

LIXO NOS MARES:

DO ENTENDIMENTO À SOLUÇÃO

Alexander Turra
Marina Ferreira Mourão Santana
Andréa de Lima Oliveira
Lucas Barbosa
Rita Monteiro Camargo
Fabiana Moreira
Márcia Regina Denadai



LIXO NOS MARES: DO ENTENDIMENTO À SOLUÇÃO

Autores

Alexander Turra
Marina Ferreira Mourão Santana
Andréa de Lima Oliveira
Lucas Barbosa
Rita Monteiro Camargo
Fabiana Tavares Moreira
Márcia Regina Denadai

Ilustrações

Douglas Vieira da Silva

Projeto gráfico e diagramação

Douglas Vieira da Silva

Capa - criação e produção

Douglas Vieira da Silva

Revisão técnica

Angelita de Souza Coelho (MMA)
Bruno Siqueira Abe Saber Miguel (MMA)
CMG Carlos Roberto Leite (SECIRM)
CF Ana Lúcia Costalunga (SECIRM)
Flávia Cabral Pereira (MMA)
Lúcio Costa Proença (MMA)
Miguel Bahiense Neto (PLASTIVIDA)
Silvia Piedrahita Rolim (PLASTIVIDA)

Revisão de texto

Denise Cristina Denadai

LIXO NOS MARES: DO ENTENDIMENTO À SOLUÇÃO

Alexander Turra
Marina Ferreira Mourão Santana
Andréa de Lima Oliveira
Lucas Barbosa
Rita Monteiro Camargo
Fabiana Moreira
Márcia Regina Denadai

São Paulo
IOUSP
2020



© 2020 por Alexander Turra, Marina F. M. Santana, Andréa de L. Oliveira, Lucas Barbosa, Rita M. Camargo, Fabiana T. Moreira, Márcia R. Denadai. Este livro está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional. Para ver uma cópia dessa licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

FICHA CATALOGRÁFICA
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO - CIP

T958l Turra, Alexander, 1973 --
Lixo nos Mares: do entendimento à solução / Alexander Turra, Marina Ferreira Mourão Santana, Andréa de Lima Oliveira, Lucas Barbosa, Rita Monteiro Camargo, Fabiana Tavares Moreira, Márcia Regina Denadai. - São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo: 2020.

124 p.: il. 20,0 x 27,0 cm

ISBN: 978-85-98729-32-9

1. Lixo marinho. 2. Resíduos sólidos. 3. Poluição marinha. 4. Impacto ambiental. I. Santana, Marina Ferreira Mourão II. Oliveira, Andréa de Lima III. Barbosa, Lucas IV. Camargo, Rita Monteiro V. Moreira, Fabiana Tavares VI. Denadai, Márcia Regina

CDD: 333.72

ÍNDICE

Lista de Abreviações	x
Prefácio	xii
Carta ao Leitor	xiv
Apresentação	xviii

PARTE I

CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS 02

Capítulo 1. O que é lixo marinho? 03

Definições e principais características dos resíduos sólidos encontrados nos mares .	03
Tipos de materiais e os riscos associados aos resíduos sólidos	04
Tipos plásticos e sua persistência no ambiente	05
O tamanho do resíduo importa?	06

Capítulo 2. De onde vem? 09

As diferentes origens dos resíduos que chegam aos mares	09
Fontes terrestres	09
Fontes marinhas	11
Evidências da origem dos resíduos a partir de estudos em praias brasileiras	13

Capítulo 3. Para onde vai? 17

Dinâmica de dispersão e acúmulo de resíduos sólidos nos mares	17
---	----

PARTE II

RESÍDUOS NO AMBIENTE MARINHO 24

Capítulo 4. Quais problemas causam no mar? 25

Impactos e ameaças causados pelos resíduos sólidos nos mares	25
Impactos econômicos	25
Danos à saúde humana	28
Impactos ao meio ambiente	28

Capítulo 5. Lixo ou comida? 31

Consequências da ingestão de resíduos pelos organismos marinhos	31
Comendo resíduos	31
O caso da ingestão de plásticos	32

PARTE III**O QUE VEM SENDO FEITO 38****Capítulo 6. Quais ações internacionais buscam solucionar o problema? 39**

Debates e acordos internacionais sobre os resíduos sólidos nos mares 39

Fontes marinhas 41

Fontes terrestres 42

Ações transversais 43

Capítulo 7. Quais as ações no Brasil? 57Histórico de como o Brasil vem lidando com o problema dos
resíduos sólidos nos mares 57

Fontes marinhas 57

Fontes terrestres 58

Ações transversais 59

PARTE IV**O QUE PODE SER FEITO 68****Capítulo 8. Quais são os desafios para a sociedade? 69**

Iniciativas que podem minimizar o problema dos resíduos sólidos nos mares 69

Redução da entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes terrestres 71

Redução da entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes marinhas 75

Remoção dos resíduos que já estão no ambiente marinho 77

Capítulo 9. A integração multissetorial é importante? 83Responsabilidades compartilhadas entre os setores da
sociedade para a solução do problema 83

Papel do poder público 83

Papel da iniciativa privada 84

Papel das organizações da sociedade civil 87

Papel da academia 88

Papel das escolas 90

Papel dos cidadãos 91

Integração entre grupos de interesse 92

Considerações Finais. Vamos combater o lixo nos mares? 97

LISTA DE ABREVIACÕES

Português

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

CNMA - Conferência Nacional do Meio Ambiente

CNUDM - Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

GI-GERCO - Grupo Técnico de Integração do Gerenciamento Costeiro

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IDA - Índice de Desempenho Ambiental

INEA - Instituto Estadual do Ambiente (RJ)

IOUSP - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

MMA- Ministério do Meio Ambiente

ODM - Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMI - Organização Marítima Internacional

ONU - Organização das Nações Unidas

OSC - Organização da Sociedade Civil

PAF - Plano de Ação Federal

PE - polietileno

PET - polietileno tereftalato

PLASTIVIDA - Instituto Socioambiental do Plástico

PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente

PNRM - Política Nacional para os Recursos do Mar

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PP-APD - Petrechos de Pesca Abandonados, Perdidos ou Descartados

PS - poliestireno

SEA - Secretaria Estadual do Ambiente (RJ)

UC - Unidade de Conservação

UCS - Universidade de Caxias do Sul

USP - Universidade de São Paulo

ZEEC - Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro

Inglês

FAO – United Nations Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)

GPA - Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities (Programa de Ação Global para a Proteção do Ambiente Marinho de Atividades Terrestres)

GPML - Global Partnership on Marine Litter (Parceria Global sobre Lixo Marinho)

GPWM - Global Partnership on Waste Management (Parceria Global sobre Gestão de Resíduos)

IGR - Intergovernmental Group Review of the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities (Grupo Intergovernamental de Revisão do Programa de Ação Global para a Proteção do Ambiente Marinho de Atividades Terrestres)

IMO - International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional)

MARPOL - International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição por Navios)

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (Administração Nacional do Oceano e Atmosfera dos Estados Unidos da América)

OSPAR - Oslo and Paris Commission (Comissão de Oslo e Paris)

UN - United Nations (Nações Unidas)

UNCED - United Nations Conference on Environment and Development (Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento)

UNCLOS - United Nations Convention on the Law of the Sea (Convenção das Nações Unidas sobre a Lei do Mar)

UNEP - United Nations Environment Programme (Programa Ambiental das Nações Unidas)

PREFÁCIO _

Foi com muita satisfação que escrevemos esse prefácio. Por quê? Porque o mar é o nosso quintal! Temos que cuidar muito bem dele. Desde a primeira volta ao mundo em um veleiro, em 1984, foram três viagens pelas águas do planeta.

A mais recente aconteceu entre 21 de setembro de 2014 e 10 de dezembro de 2016. Nesses mais de 30 anos de aventuras, testemunhamos a degradação exponencial dos nossos mares. A presente obra mostra muito bem o que está acontecendo com o oceano: uma deterioração em níveis assustadores.

O plástico, o microplástico e os aditivos que envolvem esses materiais estão circulando pelos mares. São bilhões de toneladas destruindo a fauna e, principalmente, afetando o plâncton, formado por organismos microscópicos, que produzem mais da metade do oxigênio do planeta por meio da fotossíntese, influenciando o clima e constituindo a base alimentar de peixes e mamíferos marinhos.

Esse equilíbrio, tão necessário para o funcionamento dos ecossistemas marinhos, está sendo colocado em xeque. O livro foca na problemática do lixo marinho, de onde vem e para onde vai e, o mais importante, nas ações que estão sendo executadas mundialmente para solucionar esse problema. Esse tema é um grande desafio, que necessitará de um trabalho “de formiguinha” na educação da população dos diversos países, principalmente nos que mais poluem o nosso oceano.

O livro aborda o papel dos setores público e privado, que são o carro-chefe nesse processo. Há necessidade urgente de desenvolver políticas eficazes junto à população: não só nas regiões litorâneas, mas também naquelas que estão às margens dos rios, que levam os detritos para o mar.

O oceano é o berço de milhões de espécies. A maneira como está sendo poluído afeta o ecossistema e, em consequência, rompe a evolução de muitas espécies, colocando-as em risco de extinção.

O livro mostra a necessidade da reciclagem e da coleta seletiva que, se implantada em diversos países, irá minimizar o efeito catastrófico que exercem na poluição dos nossos mares. A obra dá o rumo para solucionar esse grande desafio através de gestões determinantes e eficazes.

Aos leitores, fica a pergunta: só de garrafas plásticas, são produzidas mais de 26 bilhões a cada ano. Onde armazená-las? Se cada um de nós der a sua contribuição, exigindo do poder público a coleta seletiva e a reciclagem, teremos um mundo melhor no futuro.

Vilfredo Schurmann e Heloísa Schurmann

CARTA AO LEITOR _

Caro leitor,

Essa obra reúne informações que pretendem ajudar a compreender e combater o problema do lixo nos mares, uma preocupação crescente da humanidade. Então, alguém pode pensar: o que eu tenho a ver com isso, se não moro no litoral? Eu não sou responsável e isso não me afeta. E para aqueles que convivem diretamente com essa realidade, fica a pergunta: como resolver um problema tão complexo? As soluções para essas questões passam pelo entendimento das origens, características e impactos que esses resíduos causam, temas que serão tratados aqui.

