçara. Acervo Museu do Meio Ambiente, Ecomuseu Ilha Grande, Uerj.

O conhecimento passa de uma geração para outra.

Quando a canoa finalmente chega ao mar, leva consigo muito mais do que pessoas, redes ou peixes.

Leva a floresta de onde veio.

Leva as mãos que lhe deram forma.

Leva a memória daqueles que ensinaram a construí-la.

Essa história mostra por que não faz sentido separar rigidamente natureza, cultura, conhecimento e território.

Proteger a floresta sem considerar os saberes tradicionais pode interromper práticas culturais. Explorar a floresta sem limites pode

destruir a própria base material que permite a continuidade dessas práticas.

A questão, portanto, não é escolher entre preservar a mata ou preservar o ofício.

É compreender como preservar simultaneamente a floresta, a canoa, o conhecimento, a comunidade e a possibilidade de futuro.

Na Ilha Grande, entretanto, nem todas as embarcações começam em uma árvore escolhida na mata.

Algumas começam justamente naquilo que outras pessoas decidiram descartar.

5.5 Os barcos de Adelson

Foi convivendo com a realidade de Dois Rios que conheci o trabalho de Adelson Brandão do Espírito Santo.

Adelson nasceu em Provetá e trabalhou como eletricista e em estaleiro. Em Dois Rios, tornou-se responsável pela coleta de resíduos da comunidade.

Ele convive diariamente com aquilo que as pessoas deixam de querer.

Mas nem tudo o que chega às suas mãos segue imediatamente o caminho de volta ao continente.

Onde muitos enxergam resto, Adelson enxerga possibilidade.

Do papelão, da madeira de caixotes e de outros materiais descartados surgem pequenas embarcações, casinhas, fusquinhas, pranchas e paisagens da Ilha Grande.

Das sobras surgem barcos.

Do que seria lixo nasce memória.

Se a canoa caiçara tradicional começa em uma árvore cuidadosamente escolhida, as embarcações de Adelson começam em materiais que pareciam ter chegado ao fim de sua trajetória.

Nos dois casos, porém, existe um gesto semelhante. Transformar matéria em embarcação.

E embarcação em memória.

Os barcos de Adelson não foram feitos para navegar sobre a água. Foram feitos para navegar sobre a memória.

Suas peças carregam referências das embarcações locais, das travessias, do cotidiano da vila e da cultura caiçara. Ao reaproveitar materiais, ele não produz apenas objetos decorativos.

Produz narrativa, identidade e pertencimento.

Seu trabalho também ganhou dimensão educativa. Em oficinas para crianças, Adelson ensina a construir e pintar pequenos barcos, mostrando como materiais descartados podem se transformar em criação.

Ao fazer isso, transmite mais do que uma técnica manual. Transmite uma maneira de olhar para o território.

O trabalho de Adelson não substitui uma política de gestão de resíduos nem resolve sozinho os desafios do descarte em uma ilha. Ele revela, porém, outra possibilidade de relação com a matéria.

Antes de considerar que alguma coisa perdeu completamente seu valor, podemos perguntar se ela ainda é capaz de contar uma história.

Uma política pública que enxergasse Adelson apenas como trabalhador da coleta de resíduos deixaria de perceber uma parte essencial de sua atuação.

Ele também é artesão. Educador. Produtor de cultura. Guardião de memória. Intérprete do lugar onde vive (Figura 5.3 painéis a e b).

Figura 5.3 — (a) Imagem de Adelson e o filho diante do mar de Dois Rios, entre o território, a aprendizagem e os pequenos barcos; (b) Barco confeccionado por Adelson: o casco, os mastros e os fios registram o aprendizado paciente do fazer artesanal.



(a)



(b)

Fonte: Acervo Ecomuseu Ilha Grande, Uerj. Imagens registradas em Dois Rios, 2024. (a) Adelson ensina ao filho seu ofício diante do mar de Dois Rios; (b) Barco confeccionado por Adelson evidenciando a transformação de papelão e tinta em memória marítima. Uso de imagem autorizado pela família de Adelson.

É justamente aí que a participação comunitária ganha sentido.

As comunidades não devem ser chamadas apenas quando surge um problema. Elas já produzem conhecimentos, práticas, soluções, memórias e formas de pertencimento muito antes de qualquer política pública chegar.

Em Dois Rios, um território marcado pelo confinamento passou a construir novas narrativas de pesquisa, cultura e conhecimento.

Onde antes havia grades, hoje existem embarcações.

Ao isolamento somaram-se novas possibilidades de aprendizagem e encontro.

Poucas imagens expressam tão bem essa transformação quanto um barco construído pelas mãos de um morador que aprendeu a enxergar futuro onde outros enxergavam apenas restos.

Em Dois Rios, até o descarte encontrou um caminho para voltar a navegar.

5.6 Atafona: onde o oceano avança

Atafona revela outro aspecto da relação entre pessoas, território e oceano. Ali, o oceano não funciona como barreira ao redor de uma ilha.

Ele avança sobre o território. Modifica a linha de costa. Alcança construções.

Interrompe caminhos. Transforma paisagens conhecidas.

Esse avanço visível do mar não resulta de uma causa isolada. Ele integra uma história complexa, na qual interagem a dinâmica de ondas e correntes, o balanço de sedimentos na desembocadura do rio Paraíba do Sul, as variações das vazões fluviais, as intervenções realizadas na bacia e a ocupação da faixa costeira. Em um contexto mais amplo, a elevação do nível do mar e outros efeitos das mudanças climáticas podem intensificar a vulnerabilidade do território.

No início dos anos 1990, passei cerca de um ano pisando as areias de Atafona para mapear seus perfis de praia e monitorar a dinâmica do litoral.

Ali, entre uma medição e outra, ficou claro que aquele diagnóstico jamais seria feito apenas de fórmulas, sedimentos e vetores de ondas. Havia casas, ruas, um muro de contenção e uma igreja erguida, sintomaticamente, de costas para o mar.

Havia pessoas tentando compreender o que estava acontecendo com o lugar onde viviam.

Voltar hoje a Atafona significa reencontrar um território transformado, mas também reconhecer que as mudanças costeiras não começaram no momento em que passaram a receber maior atenção pública.

A erosão leva paredes e ruas.

Mas não leva apenas estruturas físicas. Leva referências.

O lugar onde havia uma casa, uma praça, um comércio ou um encontro de família pode deixar de existir fisicamente e continuar existindo na memória de quem viveu ali.

Por isso, compreender Atafona exige mais do que medir o recuo da linha de praia (Figura 5.4 painéis a e b).

Figura 5.4 — Atafona em dois momentos: (a) a autora durante trabalho de campo em 1991, junto a uma construção afetada pela erosão costeira; (b) registro de Atafona em 2026.



(a) (b)

Fonte: (a) A autora durante trabalho de campo na praia de Atafona, em 1991; (b) Imagem de Atafona, 2026. Arquivo pessoal de Matheus Wolino, 2026, utilizada com autorização. Os dois registros contextuais de Atafona, feitas com enquadramentos diferentes.

Já naquela época, eu estudava as transformações da região. Em trabalho apresentado com Claudio Freitas Neves e Paulo Cesar Colonna Rosman no IX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e no V Simpósio Luso-Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos, examinamos o estuário do Paraíba do Sul em um cenário de variação do nível do mar.

O trabalho mostra que esse processo não pode ser atribuído a uma única causa, pois resulta da interação de diferentes fatores naturais e antrópicos, como as variações do nível do mar, a ação das ondas, marés e correntes, as mudanças na vazão do rio Paraíba do Sul, o transporte e a disponibilidade de sedimentos, as características geológicas e geomorfológicas da região e as intervenções humanas realizadas ao longo da bacia hidrográfica e

da zona costeira. Ressaltamos, assim, que a compreensão da erosão em Atafona exige uma análise conjunta dos processos que ocorrem no rio, no estuário e no oceano, considerando tanto as condições locais quanto as transformações verificadas em toda a bacia do Paraíba do Sul.

É indispensável monitorar ondas, correntes, sedimentos, vazões fluviais, níveis do mar e alterações da linha de costa. Modelos e imagens de satélite podem ajudar a identificar tendências, comparar períodos e construir cenários.

Mas nada disso substitui a experiência de quem vive no território. Os moradores conhecem lugares que desapareceram.

Caminhos que foram interrompidos. Mudanças percebidas ao longo dos anos.

Histórias de casas e famílias que já não aparecem nos mapas atuais.

É preciso conhecer as pessoas que permanecem, as que partiram, as que perderam bens, as que adaptaram suas rotinas e as que ainda tentam imaginar um futuro naquele lugar.

O oceano transforma a paisagem.

Mas transforma também os vínculos, as lembranças e a maneira como uma comunidade compreende a si mesma.

As populações que vivem nesses territórios não podem ser vistas apenas como grupos expostos ao risco ou destinatários de medidas de adaptação.

Elas são parte indispensável da construção das respostas.

Políticas públicas formuladas somente a partir de mapas, modelos e indicadores podem identificar áreas ameaçadas, mas nem sempre conseguem compreender o que significa perder uma casa, interromper uma rua, abandonar um comércio ou deixar para trás um lugar carregado de memória.

Quem vive no território conhece caminhos, mudanças, ausências, estratégias de adaptação e necessidades que dificilmente aparecem em uma imagem de satélite.

Ouvir essas populações é também uma forma de participação social.

É uma condição para que as decisões públicas sejam mais adequadas, legítimas e justas.

Mas há ainda outra questão.

Os impactos ambientais não se distribuem igualmente.

A mesma água que avança não encontra todas as pessoas com os mesmos recursos para permanecer, adaptar-se ou partir.

Uma família pode conseguir reconstruir sua vida em outro lugar. Outra pode perder quase tudo o que possui.

Algumas pessoas participam das decisões.

Outras apenas recebem suas consequências.

A erosão pode ser medida em metros.

A perda, porém, não cabe inteiramente nessa medida.

5.7 O oceano não encontra territórios vazios

Dois Rios e Atafona contam histórias diferentes.

Em Dois Rios, o mar ajudou a produzir isolamento. Um território marcado pelo confinamento passou, mais tarde, a construir outras narrativas de memória, educação, ciência, cultura e pertencimento.

Em Atafona, o oceano avança sobre um território habitado e obriga a comunidade a pensar em permanência, adaptação, deslocamento e futuro.

Na Ilha Grande, uma árvore pode atravessar gerações antes de se tornar canoa.

Nas mãos de Adelson, o material descartado pode deixar de ser lixo para se transformar em barco e memória.

Em Atafona, lugares que desapareceram da paisagem permanecem vivos nas lembranças de quem os conheceu.

Em todas essas histórias, existe uma mesma lição.

O oceano não encontra territórios vazios.

Encontra pessoas.

Encontra histórias, afetos, conhecimentos, conflitos, desigualdades e formas de viver.

Porque viver onde o oceano chega não significa apenas viver sob risco.

Significa também produzir conhecimento, cultura, memória e pertencimento.

Esse é um dos sentidos mais profundos de falar em comunidades durante a Década do Oceano.

Não se trata apenas de aproximar a ciência da sociedade.

Trata-se de reconhecer que as comunidades já observam o oceano, produzem conhecimento, constroem territórios e participam de sua história. Esse conhecimento é indispensável à formulação de decisões públicas capazes de responder às realidades locais.

Quando essa participação é ignorada, alguma coisa importante da realidade fica fora do mapa.

E nenhum mapa do oceano estará completo enquanto as pessoas que vivem onde ele chega permanecerem fora dele.

Reconhecer quem já vive nesses territórios, entretanto, conduz a outras perguntas.

Quando o oceano avança, quem consegue permanecer?

Quando uma chuva intensa alcança a cidade, quem está protegido?

Quando uma obra modifica o caminho das águas, quem recebe seus benefícios e quem suporta suas consequências?

E, quando a água atravessa bairros, municípios, bacias, lagoas e zonas costeiras, quem é responsável por cuidar dela?

O oceano não encontra territórios vazios. Mas também não encontra pessoas em condições iguais de enfrentar seus movimentos.

É essa desigualdade que precisamos compreender agora.

Capítulo 6

A mesma água, riscos diferentes

Transformações ambientais não atingem todas as pessoas da mesma maneira.

Ao acompanhar os caminhos da água, encontramos também as vidas que se organizam ao seu redor. Encontramos quem depende dela para trabalhar, quem guarda a memória de um lugar, quem vê esse lugar se transformar e quem, como eu, vive na zona costeira, mesmo sem depender diretamente do mar para seu sustento.

Vista de longe, uma comunidade pode parecer um conjunto: um bairro, uma vila de pescadores, uma população atingida. De perto, aparecem diferenças. Há pessoas que precisam de ajuda para se deslocar, famílias cuja renda depende daquele lugar, moradores que têm para onde ir e outros para quem partir significa perder também os meios de recomeçar. Mesmo dentro de um território compartilhado, as possibilidades de enfrentar uma mudança são distintas.

Essas diferenças precisam fazer parte do modo como compreendemos os problemas e construímos as respostas. Medir o movimento das águas é fundamental; reconhecer as condições de vida de quem está em seu caminho também. É nesse encontro entre os processos ambientais e as histórias humanas que este capítulo começa: a água conecta os territórios, mas revela as desigualdades que existem entre eles — e dentro deles.