Mesmo longe do mar, podemos ser responsáveis pela chegada dos resíduos até ele. Lembre-se de que os rios, direta ou indiretamente, desaguam no mar. Um simples papel de bala jogado na rua poderá chegar até o mar em algum momento, de alguma forma. É claro que quando isso acontecer, dependendo da distância percorrida, provavelmente não será mais um papel de bala, mas um fragmento dele, ou seja, um microlixo. Mesmo resíduos jogados diretamente em alto mar também se fragmentam e geram uma quantidade crescente de itens de menores tamanhos. O mar acaba sendo o depósito final da maioria desses resíduos. Muitos deles demoram para se degradar e possuem grande capacidade de dispersão. Assim, a menos que haja ações voltadas para a prevenção da perda de resíduos sólidos, por atividades humanas realizadas tanto na terra quanto no mar, ou ainda a remoção daqueles já presentes no ambiente, os resíduos vão se acumular cada vez mais no oceano.

O mar possui uma beleza sem igual, sendo o habitat de uma grande variedade de formas de vida. Assim, o lixo nos mares causa problemas à biodiversidade, debilitando ou levando animais à morte, por sufocamento, inanição e ferimentos. Aves marinhas, tartarugas, golfinhos e peixes, além de inúmeras espécies de invertebrados, como moluscos, crustáceos e outros seres praticamente invisíveis, são afetados por esses resíduos. É inadmissível pensar que esses organismos possam ser afetados pelos resíduos que a sociedade usa e descarta de forma irresponsável e irregular.

O mar também é utilizado como fonte de renda para uma grande parcela da sociedade, como as muitas famílias que dependem da pesca. Resíduos jogados no mar danificam seus petrechos de pesca e reduzem a quantidade de pescado a ser capturada. Isso afeta tanto os pescadores, que não terão renda para sustentar suas famílias, quanto você, que poderá não ter peixes e frutos do mar para comer. Além disso, a contaminação nos mares pelo lixo e outros poluentes pode afetar esses alimentos e colocar em risco a saúde humana. Dessa forma, mesmo quem vive distante do mar também pode ser afetado.



Um simples papel de bala pode percorrer um longo caminho antes de chegar ao ambiente marinho. Todos nós somos responsáveis pela presença de lixo nos mares, mesmo morando longe do litoral.

Você sabia que muitos municípios litorâneos dependem do turismo? Nessas localidades, muitas famílias sobrevivem trabalhando em hotéis, restaurantes e quiosques à beira-mar. De fato, o turismo e outras atividades econômicas também são afetadas pela presença de resíduos sólidos em praias, manguezais e ilhas, ou mesmo flutuando na superfície do mar, uma vez que tornam esses locais menos atrativos. Ninguém deseja frequentar uma praia, navegar ou mergulhar em um local cheio de lixo.

Assim, o oceano está presente em nossas vidas muito mais do que imaginamos. Lembre-se de que o oceano cobre três quartos da superfície do nosso planeta. Além de possibilitar a realização de atividades de turismo e lazer e a produção de alimento, é do oceano que vem parte dos combustíveis fósseis e minerais que utilizamos em nosso dia a dia. O oceano é responsável por grande parte do transporte de cargas no mundo, por meio dos navios e portos. Também é o oceano que regula o clima do planeta, promovendo a retirada de gases do efeito estufa da atmosfera, como o gás carbônico, transformando-o em oxigênio pela fotossíntese, especialmente do fitoplâncton¹. Portanto, o oceano propicia as condições para que exista vida no planeta, além de ser responsável por uma importante parcela da economia mundial.

Todos temos responsabilidades com relação aos resíduos sólidos que chegam nos mares, direta ou indiretamente. Muitas atividades econômicas, como a pesca e o turismo praiano, são fontes de resíduos para o mar, além de todas aquelas que, de alguma forma, despejam resíduos nos rios e córregos de todo o território nacional. Há várias formas de atuar para reduzir a entrada e a quantidade dos resíduos nos mares. Algumas dependem apenas de mudanças no nosso comportamento, como o consumo consciente, a correta destinação dos nossos resíduos e a promoção da reciclagem dos mesmos, sempre que possível.

Outras ações dependem de exercermos a cidadania, atuando em prol de uma sociedade melhor. Isso pode ser feito cobrando dos governantes uma gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos de nossos municípios. Podemos também atuar em ações educativas, compartilhando boas práticas nas redes sociais, ou mesmo estimulando familiares e amigos para que promovam a separação e reutilização dos resíduos recicláveis, além da correta destinação do resíduo orgânico e do resíduo não reciclável.

Um planeta sem lixo nos mares. Esse é uma meta que depende de todos nós!

1. **Fitoplâncton:** conjunto dos organismos aquáticos microscópicos que vivem na coluna d'água e que têm grande capacidade fotossintética, consumindo gás carbônico e liberando a maior parte do oxigênio disponível na atmosfera.

APRESENTAÇÃO —

A relação entre o ser humano e o mar é muito antiga, mas durante séculos era comum a ideia de que o oceano e os mares fossem fontes inesgotáveis de recursos e possuísem infinita capacidade de receber e processar todo tipo de rejeito neles lançado. Como resultado, hoje o oceano está sob ameaça e praticamente todo o planeta é influenciado por algum tipo de atividade humana². Uma grande porção, mais de 40% do globo, é altamente afetada por múltiplos tipos de impactos derivados das atividades humanas, como a sobrepesca³ e a poluição, além dos efeitos das mudanças climáticas globais. Como consequência dessa degradação, tem-se a perda de benefícios promovidos pelo oceano para a sociedade, impactando a qualidade de vida humana, tanto de quem vive próximo ao mar quanto de quem vive distante dele.

Esse cenário começou a preocupar cientistas, sociedade e tomadores de decisão e desencadeou uma série de ações internacionais, com o objetivo de minimizar esses impactos. De fato, até a década de 1970, não existiam tratados que regulamentassem o despejo de resíduos nos mares. A Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, realizada em Londres, em 1972, foi um marco, pois passou a regular o despejo de resíduos e outras substâncias potencialmente prejudiciais ao meio marinho, reconhecendo claramente que “a capacidade de assimilar resíduos e torná-los inócuos é limitada”. Um ano depois da Convenção de Londres, foi realizada a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios, também chamada de MARPOL, que tinha como objetivo minimizar a poluição nos mares e proteger o ambiente marinho de poluentes gerados por navios.

Apesar desses esforços mundiais, agências internacionais ainda consideram o lixo como uma das maiores ameaças ao oceano⁴. Atualmente, grande parte dos resíduos encontrados no ambiente marinho é composta por itens plásticos, o que está relacionado à sua ampla utilização pela sociedade pós-moderna, sua durabilidade, sua flutuabilidade no oceano, mas principalmente pelo descarte e manejo inadequados dos resíduos sólidos urbanos. Estimativas feitas em 2015 calculam entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas a quantidade de plástico que entra no oceano anualmente⁵. Os custos aproximados dos danos ambientais para os ecossistemas marinhos somam US\$13 bilhões por ano, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA; do inglês, *United*

2. Halpern BS et al. (2008) *A global map of human impact on marine ecosystems*. *Science*, 319, 948-952. (<https://web.stanford.edu/group/MicheliLab/pdf/30-Halpernetal2008Science.pdf>)

3. Trata-se da atividade pesqueira, sobre uma espécie ou em uma região, que não é realizada de forma sustentável, ou seja, o recurso é retirado do seu ambiente em quantidade excessivamente alta, impedindo sua reposição natural.

4. Santos IR et al. (2008) Resíduos Sólidos. Em: Neto, JAB et al. *Poluição Marinha*. Rio De Janeiro: Interciência, 309-334.

Figura I. A onipresença do lixo nos mares: no giro do Pacífico Norte, na Baía da Guanabara, em praias e prejudicando animais. (Fotos: I-A - NOAA Marine Debris Program, I-B - Viviane Rodrigues, I-C - NOAA Marine Debris Program, I-D - Lucas Barbosa, Programa EnTenda o Lixo).



Nations Environment Programme - UNEP)⁶. A enorme quantidade de resíduos e de contaminantes no oceano não causa apenas danos estéticos, mas também afeta a saúde do ambiente, a biodiversidade e o próprio ser humano (Figura I).

Comumente, regiões com alta vulnerabilidade social, onde quase sempre há carência de saneamento básico, são as que mais contribuem na geração de resíduos para o oceano. Uma vez que entram no ambiente marinho, os resíduos não encontram fronteiras, sendo levados por correntes e se acumulando em diversos locais, desde áreas costeiras, como praias, recifes de coral e manguezais, até locais remotos, como ilhas, giros oceânicos e mar profundo. Portanto, o acúmulo de resíduos sólidos nos mares é um problema global, real, crítico e de responsabilidade compartilhada entre as nações e os vários setores da sociedade. Seu entendimento e sua solução demandam uma visão ampla, madura, conectada e sistêmica, assim como uma gestão integrada, por meio da ação

5. Jambeck JR et al. (2015) *Plastic waste inputs from land into the ocean*. *Science*, 347, 768-771. (https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/Calendar_2011_03_AMERICANA/Science-2015-Jambeck-768-71_2_.pdf)

6. UNEP (2014) *Valuing Plastics: The Business Case for Measuring, Managing and Disclosing Plastic Use in the Consumer Goods Industry*, 116 p. (<http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9238>)

articulada de diferentes atores sociais. Sendo assim, é necessário que ações sejam realizadas nos níveis global, regional, nacional e local, envolvendo amplamente os cidadãos, o poder público, as organizações da sociedade civil, as universidades e a iniciativa privada.

O acúmulo de resíduos sólidos nos mares é um problema global, real, crítico e de responsabilidade compartilhada entre as nações e os vários setores da sociedade.

Em 2011, representantes de diversos países e instituições assinaram o Compromisso de Honolulu⁷, que marcou uma nova abordagem colaborativa para reduzir a ocorrência de resíduos sólidos no mar, bem como os danos que estes provocam no habitat marinho, na biodiversidade e na economia local e global. O Compromisso de Honolulu visa melhorar o conhecimento local e regional quanto à escala e

ao impacto desse poluente e estimular o compartilhamento de soluções técnicas, legais e de mercado. Associado a esse compromisso, definiu-se uma estratégia internacional para abordar a questão, denominada Estratégia de Honolulu⁸.