6.1 Quando o risco encontra a desigualdade

Uma mesma chuva pode significar apenas um transtorno passageiro para alguns e a perda de uma casa para outros. Uma mesma ressaca pode ser observada da janela de um edifício protegido ou atingir diretamente famílias que vivem em áreas mais vulneráveis. Uma seca pode ser enfrentada com reservatórios, recursos financeiros e infraestrutura, enquanto, em outros territórios, compromete o abastecimento, o trabalho e a própria permanência das pessoas.

Esses exemplos mostram que o fenômeno ambiental, embora importante, não determina sozinho a dimensão de seus efeitos. O risco é a possibilidade de perdas e danos decorrentes da interação entre uma ameaça, as pessoas e os bens expostos e suas condições de vulnerabilidade. Ele também depende da capacidade de prevenir, responder e se recuperar.

Ameaça é um processo potencialmente danoso, como uma ressaca, inundação, seca ou erosão. Exposição é a presença de pessoas, moradias, infraestruturas ou atividades em áreas que podem ser atingidas. Vulnerabilidade corresponde às condições que aumentam a possibilidade de sofrer danos. Já a capacidade de enfrentamento envolve recursos, conhecimentos, infraestrutura e organização disponíveis para reduzir essas perdas.

Por isso, um desastre não é explicado apenas pelo evento natural. A chuva, a ressaca ou a estiagem podem desencadeá-lo, mas as condições que transformam o evento em perda foram construídas ao longo do tempo.

Risco pode ser compartilhado.

A capacidade de enfrentá-lo, não.

É nesse ponto que a discussão sobre justiça ambiental se torna necessária. Durante muito tempo, os problemas ambientais foram apresentados como se atingissem a sociedade de forma homogênea. Falava-se em poluição, enchentes, secas, erosão costeira ou mudanças climáticas como fenômenos gerais.

Mas os impactos não se distribuem de maneira uniforme.

Por isso, a justiça ambiental não pergunta apenas qual é o problema. Pergunta também:

Quem está mais exposto? Quem recebe os benefícios? Quem suporta os prejuízos? Quem participa das decisões?

Quem consegue permanecer — e quem é obrigado a partir?

Essas perguntas valem para o litoral, mas não apenas para ele. Valem para populações que vivem em encostas, margens de rios, periferias urbanas, áreas sujeitas a enchentes, territórios com déficit de saneamento, regiões afetadas por secas e comunidades atingidas por grandes obras de infraestrutura.

A mesma lógica que torna uma comunidade costeira mais vulnerável ao avanço do mar pode tornar uma população urbana mais vulnerável a uma chuva intensa.

A água é a mesma.

As condições sociais que encontra pelo caminho são diferentes.

Quando essa desigualdade se encontra com as mudanças climáticas, falamos também em justiça climática. Os efeitos do aquecimento global não são produzidos igualmente por todos e tampouco são suportados de maneira igual. Em muitos contextos, populações que historicamente contribuíram menos para as emissões e para a degradação ambiental enfrentam impactos mais intensos e dispõem de menos recursos para se proteger.

Nas zonas costeiras, essa questão ganha uma dimensão ainda mais evidente. A elevação do nível do mar, a erosão, as ressacas, as alterações nos ecossistemas, a perda de áreas de pesca e os eventos extremos não afetam apenas a paisagem. Afetam casas, trabalhos, memórias, culturas e possibilidades de futuro.

É nesse contexto que ganha força um conceito ainda em construção: a justiça oceânica. Ela amplia a discussão sobre justiça ambiental e climática para perguntar quem pode acessar, utilizar, proteger e decidir sobre o oceano e seus recursos.

Quem se beneficia da economia do mar? Quem perde território?

Quem tem sua pesca restringida? Quem recebe os impactos da poluição?

Quem decide sobre portos, turismo, conservação, energia, pesca e uso da zona costeira?

Quem é ouvido?

Comunidades tradicionais, povos das águas, pescadores artesanais, populações ribeirinhas e moradores de zonas costeiras vulneráveis muitas vezes convivem diretamente com transformações ambientais produzidas muito além de seus territórios.

Por isso, falar em justiça oceânica significa reconhecer que proteger o oceano não é apenas conservar ecossistemas. É também discutir direitos, acesso, participação e distribuição de riscos e benefícios.

6.2 O risco não começa com o evento

Uma chuva intensa não produz sozinha um desastre. Ela se transforma em desastre quando encontra moradias vulneráveis, drenagem insuficiente, ocupação de áreas inundáveis, ausência de informação, dificuldade de deslocamento e uma resposta pública que não chega a tempo.

O risco, portanto, não começa quando a chuva cai. Ele começa muito antes: na maneira como a cidade foi ocupada, na infraestrutura que foi construída — ou deixou de ser construída — e nas desigualdades que determinaram quem poderia viver em cada parte do território.

Também depende das condições de moradia, da renda, do acesso a serviços públicos e das possibilidades de adaptação. Duas famílias expostas ao mesmo evento podem enfrentar consequências inteiramente diferentes. Uma dispõe de seguro, transporte, informação e recursos para deixar temporariamente a área. A outra pode não ter para onde ir, perder seus bens e permanecer exposta mesmo depois que a água baixa. Compreender esse processo modifica a pergunta. Em vez de perguntar apenas quando acontecerá o próximo evento, precisamos perguntar quais

condições permitem que ele se transforme em desastre — e o que pode ser feito antes que isso aconteça.

6.3 Proteger não significa proteger igualmente

Essa discussão nos obriga a abandonar uma ideia confortável: a de que basta encontrar a melhor solução técnica.

Não existe solução puramente técnica quando seus efeitos recaem de maneira diferente sobre grupos sociais distintos.

Uma obra de proteção pode funcionar exatamente como foi projetada e, ainda assim, não produzir justiça. Um muro pode defender determinado trecho da costa e modificar a dinâmica das águas em outro. Um sistema de drenagem pode retirar rapidamente a água de uma área e transferi-la para um bairro situado a jusante. Uma barragem pode reduzir um risco e criar outros para as populações que vivem ao longo do rio. Uma política de conservação pode proteger um ecossistema e, ao mesmo tempo, excluir uma comunidade que historicamente depende dele, se for formulada sem participação social.

Toda decisão técnica envolve escolhas. E toda escolha distribui consequências.

Isso não significa rejeitar a engenharia, a ciência ou o planejamento. Significa reconhecer que as decisões técnicas também possuem dimensões sociais, territoriais e políticas.

Não basta perguntar se uma solução funciona.

É necessário perguntar onde funciona, quem protege, por quanto tempo e quais consequências transfere para outros territórios.

Não basta perguntar quanto custa.

É preciso perguntar quem paga esse custo. Não basta perguntar o que será protegido.

É preciso perguntar também quem será protegido.

Uma resposta não pode ser considerada sustentável quando apenas transfere o risco no espaço, no tempo ou entre grupos sociais. A justiça ambiental começa quando essas perguntas deixam

de ser periféricas e passam a fazer parte do próprio processo de decisão.

6.4 Quem participa das decisões?

As pessoas que vivem nos territórios não deveriam ser ouvidas apenas depois que a solução técnica já foi escolhida. Elas conhecem os caminhos da água, os lugares que inundam primeiro, as mudanças da linha de costa, as interrupções dos serviços e as respostas que funcionaram — ou fracassaram — em outros momentos.

Esse conhecimento não substitui levantamentos, projetos, modelos ou monitoramento. Ele acrescenta ao processo informações que dificilmente aparecem em mapas e bancos de dados.

Participar não significa apenas ser informado. Significa poder influenciar a definição do problema, a avaliação das alternativas e a escolha das respostas. Uma audiência realizada quando todas as decisões já foram tomadas pode cumprir uma etapa formal sem alterar o resultado. A participação efetiva começa antes, quando ainda é possível formular perguntas, incorporar experiências e modificar caminhos.

Também é preciso reconhecer que nem todos chegam aos espaços de decisão nas mesmas condições. Horários, distâncias, linguagem excessivamente técnica, acesso digital e desigualdades de representação podem afastar justamente as pessoas mais atingidas. Criar condições reais de participação faz parte da própria resposta ao risco.

Quando ciência, engenharia e conhecimento territorial dialogam, a compreensão do problema se amplia. A decisão pode considerar não apenas o desempenho esperado de uma obra, mas também seus efeitos sobre modos de vida, memórias, atividades econômicas e relações com o território.

Quem vive onde a água chega não deve aparecer apenas como destinatário da proteção. Deve participar da construção das

decisões que definem o que será protegido, de que maneira e para quem.

6.5 Mas quem cuida da água?

Reconhecer que os riscos são desiguais nos leva a outra pergunta: Quem é responsável por enfrentá-los?

A resposta nem sempre é simples.

A água se movimenta como um sistema contínuo. A gestão pública, entretanto, organiza-se em setores, competências, instituições e escalas administrativas que nem sempre acompanham esse percurso de maneira integrada.

Os municípios atuam sobre o uso e a ocupação do solo, a drenagem urbana, a limpeza das ruas e outros serviços de interesse local. O saneamento pode ser prestado diretamente ou por empresas e concessionárias, inclusive em arranjos regionalizados. A gestão dos recursos hídricos distribui-se entre a União e os estados, conforme o domínio das águas. Nos corpos hídricos de domínio da União, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico exerce atribuições federais; nos de domínio estadual, atuam os respectivos órgãos gestores. Os comitês de bacia reúnem representantes do poder público, dos usuários da água e da sociedade civil. Entre suas atribuições estão aprovar o plano de recursos hídricos da bacia, acompanhar sua execução, promover a articulação entre instituições e arbitrar conflitos relacionados à água em primeira instância administrativa. Quando o rio alcança estuários, baías e a zona costeira, entram em cena outras instituições e competências ambientais, territoriais, costeiras e marítimas.

Cada órgão enxerga uma parte.

Mas a água atravessa todas elas. A água também não sabe onde termina a drenagem municipal e começa a gestão estadual ou federal dos recursos hídricos (Tabela 6.1). Não reconhece a fronteira entre a galeria enterrada sob uma rua, o rio canalizado, a praia e o oceano.

A fragmentação administrativa não é, por si só, um problema. A água envolve tantas dimensões que sua gestão necessariamente depende de diferentes instituições e campos do conhecimento. O problema surge quando essa divisão necessária se transforma em isolamento: os dados não circulam, os planos não dialogam e as decisões tomadas em uma parte do sistema desconsideram seus efeitos sobre as demais.

Quando muitas instituições possuem alguma atribuição, pode não ficar claro quem deve coordenar o conjunto. Cada órgão pode cumprir uma parte de sua função e, ainda assim, o problema permanecer sem uma resposta integrada.

A divisão de tarefas é saudável; a cegueira institucional, não.

Tabela 6.1 — Percurso da água, instituições envolvidas e efeitos da falta de integração.

Percurso da água	Instituições envolvidas	Risco da falta de integração	Grupos e territórios mais afetados
Chuva e superfície urbana	Municípios, especialmente nas políticas de drenagem e uso do solo	A impermeabilização aumenta o escoamento superficial, que mobiliza resíduos e poluentes acumulados nas ruas	Moradores de periferias, baixadas e áreas sujeitas a alagamentos e perdas materiais
Redes de esgoto e drenagem	Municípios, estados, prestadores de serviços e concessionárias, conforme o arranjo local	Ligações irregulares, extravasamentos e falhas operacionais misturam fluxos e contaminam rios urbanos	Populações sem saneamento adequado, expostas a doenças, alagamentos contaminados e degradação ambiental
Rio / Bacia Hidrográfica	Órgãos gestores estaduais ou ANA, conforme o domínio das	Obras a montante (barragens/retificações) alteram vazão e sedimentos a jusante	Comunidades ribeirinhas, agricultores e outros

Percurso da água	Instituições envolvidas	Risco da falta de integração	Grupos e territórios mais afetados
	águas; comitês de bacia; municípios e demais instituições envolvidas		usuários situados a jusante
Estuários, baías e zona costeira	União, estados e municípios; órgãos ambientais; instâncias de gerenciamento costeiro; autoridades marítimas e portuárias, conforme o caso	Poluentes e sedimentos acumulados na bacia alcançam estuários, praias e o oceano, enquanto as respostas permanecem divididas entre diferentes setores	Pescadores artesanais, comunidades costeiras e populações vulneráveis que podem perder renda, território e qualidade ambiental

Fonte: Elaboração da autora.

Integrar a gestão da água não significa eliminar competências ou reunir tudo em uma única instituição. Significa criar condições para que as diferentes partes consigam enxergar o percurso inteiro (Figura 6.1).

A Política Nacional de Recursos Hídricos já estabelece a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e das zonas costeiras. O desafio é fazer essa diretriz orientar o planejamento e as decisões cotidianas.

Figura 6.1 — O percurso contínuo da água e a distribuição das competências institucionais. A água percorre um sistema contínuo; sua gestão distribui-se entre instituições, políticas e escalas de governo que precisam atuar de maneira coordenada.



Fonte: Elaboração da autora, com auxílio de inteligência artificial, com base na organização institucional brasileira da gestão de recursos hídricos, do saneamento, do meio ambiente, do gerenciamento costeiro e dos espaços marítimos. Representação conceitual, sem pretensão de apresentar exaustivamente todas as competências legais. As instituições atuam em diferentes trechos do percurso, com competências específicas e compartilhadas. Sua disposição não representa hierarquia nem correspondência exclusiva com uma etapa da água.

Isso exige dados compartilhados, planos que conversem entre si, responsabilidades claramente definidas e participação das populações que vivem nos territórios afetados. Exige também reconhecer que a ausência de coordenação não produz apenas ineficiência. Produz desigualdade.