Decorrente dessa iniciativa, a indústria plástica mundial, inclusive a brasileira, assinou a Declaração Global das Associações do Plástico sobre Soluções para o Lixo Marinho⁹, comprometendo-se a investir esforços para buscar soluções que competem à indústria, a fim de evitar a chegada de resíduos ao mar, assim como promover o reuso e a reciclagem do material plástico produzido, promover a divulgação e a educação para a busca de medidas ecoeficientes e colaborar com as políticas públicas implementadas.

Especificamente no Brasil, dois marcos legais recentes têm efeito direto sobre a questão dos resíduos sólidos nos mares. O primeiro é a promulgação da Lei Federal nº 11.445/2007 (regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217/2010), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, englobando os setores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem pluvial. O segundo é a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.404/2010). Ambos trazem princípios, diretrizes, instrumentos e responsabilidades importantes referentes a tais setores, cuja estruturação, especialmente relacionada ao esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos, é essencial para reduzir as fontes de poluição nos mares. Na perspectiva de uma visão integrada do problema, destaca-se ainda o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC; Lei Federal nº 7.661/1988, regulamentado pelo Decreto Federal nº 5.300/2004), que dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira.

No entanto, é importante destacar que o lixo nos mares é apenas um dos aspectos

7. UNEP, NOAA (2011) *The Honolulu Commitment*.

(<https://5imdc.files.wordpress.com/2011/03/honolulucommitment.pdf>)

8. UNEP, NOAA (2011) *The Honolulu Strategy. A global framework for prevention and management of marine debris*. 50 p. (<http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10670/Honolulu%20strategy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)

9. *Declaration of the Global Plastics Associations for Solutions on Marine Litter*.

(http://www.porummarlimpo.org.br/assets/docs/declaration_global_marine_litter.pdf)

que afeta a qualidade do oceano. Uma gama de poluentes não visíveis, porém com consequências danosas ao meio ambiente e à saúde humana, também está presente. É o caso da matéria orgânica, gerada pelo lançamento irregular de esgoto das cidades, e dos fertilizantes agrícolas que são levados pelos rios. No mar, levam à formação de zonas mortas (sem vida), à proliferação de algas produtoras de toxinas, as chamadas marés vermelhas, ou à disseminação de microrganismos patogênicos; resíduos de medicamentos liberados na urina para o esgoto, como antibióticos, antidepressivos e anticoncepcionais; poluentes orgânicos, como o petróleo cru, hidrocarbonetos resultantes da queima de combustíveis; pesticidas e detergentes; compostos tóxicos presentes em tintas anti-incrustantes, utilizadas nos cascos de embarcações para evitar o crescimento de organismos; e também metais pesados, oriundos predominantemente de atividades industriais. Além desses, outras ações humanas, como a supressão da área de manguezais e as frequentes dragagens para o aprofundamento do canal de navegação de portos, podem causar erosão e aumentar a turbidez da coluna d'água, limitando a disponibilidade de luz e diminuindo a produtividade primária. Todos esses fatores tornam visíveis as ameaças a que o oceano está exposto, as quais possuem efeitos cumulativos, agravando os impactos gerados pela presença de lixo no mar.

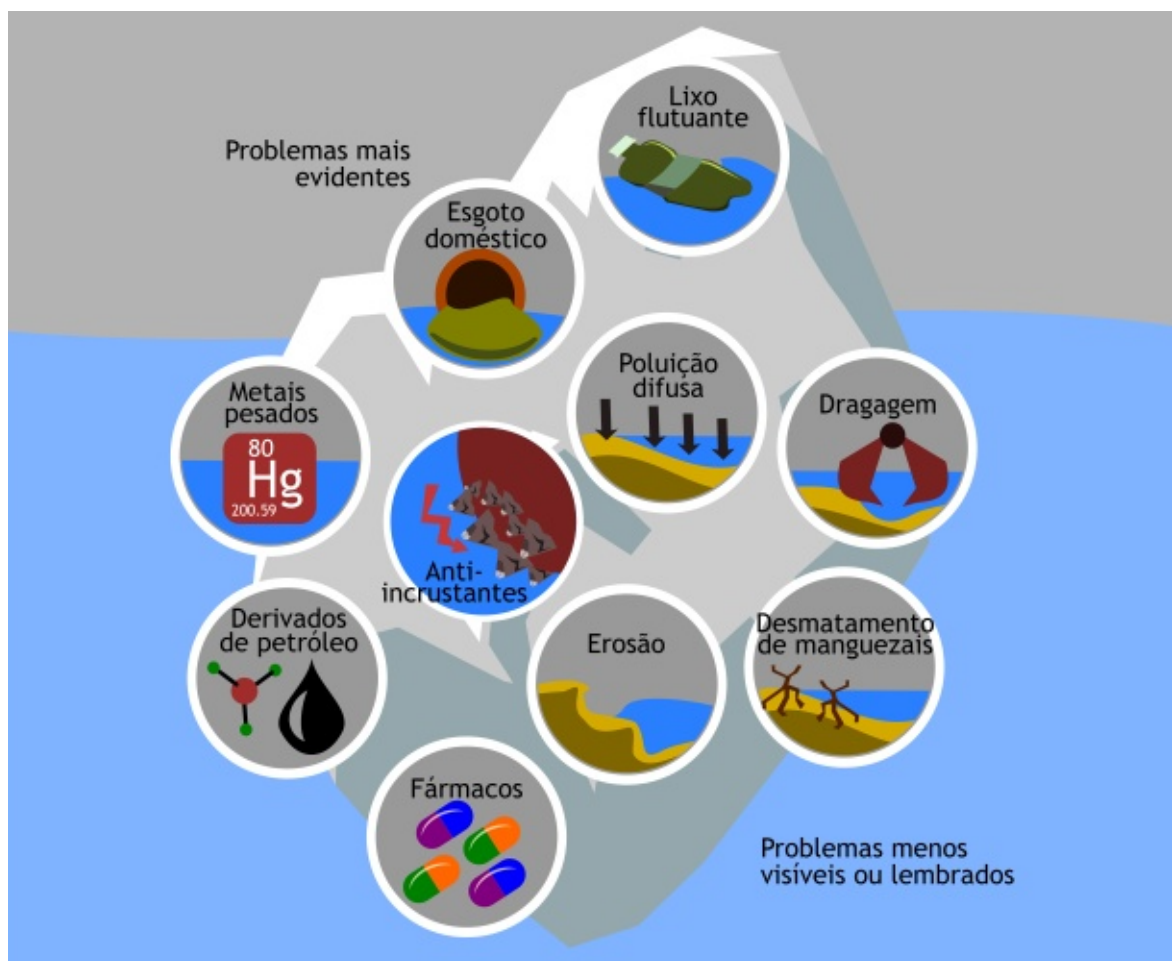
A imagem de um *iceberg* (Figura II) pode ser utilizada para indicar que há problemas mais evidentes que outros no ambiente marinho, configurando que a poluição por plásticos é, sem dúvida, a mais visível, mas não necessariamente a única, se considerarmos tudo que polui o oceano. Os resíduos sólidos e o esgoto estão entre os mais perceptíveis, tanto visualmente quanto pelo mau cheiro, e motivam ações variadas na sociedade. Outros, menos perceptíveis, porém não menos danosos, não têm sido amplamente discutidos e seus impactos são desconhecidos pela grande maioria das pessoas.

Cada um desses problemas apresenta causas e consequências próprias, de forma que a busca pela garantia ou melhoria na qualidade do oceano se coloca como uma tarefa ampla e complexa, remetendo a estratégias específicas para cada problema. Para a questão dos resíduos sólidos nos mares não é diferente, pois suas origens, destinos e impactos indicam estratégias variadas e complementares para sua solução. Entretanto, apesar desse não ser o único problema do oceano, a percepção que a sociedade tem dos resíduos sólidos, bem como o apelo que estes têm para a sociedade, abre uma janela de oportunidades para se discutir a qualidade do ambiente marinho como um todo. A presença desses resíduos nos mares pode ser entendida como um indicador ou um sintoma da forma insustentável como a sociedade tem vivido, podendo ser considerado estratégico para motivá-la e mobilizá-la em prol de ações para a conservação do oceano, de forma mais ampla.

Os resíduos sólidos correspondem a um dos problemas mais visíveis, porém não é o único a causar danos ao oceano.

A motivação para a produção deste livro é resultado do conhecimento científico produzido, principalmente após iniciativas que surgiram desde a década de 1960 sobre resíduos sólidos nos mares e que culminaram na assinatura do Compromisso de Honolulu e da Declaração Global das Associações do Plástico, por instituições de ensino e pesquisa,

Figura II. Impactos mais ou menos perceptíveis no oceano, destacando a importância dada aos resíduos sólidos pela sociedade, visto sua maior evidência¹⁰.



organismos nacionais e internacionais e organizações da sociedade civil. Mais especificamente, a elaboração desse material foi estimulada pela amplificação da discussão dessa temática em nível nacional e internacional, pela sanção da Política Nacional de Resíduos Sólidos e do Plano de Combate ao Lixo no Mar e pelas ações do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e da Assembleia Ambiental das Nações Unidas. Nesse contexto, surge a necessidade de ampliar e aprofundar essa discussão.

Entende-se que o problema da geração e acúmulo de resíduos começa muito antes da sua chegada ao mar, tendo íntima relação com o comportamento humano e com a capacidade de gerenciamento dos resíduos sólidos, temas que precisam ser internalizados na sociedade. Assim, a presente obra visa apresentar um panorama atual sobre o lixo nos mares, utilizando uma linguagem apropriada para a sociedade em geral, que busca incluir estudantes, professores e tomadores de decisão. Referências a documentos e estudos atuais são feitas ao longo de todo o livro, de forma a permitir um aprofundamento do conteúdo.

Considerando a complexidade do tema, esta obra apresenta um conteúdo diversifi-

10. Adaptado de: Biazon T (2016) Oceanos: contrastante império de riqueza e poluição. Revista ComCiência, 176. (<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=121&id=1472&tipo=0>)

| Figura III. Temas que serão abordados sobre lixo nos mares nesse livro.



cado (Figura III), organizado em quatro partes. A Parte I aborda as principais características dos resíduos respondendo às perguntas: “O que é lixo marinho?” “De onde vem?” “Para onde vai?”. A Parte II trata dos impactos dos resíduos no ambiente marinho, esclarecendo: “Quais problemas causam no mar?” “Lixo ou comida?”. A parte III aborda as iniciativas nacionais e internacionais para solucionar o problema, elucidando questões como: “Quais ações internacionais buscam solucionar o problema?” “Quais as ações no Brasil?”. Por fim, a Parte IV investiga sobre o que pode ser feito em relação aos resíduos sólidos no mar, trazendo respostas para perguntas como: “Quais são os desafios para a sociedade?” “A integração multissetorial é importante?” Além disso, faz uma provocação: “Vamos combater o lixo nos mares?”. Com esse embasamento e as discussões que se seguirão, pretende-se criar um cenário crítico, proativo e colaborativo para estimular o engajamento dos variados segmentos da sociedade na realização de ações para equacionar essa questão.

PARTE I

CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS

Capítulo 1

O que é lixo marinho?

Capítulo 2

De onde vem?

Capítulo 3

Para onde vai?

Capítulo 1

O que é lixo marinho?

Definições e principais características dos resíduos sólidos encontrados nos mares

Para abordar a questão do lixo marinho, é importante ter clareza do que é “lixo”, isso com que lidamos diariamente e geramos a cada produto que compramos e utilizamos. A palavra lixo vem do latim “*lix*” e significa cinza. No dicionário¹¹, encontra-se a seguinte definição: “resíduos provenientes de atividades domésticas, industriais, comerciais etc., que não prestam e são jogados fora; bagaço”. Para uma definição mais técnica, podemos citar a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS¹² (Lei Federal nº 12.305/2010), que define “resíduos sólidos” como “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Optou-se, nessa publicação, por utilizar, predominantemente, a terminologia “resíduos sólidos” ao invés de “lixo”, por ser assim utilizada na legislação brasileira e, portanto, disseminada nos órgãos ambientais controladores.

Mas se lixo é lixo em todos os lugares, não importa se está na rua, na lixeira, no aterro sanitário, no seu bolso ou a 4.000 metros de profundidade no mar qual a necessidade de se criar e utilizar o termo “lixo marinho” ou, como convencionado no Brasil, “lixo nos mares”?

A definição de lixo marinho surgiu nos Estados Unidos, no final da década de 1970, quando os termos “*marine litter*” ou “*marine debris*” começaram a ser utilizados para denominar os materiais que estavam sendo encontrados em grande quantidade nos ecossistemas marinhos. O termo “lixo marinho” é, portanto, uma

tradução do inglês e deve ser entendido como “qualquer tipo de resíduo sólido produzido pelo ser humano, gerado em terra ou no mar, que, intencionalmente ou não, tenha sido introduzido no ambiente marinho, incluindo o transporte desses materiais por meio de rios, drenagens, sistemas de esgoto ou vento, excluindo-se os materiais orgânicos (como restos de alimento e vegetais)”¹³. Pelo fato de causar certa polêmica na língua portuguesa, uma vez que o termo “lixo marinho” leva à imediata associação de origem marinha dos resíduos, sendo utilizado para nomear certos organismos (ex., cavalo-marinho, alga marinha, plâncton marinho etc.), é preferível que seja utilizado o termo “lixo nos mares”.

O entendimento de que os resíduos sólidos não são produzidos pelo ambiente marinho, mas sim que o invadem, em função da forma irresponsável com que a sociedade lida com seus resíduos, levou à interpretação antropológica de que lixo nos mares é uma “coisa fora do lugar”¹⁴, como pode ser percebido quando observamos a quantidade e a variedade de resíduos em praias nos locais mais remotos do Brasil e em diferentes locais ao redor do mundo (Figura 1.1).

Lixo nos mares é todo resíduo sólido processado, utilizado e descartado pelo ser humano, que entra no ambiente marinho.



Figura 1.1. Lixo marinho em praia de ilha oceânica do Havá. (Susan White/USFWS).

Tipos de materiais e os riscos associados aos resíduos sólidos

Quando pensamos em riscos dos resíduos sólidos nos mares, temos que diferenciar a sua composição, a fim de avaliar seus impactos. Dentre os materiais encontrados no mar tem-se papel, tecido, madeira, metal, plástico, vidro, borracha e misturas, que são originados a partir de diversas atividades humanas.

Os riscos podem ser definidos como a vulnerabilidade dos organismos marinhos aos danos ou efeitos negativos decorrentes da interação entre esses organismos e os resíduos sólidos (como p. ex., ingestão ou emaranhamento). Os riscos também levam em conta a exposição do ambiente aos resíduos. Em outras palavras, consideram o tempo para decomposição, cuja estimativa varia enormemente entre os diferentes tipos de materiais. Assim, além da abundância ou quantidade de itens, o entendimento do seu tempo de degradação e dos seus potenciais impactos é fundamental na análise do risco ambiental (Figura 1.2).

Os resíduos orgânicos, como restos de alimento, assim como o papel, têm baixo potencial impactante, pois em geral podem ser degradados em alguns dias ou semanas, por organismos decompositores. Tecidos, produzidos a partir de fibras naturais, degradam mais lentamente que o papel, mas os impactos também são pouco duradouros e pouco expressivos. No entanto, o despejo desses tipos de material no mar pode causar problemas. Restos de alimento ou outros materiais orgânicos, quando em grandes quantidades, podem causar a proliferação de algas e bactérias, o que é danoso para a vida marinha. Além disso, o acúmulo de restos de alimento em ambientes marinhos e costeiros pode gerar mau cheiro, atrair a fauna sinantrópica¹⁷ e auxiliar na transmissão de doenças.

Borracha, madeira e vidro, por sua vez, têm estimativas de tempo de degradação maior, podendo ser indeterminado para a borracha e o vidro. Esses materiais podem flutuar, dispersando-se por grandes distâncias e carregando organismos em suas superfícies, introduzindo espécies em locais onde elas não ocorrem naturalmente. A madeira pintada e a borracha ainda podem conter substâncias tóxicas que são introduzidas no ambiente marinho.

Os itens plásticos, incluindo tecidos sintéticos e misturas com outros materiais, trazem características adicionais. Sua durabilidade faz com que permaneçam no ambiente por longos períodos de tempo. Mesmo ao se fragmentarem, geram partículas cada vez menores (microplásticos), que podem ser ingeridas por uma maior variedade de organismos. Muitos tipos de plástico flutuam e são dispersos pelas correntes no ambiente marinho, fazendo com que se tornem presentes e persistentes em praticamente todos os ambientes marinhos.

Os itens plásticos correspondem a apenas 10% em peso dos resíduos sólidos descartados para o ambiente, porém perfazem mais de 80% em número de itens dos resíduos acumulados em áreas costeiras, na superfície do mar e fundos oceânicos¹⁸. No Brasil, em um estudo realizado entre 2013 e 2014 pelo Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo em praias brasileiras em localidades remotas, identificou-se que o plástico foi dominante na composição dos resíduos, compondo 92% dos itens em São Paulo, 97% na Bahia e 94% em Alagoas.

Deve-se destacar, em contraposição ao cenário acima, que outros resíduos com composições mais densas que a água do mar tendem a afundar nas proximidades das áreas nas quais são gerados. A dispersão destes resíduos é, portanto, reduzida e sua quantificação e identificação só são possíveis utilizando mergulho ou equipamentos de coleta oceanográfica. Nesse sentido, ainda que os itens plásticos tenham suas peculiaridades e um maior risco associado, com impactos potenciais específicos, como será detalhado adiante, o foco direcionado exclusivamente a esses itens não permite entender e equacionar a questão de forma abrangente e integrada. Entretanto, é importante compreender as especificidades desse material, dado seu potencial risco ao ambiente marinho e às atividades humanas.

Os itens plásticos predominam nos ambientes marinhos em função de sua durabilidade e flutuabilidade, além do grande uso pela sociedade, associado ao descarte inadequado.

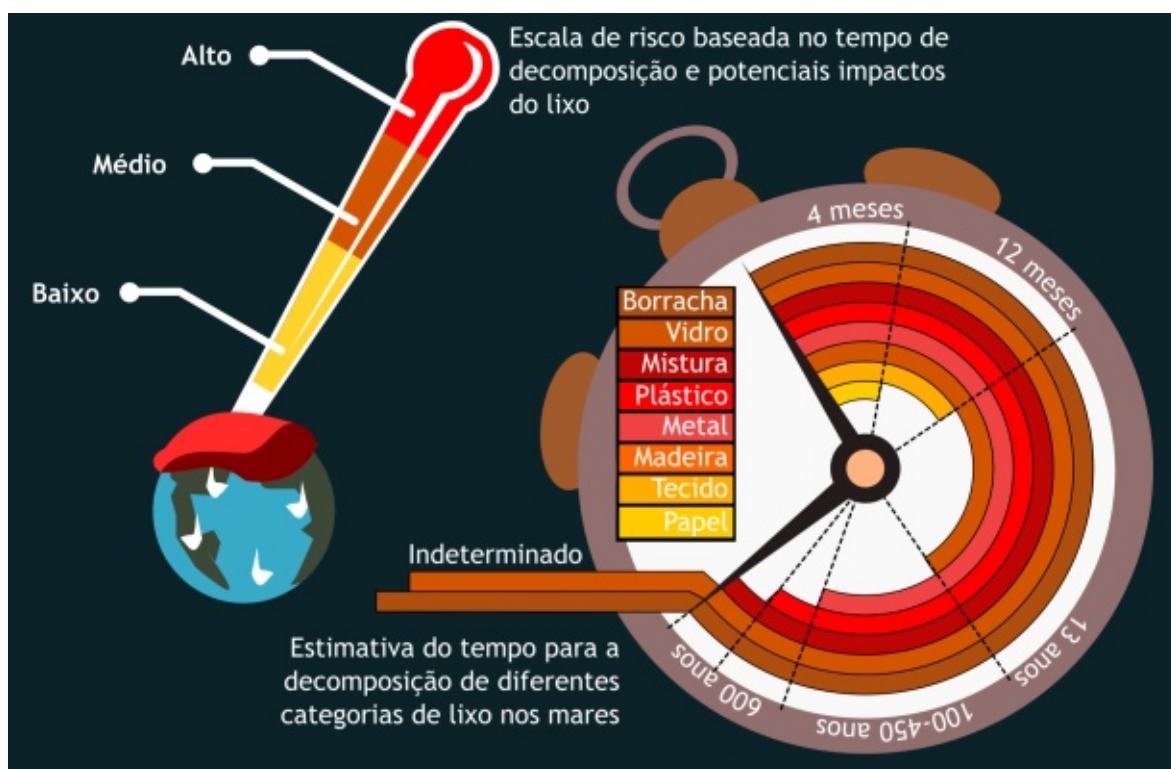


Figura 1.2. Tempo de decomposição¹⁵ e escala de riscos¹⁶ causados pelos principais itens que compõem o lixo nos mares.