Quando a resposta pública se fragmenta, são frequentemente os territórios mais vulneráveis que permanecem esperando. Cuidar da água é também uma questão de justiça: compreender seu caminho significa compreender, ao mesmo tempo, como distribuímos riscos, responsabilidades e possibilidades de futuro.

6.6 Integrar para não transferir o risco

Como vimos, a água transporta os efeitos das escolhas realizadas ao longo de seu caminho. Cuidar da água exige acompanhar seu percurso completo e perguntar, em cada decisão, quem será protegido, quem continuará exposto e quem participará da construção da resposta.

É hora de retornar aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e aos Desafios da Década do Oceano — não para aprisionar novamente o oceano em quadrados, mas para reconhecer as passagens que construímos entre eles ao longo desta viagem.

A mesma água atravessa todos os territórios. A justiça começa quando a proteção também consegue atravessá-los.

Capítulo 7

A carta de navegação

Ao longo deste livro, o oceano percorreu diferentes territórios sem pedir licença às fronteiras que organizam a Agenda 2030.

Passou pelo clima, pelas chuvas, pelos rios, pelas cidades, pelos alimentos, pela ciência, pelas comunidades, pela memória, pelo trabalho e pelas desigualdades.

Em nenhum desses momentos foi necessário interromper a narrativa para perguntar a qual Objetivo de Desenvolvimento Sustentável aquela história pertencia.

Ela simplesmente aconteceu.

A realidade não vem separada em ODS.

Mas, ao final da viagem, talvez seja útil abrir o mapa. Este capítulo apresenta essa carta de navegação.

Aqui, os temas discutidos nas páginas anteriores são relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e aos Desafios da Década do Oceano. Não para transformar a narrativa em uma lista de metas e indicadores, mas para tornar visíveis conexões que já estavam presentes desde o início.

A carta não substitui a viagem. Apenas mostra por onde passamos.

7.1 Uma canoa e muitos caminhos

A canoa de guapuruvu é uma boa imagem para começar. Uma árvore recebe chuva.

Cresce na floresta.

Cresce ao lado de uma criança.

Enquanto uma ganha altura e espessura, a outra aprende a reconhecer o território, os ventos, as águas, as marés, os caminhos e os conhecimentos transmitidos pelos mais velhos.

Um dia, aquela árvore poderá se transformar em canoa.

A canoa permite deslocamento, pesca, trabalho, alimento, renda e continuidade cultural.

Para que outras canoas possam existir, é preciso que a floresta continue existindo.

Para que o conhecimento da construção não desapareça, é preciso que alguém continue ensinando.

Para que a pesca permaneça possível, é preciso que os ecossistemas continuem capazes de sustentar vida.

De que estamos falando, afinal?

Estamos falando de água. De floresta. De educação. De cultura. De trabalho. De alimento. De uso responsável dos recursos naturais. De oceano.

Em linguagem da Agenda 2030, essa única história permite reconhecer conexões com os ODS 2, 4, 6, 8, 11, 12, 14 e 15, entre outros.

Mas os ODS não foram acrescentados artificialmente à história. Eles já estavam dentro dela.

A canoa apenas tornou suas conexões visíveis.

7.2 Quando a água atravessa os quadrados

O mesmo acontece quando acompanhamos a água que sai do oceano, retorna como chuva, atravessa cidades e rios e volta ao mar.

A princípio, poderíamos pensar em água e saneamento. Mas a história não termina aí.

A água que percorre uma cidade envolve infraestrutura, saúde, planejamento urbano, consumo, desigualdade, qualidade ambiental, ecossistemas costeiros e oceano.

Uma falha no saneamento não permanece restrita ao local onde ocorreu. O esgoto lançado em um rio continua viajando.

O plástico descartado em uma rua pode alcançar uma galeria, um córrego, um rio, um estuário e finalmente o mar.

A água não sabe onde termina a engenharia sanitária e começa a oceanografia. E também não sabe onde termina um ODS e começa outro.

Quando observamos essa viagem pela linguagem da Agenda 2030, aparecem conexões com água e saneamento, saúde, cidades sustentáveis, consumo responsável, ação climática, vida na água e redução das desigualdades.

Uma única gota pode atravessar vários quadrados.

7.3 O clima também não conhece fronteiras

Quando falamos do oceano armazenando e redistribuindo calor, do carbono absorvido pelas águas, das alterações nas chuvas ou de fenômenos como o El Niño, entramos imediatamente em uma trama que envolve muito mais do que clima.

Uma alteração no sistema oceano-atmosfera pode modificar chuvas.

As chuvas afetam agricultura. A agricultura afeta alimento. A disponibilidade de alimento interfere nos preços. Os preços afetam famílias de maneiras diferentes.

Um fenômeno físico pode, portanto, produzir uma sequência de efeitos ambientais, econômicos e sociais.

O oceano aparece aqui não como mais um elemento da equação. Ele participa da estrutura que conecta esses processos.

7.4 Observar também é uma questão de acesso

Os capítulos anteriores mostraram também diferentes maneiras de conhecer o oceano.

Satélites. Boias. Sensores. Navios. Modelos numéricos. Veículos autônomos.

Grandes bancos de dados. Gêmeos digitais.

Todos ampliam extraordinariamente nossa capacidade de observar e compreender processos oceânicos.

Mas surgem novas perguntas.

Quem produz os dados?

Quem tem acesso a eles?

Quem possui infraestrutura para utilizá-los? Quem transforma informação em decisão? Quem permanece fora dessas redes?

A transformação digital do oceano não é só um tema tecnológico.

Ela também é uma questão de educação, ciência, cooperação, acesso, participação e desigualdade.

Por isso, quando falamos em monitoramento e gêmeos digitais, vários objetivos e os Dez Desafios da Década do Oceano aparecem ao mesmo tempo.

7.5 O conhecimento também mora nos territórios

A história do El Niño mostrou que a observação do oceano não começou com satélites.

Pescadores perceberam mudanças nas águas, na temperatura, nos peixes e na produtividade muito antes de essas relações serem explicadas por modelos globais.

Em outros territórios, comunidades reconhecem alterações no regime das marés, no comportamento de espécies, na erosão da costa, nas chuvas e nos ciclos sazonais.

Esses conhecimentos não substituem a ciência produzida em universidades e centros de pesquisa.

Mas também não devem ser tratados como simples curiosidades locais. Eles fazem parte do esforço de conhecer um sistema complexo.

Quando ciência, tecnologia e conhecimento territorial conseguem se encontrar, a capacidade de compreender o oceano se amplia.

Aqui voltam a aparecer educação, redução das desigualdades, instituições, participação, parcerias e Cultura Oceânica.

7.6 Um barco feito de restos

Os pequenos barcos construídos por Adelson, em Dois Rios, também parecem simples demais para caber em tantos objetivos.

São feitos de materiais descartados. Mas carregam muito mais.

Carregam memória. Trabalho e criação. Cultura.

Educação.

Reaproveitamento de materiais. Pertencimento.

Relação com o território. História da comunidade.

E uma transformação simbólica particularmente forte: em um lugar durante tanto tempo associado ao confinamento, surgem barcos.

Em uma leitura rápida, poderíamos classificá-los como atividade artesanal ou reutilização de resíduos.

Mas a história é maior.

Ela toca educação, trabalho, consumo responsável, comunidades sustentáveis, cultura, desigualdades e oceano.

Mais uma vez, os quadrados aparecem depois da história. Não antes.

7.7 Quando o território começa a desaparecer

Atafona coloca outra questão diante dessa carta de navegação.

Quando o mar avança sobre ruas, casas e referências territoriais, estamos falando de mudanças climáticas?

Também — mas não apenas. De oceanos?

Também.

Mas igualmente de cidades, pobreza, desigualdade, infraestrutura, patrimônio, participação social, adaptação e políticas públicas.

A erosão pode ser descrita por taxas de recuo da linha de costa. Mas as pessoas não vivem dentro dessas taxas.

Vivem em casas, ruas, comércios, lembranças e projetos de futuro.

Por isso, qualquer resposta ao problema exige ciência, planejamento e tecnologia, mas também participação comunitária, memória territorial e justiça.

Atafona revela talvez uma das características mais importantes desta carta: quanto mais real é o problema, mais difícil se torna confiná-lo em um único objetivo.

7.8 A água não encontra as pessoas da mesma maneira

Ao falar de justiça ambiental e climática, essa interdependência se torna ainda mais clara.

Uma chuva forte é um evento meteorológico, mas não só isso.

Seu impacto depende da drenagem disponível, da condição das moradias, do planejamento da cidade, da renda das famílias, do acesso à informação e da presença do poder público.

Uma ressaca não encontra todas as pessoas da mesma maneira.

Uma seca não produz os mesmos efeitos em todos os territórios.

Uma política de adaptação não beneficia necessariamente todos da mesma forma.

Por isso, a sustentabilidade não pode ser analisada apenas pela existência de soluções.

É preciso perguntar quem se beneficia delas. Quem assume os custos.

Quem participa das decisões. Quem consegue permanecer. Quem precisa partir.

Essas perguntas atravessam praticamente toda a Agenda 2030.

7.9 Não desfazer os quadrados

Depois de percorrer tantas conexões, seria fácil concluir que organizar a sustentabilidade em objetivos separados foi um erro.

Não é essa a proposta deste livro.

Organizar problemas complexos em objetivos, metas e indicadores é necessário. Sem algum tipo de divisão, seria difícil planejar políticas, acompanhar resultados,

comparar avanços, distribuir responsabilidades e cobrar compromissos.

Os quadrados ajudam a enxergar.

O problema começa quando esquecemos que eles são instrumentos de organização e passamos a confundi-los com a própria realidade.

Toda classificação ilumina alguma coisa. E deixa outra na sombra.

A chuva que alimenta o guapuruvu não pertence apenas à água. A árvore não pertence somente à floresta.

A canoa não pertence apenas à cultura.

A pesca não é somente alimento ou trabalho.

A criança que aprende a construí-la não cabe apenas na educação. Tudo isso faz parte de uma mesma história.

Depois da travessia, os quadrados permanecem. O que mudou foi nossa capacidade de reconhecer as passagens entre eles.

Na linguagem da Década do Oceano, essa viagem também atravessou seus Dez Desafios. Passamos pelas fontes terrestres de poluição e seus caminhos até o mar; pelos ecossistemas, pela pesca e pela economia ligada ao oceano; pela relação entre oceano e clima e pelos riscos costeiros; pelos sistemas de observação, pelos modelos e pelos gêmeos digitais; pelo acesso desigual a dados, conhecimentos e tecnologias; e, finalmente, pela necessidade de fortalecer as relações entre a sociedade e o oceano. Mais uma vez, os desafios aparecem separados para orientar a ação, mas permanecem conectados na realidade (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 — Consolidação da "Carta de Navegação".

Narrativa / Elemento do Livro	ODS Conectados (Agenda 2030)	Desafios da Década do Oceano	Dimensão de Sustentabilidade
Canoa de Guapuruvu	ODS 2 – Fome zero ODS 4 – Educação de qualidade ODS 6 – Água potável e saneamento ODS 8 – Trabalho decente ODS 11 – Comunidades sustentáveis ODS 12 – Consumo responsável ODS 14 – Vida na água ODS 15 – Vida terrestre	Desafio 2 (Proteger e restaurar ecossistemas) e 10 (Mudar a relação da humanidade com o oceano)	Identidade cultural, saberes tradicionais e uso sustentável da biodiversidade.
Caminho da Água & Drenagem Urbana	ODS 3 – Saúde e bem-estar ODS 6 – Saneamento ODS 11 – Comunidades sustentáveis ODS 12 – Consumo responsável ODS 14 – Vida na água	Desafio 1 (Compreender e vencer a poluição marinha)	Abordagem "da nascente ao mar" (*Source-to-Sea*) e integração sanitária/oceanográfica.
Observação, El Niño & Gêmeos Digitais	ODS 4 – Educação de qualidade ODS 9 – Indústrias, inovação e infraestruturas ODS 10 – Redução das desigualdades ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima ODS 14 – Vida na água	Desafio 7 (Expandir o sistema global de observação), 8 (Criar uma representação digital do oceano) e Desafio 9 (Desenvolver capacidades e ampliar o acesso ao conhecimento e à tecnologia).	Democratização dos dados, avanço tecnológico e valorização da percepção local.

Narrativa / Elemento do Livro	ODS Conectados (Agenda 2030)	Desafios da Década do Oceano	Dimensão de Sustentabilidade
Barcos de Adelson (Dois Rios)	ODS 4 – Educação de qualidade ODS 8 – Trabalho decente ODS 10 – Redução das desigualdades ODS 11 – Comunidades sustentáveis ODS 12 – Consumo e produção responsáveis ODS 14 – Vida na água	Desafio 10 (Cultura Oceânica e engajamento da sociedade)	Economia circular, educação ambiental e ressignificação de territórios.
Atafona e Erosão Costeira	ODS 1 – Erradicação da pobreza ODS 10 – Redução das desigualdades ODS 11 – Comunidades sustentáveis ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima ODS 14 – Vida na água	Desafio 6 (Aumentar a resiliência das comunidades a riscos costeiros)	Adaptação costeira, participação comunitária, memória territorial e justiça ambiental.

Fonte**:** Elaboração da autora. As associações são analíticas e interpretativas; não constituem classificações oficiais nem indicam relações de mesma intensidade.