Tipos plásticos e sua persistência no ambiente

O plástico, principal item dentre os resíduos sólidos encontrados no lixo no mar, pode ser produzido a partir de diferentes matérias primas e com propriedades variadas sob o ponto de vista ambiental, em especial em relação à sua capacidade de biodegradação¹⁹.

O petróleo, principal matéria-prima para a fabricação do plástico, é formado por diversos compostos. A fração denominada nafta, após passar por uma série de processos, dá origem aos principais monômeros²⁰, como por exemplo o eteno. A cana-de-açúcar, considerada um recurso renovável, também é utilizada para a obtenção do monômero eteno; porém, por meio da desidratação do etanol. Já o poliácido láctico (PLA) é produzido a partir do ácido láctico, gerado por bactérias pelo processo de fermentação de vegetais ricos em amido, como a batata, a mandioca e o milho, que também são matérias-primas renováveis. Assim, com base em diferentes matérias primas e por meio de diferentes processos, diversos polímeros são produzidos, mas todos sem características de biodegradabilidade.

Os plásticos bioderivados²¹ utilizam a biomassa de resíduos orgânicos ou matéria orgânica produzida especificamente para esse fim. No entanto, são mais caros de produzir do que os polímeros à base de combustíveis fósseis. Além disso, embora sejam de origem renovável, os potenciais impactos dos plásticos bioderivados no ambiente marinho são os mesmos dos plásticos derivados do petróleo. Assim, a grande vantagem desses materiais está associada ao não uso de fontes fósseis de carbono, o que contribui para uma redução na emissão de gases do efeito estufa para a atmosfera, combatendo as mudanças climáticas globais.

Plásticos biodegradáveis são produzidos para serem mais susceptíveis à degradação, dependendo das condições às quais são submetidos. Essas condições variam desde aquelas existentes dentro do corpo humano, para materiais utilizados em cirurgias, até aquelas registradas em uma composteira industrial, com temperaturas elevadas (~60°) e umidade controlada. Portanto, não necessariamente um produto caracterizado como biodegradável se degrada nas condições existentes no ambiente marinho, as quais variam enormemente de local para local. A grande maioria

Nem todo material biodegradável se degrada no meio ambiente, necessitando, para isso, de condições muito específicas de temperatura e umidade. Os materiais efetivamente biodegradáveis não devem ser lançados no ambiente pois, enquanto estiverem lá, causarão impactos.

dos plásticos biodegradáveis disponíveis no mercado é, na verdade, compostável, podendo se decompor mais rapidamente em condições como aquelas encontradas nos aterros sanitários. Essas condições, no entanto, não são as que encontramos no mar. Nas últimas décadas, uma série de inovações tecnológicas permitiu o desenvolvimento de plásticos de origem natural, como o amido termoplástico, que se degrada em ambiente natural e também é compostável. Esse foi um avanço extraordinário, mas não é pelo fato de um determinado item ser feito desse tipo de material biodegradável que seu lançamento no ambiente deve ser permitido. Esse tipo de solução equivale a um seguro, a uma forma de garantir que se o item for perdido para o ambiente, sua permanência lá será mais curta. Mas enquanto ele estiver lá, estará causando impactos. Assim, reforça-se a lógica de que qualquer tipo de resíduo não deva parar no ambiente e que, após seu uso, deva ser reaproveitado ou reciclado para que a matéria, a energia e o capital utilizados na sua produção não sejam perdidos.

Alguns polímeros não-biodegradáveis, como o polietileno, podem receber aditivos²², resultando em uma fragmentação mais rápida do plástico, conhecida como oxidação. No entanto, essa fragmentação pode acelerar a formação de microplásticos e eventualmente disponibilizar mais facilmente seus aditivos ao meio ambiente aquático. Portanto, esses compostos não são efetivamente biodegradáveis e acabam gerando microplásticos de forma mais rápida no ambiente.

O tamanho do resíduo importa?

Nos ecossistemas marinhos encontramos itens de grandes dimensões provenientes de naufrágios ou de eventos catastróficos, como tsunamis, terremotos e enchentes, mas também partículas minúsculas, imperceptíveis ao olho humano.

De fato, quanto menor o tamanho do resíduo, menor o impacto visual e estético à paisagem. De forma semelhante, devido ao seu tamanho diminuto, causa menos problemas à navegação e não tende a emaranhar animais marinhos. No entanto, quanto menores as partículas, mais disponíveis ficam para a ingestão por animais cada vez menores, como aqueles que vivem no plâncton ou entre os grãos de areia do sedimento marinho. No caso dos animais maiores, como alguns peixes e baleias que filtram a água do mar, torna-se mais difícil a separação destes diminutos resíduos de seu alimento natural, levando à sua ingestão acidental. Outra dificuldade causada pelo pequeno tamanho desses resíduos é sua remoção do ambiente, que se torna impraticável. Além disso, quanto menores, maior é sua mistura com outros materiais, como sedimentos, dificultando inclusive o seu estudo.

O tamanho do resíduo importa: quanto menores os fragmentos, mais organismos podem ingeri-los.

Em função da importância do tamanho, os resíduos sólidos são classificados em uma escala de variados tamanhos. Especialmente para os itens plásticos, criaram-se os termos microplástico, para denominar os resíduos com tamanhos inferiores a 5 milímetros; mesoplástico, para resíduos com tamanhos entre 5 e 25 milímetros; macroplástico, para os itens com tamanhos maiores que 2,5 centímetros; e megaplástico, para os itens maiores que 1,0 metro (Figura 1.3).

Os microplásticos são ainda classificados em primários ou secundários. Os microplásticos primários (ou pré-consumo) correspondem à matéria-prima utilizada pela indústria transformadora do plástico. Nessa categoria encontram-se os grânulos plásticos (também chamados de *pellets*) que equivalem à forma como são comercializadas as resinas utilizadas para a produção de utensílios e embalagens de plástico. Correspondem a partículas entre 2 e 5 milímetros de diâmetro, que são transportadas em sacos ou a granel (soltos) em caminhões especiais, momentos nos quais podem acontecer pequenas ou, em casos acidentais, grandes perdas.

Os microplásticos denominados secundários (ou pós-consumo), por sua vez, são derivados de itens que foram produzidos para uma dada finalidade (embalagens de alimentos, canudos, garrafas) e que, por terem sido

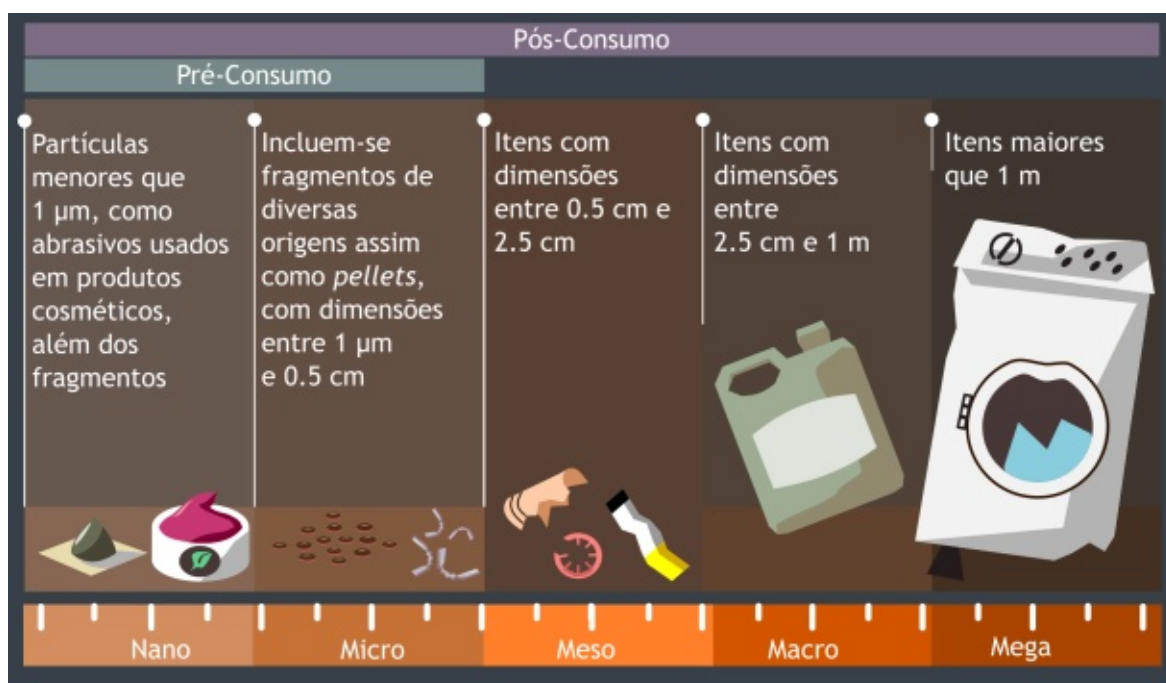


Figura 1.3. Escala de classificação dos resíduos sólidos de acordo com o tamanho.²³

descartados de forma inadequada, quando chegam ao ambiente marinho são fragmentados pela ação das ondas, sol ou microrganismos, gerando os microplásticos, compostos por fragmentos de formatos variados. Os microplásticos secundários podem também ser gerados pelos tecidos sintéticos que, ao serem lavados, liberam fibras que chegam aos rios e mares. Também se enquadram nessa categoria as esferas esfoliantes de plástico, com dimensões de cerca de 10 micrômetros, utilizadas em produtos de higiene e cosméticos como abrasivos e descartadas diretamente nas redes de esgoto após o uso. Nesse último caso, o uso plástico foi idealizado de forma a ser descartado logo após a sua utilização, remetendo a uma lógica pouco sustentável.

A importância dessa distinção entre microplásticos primários e secundários está associada às formas de entrada desses materiais no

ambiente marinho e de combate ao problema. Os microplásticos secundários são resultado de uma cadeia muito complexa e difusa, que envolve produtores, comerciantes, consumidores e a própria gestão dos resíduos sólidos nos municípios e seu combate deve envolver tanto a prevenção da chegada como a retirada dos resíduos do mar, antes que se fragmentem. Já os microplásticos primários envolvem ações ligadas mais diretamente à cadeia produtiva da indústria plástica, além das atividades portuárias e comerciais, podendo-se equacionar a perda para o ambiente com medidas simples de gestão e conscientização. As estratégias de combate ao lixo no mar serão discutidas em detalhe adiante. 🔄

Microplásticos são praticamente impossíveis de serem retirados do oceano e sua geração deve ser fortemente combatida.

Notas

11. Michaelis. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. (<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/lixo/>)
12. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)
13. UNEP/IOC (2009) *Guidelines on survey and monitoring of marine litter. Regional Seas Reports and Studies* nº 186 and *IOC Technical Series* nº 83 (<http://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/13604>); MMA (2013) IV Conferência Nacional do Meio Ambiente. Texto Orientador. 2ª edição. (http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80054/Livreto_CNMA_texto-orientador-FINAL.pdf)
14. Dalama MA (2016) Os caiçaras da Ilha do Cardoso e a “coisa fora do lugar”. Dissertação de mestrado, PROCAM/USP. (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106132/tde-14072016-173800/pt-br.php>)
15. Grippi S (2001) Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras. Interciência.
16. São Paulo (Estado) - SMA/CEA (2011) Guia Pedagógico do Lixo. 6ª edição. (<http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/12-guia-pedagogico-do-lixo.pdf>) - se baseia no tempo de degradação e nos efeitos que os materiais podem causar: baixo - até 2 impactos relacionados ao material e tempo de degradação baixo; médio - mais de 2 impactos relacionados e tempo de degradação médio; alto - mais de 3 impactos relacionados ao material e tempo de degradação alto.
17. Espécies que colonizam habitações humanas e seus arredores, retirando vantagens em matéria de abrigo, acesso aos alimentos e à água e, em muitos casos, transmitindo doenças (Ex: ratos, baratas e moscas).
18. Barnes DKA et al. (2009) *Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments*. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 364, 1985-1998. (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2008.0205>)
19. UNEP (2015). *Biodegradable plastics and marine litter - misconceptions, concerns and impacts on marine environments*. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP), 33 pp. (http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7468/-Biodegradable_Plastics_and_Marine_Litter_Misconceptions%2c_concerns_and_impacts_on_marine_environments-2015BiodegradablePlasticsAndMarineLitter.pdf.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
20. Pequena molécula que pode ligar-se a outros monômeros, formando moléculas maiores denominadas polímeros.
21. Plásticos obtidos a partir de matérias-primas vegetais.
22. Substâncias químicas que atribuem características aos plásticos, como plastificantes, lubrificantes, agentes antiestéticos, retardantes de chama, agentes de expansão e espumantes, nucleantes, modificadores de impacto e pigmentos e corantes.
23. GESAMP (2015) *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment*. 96 p. (http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics_full_study.pdf)

Capítulo 2

De onde vem?

As diferentes origens dos resíduos que chegam aos mares

A origem dos resíduos sólidos nos mares é uma questão discutida desde os primeiros registros desse tipo de poluição. Praticamente toda atividade humana, em terra ou no mar, gera algum tipo de resíduo e, de alguma forma, parte deles acaba chegando ao oceano.

Em grandes centros urbanos, a má gestão dos resíduos, que inclui a falta de coleta em certas áreas e de locais adequados para sua disposição final, é um fator que aumenta os riscos de sua entrada nos cursos d'água, podendo atingir o oceano. Esse cenário é agravado pela precariedade de políticas de ordenamento territorial na região costeira, com ocupações humanas em áreas de risco e sem acesso a serviços públicos de saneamento e coleta de resíduos.

Em cidades litorâneas, outro fator de introdução de resíduos sólidos no ambiente marinho é a atividade turística, seja pela falta de locais destinados ao correto acondicionamento dos resíduos ou mesmo pelo comportamento dos usuários, que os deixam nas praias, sem se preocupar com as consequências negativas para o ambiente. Além disso, atividades náuticas, tanto recreativas quanto econômicas (pesca ar-

tesanal e industrial e navios de turismo), assim como atividades portuárias, transporte de cargas e plataformas de petróleo, também podem ser fontes de introdução direta de resíduos no oceano (Figura 2.1).

A identificação da fonte dos resíduos para o mar favorece a discussão e o reconhecimento de medidas que possam ajudar a minimizar ou eliminar sua entrada nesse ambiente. Tais fontes de introdução podem ser divididas entre aquelas provenientes de atividades humanas realizadas em terra ou aquelas realizadas no mar.

Todas as atividades humanas, em terra ou no mar, são fontes potenciais de resíduos para o oceano, caso não tenham uma destinação adequada.

Fontes terrestres

As atividades em terra são indicadas como as principais responsáveis pela introdução de resíduos sólidos no oceano. Estima-se que 80% dos resíduos encontrados no ambiente marinho sejam oriundos de fontes terrestres²⁵. No entanto, devido à dificuldade de se identificar a origem da maioria dos itens encontrados nos

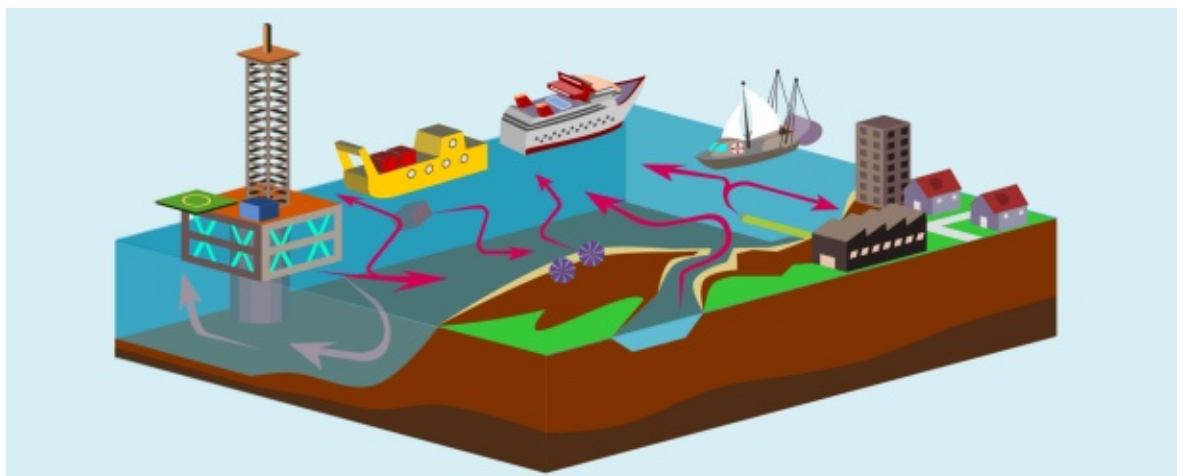


Figura 2.1. Diferentes fontes de resíduos sólidos para o ambiente marinho, destacando-se as fontes terrestres e marinhas²⁴.

mares, essa estimativa ainda é considerada especulativa, exigindo maiores estudos para se obter valores mais precisos. Em todo caso, essas fontes estão relacionadas a toda gama de ações cotidianas desenvolvidas em terra, o que abrange os resíduos gerados nas residências, no comércio, nas construções, nos hospitais e nas indústrias.

Em cidades muito frequentadas por turistas, a introdução de resíduos pode ser intensificada por essa atividade, principalmente em praias (Figura 2.2), onde o número elevado de frequentadores acaba sobrecarregando os sistemas de coleta, causando o acúmulo de resíduos. A introdução desses resíduos também pode ocorrer de forma difusa e de difícil identificação e controle, como os itens descartados ou perdidos na rua e que acabam chegando ao mar pelos sistemas de drenagem urbana.

As atividades industriais também são potenciais geradoras de resíduos. Durante a produção, o transporte e a comercialização da matéria prima plástica (*pellets* plásticos ou resinas termoplásticas) podem ocorrer perdas que acabam chegando ao oceano. É comum, também, ocorrerem perdas desse material durante as atividades de carga e descarga nos portos e retroportos²⁶. Tais perdas são mais comuns para os materiais transportados em sacarias (avarias devido ao manuseio inadequado) ou a granel em contêineres (durante o carregamento com funil), como observado em portos brasileiros²⁷. Considerando que volumes significativos de resinas termoplásticas são movimentados pelos portos nacionais (1.149 milhões de toneladas importadas e 1.064 milhões de toneladas exportadas em 2013), a perda desse material pode ser grande, fazendo com que pellets plásticos sejam regularmente encontrados nas praias brasileiras²⁸.

Itens relacionados a produtos de higiene pessoal e uso sanitário, como hastes flexíveis, absorventes íntimos, papel higiênico e fraldas descartáveis, entre outros itens, são frequentemente encontrados no ambiente marinho e estão relacionados ao descarte inadequado desses materiais na rede coletora de esgoto ou diretamente no ambiente, no caso de áreas de ocupação irregular. O descarte nos vasos sanitários, além de potencialmente atingir o ambiente marinho, causa uma série de problemas nos sistemas de tratamento de esgoto, tais como entupimentos em estações elevatórias que bombeiam o esgoto, levando ao extravasamento de poluentes para o ambiente.



Figura 2.2. Resíduos deixados no local por frequentadores das praias. (Foto: Emilian Robert Vicol.)