7.10 Depois do mapa

Uma carta de navegação serve para orientar.

Mostra caminhos, pontos de referência, proximidades e distâncias. Mas nenhum mapa substitui a experiência de atravessar o território.

Nas páginas anteriores, atravessamos o oceano antes de abrir esta carta. Talvez tenha sido justamente isso que permitiu enxergar suas conexões. O oceano ganhou um lugar na Agenda 2030.

Mas, ao longo desta viagem, apareceu no calor armazenado pelas águas, na chuva que caiu sobre o continente, no rio que atravessou cidades, no esgoto que retornou ao mar, no satélite que

observou uma corrente, no pescador que percebeu uma mudança, no artesão que transformou restos em embarcações, na floresta que ofereceu madeira para uma canoa, na comunidade que viu seu território mudar e nas pessoas que não dispõem das mesmas condições para enfrentar os riscos.

Talvez seja essa a principal lição desta carta.

O oceano não é apenas um destino entre dezessete.

Ele está entre os fios que mantêm muitos deles conectados.

E, quando começamos a enxergar essas conexões, a sustentabilidade deixa de parecer uma coleção de objetivos separados.

Passa a parecer aquilo que sempre foi:

uma trama.

Agora, podemos fechar o mapa. A água continuará seu caminho. Talvez, depois desta viagem, uma chuva sobre o telhado, um rio atravessando a cidade ou uma canoa junto à praia nos façam lembrar de relações que antes passavam despercebidas. E das pessoas que vivem nelas.

Foi esse olhar que procurei compartilhar ao longo destas páginas. Um olhar capaz de acompanhar a água e reconhecer quem está em seu caminho. De escutar o pescador, considerar a memória de uma comunidade e perguntar o que uma decisão tomada aqui poderá significar para quem vive mais adiante.

A água não reconhece fronteiras.

Que o nosso cuidado aprenda a atravessá-las.

Epílogo – Crônica

As asas da borboleta, o canto da sereia e Homero

Quando comecei a trabalhar na área ambiental, li uma história que nunca mais esqueci. Dizia que o simples bater das asas de uma borboleta, em algum lugar do planeta, poderia contribuir para a formação de uma tempestade a milhares de quilômetros de distância. Não me lembro agora em que livro encontrei essa imagem pela primeira vez. Lembro-me, porém, do impacto que ela me causou.

Mais tarde, soube que aquela borboleta vinha dos estudos do meteorologista e matemático Edward Lorenz. Em 1972, ele formulou uma pergunta que se tornaria célebre: poderia o bater das asas de uma borboleta no Brasil provocar um tornado no Texas?

Lorenz não dizia que a borboleta fosse, sozinha, responsável pela tempestade. Mostrava que, em sistemas complexos como a atmosfera, uma alteração aparentemente insignificante pode participar de uma sucessão de acontecimentos e produzir, muito longe dali consequências impossíveis de prever.

Naquela época, talvez eu ainda não tivesse compreendido inteiramente o alcance daquela ideia. Mas alguma coisa permaneceu comigo. A borboleta parecia dizer que nenhum gesto termina no lugar em que começa. Que o ar se movimenta, as águas circulam e o planeta inteiro responde a relações que nossos olhos nem sempre conseguem acompanhar.

Anos depois, reencontrei essa mesma percepção em forma de música. Em Reconvexo, Caetano Veloso canta “Eu sou a chuva que lança a areia do Saara sobre os automóveis de Roma”, "eu sou a

sereia que dança, a destemida Iara, água e folha da Amazônia". Em poucos versos, aproximou o deserto africano, uma cidade europeia e a água e as folhas da Amazônia.

O que parecia apenas liberdade poética era também uma descrição do planeta.

O vento realmente levanta a poeira do Saara e a transporta por milhares de quilômetros. Uma parte alcança a Europa e se deposita sobre cidades, telhados e automóveis. Outra atravessa o oceano Atlântico e chega à Floresta Amazônica, carregando fósforo e outros minerais que ajudam a repor os nutrientes retirados do solo pelas chuvas.

A poeira que deixa o continente africano participa da vida de uma floresta sul-americana. O deserto e a mata, aparentemente tão distantes e opostos, encontram-se no céu.

Entre eles está o oceano, que não os separa: acompanha a travessia.

Talvez a borboleta de Lorenz também esteja nesse vento. Não como a causa solitária de uma tempestade, mas como a imagem de um mundo constituído por movimentos, encontros e consequências. Uma asa se agita, o ar se desloca, a poeira se levanta, as nuvens viajam, a chuva cai, os rios correm e, cedo ou tarde, a água retorna ao oceano.

Nenhuma parte do mundo vive sozinha.

Bom, e Homero com isso?

Homero está onde sempre esteve: no caminho entre uma margem e outra.

Na Odisseia, as sereias cantavam para os navegantes e faziam da viagem um território de desejo, encantamento e perigo. Ulisses pediu que o amarrassem ao mastro de sua embarcação para que pudesse ouvir aquele canto sem abandonar o caminho.

Séculos depois e do outro lado do Atlântico, outra encantada das águas aparece em nossas narrativas: Iara, senhora dos rios amazônicos.

A sereia de Homero cantava em uma ilha distante. Iara canta nas águas da floresta. Uma nasceu da tradição grega; a outra, das

narrativas indígenas que atravessaram gerações e também se transformaram ao longo do tempo.

Elas não são a mesma personagem. Mas ambas nos lembram que as águas nunca transportaram apenas embarcações, sedimentos ou nutrientes. Transportam também medos, desejos, memórias e histórias.

Talvez seja esse o verdadeiro efeito borboleta.

Uma asa se move no Brasil, uma tempestade pode nascer no Texas, a areia do Saara alcança Roma e ajuda a alimentar a Amazônia. Enquanto isso, o canto de uma sereia atravessa séculos, cruza oceanos e reaparece na voz de outra cultura.

Homero com isso?

Tudo.

Porque, antes que a ciência demonstrasse que o planeta inteiro está conectado, a poesia já sabia que nenhuma viagem termina na margem em que começou.

Posfácio

Renata da Rocha Pereira
Capitão de Fragata
Marinha do Brasil

O oceano está presente em cada aspecto da vida – no clima, na alimentação, na economia, na cultura e no futuro que compartilhamos. Compreender essa conexão é também compreender por que cuidar do mar é essencial para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Em "A Água não reconhece Fronteiras – O Oceano no Ciclo da Águas, nas Cidades e na Trama da Sustentabilidade", a professora Thereza Rosso convida o leitor a olhar para o oceano de forma integrada: como fonte de vida, memória, conhecimento e possibilidades, mas também como um patrimônio que exige responsabilidade e ação coletiva. A obra aproxima os desafios globais da realidade cotidiana e mostra que os objetivos da Agenda 2030 se relacionam entre si – e que o oceano atravessa muitos deles.

Uma leitura para quem deseja ampliar o olhar, fortalecer a cultura oceânica e descobrir como escolhas, políticas e parcerias podem contribuir para um futuro mais justo e sustentável.

Cuidar do oceano é cuidar da vida. E o futuro começa quando reconhecemos essa ligação.

Apêndice

De Estocolmo à Agenda 2030

Ao longo deste livro, apareceram expressões como desenvolvimento sustentável, Agenda 2030, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e Década do Oceano.

Elas não surgiram ao mesmo tempo.

São resultado de um processo histórico construído por conferências internacionais, pesquisas científicas, negociações políticas e mudanças na maneira como a humanidade passou a compreender sua relação com o planeta.

Este apêndice não pretende apresentar uma história completa das políticas ambientais internacionais. É apenas uma pequena linha do tempo para ajudar o leitor a compreender como chegamos até aqui.

Estocolmo, 1972 — O ambiente entra na agenda mundial

Em 1972, representantes de diferentes países reuniram-se na Suécia para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo.

Foi a primeira grande conferência mundial dedicada a colocar as questões ambientais no centro do debate internacional.

Naquele momento, os efeitos da industrialização, da urbanização e da poluição já se tornavam cada vez mais visíveis. Rios contaminados, problemas relacionados à qualidade do ar, acidentes ambientais e a degradação de diferentes ecossistemas mostravam que o desenvolvimento econômico não poderia continuar sendo pensado como se a natureza fosse uma fonte inesgotável de recursos e um depósito ilimitado de resíduos.

A Conferência de Estocolmo ajudou a afirmar uma ideia que hoje pode parecer evidente, mas que ainda precisava conquistar espaço político: as atividades humanas podem produzir impactos ambientais capazes de ultrapassar fronteiras e comprometer a qualidade de vida.

Também mostrou que meio ambiente e desenvolvimento não poderiam permanecer como assuntos inteiramente separados.

A conferência produziu uma declaração de princípios e um plano de ação. Dela também nasceu o impulso para a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

O planeta começava a ser reconhecido como uma responsabilidade comum.

Nosso Futuro Comum, 1987 — Dar nome ao desenvolvimento sustentável

Quinze anos depois, em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento apresentou o relatório Nosso Futuro Comum, também conhecido como Relatório Brundtland.

O documento ajudou a difundir internacionalmente a expressão "desenvolvimento sustentável".

A ideia era relativamente simples de enunciar, embora muito difícil de realizar: atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades.

Essa formulação aproximava questões que durante muito tempo haviam sido tratadas separadamente.

Desenvolvimento econômico.

Proteção ambiental.

Combate à pobreza.

Justiça social.

Responsabilidade entre gerações.

O relatório não dizia apenas que era preciso proteger a natureza. Mostrava que pobreza, desigualdade, padrões de

produção, consumo de recursos e degradação ambiental faziam parte de uma mesma discussão.

Nosso futuro seria comum não porque todas as pessoas estivessem submetidas às mesmas condições, mas porque nenhum projeto duradouro de desenvolvimento poderia ignorar os limites do planeta e as desigualdades entre povos, territórios e gerações.

Rio-92 — O mundo se encontra no Rio de Janeiro

Em 1992, vinte anos depois da Conferência de Estocolmo, o Rio de Janeiro recebeu a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Conhecida como Rio-92 ou Eco-92, ela se tornou um marco na história das negociações ambientais internacionais.

A conferência reuniu governos, organizações internacionais e representantes da sociedade civil em torno de uma pergunta cada vez mais urgente: como promover desenvolvimento e, simultaneamente, enfrentar a degradação ambiental?

Entre os documentos aprovados estavam a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21.

A Agenda 21 propunha um amplo programa de ação para o século que se aproximava. Não tratava apenas de florestas, rios ou oceanos. Incluía pobreza, saúde, habitação, produção, consumo, agricultura, cidades, ciência, educação e participação social.

A própria estrutura da Agenda 21 já mostrava que a sustentabilidade não poderia ser alcançada por uma única política ou área do conhecimento.

A Rio-92 também fortaleceu acordos internacionais relacionados ao clima e à biodiversidade.

Mais uma vez, tornava-se evidente que os problemas ambientais não reconheciam as fronteiras políticas desenhadas nos mapas. A poluição, o aquecimento do planeta, a perda de biodiversidade e as transformações do oceano exigiam cooperação entre países.

Mas os países não possuíam a mesma história, os mesmos recursos ou a mesma responsabilidade pela degradação ambiental.

A busca por sustentabilidade precisava considerar também essas diferenças.

Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, 2000–2015 — Metas comuns para problemas urgentes

No ano 2000, as Nações Unidas aprovaram a Declaração do Milênio.

A partir dela foram estabelecidos oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, conhecidos como ODM, com prazo de realização até 2015.

Os objetivos concentravam-se em problemas considerados urgentes, como pobreza extrema, fome, acesso à educação, igualdade entre mulheres e homens, mortalidade infantil, saúde materna, doenças e cooperação internacional.

A sustentabilidade ambiental também estava presente, mas reunida principalmente em um único objetivo.

Os ODM tiveram importância por transformar grandes compromissos internacionais em metas mais claras e acompanháveis. Permitiram mobilizar governos e organizações em torno de prioridades comuns.

Mas sua estrutura revelou limitações.

Os problemas sociais, econômicos e ambientais continuavam fortemente conectados, mas apareciam separados em poucos grandes objetivos. A participação dos países e das comunidades na formulação dessas prioridades também precisaria ser ampliada.

A experiência dos ODM ajudaria a preparar um projeto mais abrangente.

Rio+20, 2012 — O futuro que queremos

Em 2012, o Rio de Janeiro voltou a receber uma grande conferência das Nações Unidas.

Realizada vinte anos depois da Rio-92, a Rio+20 discutiu os avanços alcançados, as promessas não cumpridas e os desafios que permaneciam.

Seu documento final recebeu um título significativo: O futuro que queremos.

A conferência reafirmou compromissos anteriores e fortaleceu a ideia de construir objetivos universais de desenvolvimento sustentável.

Já não parecia suficiente estabelecer metas ambientais separadas das metas econômicas e sociais.

Era necessário criar uma agenda capaz de reconhecer as conexões.

Água e saúde.

Energia e clima.

Cidades e desigualdade.

Produção e consumo.

Biodiversidade e modos de vida.

Oceano e desenvolvimento.

A Rio+20 abriu o caminho político para a elaboração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Agenda 2030, 2015 — Dezessete objetivos para uma realidade interligada

Em 2015, os países integrantes das Nações Unidas aprovaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

Ela estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os ODS, acompanhados por 169 metas.

A proposta era mais ampla do que a dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Os ODS não se destinavam apenas aos países mais pobres. Foram apresentados como uma agenda universal, aplicável a todos os países, embora cada um possua condições, responsabilidades e prioridades diferentes.