As microesferas utilizadas como esfoliantes em alguns sabonetes e pastas de dente, ainda que imperceptíveis ao olho humano, também chegam ao mar pelo sistema de esgoto. No entanto, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC)²⁹, são poucos os produtos no Brasil que possuem essas microesferas plásticas. De forma semelhante, as fibras desprendidas de tecidos sintéticos, por ocasião da lavagem de roupa, também seguem esse caminho (Box 2.1). Mesmo considerando as estações que fazem um tratamento de esgoto mais aprimorado e, portanto, conseguem eliminar parte desses resíduos microscópicos, sua entrada no oceano continua sendo crônica.

Essas fontes tornam-se mais preocupantes quando o esgoto é destinado por emissários submarinos³¹, nos quais o tratamento é feito de forma primária³², com gradeamento que retira itens de maiores dimensões (> 2 cm), mas não retém itens menores, que podem atingir o ambiente marinho. No caso de ocupações irregulares, onde os sistemas de coleta e destinação final de resíduos, bem como de coleta e tratamento de esgoto, não estão disponíveis, a situação é agravada.

Uma outra fonte de microplásticos é proveniente da degradação da borracha dos pneus de veículos usados nas cidades e nas estradas. O desgaste dos pneus libera pequenas partículas que se acumulam nos pavimentos; com as chuvas, seguem para a rede de águas pluviais e, em seguida, para os rios e o mar. Esse é um tema ainda muito pouco estudado e conhecido.

Box 2.1. Lavagem doméstica de roupas sintéticas como fonte de microplásticos para o mar.

Cada vez mais, as fibras naturais, que antes eram usadas para a fabricação de roupas, como o algodão e a lã, vêm sendo substituídas por fibras sintéticas, como poliéster, poliamida e acrílico. Essas fibras microscópicas estão presentes em águas continentais e marinhas no mundo todo e são encontradas com maior frequência em áreas mais densamente povoadas. As fibras são geradas durante o processo doméstico de lavagem de roupas (Figura 2.3) e entram no ambiente marinho principalmente por meio do esgoto. Uma estimativa indica que cerca de 21,5 mil toneladas de fibras sintéticas são liberadas anualmente nos esgotos domésticos no mundo todo, enquanto no Brasil são liberadas 860 toneladas/ano³⁰. Soluções para essa questão podem ser a melhoria no design dos tecidos, uso da pré-lavagem industrial, uso de filtros em máquinas de lavar domésticas e novas tecnologias aplicadas em estações de tratamento de esgoto.



Figura 2.3. A lavagem de roupas é uma fonte de microplásticos para o oceano. (Foto: Celeste Lindell.)

Catástrofes ambientais, como enchentes, deslizamento de encostas, tempestades marinhas (furacões e tufões), terremotos e tsunamis, também podem contribuir fortemente para a introdução de resíduos sólidos no ambiente marinho. O terremoto e o tsunami que atingiram o Japão em 2011, por exemplo, lançaram ao mar milhões de toneladas de resíduos, que foram transportados a longas distâncias, chegando ao Havaí e à costa oeste americana. Uma mancha flutuante de resíduos, com cerca de 700 mil m², chegou à costa dos Estados Unidos quatro anos após o desastre³³ (Figura 2.4).

Como exemplo do potencial de geração de resíduos por fontes terrestres, a quantidade de resíduos plásticos que estaria chegando no oceano foi estimada³⁴, para o ano de 2010, em 192 países costeiros, considerando o consumo, a qualidade da gestão de resíduos sólidos e o tamanho da população. As estimativas variaram

Grande parte do problema do lixo nos mares (cerca de 80%) é causada por fontes terrestres, devido a problemas no gerenciamento de resíduos sólidos, coleta e tratamento de esgoto, ocupações irregulares e comportamento irresponsável das pessoas.

de 4,8 milhões de toneladas, em uma condição equivalente a 15% do total do lixo plástico, sendo mal gerido, a 12,7 milhões de toneladas, em um cenário de 40% do total de lixo plástico inadequadamente manejado. Se-

gundo esse estudo, se assumirmos que nenhuma melhoria seja feita na infraestrutura para o correto tratamento desses resíduos, a quantidade de itens plásticos prevista para entrar no ambiente marinho no ano de 2025 poderá ser de uma ordem de magnitude 10 vezes maior que o estimado para 2010. A Figura 2.5 ilustra os valores de geração de resíduos plásticos terrestres estimados para alguns dos países mais relevantes em termos globais, incluindo o Brasil, que em 2010 ocupava a 16ª posição.

Fontes marinhas

Os resíduos sólidos gerados por atividades no mar estão relacionados aos navios mercantes que transportam cargas e mercadorias,



Figura 2.4. Acúmulo de destroços flutuantes no Oceano Pacífico, após o terremoto e o tsunami que atingiram o Japão, em 2011. (Foto: US Navy)

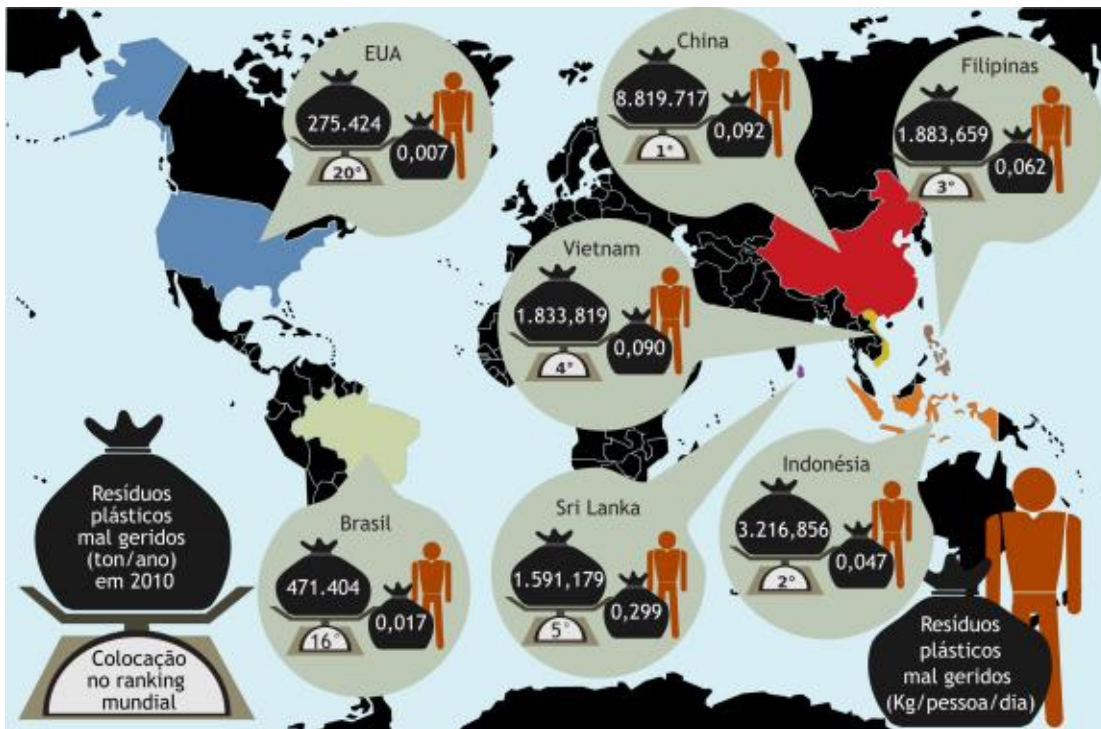


Figura 2.5. Quantidade de resíduos plásticos mal geridos (toneladas/ano e kg/pessoa/dia) nos principais países geradores de resíduos sólidos plásticos para o oceano³⁴.

navios de turismo, plataformas de extração de petróleo e gás, embarcações de pesca e de turismo náutico e estruturas de maricultura. Tais resíduos podem ser intencionalmente lançados ao mar ou perdidos acidentalmente.

A origem de um item encontrado no ambiente marinho é muitas vezes identificada de acordo com o tipo de atividade à qual o item está relacionado. Por exemplo, se estiver relacionado à atividade pesqueira, como anzol, rede, linha de pesca ou boia, facilmente são incluídos às fontes marinhas. No entanto, itens como embalagens de alimento ou de produtos de limpeza dificilmente têm sua origem identificada como sendo de terra ou de mar. Por isso, itens como esses, mesmo gerados por atividades no mar, acabam sendo registrados como de origem terrestre, visto o incomparável adensamento populacional e, consequentemente, a maior possibilidade de origem em terra que no mar. Assim, as fontes marinhas podem estar sendo subestimadas quanto à geração de resíduos.

Em algumas praias, é comum a ocorrência de embalagens com rótulos de diversos países (China, Coreia do Sul, Vietnam, Rússia, Argentina, entre outros), o que indica que há descarte de resíduos sólidos por embarcações estrangeiras no nosso litoral (Figura 2.6). As embarcações de transporte de cargas podem

tanto gerar resíduos oriundos de suas atividades rotineiras, como perder cargas devido à ocorrência de acidentes ou às más condições do mar (Box 2.2). No caso das atividades rotineiras, o lixo gerado a bordo tem sido frequentemente descartado no mar. Os restos de alimento não oferecem riscos e podem ser lançados ao mar, de acordo com as normas internacionais. Já o lançamento de itens plásticos está proibido internacionalmente pela Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL), mas ainda acontece, como forma de reduzir custos para destinação adequada de resíduos nos portos de destino.



Figura 2.6. Embalagem de creme dental de fabricação chinesa, coletada em praia da Bahia. (Foto: Lucas Barbosa)

Box 2.2. Acidentes com navios de carga são fontes de resíduos para o mar.



Figura 2.7. *Pellets* acumulados na costa de Hong Kong após acidente com navio de contêineres. (Foto: AP Photo/Kim Cheung/Associated Press)



Uma fonte importante para a introdução de resíduos sólidos em ambientes marinhos são os acidentes com navios. Tais eventos costumam causar um episódio de poluição aguda, mas não são tão frequentes e, por isso, muitas vezes nem são lembrados. Em julho de 2012, durante um tufão na costa de Hong Kong, na China, um navio foi forçado a se aproximar da costa e perdeu sete contêineres, seis dos quais estavam carregados de grânulos de polietileno (*pellets*). Essa perda acidental ocasionou na introdução massiva de *pellets* plásticos, que se acumularam ao longo das praias da região³⁵ (Figura 2.7).