Os 17 objetivos tratam de pobreza, fome, saúde, educação, igualdade de gênero, água, energia, trabalho, infraestrutura,

desigualdades, cidades, consumo, clima, oceano, ecossistemas terrestres, instituições e parcerias.

À primeira vista, eles aparecem como 17 quadrados separados.

Mas a própria Agenda 2030 afirma que são integrados e indivisíveis.

Não é possível enfrentar a pobreza sem discutir acesso à água, alimentação, saúde, educação, trabalho e desigualdade.

Não é possível discutir cidades sustentáveis sem considerar saneamento, energia, clima, habitação, mobilidade e uso do território.

Também não é possível proteger o oceano olhando apenas para aquilo que acontece dentro dele.

O ODS 14 — Vida na Água — deu ao oceano um lugar próprio na Agenda 2030. Suas metas tratam, entre outros assuntos, de poluição marinha, conservação de ecossistemas, acidificação, pesca, áreas protegidas, conhecimento científico e uso sustentável dos recursos marinhos.

Esse reconhecimento foi fundamental.

Mas o oceano não coube inteiramente no ODS 14.

Ele participa do clima, produz parte do oxigênio, influencia as chuvas, sustenta alimentos e trabalhos, recebe os rios e os resíduos transportados pelos continentes e atravessa culturas, memórias e desigualdades.

Foi esse transbordamento que percorremos ao longo deste livro.

ODS 18 — Uma contribuição brasileira à Agenda 2030

A atuação brasileira na Agenda 2030 também apresenta uma particularidade. Em setembro de 2023, durante a abertura da 78ª Assembleia Geral das Nações Unidas, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva anunciou que o Brasil adotaria voluntariamente um

décimo oitavo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, voltado à promoção da igualdade étnico-racial.

A proposta deu origem ao ODS 18 — Igualdade Étnico-Racial, cujo objetivo central é eliminar o racismo e a discriminação étnico-racial e promover a igualdade, com atenção especial às desigualdades que atingem historicamente as populações negra e indígena e os povos e comunidades tradicionais.

Embora não integre formalmente o conjunto dos 17 ODS adotados pela Organização das Nações Unidas, o ODS 18 constitui um compromisso voluntário assumido pelo Brasil no âmbito da implementação nacional da Agenda 2030.

A iniciativa passou a ser desenvolvida na Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável — CNODS, reinstituída pelo Decreto nº 11.704, de 14 de setembro de 2023. A Comissão, de natureza consultiva e composição paritária, reuniu, em sua instalação em dezembro de 2023, 84 representantes do poder público e da sociedade civil. A Resolução nº 02/CNODS, de 20 de dezembro de 2023, instituiu a Câmara Temática destinada à formulação e à implementação do ODS 18.

A criação desse objetivo parte de uma constatação: não é possível avaliar o desenvolvimento brasileiro sem observar como oportunidades, direitos e riscos se distribuem entre diferentes grupos étnico-raciais.

As desigualdades aparecem no acesso à educação, à saúde, ao trabalho, à renda, à moradia, ao saneamento, à terra, à participação política e à proteção ambiental.

Também aparecem nos territórios.

Povos indígenas, comunidades quilombolas, comunidades pesqueiras artesanais, povos e comunidades de terreiro e outros povos e comunidades tradicionais convivem frequentemente com conflitos relacionados à terra, à água, à conservação ambiental e à exploração dos recursos naturais. Muitos desses grupos preservam conhecimentos fundamentais sobre rios, florestas, manguezais, espécies e ambientes costeiros, mas nem sempre participam das decisões que afetam seus territórios.

Assim, o ODS 18 não deve ser entendido como um objetivo isolado.

Ele atravessa os demais.

A pobreza possui raça.

A desigualdade possui raça.

O acesso ao saneamento, à moradia segura, à educação e à proteção ambiental também é marcado por diferenças étnico-raciais.

Os riscos produzidos pela poluição, pelas enchentes, pelas secas, pela erosão costeira e pelas mudanças climáticas não se distribuem de maneira neutra.

O ODS 18 torna explícita uma dimensão que pode permanecer escondida quando os indicadores apresentam apenas médias gerais da população. Duas comunidades podem pertencer ao mesmo município e, ainda assim, enfrentar condições muito diferentes de acesso à água, à infraestrutura, à proteção ambiental e à participação nas decisões públicas.

Sua adoção pelo Brasil também reforça o princípio de não deixar ninguém para trás. A Figura A1 apresenta um esquema dos ODS da ONU incluindo o ODS 18 brasileiro.

Não basta que um país avance em seus indicadores médios se determinados grupos continuarem concentrando os maiores riscos e recebendo a menor parcela dos benefícios.

No contexto deste livro, o ODS 18 amplia a compreensão da justiça ambiental, climática e oceânica.

Quando perguntamos quem sofre os efeitos da poluição, quem perde território, quem tem sua atividade de pesca restringida, quem participa das decisões ou quem consegue permanecer diante das transformações ambientais, precisamos considerar também as desigualdades étnico-raciais.

A água não distingue a cor das pessoas.

Mas a sociedade distribui de maneira desigual a infraestrutura, a proteção, os direitos e as possibilidades de enfrentar os riscos que chegam com ela.

Ao propor o ODS 18, o Brasil acrescenta uma nova lente à Agenda 2030.

Não para desfazer os 17 objetivos existentes, mas para tornar mais visível uma desigualdade que atravessa todos eles.

Figura A1 — Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 e o ODS 18 — Igualdade Étnico-Racial, adotado voluntariamente pelo Brasil.



Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/.

Década da Ciência Oceânica, 2021–2030 — A ciência de que precisamos para o oceano que queremos

Em 2017, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, que seria realizada entre 2021 e 2030.

Sua coordenação foi atribuída à Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO (Figura A2).

A Década do Oceano nasceu do reconhecimento de que ainda conhecemos pouco o oceano e de que esse conhecimento não está distribuído de maneira igual entre países, instituições e comunidades.

Precisamos observar melhor.

Compartilhar dados.

Desenvolver tecnologias.

Ampliar a capacidade de previsão.

Compreender riscos.

Formar pessoas.

Reconhecer conhecimentos indígenas, tradicionais e locais.

Aproximar pesquisadores, governos, comunidades, empresas, educadores e diferentes setores da sociedade.

A frase que orienta a Década do Oceano resume sua proposta:

A ciência de que precisamos para o oceano que queremos.

Não se trata apenas de produzir mais artigos científicos ou instalar instrumentos mais sofisticados.

Trata-se de produzir conhecimentos capazes de apoiar decisões, prevenir riscos, proteger ecossistemas e contribuir para formas mais justas e sustentáveis de relação com o oceano.

A Década do Oceano também nos convida a perguntar quem define a ciência de que precisamos.

Quem escolhe as perguntas?

Quem participa da produção dos dados?

Quem consegue acessar o conhecimento produzido?

Quem transforma esse conhecimento em decisão?

Quem recebe os benefícios?

A ciência oceânica não acontece apenas em navios, laboratórios, satélites ou computadores.

Acontece também quando um pescador reconhece uma mudança, uma comunidade registra o avanço do mar, estudantes observam uma praia, moradores preservam a memória de um território ou diferentes conhecimentos se encontram para compreender um mesmo fenômeno.

Figura A2 — Os Dez Desafios da Década do Oceano.



Fonte: Elaboração própria, com base nos Dez Desafios da Década do Oceano (COI-UNESCO, 2021-2030). Disponível em: oceandecade.org/pt/challenges. Resumo adaptado.

Uma linha que não termina em 2030

Esta linha do tempo não representa uma sequência de problemas resolvidos.

Cada conferência, relatório e agenda produziu compromissos importantes, mas também deixou lacunas, conflitos e promessas ainda não cumpridas.

Estocolmo colocou o meio ambiente na agenda internacional.

Nosso Futuro Comum ajudou a consolidar o conceito de desenvolvimento sustentável.

A Rio-92 aproximou ambiente e desenvolvimento em um grande programa mundial.

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio transformaram prioridades em metas.

A Rio+20 abriu o caminho para uma agenda mais integrada.

A Agenda 2030 organizou essa agenda em 17 objetivos.

A Década do Oceano colocou o conhecimento e a cooperação no centro da busca pelo oceano que queremos.

Nenhum desses marcos, entretanto, substitui decisões concretas.

Os documentos não reduzem emissões sozinhos.

As metas não recolhem resíduos.

Os objetivos não restauram manguezais.

As conferências não garantem participação social apenas porque a palavra "participação" aparece em suas declarações.

Tudo depende daquilo que governos, instituições, comunidades e pessoas fazem com esses compromissos.

Talvez seja essa a melhor maneira de compreender a linha do tempo apresentada aqui.

Não como uma sucessão de datas.

É o registro de uma aprendizagem ainda incompleta.

Ao longo de mais de cinquenta anos, fomos reconhecendo que ambiente, desenvolvimento, ciência, cultura e justiça não podem ser tratados como assuntos separados.

Os quadrados ajudam a organizar compromissos.

Mas a realidade continua sendo uma trama.

E a água continua atravessando todos eles.

Referências

Apresentação e Capítulo 1 — O oceano ganhou um lugar, mas não coube nele

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **Ocean literacy for all**: a toolkit. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260721. Acesso em: 6 set. 2026.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **Ocean literacy**: understanding the ocean's influence on us and our influence on the ocean. Paris: UNESCO, [s.d.]. Disponível em: https://www.ioc.unesco.org/en/ocean-literacy. Acesso em: 6 set. 2026.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **The science we need for the ocean we want**: the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030): implementation plan. Paris: UNESCO, 2021. (IOC Ocean Decade Series, 20). Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377082 . Acesso em: 6 set. 2026.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **10 Challenges. Ocean Decade Challenges for collective impact.** Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: https://oceandecade.org/challenges/. Acesso em: 6 set. 2026.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR SCIENCE (ICSU). **A guide to SDG interactions**: from science to implementation. Editado por D. J. Griggs, M. Nilsson, A. Stevance e D. McCollum. Paris: ICSU, 2017. DOI: 10.24948/2017.01.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution 70/1.

New York, 25 set. 2015. Disponível em: https://undocs.org/A/RES/70/1. Acesso em: 6 set. 2026.
NAÇÕES UNIDAS. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. **Goal 14**: conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development. New York, [s.d.]. Disponível em: https://sdgs.un.org/goals/goal14. Acesso em: 6 set. 2026.
NAÇÕES UNIDAS. **The Sustainable Development Goals Report 2024**. New York: United Nations, 2024. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/. Acesso em: 6 set. 2026.
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). What **role does the ocean play in the weather**? Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean_weather.html. Acesso jun/jul. 2026.
TUCCI, CARLOS E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.
U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA)**. Channelization and Channel Modification**. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/chapter_3_channelization_web.pdf . Acesso jun/jul. 2026.

Capítulo 2

BUICK, R. When did oxygenic photosynthesis evolve? **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**. 2008 Aug 27;363(1504):2731-43. doi: 10.1098/rstb.2008.0041. PMID: 18468984; PMCID: PMC2606769.

DONEY, Scott C. *et al.* Ocean acidification: the other CO_2 problem. **Annual Review of Marine Science**, v. 1, p. 169–192, 2009. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.marine.010908.163834.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021**: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report

of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009157896.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022**: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II **to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press,** 2022. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009325844.

INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY (ICS). **International chronostratigraphic chart**. v. 2026/06. [*S. l.*]: ICS, 2026. Disponível em: https://stratigraphy.org/chart. Acesso em: 6 set. 2026.

NASA. **A nighttime view of Earth from Orion during Artemis II**. Washington, D.C., 2 abr. 2026. Disponível em: https://www.nasa.gov/image-of-the-day/. Acesso em: 6 set. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **How much oxygen comes from the ocean?** Silver Spring, 2024. Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean-oxygen.html. Acesso em: 6 set. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Ocean acidification**. Washington, D.C., 2026. Disponível em: https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification. Acesso em: 6 set. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Ocean circulation**: labeled currents. [*S. l.*]: Science On a Sphere, 2011. Disponível em: https://sos.noaa.gov/catalog/datasets/ocean-circulation-labeled-currents/. Acesso em: 6 set. 2026.

OMRAN, A; PASEK, M. A. Constructive Way to Think about Different Hydrothermal Environments for the Origins of Life. **Life**

(Basel). 2020 Apr 9;10(4):36. doi: 10.3390/life10040036. PMID: 32283673; PMCID: PMC7235985.

RITCHIE, Hannah; ROSER, Max. **Population growth**. [*S. l.*]: Our World in Data, 2023. Disponível em: https://ourw orldindata.org/population-growth. Acesso em: 6 set. 2026.

SARMIENTO, Jorge L.; GRUBER, Nicolas. **Ocean biogeochemical dynamics**. Princeton: Princeton University Press, 2006.

SMITHSONIAN INSTITUTION. Human Origins Program. **Human evolution timeline interactive**. Washington, D.C., [s.d.]. Disponível em: https://humanorigins.si.edu/evidence/human-evolution-interactive-timeline. Acesso em: 6 set. 2026.

SØRENSEN, Søren P. L. Enzymstudien II: Über die Messung und die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei enzymatischen Prozessen. **Biochemische Zeitschrift**, Berlin, v. 21, p. 131–304, 1909.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. **World Population Prospects 2024**. New York: United Nations, 2024. Disponível em: https://population.un.org/wpp/. Acesso em: 6 jun. 2026.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **The distribution of water on, in, and above the Earth**. Reston, [s.d.]. Disponível em: https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/distribution-water-and-above-earth. Acesso em: 6 set. 2026.

Capítulo 3

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Região Hidrográfica São Francisco**. Brasília, DF, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/sao-francisco. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; [...]. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, [...]. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

D'ALCANTARA, Werner Bess; ROSSO, Thereza Christina de Almeida; GIORDANO, Gandhi. Tomadas de tempo seco: benefícios e riscos: estudo de caso da vulnerabilidade do sistema de coleta de esgotos da bacia de contribuição da Lagoa Rodrigo de Freitas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. v. 1, p. 1–10.

KOSUTH, Mary; MASON, Sherri A.; WATTENBERG, Elizabeth V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 4, e0194970, 2018. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970.

MASON, Sherri A.; WELCH, Victoria G.; NERATKO, Joseph. Synthetic polymer contamination in bottled water. **Frontiers in Chemistry**, v. 6, art. 407, 2018. DOI: https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00407.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **What is a dead zone?** Silver

Spring: National Ocean Service, [s.d.]. Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/deadzone.html. Acesso em: 6 set. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **What is eutrophication?** Silver Spring: National Ocean Service, [s.d.]. Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/eutrophication.html. Acesso em: 6 set. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Where Rivers Meet the Sea.** Disponível em: https://coast.noaa.gov/estuaries/curriculum/where-rivers-meet-the-sea.html. Acesso em: 6 set. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Microplastics in drinking-water**. Geneva: WHO, 2019. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789241516198. Acesso em: 6 set. 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **A snapshot of the world's water quality**: towards a global assessment. Nairobi: UNEP, 2016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **From pollution to solution**: a global assessment of marine litter and plastic pollution. Nairobi: UNEP, 2021. Disponível em: https://www.unep.org/resources/pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution. Acesso em: 6 set. 2026.

RAGUSA, Antonio *et al.* Plasticenta: first evidence of microplastics in human placenta. **Environment International**, v. 146, 106274, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274.

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 50.426, de 13 de agosto de 2026. Regulamento Geral de Logística Reversa do Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 14 ago. 2026.

RITCHIE, Hannah; SAMBORSKA, Veronika; ROSER, Max. **Plastic pollution**. [*S. l.*]: Our World in Data, 2023. Disponível em: https://ourworldindata.org/plastic-pollution. Acesso em: 6 set. 2026.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida. A gestão dos recursos hídricos e a municipalização da Lagoa Rodrigo de Freitas. **Revista Digital da Água, do Saneamento e do Meio Ambiente**, v. 136, 2002.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; D'ALCANTARA, Werner Bess. Análise hidráulica do sistema de esgotamento sanitário da bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 211–222, 2006.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; DIAS, Alexandre Pessoa. Histórico do saneamento ambiental na cidade do Rio de Janeiro: o caso do rio Carioca. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 25–36, 2004.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; MARTINS, Maria Virgínia Alaves; FERREIRA, Vanessa Magalhães. Engenharia sanitária e ambiental na interface bacia–cidade–costa: infraestruturas, sustentabilidade e desafios contemporâneos. *In*: PIRES, Plínio Ferreira (org.). **Fundamentos da engenharia sanitária e ambiental**. v. 6. Piracanjuba, GO: Editora Conhecimento Livre, 2026. p. 239–248.

SCHMIDT, Christian; KRAUTH, Tobias; WAGNER, Stephan. Export of plastic debris by rivers into the sea. **Environmental Science & Technology**, v. 51, n. 21, p. 12246–12253, 2017. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **The water cycle**. Reston, 2022. Disponível em: https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/water-cycle. Acesso em: 6 set. 2026.

YANG, Dongqi *et al.* Microplastic pollution in table salts from China. **Environmental Science & Technology**, v. 49, n. 22, p. 13622–13627, 2015. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.est.5b03163.

Capítulo 4

ARGO. **Argo**: part of the integrated global observation strategy. [s.d.]. Disponível em: https://argo.ucsd.edu/. Acesso em: jun/jul. 2026.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **The science we need for the ocean we want**: the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030): implementation plan. Paris: UNESCO, 2021. (IOC Ocean Decade Series, 20). Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377082. Acesso em: jun/jul. 2026.

DITTO. **Digital Twins of the Ocean**: a programme of the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. 2023, Disponível em: https://ditto-oceandecade.org/. Acesso em: jun/jul. 2026.

EUROPEAN COMMISSION. **European Digital Twin Ocean**. Brussels, [s.d.]. Disponível em: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/oceans-and-seas/european-digital-twin-ocean_en. Acesso em: jun/jul. 2026.

GLOBAL OCEAN OBSERVING SYSTEM (GOOS). **The Global Ocean Observing System 2030 strategy**. Paris: COI-UNESCO, 2019. Disponível em: https://goosocean.org/. Acesso em: jun/jul. 2026.

NASA EARTH OBSERVATORY. MODIS global sea surface temperature. [S. l.]: NASA, 2001. Imagem cortesia de MODIS Ocean Group, NASA GSFC e University of Miami. Disponível em: https://earthobservatory.nasa.gov/images/1869/modis-global-sea-surface-temperature. Acesso em: jun/jul. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **How are satellites used to observe the ocean?** Silver Spring: National Ocean Service, [s.d.]. Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/satellites-ocean.html. Acesso em: jun/jul. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **What are El Niño and La Niña?** Silver Spring: National Ocean Service, [s.d.]. Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html. Acesso em: jun/jul. 2026.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **What is upwelling?** Silver Spring: National Ocean Service, [s.d.]. Disponível em: https://oceanservice.noaa.gov/facts/upwelling.html. Acesso em: jun/jul. 2026.

OCEANOPS. **Ocean observing networks**. Brest: WMO/COI-UNESCO, [s.d.]. Disponível em: https://www.ocean-ops.org/. Acesso em: jun/jul. 2026.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). **State of the Global Climate 2024**. Geneva: WMO, 2025.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; ROSMAN, Paulo Cesar Colonna. Hydrodynamic model for floating contaminants transport in coastal regions. *In*: EBECKEN, N. F. F. (org.). **Offshore engineering**. Southampton: Computational Mechanics Publications, 1997. v. 1, p. 139–153.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; ROSMAN, Paulo Cesar Colonna. Modelo hidrodinâmico tridimensional para escoamento com densidade homogênea. *In*: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12., 1997, Vitória. **Anais** [...]. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997. v. 4, p. 247–254.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida. **Modelo hidrodinâmico para o transporte de manchas de óleo em regiões costeiras.** Tese de Doutorado em Engenharia Oceânica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil. 1997.

SEABED 2030 PROJECT, Nippon Foundation and General Bathymetry Chart of the Ocean (GEBCO). Disponível em: https://seabed2030.org/.

THOMSON, Charles Wyville; MURRAY, John. **Report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during the years 1873–76**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1880–1895.

Capítulo 5

BRANCO, Alice. **Cultura caiçara**: resgate de um povo. Peruíbe: Oficina do Livro e Cultura, 2005.

CAVALCANTE, Cynthia Caroline Espírito Santo; ROSSO, Thereza Christina de Almeida; LIMA, Ricardo Gomes. Iniciativas socioculturais para a preservação do meio ambiente na Ilha Grande, RJ. **Interagir**: pensando a extensão, Rio de Janeiro, n. 24, p. 119–132, 2017. DOI: https://doi.org/10.12957/interag.2017.26171.

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Ana. **O mito moderno da natureza intocada**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

ECOMUSEU ILHA GRANDE. **Museu do Cárcere**. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: https://www.ecomuseuilhagrande.uerj.br/. Acesso em: jun/jul. 2026.

FUNDAÇÃO BIBLIOTECA NACIONAL. **Hemeroteca Digital Brasileira**. Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: https://memoria.bn.gov.br/. Acesso em: jun/jul. 2026.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Patrimônio cultural e comunidades tradicionais**. Brasília, DF, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/iphan/. Acesso em: jun/jul. 2026.

LIMA, Ricardo Gomes *et al.* As especificidades dos ambientes insulares: meio ambiente e cultura: estudo de caso do Ecomuseu da Ilha Grande — Uerj. **Interagir**: pensando a extensão, Rio de Janeiro, v. 15, p. 11–18, 2010.

MUEHE, Dieter (org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

NATIONAL PARK SERVICE. **Alcatraz history**. San Francisco, [s.d.]. Disponível em: https://www.nps.gov/alca/learn/historyculture/index.htm. Acesso em: jun/jul. 2026.

NELSON MANDELA FOUNDATION. **Robben Island and Nelson Mandela**. Johannesburg, [s.d.]. Disponível em: https://www.nelsonmandela.org/. Acesso em: jun/jul. 2026.

NÉMETH, Peter Santos; BARGMANN NETTO, Luiz. **O feitio da canoa caiçara de um só tronco**: a cultura imaterial de uma nação, em 25 linhas. São Paulo: IPHAN, nov. 2011. Dossiê para instrução de processo de registro de bem cultural de natureza imaterial junto ao IPHAN. Disponível em: https://nupaub.fflch.usp.br/sites/nupaub.fflch.usp.br/files/DOSSI%C3%8A%20IPHAN%20V14.pdf. Acesso em: 2 jun. 2026.

RAMOS, Graciliano. **Memórias do cárcere**. 58. ed. Rio de Janeiro: Record, 2020. 676 p.

ROBBEN ISLAND MUSEUM. **History of Robben Island**. Cape Town, [s.d.]. Disponível em: https://www.robben-island.org.za/. Acesso em: jun/jul. 2026.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida *et al.* Implantação de ecomuseus em áreas de proteção ambiental: estudos iniciais para o Ecomuseu Ilha Grande, RJ — Unidades Museu do Cárcere e Museu do Meio Ambiente. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL MUSEOGRAFIA E ARQUITETURA DE MUSEUS, 2., 2010, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, 2010. v. 1, p. 1–20.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; FERREIRA, Vanessa Magalhães; PEREIRA, Renata Rocha. Ecossistemas de inovação: quando o território é o mar. *In*: COSTA, Marcos Vinícius Tovar; CARVALHO, Marinilza Bruno de (org.). **Ecossistemas de inovação**: quando o território é o mar. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática e Estatística da Uerj, 2025. v. 1, p. 177–196.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; NEVES, Cláudio Freitas; ROSMAN, Paulo Cesar Colonna. O estuário do Paraíba do Sul: perspectiva em um cenário de variação do nível do mar. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 9.; SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, 5., 1991, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Porto Alegre: ABRH Publicações, 1991. v. 3, p. 578–586.

UNESCO. **Atlantic Forest South-East Reserves**. Paris: World Heritage List, [s.d.]. Disponível em: https://whc.unesco.org/en/list/893/. Acesso em: jun/jul. 2026.

UNESCO. **Robben Island**. Paris: World Heritage List, [s.d.]. Disponível em: https://whc.unesco.org/en/list/916/. Acesso em: jun/jul. 2026.

VERSCHLEISSER, Roberto. **Com quantos paus se faz uma canoa**: um estudo da canoa caiçara. 1990. 215 f. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/10129. Acesso em: 12 jun. 2026.

Capítulo 6

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecília Campello do Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BENNETT, Nathan J. *et al.* Blue growth and blue justice: ten risks and solutions for the ocean economy. **Marine Policy**, v. 125, 104387, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104387.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: jun/jul. 2026.

BRASIL. Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, [...] dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira [...]. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 8 dez. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: jun/jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, [...]. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: jun/jul. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022**: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009325844.

MACHADO, Carlos José Saldanha; ROSSO, Thereza Christina de Almeida. O setor de recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro: por uma administração coerente. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 14.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 5., 2001, Aracaju. **Anais** [...]. Porto Alegre: ABRH Publicações, 2001. v. 1, p. 1–17.

NAÇÕES UNIDAS. Conselho de Direitos Humanos. **The human right to a clean, healthy and sustainable environment**. Resolution 48/13. Geneva, 8 out. 2021. Disponível em: https://undocs.org/A/HRC/RES/48/13. Acesso em: jun/jul. 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Climate change is a matter of justice — here's why**. New York: UNDP, 2023. Disponível em: https://climatepromise.undp.org/news-and-stories/climate-change-matter-justice-heres-why. Acesso em: jun/jul. 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Environmental rule of law**: first global report. Nairobi: UNEP, 2019.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida. Gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas costeiras: o caso da bacia hidrográfica da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil. *In*: CIRELLI, A. F.; REYES, L. F.; RISIO, C. D. (org.). **El agua en Iberoamérica**: calidad del agua y manejo de ecosistemas acuáticos. Buenos Aires: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2004. v. 1, p. 131–144.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida. Um olhar crítico sobre a gestão de recursos hídricos no Rio de Janeiro. **Revista Digital da Água, do Saneamento e do Meio Ambiente**, v. 227, n. 1, p. 1–5, 2004.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; CIRILO, José Almir. A gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas costeiras: desafios atuais. *In*: Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa, 2., 2003, Recife. **Anais** [...]. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. v. 1, p. 1–6.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; CIRILO, José Almir. Water resources management and coastal ecosystem: overview of the current situation in Brazil. *In*: International Conference Littoral, 6., 2002, Porto. **Proceedings** [...]. Porto: European Coastal Association for Science and Technology, 2002. v. 1, p. 215–223.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; PEREZ, Maria Luiza. Estágio atual da gestão da zona costeira no Brasil. *In*: Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 4., 2007, Funchal. **Anais** [...]. Lisboa: Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 2007. v. 1, p. 1–20.

ROSSO, Thereza Christina de Almeida; PEREZ, Maria Luiza.; FORMIGA, Rosa Maria. Principais desafios da gestão de recursos hídricos na zona costeira brasileira. *In*: Simpósio Brasileiro de

Recursos Hídricos, 17., 2007, São Paulo. **Anais** [...]. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2007. v. 1, p. 1–20.

Capítulo 7

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **Ocean Decade challenges**. Paris: UNESCO, [s.d.]. Disponível em: https://oceandecade.org/challenges/. Acesso em: jun/jul. 2026.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **Ocean literacy for all**: a toolkit. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260721. Acesso em: jun/jul. 2026.

COMISSÃO OCEANOGRÁFICA INTERGOVERNAMENTAL (COI-UNESCO). **Vision 2030**: white papers — challenges 1–10. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: https://oceandecade.org/vision-2030/. Acesso em: jun/jul. 2026.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution 70/1. New York, 25 set. 2015. Disponível em: https://undocs.org/A/RES/70/1. Acesso em: jun/jul. 2026.

Apêndice

BRASIL. Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Resolução CNODS nº 2, de 20 de dezembro de 2023. Institui a Câmara Temática para o ODS 18. Brasília, DF, 2023.

BRASIL. Decreto nº 11.704, de 14 de setembro de 2023. Institui a Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11704.htm. Acesso em: jun/jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Igualdade Racial. **ODS 18 — Igualdade Étnico-Racial**. Brasília, DF, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/igualdaderacial/pt-br/assuntos/programas-e-projetos/ods18. Acesso em: jun/jul. 2026.

BRASIL. Presidência da República. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Brasília, DF: ODM Brasil, [s.d.]. Disponível em: http://www.odmbrasil.gov.br/os-objetivos-de-desenvolvimento-do-milenio. Acesso em: 25 fev. 2025.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21**: programme of action for sustainable development. New York: United Nations, 1992.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **Oceans and the law of the sea**. Resolution 72/73. New York, 5 dez. 2017.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **The future we want**. Resolution 66/288. New York, 27 jul. 2012.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **Transforming our world**: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution 70/1. New York, 25 set. 2015. Disponível em: https://undocs.org/A/RES/70/1. Acesso em: jun/jul. 2026.

NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral. **United Nations Millennium Declaration**. Resolution 55/2. New York, 8 set. 2000.

NAÇÕES UNIDAS. **Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3–14 June 1992**. New York: United Nations, 1993. (A/CONF.151/26/Rev.1).

NAÇÕES UNIDAS. **Report of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 5–16 June 1972**. New York: United Nations, 1973. (A/CONF.48/14/Rev.1).

NAÇÕES UNIDAS. **United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3–14 June 1992**. New

York, [s.d.]. Disponível em: https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992. Acesso em: jun/jul. 2026.

NAÇÕES UNIDAS. **United Nations Conference on Sustainable Development, Rio+20**. New York, [s.d.]. Disponível em: https://sustainabledevelopment.un.org/rio20. Acesso em: jun/jul. 2026.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF, [s.d.]. Disponível em: https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 25 fev. 2025.

SANTIAGO, A. M. A. *et al.* Ações da extensão universitária e Agenda 2030 na Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma análise da 33ª Uerj sem Muros. *In*: SANTOS, Sanadia Gama dos *et al.* (org.). **Extensão em rede e Agenda 2030**: **possibilidades e desafios**. 1. ed. Maceió: [s.n.], 2025. v. 1, p. 66–93.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Ações da Uerj destacam compromisso com Agenda 2030, iniciativa da ONU para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Uerj, 2025. Disponível em: https://www.uerj.br/noticia/acoes-da-uerj-destacam-compromisso-com-agenda-2030-iniciativa-da-onu-para-o-desenvolvimento-sustentavel/. Acesso em: jun/jul. 2026.

Glossário

Como utilizar este glossário
As definições foram escritas para leitores não especialistas e correspondem ao sentido em que os termos aparecem no livro. Elas não substituem definições legais, normas técnicas ou tratamentos científicos mais aprofundados. Nos termos que possuem diferentes usos entre áreas do conhecimento, foi adotada a formulação mais adequada à narrativa da obra.

A

Acidificação do oceano. Redução gradual do pH da água do mar, causada principalmente pela absorção de dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera. Embora o oceano continue sendo, em média, alcalino, essa mudança altera sua química e pode dificultar a formação de conchas e esqueletos calcários.
Agenda 2030. Plano de ação aprovado pelas Nações Unidas em 2015. Reúne 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas voltadas às dimensões social, ambiental, econômica e institucional do desenvolvimento.
Água pluvial. Água proveniente da chuva. Nas cidades, pode escoar por telhados, ruas e calçadas, transportar resíduos e poluentes e seguir para galerias, rios, lagoas, estuários ou diretamente para o oceano.
Ameaça. É o agente, evento ou força com o potencial de causar um dano.
Aquífero. Formação geológica capaz de armazenar e transmitir água subterrânea. Pode ser recarregada pela infiltração da chuva e alimentar nascentes, rios e sistemas de abastecimento.
Argo. Programa internacional de observação do oceano formado por milhares de flutuadores autônomos. Esses instrumentos

medem principalmente temperatura e salinidade em diferentes profundidades e transmitem os dados por satélite.

B

Bacia hidrográfica. Área drenada por um curso d'água e seus afluentes, em direção a uma saída comum.

Biodiversidade. Variedade de formas de vida, genes, espécies e ecossistemas. Inclui também as relações ecológicas que permitem o funcionamento dos ambientes naturais.

Bomba biológica de carbono. Conjunto de processos pelos quais organismos marinhos retiram carbono das águas superficiais e transportam parte dele para regiões mais profundas, principalmente por meio da produção, transformação e afundamento de matéria orgânica.

Bomba de solubilidade do carbono. Conjunto de processos pelos quais o dióxido de carbono se dissolve nas águas superficiais, transforma-se em carbono inorgânico dissolvido e pode ser transportado pela circulação para o interior do oceano. A dissolução é favorecida em águas mais frias.

C

Cadeia alimentar. Sequência de relações de alimentação pela qual matéria e energia passam de um organismo a outro. No oceano, muitas cadeias alimentares têm início em organismos microscópicos, como o fitoplâncton.

Caiçara. Povos que habitam tradicionalmente o litoral dos estados do Paraná, São Paulo, Santa Catarina e o sul do estado do Rio de Janeiro (como em Paraty e Angra dos Reis).

Calor específico. Quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de uma unidade de massa de uma substância. A água possui calor específico elevado, o que ajuda o oceano a armazenar grande quantidade de energia térmica.

Canalização de rios. Intervenção que confina o curso de um rio em canais artificiais (abertos ou subterrâneos).

Captação em tempo seco. Estrutura que intercepta, durante períodos sem chuva, fluxos contaminados presentes em redes de drenagem e os encaminha ao sistema de esgotamento sanitário. Em chuvas fortes, sua capacidade é limitada pelo grande aumento da vazão.

Cianobactérias. Organismos microscópicos capazes de realizar fotossíntese. Formas antigas de cianobactérias contribuíram para a oxigenação progressiva dos oceanos e da atmosfera.

Ciclo do carbono. Circulação do carbono entre atmosfera, oceano, organismos vivos, solos, sedimentos e rochas. As atividades humanas alteram esse ciclo ao liberar grandes quantidades de dióxido de carbono pela queima de combustíveis fósseis e por mudanças no uso da terra.

Ciclo do oxigênio. Circulação do oxigênio entre atmosfera, águas, organismos vivos e outros componentes do planeta. Envolve processos de produção, consumo, troca e armazenamento que ocorrem em diferentes escalas de tempo.

Ciclo hidrológico. Movimento contínuo da água entre oceano, atmosfera, continentes, rios, solos, aquíferos, seres vivos e geleiras, por processos como evaporação, condensação, precipitação, infiltração e escoamento.

Ciclos biogeoquímicos. Circulação e transformação de elementos e substâncias, como carbono, nitrogênio e fósforo, entre os seres vivos, a água, o ar, o solo e as rochas.

Ciência cidadã. Participação de pessoas que não atuam profissionalmente como cientistas em atividades de produção de conhecimento, como observação, registro, coleta de dados, monitoramento e interpretação de fenômenos.

Ciência oceânica. Conjunto de conhecimentos e práticas científicas voltados à compreensão do oceano, de seus processos físicos, químicos, geológicos, biológicos e sociais e de suas relações com o clima e a sociedade.

COI-UNESCO. Comissão Oceanográfica Intergovernamental da UNESCO. Organismo responsável por promover a cooperação

internacional em ciência oceânica e coordenar a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável.

Coluna d'água. Espaço vertical de água compreendido entre a superfície e o fundo de um rio, lago, estuário ou oceano. Suas características podem variar com a profundidade.

Comunidades costeiras. Populações que vivem em territórios próximos ou diretamente relacionados ao litoral e cujos modos de vida, trabalho, cultura, memória ou condições ambientais são influenciados pelo oceano e pela dinâmica costeira.

Conhecimento tradicional e local. Saberes construídos e transmitidos por comunidades a partir de sua relação prolongada com o território, os ciclos naturais, as espécies, as águas e as formas de trabalho e de vida.

Contaminante emergente. Substância ou agente cuja presença, comportamento ou efeito ambiental passou a receber atenção científica mais recente. O termo não significa necessariamente que o contaminante seja novo. Inclui fármacos, hormônios, produtos de higiene e certos compostos industriais.

Corrente oceânica. Movimento persistente de grandes massas de água, provocado por ventos, diferenças de densidade, rotação da Terra, marés e configuração das bacias oceânicas. As correntes transportam calor, organismos, nutrientes e substâncias dissolvidas ou em suspensão.

Cultura Oceânica (*Ocean Literacy*). Compreensão da influência do oceano sobre nós e de nossa influência sobre o oceano. Envolve conhecimentos, valores, atitudes e capacidade de tomar decisões responsáveis.

D

Década do Oceano. Nome pelo qual é conhecida a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, proclamada pelas Nações Unidas para o período de 2021 a 2030 e coordenada pela COI-UNESCO.

Degradação ambiental. Alteração das condições de um ambiente que prejudica seu funcionamento, sua biodiversidade ou os

benefícios que oferece às pessoas e a outros seres vivos. Pode resultar de diferentes processos naturais e atividades humanas.

Desenvolvimento sustentável. Desenvolvimento capaz de atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades, articulando dimensões ambientais, sociais, econômicas e institucionais.

Dez Desafios da Década do Oceano. Conjunto de desafios que orienta a produção de conhecimentos e ações durante a Década do Oceano. Abrange temas como poluição, ecossistemas, alimentação, clima, riscos costeiros, observação, acesso a dados e transformação da relação da sociedade com o oceano.

Dióxido de carbono (CO_2). Gás presente naturalmente na atmosfera e fundamental ao ciclo do carbono. O aumento de sua concentração por atividades humanas intensifica o efeito estufa e contribui para a acidificação do oceano.

Drenagem urbana. Conjunto de estruturas e processos destinados a conduzir, armazenar ou infiltrar as águas das chuvas nas cidades. Inclui ruas, sarjetas, bocas de lobo, galerias, canais, reservatórios e soluções baseadas na natureza.

E

Ecomuseu. Museu a céu aberto centrado na identidade, no território e na participação ativa da comunidade local.

Ecossistema. Conjunto formado pelos seres vivos de um lugar, pelo ambiente físico e pelas relações que estabelecem entre si. Um manguezal, um recife de corais e um estuário são exemplos de ecossistemas.

Efeito estufa. Processo natural em que gases da atmosfera retêm parte do calor emitido pela Terra. O aumento da concentração desses gases por atividades humanas intensifica o processo e aquece o planeta.

Efluente. Líquido lançado por uma residência, atividade industrial, sistema de drenagem ou estação de tratamento. Pode ser

tratado ou não e apresentar diferentes características físicas, químicas e biológicas.

El Niño. Fenômeno climático caracterizado pelo aquecimento anormal de águas superficiais do Pacífico Equatorial central e oriental. Altera a circulação atmosférica e pode modificar chuvas, secas, temperatura, ressurgência e produtividade pesqueira em diferentes regiões.

Energia térmica. Energia associada à temperatura de um material e às trocas de calor. O oceano armazena e transporta grandes quantidades dessa energia.

Equilíbrio energético do planeta. Relação entre a energia que a Terra recebe principalmente do Sol e a energia que devolve ao espaço. O aumento dos gases de efeito estufa altera essa relação e contribui para o aquecimento global.

Erosão costeira. Remoção de sedimentos e recuo da linha de costa pela ação combinada de ondas, correntes, marés, variações do nível do mar, disponibilidade de sedimentos e intervenções humanas.

Escoamento superficial. Parte da água da chuva que se desloca sobre a superfície do terreno. Em áreas urbanizadas, tende a aumentar com a impermeabilização do solo e pode transportar resíduos e poluentes.

Esgoto sanitário. Água descartada após usos domésticos e de atividades semelhantes, contendo resíduos provenientes, por exemplo, de vasos sanitários, banhos, cozinhas e lavagens. Precisa ser coletada e tratada adequadamente antes de retornar ao ambiente.

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Conjunto de unidades e processos que removem ou reduzem sólidos, matéria orgânica, microrganismos e, conforme o sistema, nutrientes e outros contaminantes antes do lançamento ou reúso do efluente.

Estratificação. Formação de camadas de água com diferentes densidades, geralmente devido a diferenças de temperatura ou salinidade, que dificultam a mistura entre a superfície e as águas profundas.

Estuário. Ambiente de transição onde a água doce proveniente dos rios encontra e se mistura com a água salgada do oceano. É uma região dinâmica, produtiva e influenciada por marés, vazões fluviais, sedimentos e atividades humanas.
Exposição. Presença de pessoas, ecossistemas, moradias, infraestruturas ou atividades em lugares e situações que podem ser afetados por uma ameaça.
Eutrofização. Enriquecimento excessivo da água por nutrientes, sobretudo nitrogênio e fósforo. Pode estimular florações de algas e aumentar o consumo de oxigênio durante a decomposição da matéria orgânica.

F

Fitoplâncton. Conjunto de organismos microscópicos fotossintetizantes que vivem principalmente nas camadas iluminadas da água. Forma a base de muitas cadeias alimentares e participa da produção de oxigênio e do ciclo do carbono.
Fotossíntese. Processo pelo qual plantas, algas e outros organismos utilizam a luz para produzir matéria orgânica. Na forma realizada por plantas, algas e cianobactérias, utiliza água e dióxido de carbono e libera oxigênio.
Foz. Trecho final de um rio, onde suas águas deságuam em outro rio, lago, estuário ou oceano.

G

Galeria de cintura. Estrutura implantada para interceptar e conduzir fluxos de água contaminada antes que alcancem determinados corpos d'água, como lagoas e praias. Seu funcionamento e seu destino dependem do sistema local de saneamento e drenagem.
Gases de efeito estufa. Gases capazes de absorver e reemitir radiação infravermelha, contribuindo para manter a Terra aquecida. O aumento de suas concentrações por atividades humanas intensifica o aquecimento global.

Gêmeo digital do oceano. Representação digital dinâmica de componentes e processos do oceano, alimentada por observações, dados e modelos. Permite explorar cenários e perguntas do tipo "o que aconteceria se...?". Não é uma cópia perfeita nem única de todo o oceano.

H

Hipóxia. Condição em que a concentração de oxigênio dissolvido na água é baixa a ponto de causar estresse ou impedir a sobrevivência de muitos organismos.

I

Impermeabilização do solo. Cobertura do terreno por materiais que dificultam a infiltração da água, como asfalto, concreto e edificações. Aumenta o escoamento superficial e pode agravar alagamentos e o transporte de poluentes.

Íon de hidrogênio (H^+). Átomo de hidrogênio que perdeu seu único elétron. Representado por H^+, é uma espécie química associada à acidez das soluções.

J

Jusante. Direção para a qual a água de um rio se desloca, seguindo em direção à foz. É o oposto de montante.

Justiça ambiental. Princípio segundo o qual nenhum grupo social deve suportar de maneira desproporcional riscos, danos ou perdas ambientais, e todas as pessoas devem ter condições reais de participar das decisões que afetam seus territórios e suas vidas.

Justiça climática. Abordagem que reconhece que as causas, os impactos e a capacidade de enfrentar as mudanças climáticas são distribuídos de forma desigual entre países, territórios e grupos sociais.

Justiça oceânica. Aplicação dos princípios de justiça às relações entre sociedade e oceano. Examina quem recebe benefícios, quem suporta impactos, quem participa das decisões e quais conhecimentos, direitos e modos de vida são reconhecidos nas políticas e atividades oceânicas.

L

Leito de secagem. Estrutura utilizada para reduzir a quantidade de água presente no lodo produzido em uma estação de tratamento de esgoto. A água escoa ou evapora enquanto os sólidos permanecem no leito.

Linha de costa. Limite móvel entre a terra e a água, definido segundo critérios técnicos e influenciado por marés, ondas, sedimentos, nível do mar e características locais.

Logística reversa. Conjunto de ações para recolher produtos e embalagens após o uso e encaminhá-los ao reaproveitamento, à reciclagem ou a outra destinação adequada, com responsabilidades distribuídas entre os participantes da cadeia de consumo.

M

Manguezal. Ecossistema costeiro associado a áreas sujeitas à influência das marés, onde se encontram águas, sedimentos e vegetação adaptada a essas condições. Abriga numerosas espécies marinhas e contribui para a proteção da costa.

Maré. Subida e descida periódica do nível do mar produzida principalmente pela atração gravitacional da Lua e do Sol, combinada com a rotação da Terra e as características locais das bacias e da costa.

Matéria orgânica. Material formado por compostos de carbono associados a organismos vivos, seus restos e produtos. Sua decomposição na água pode consumir oxigênio.

Microplástico. Partícula de material plástico geralmente menor que 5 milímetros. Pode ser produzida nesse tamanho ou resultar da fragmentação de objetos plásticos maiores.

Modelagem numérica. Uso de equações matemáticas e métodos computacionais para representar e simular processos, como correntes, marés, ondas, transporte de poluentes, temperatura e circulação atmosférica ou oceânica.

Montante. Direção contrária ao fluxo de um rio, seguindo em direção às nascentes. É o oposto de jusante.

Mudanças climáticas. Alterações persistentes nas características do clima. No contexto atual do livro, a expressão refere-se sobretudo às mudanças provocadas pelo aumento dos gases de efeito estufa resultante das atividades humanas.

N

Nosso Futuro Comum. Relatório publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecido também como Relatório Brundtland. Ajudou a difundir o conceito de desenvolvimento sustentável.

Nutriente. Substância necessária ao crescimento e ao funcionamento dos organismos. Nitrogênio e fósforo são essenciais, mas seu excesso pode causar eutrofização.

O

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Conjunto de 17 objetivos globais aprovados pelas Nações Unidas em 2015 para orientar ações até 2030 em temas como pobreza, saúde, educação, água, clima, oceano, cidades, instituições e parcerias.

ODS 14 — Vida na Água. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável dedicado à conservação e ao uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos.

ODS 18 — Igualdade Étnico-Racial. Objetivo adotado voluntariamente pelo Brasil para tornar mais visíveis e enfrentar desigualdades étnico-raciais. Não integra a lista oficial dos 17 ODS globais das Nações Unidas.

Onda de calor marinha. Período de pelo menos cinco dias consecutivos em que a temperatura da água do mar permanece muito acima do esperado para aquela região e época do ano, podendo afetar os organismos e os ecossistemas marinhos.

Organização das Nações Unidas (**ONU**). Organização internacional que promove a cooperação entre países em temas como paz, direitos humanos e desenvolvimento. No âmbito deste livro, é responsável pela Agenda 2030 e proclamou a Década do Oceano.

Oxigênio dissolvido. Oxigênio presente na água e disponível para a respiração de peixes e muitos outros organismos aquáticos. Sua concentração depende de temperatura, circulação, fotossíntese, respiração e decomposição.

P

pH. Medida relacionada à concentração de íons hidrogênio em uma solução. A escala é logarítmica: uma pequena mudança numérica pode representar alteração química significativa.

Poluição marinha. Introdução direta ou indireta de substâncias, resíduos ou energia no ambiente marinho, produzindo ou podendo produzir danos à vida, à saúde humana, às atividades econômicas e à qualidade ambiental.

R

Recifes de corais. Ecossistemas formados ao longo do tempo principalmente por colônias de pequenos animais chamados corais. Abrigam grande diversidade de vida marinha e são sensíveis, entre outros fatores, ao aquecimento e à acidificação do oceano.

Reservatório. Corpo d'água formado ou ampliado para armazenar água, geralmente por meio de uma barragem. Pode ser utilizado para abastecimento, produção de energia, irrigação ou outros fins e modifica o fluxo de água e sedimentos do rio.

Ressaca. Condição de agitação intensa do mar, geralmente associada a ondas mais altas e energéticas que podem ultrapassar a faixa habitual da praia, provocar erosão e atingir estruturas costeiras.

Ressurgência. Movimento de águas profundas, geralmente frias e ricas em nutrientes, em direção à superfície. Pode favorecer o crescimento do fitoplâncton e aumentar a produtividade pesqueira.

Retificação de rios. Intervenção que reduz a sinuosidade de um curso d'água, encurtando ou alinhando trechos de seu traçado.

Rio+20. Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável realizada no Rio de Janeiro em 2012. Seu documento final, O futuro que queremos, ajudou a abrir caminho para a Agenda 2030.
Rio-92. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Foi um marco das negociações internacionais sobre ambiente e desenvolvimento e deu origem, entre outros documentos, à Agenda 21.
Risco. Possibilidade de perdas e danos decorrentes da interação entre uma ameaça, as pessoas e os bens expostos e suas condições de vulnerabilidade.

S

Samburá. Cesto tradicional de pesca, trançado tradicionalmente de vime.
Saneamento básico. Conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.
Satélite de observação da Terra. Plataforma em órbita equipada com sensores capazes de observar grandes áreas e acompanhar propriedades da superfície terrestre e oceânica, como temperatura, cor do oceano, altura da superfície e cobertura de gelo.
Sinergia. Situação em que uma ação ou política contribui simultaneamente para mais de um objetivo. Entre os ODS, as relações também podem gerar tensões, dependendo de como as ações são realizadas.
Sistema hidrotermal. Conjunto de processos e ambientes em que a água circula, é aquecida pelo calor interno da Terra e interage com as rochas. Sistemas desse tipo são investigados, entre outros contextos, nos estudos sobre a origem da vida.
Sistema separador absoluto. Sistema de infraestrutura urbana que utiliza redes distintas para o esgoto sanitário e para as águas

pluviais. Ligações irregulares, infiltrações e falhas podem misturar fluxos que deveriam permanecer separados.

Sistema unitário ou combinado. Sistema em que esgoto sanitário e águas pluviais são conduzidos pela mesma rede. Durante chuvas intensas, o aumento da vazão pode provocar sobrecarga e extravasamentos.

Solubilidade. Capacidade de uma substância de se dissolver em outra sob determinadas condições. No oceano, a solubilidade do dióxido de carbono varia, entre outros fatores, com a temperatura da água.

Source-to-Sea. (da nascente até o mar) é uma abordagem integrada de gestão ambiental e de recursos hídricos que reconhece que as terras, os rios, os lagos, as zonas costeiras e os oceanos formam um único sistema contínuo e interconectado.

T

Termoclina. Camada da coluna d'água na qual a temperatura varia rapidamente com a profundidade. Pode dificultar a mistura vertical entre águas superficiais e profundas.

U

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Atua na cooperação internacional nessas áreas e abriga a Comissão Oceanográfica Intergovernamental.

V

Vulnerabilidade. Propensão a sofrer danos, relacionada à suscetibilidade e às limitações de capacidade para enfrentar e se adaptar a situações adversas.

Z

Zona costeira. Espaço de interação entre terra, mar e atmosfera, no qual processos naturais e atividades humanas se influenciam mutuamente. Seus limites administrativos e legais dependem da legislação de cada país.

Sobre a autora

Thereza Christina de Almeida Rosso é professora titular do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj), em regime de dedicação exclusiva. Engenheira civil pela FEMG, especialista em Engenharia Sanitária pela UFMG, mestre em Engenharia Civil e doutora em Engenharia Oceânica pela COPPE/UFRJ, construiu sua trajetória no estudo das relações entre rios, cidades, ambientes costeiros e oceano.

Sua atuação reúne pesquisa, ensino, extensão universitária e divulgação científica, com trabalhos sobre hidrodinâmica, saneamento e gestão de recursos hídricos. Publicou cerca de 70 trabalhos e participou da formação de mais de 100 estudantes, em orientações concluídas ou em andamento. Foi bolsista do Programa Prociência da Uerj durante 20 anos e do CNPq durante dez anos. Para o período de 2026 a 2028, foi contemplada com a Bolsa Vivências, da Pró-reitoria de Extensão e Cultura da Uerj.

Presidiu a Comissão de Ambientes Costeiros da Associação Brasileira de Recursos Hídricos por 15 anos, contribuindo para a organização de congressos sobre planejamento e gestão costeira em países de língua portuguesa, em parceria com a Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. Na Uerj, coordenou o Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental e o Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Entre 2007 e 2018, coordenou o Museu do Meio Ambiente, unidade do Ecomuseu Ilha Grande. A convivência com as comunidades e os territórios insulares ampliou seu olhar sobre as relações entre ciência, cultura, memória e ambiente. Foi também assessora da Pró-reitoria de Extensão e Cultura, de 2015 a 2025, e editora executiva da revista *Interagir: pensando a extensão*, de 2024 a 2025.

Seu estudo sobre o rio Carioca conquistou o primeiro lugar no Concurso Internacional de Ensaios da *Fundación* CEPA, em 2004. No ano seguinte, recebeu reconhecimentos da ABES/Rio por sua contribuição à memória do saneamento no estado do Rio de Janeiro. Com *O oceano que habita em mim*, venceu o Prêmio de Divulgação Científica da Uerj.

Em seus livros, aproxima o conhecimento científico da experiência cotidiana, convidando o leitor a reconhecer os caminhos da água e as pessoas, histórias e desigualdades que os atravessam.

A água não reconhece fronteiras: circula entre rios, cidades, oceanos e pessoas.

O que descartamos nas ruas reaparece nos rios e chega ao mar.

Falar de água é também falar de justiça ambiental e climática.

Não existe "lá fora": tudo está ligado pelo mesmo fluxo.

Somos todos parte da mesma água.

Pedro & João Editores
pedrojoaoeditores.com.br

ISBN 978-65-265-3423-6