Em um outro acidente, no dia 11 de agosto de 2018, más condições do mar ocasionaram a perda de 46 contêineres para o mar pelo Navio *Log-In* Pantanal, no porto de Santos³⁶. Nos meses seguintes, grande quantidade de resíduos provenientes desse acidente enalhou nas praias do litoral paulista. Como grande parte dos resíduos encontrados nas praias eram enfeites de Natal, o Aquário de Ubatuba resolveu montar uma grande árvore com os enfeites e demais utensílios encontrados nas praias (Figura 2.8), como forma de conscientização da população sobre o problema do lixo nos mares.

Figura 2.8. Árvore de Natal montada por funcionários do Aquário de Ubatuba, com resíduos retirados das praias, após acidente com navio cargueiro no Porto de Santos. Foto: Aquário de Ubatuba.

As atividades pesqueiras são uma importante fonte de resíduos para os mares e requerem atenção especial³⁷. Os petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados no mar são comumente encontrados flutuando na água ou depositados na linha de costa (praias e costões) e no fundo do mar. Esses resíduos apresentam um agravante quanto ao risco para a biodiversidade, pois continuam capturando organismos marinhos, pelo emaranhamento. Esse fenômeno recebe o nome de “pesca fantasma” (em inglês, ghost fishing) e seu potencial de impacto é enorme. A pesca esportiva, além da perda de petrechos de pesca, ainda pode gerar resíduos ligados à recreação, como latas, garrafas e embalagens diversas de alimento, que são descartados de forma indiscriminada no mar.

Outra atividade importante na introdução de resíduos sólidos no ambiente marinho em algumas regiões é a maricultura, ou seja, o cultivo de organismos marinhos para o consumo humano. Esse tipo de atividade normalmente utiliza áreas próximas à costa para instalar as estruturas de cultivo, como cabos, boias e redes. Esses materiais podem ser perdidos em condições de mar agitado e também devido ao desgaste, pelo tempo de uso. Segundo um estudo realizado na Coreia do Sul³⁸, os resíduos ligados à maricultura foram dominantes no lixo encontrado em praias, o que levou o poder público a tomar medidas voltadas para esse tipo de atividade.



Figura 2.9. Exemplos de itens encontrados na Praia da Juréia, Litoral Sul de São Paulo, e de microplásticos primários (*pellets*) registrados na Baixada Santista, Litoral Central de São Paulo (Fotos: Marina Santana e Alexander Turra).

Evidências da origem dos resíduos a partir de estudos em praias brasileiras

Segundo levantamentos realizados³⁹ em praias nos estados de São Paulo, Bahia e Alagoas, durante os anos de 2013 e 2014, os itens pós-consumo predominam nos materiais identificados de origem terrestre e são normalmente compostos por embalagens de alimento, tampas e garrafas plásticas, utensílios de pesca e itens sanitários (Figura 2.9). Em algumas áreas estudadas, microplásticos primários (pré-consumo) também foram bastante comuns, como os *pellets* plásticos (Figura 2.9), cuja origem pode ser tanto terrestre quanto marinha.

Os levantamentos citados acima também mostraram que, dependendo da localização e usos da praia, podem ser encontrados itens relacionados a diferentes tipos de atividades, o que exige diferentes formas de lidar com o problema. Por exemplo, alguns itens indicam um uso recreativo ou turístico intenso da área, com grande quantidade de garrafas e embalagens de alimento recentemente descartadas, canudos para bebidas e bitucas de cigarro (Figura 2.10a). Também é comum a ocorrência de itens relacionados à higiene pessoal e limpeza sanitária, tais como hastes flexíveis, que indicam origem por meio do esgoto não tratado, e embalagens de produtos de limpeza (Figura 2.10b). Em áreas onde há atividade pesqueira intensa, é comum a ocorrência de itens de pesca, como iscas luminosas, boias, cestos e redes de pesca (Figura 2.10c).

Alguns itens encontrados em praias representam um risco para a saúde pública, como os relacionados a serviços de saúde e também ao consumo de drogas (por ex., seringas, agulhas e *eppendorffs* - frascos utilizados no tráfico de entorpecentes) (Figura 2.10d). Preservativos de látex e suas embalagens também são comumente encontrados (Figura 2.10d). Além desses itens, há outros resíduos para os quais a logística reversa⁴⁰ é obrigatória, porém são encontrados com relativa frequência em todas as praias estudadas, como embalagens de óleo lubrificante, lâmpadas fluorescentes e eletroeletrônicos (Figura 2.10e).

Nesse sentido, existem convenções, leis e ações específicas voltadas à redução e controle, tanto para os resíduos oriundos de atividades em terra quanto no mar. O mesmo serve para os diferentes tipos de resíduos, como domésticos, hospitalares, industriais e oriundos da pesca, uma vez que é sabido que podem causar diferentes impactos para a biodiversidade, ecossistemas marinhos e seres humanos.

Outro aspecto importante relativo às fontes de resíduos diz respeito ao seu comportamento frente à dinâmica oceânica, ou seja, quais caminhos esses resíduos percorrem, uma vez que entram no ambiente marinho. Tal aspecto dos resíduos sólidos será tratado detalhadamente a seguir. 🗑️



Figura 2.10. Itens registrados em praias dos estados de São Paulo, Bahia e Alagoas: a. uso recreativo ou turístico; b. higiene pessoal e limpeza; c. pesca e maricultura; d. saúde pública; e. itens de logística reversa. (Fotos: Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo).

Notas

24. Adaptado de: Ryan et al. (2009) *Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364, 1999-2012. (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstb.2008.0207>)
25. GESAMP (1990) *The State of the Marine Environment. Blackwell Scientific Publication, Oxford*, 146 p. (<http://www.gesamp.org/publications/the-state-of-the-marine-environment>)
26. Área em torno do porto, onde se estabelecem os armazéns que possuem vínculo com as atividades portuárias.
27. Cabral FC (2014) Microplásticos no ambiente marinho: mapeamento de fontes e identificação de mecanismos de gestão para minimização da perda de pellets plásticos. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21134/tde-30032015-150240/pt-br.php>)
28. Turra A et al. (2014) *Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. Scientific Reports*, 4. (<https://www.nature.com/articles/srep04435>)
29. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos - ABIHPEC (<https://abihpec.org.br/>)
30. Cesa, FS et al. (2020) *Laundering and textile parameters influence fibers release in household washings. Environmental Pollution*, 257: 113553. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026974911933355X?via%3Dihub>)
31. Sistemas de disposição oceânica, destinados a lançar os esgotos sanitários no meio marinho, afastando-os da costa e visando aproveitar a grande capacidade de depuração do oceano, em função de seu enorme volume de água.
32. Subtil EL (2012) Tratamento de águas residuárias, utilizando emissários submarinos: avaliação do nível de tratamento para uma disposição oceânica ambientalmente segura. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. (https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-12062013-170031/publico/Tese_Subtil_EduardoLucas.pdf)
33. Globo.com. “Ilha” de destroços do tsunami japonês ruma para o Havaí, diz pesquisa. 25/10/2011. (<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/10/ilha-de-destrocos-do-tsunami-japones-ruma-para-o-havai-diz-pesquisa.html>)
34. Jambeck JR et al. (2015) *Plastic waste inputs from land into the ocean. Science*, 347, 768-771. (https://www.iswa.org/fileadmin/user_upload/Calendar_2011_03_AMERICANA/Science-2015-Jambeck-768-71__2_.pdf). Supplementary Materials (<https://science.sciencemag.org/content/suppl/2015/02/11/347.6223.768.DC1>)
35. Safety4Sea.com. *Agreement on plastic pellet spill incident in Hong Kong waters*. 14/04/2014. (<http://www.safety4sea.com/agreement-on-plastic-pellet-spill-incident-in-hong-kong-waters/>)
36. Estadão. Lixo jogado no mar vira árvore de Natal em Ubatuba. 23/12/2017 (<https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,lixo-jogado-no-mar-vira-arvore-de-natal-em-ubatuba,70002129366>)
37. FAO (2009) *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear* (<http://www.fao.org/3/i0620e/i0620e00.htm>)
38. Jung RT et al. (2010) *Practical engineering approaches and infrastructure to address the problem of marine debris in Korea. Mar. Pollut. Bull.*, 60, 1523-1532. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X10001803>)
39. Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. (<http://www3.io.usp.br:48080/manejo/index.php>)
40. Logística Reversa (PNRS): instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Capítulo 3

Para onde vai?

Dinâmica de dispersão e acúmulo de resíduos sólidos nos mares

Chegando ao mar, os resíduos sólidos podem ser transportados para diversos ambientes ou compartimentos, tais como a zona costeira e ilhas oceânicas, bem como permanecer na superfície ou coluna d'água, sendo levados pelas correntes ou depositados no fundo marinho, onde se estima que a maior parte dos resíduos se acumule⁴¹. O trajeto que o resíduo percorre, ou seja, a sua dispersão, varia de acordo com a localização da fonte e o comportamento dos resíduos na coluna d'água que, por sua vez, depende de suas características físico-químicas e das condições oceanográficas do meio em que se encontram, como o sentido e a velocidade das correntes. Fundamentalmente, a combinação desses fatores explicaria a dispersão de qualquer resíduo no mar; porém, a quantidade de variáveis envolvidas torna o assunto complexo, de forma que ainda não há uma compreensão clara desse processo em termos mundiais.

As características dos resíduos, tais como composição, densidade, forma e resistência à degradação física, química ou biológica, vão determinar se esses itens estão mais propensos a flutuar ou afundar e, com isso, seu padrão de dispersão. Dessas características, a densidade em relação à da água do mar é a mais importante. A água do mar tem densidade aproximada de 1,027 g/ml, podendo variar em função da salinidade, temperatura e profundidade da região. Assim, de uma maneira geral, todo resíduo com densidade maior que a da água do mar tende a afundar, enquanto aqueles com densidade menor tendem a flutuar.

Um estudo científico simulou a influência da densidade na dispersão de partículas de diferentes tipos de plástico (polietileno - PE, poliestireno - PS e polietileno tereftalato - PET) no ambiente marinho e identificou uma clara diferença entre o comportamento do PE e do PET⁴². O PE, menos denso que a água do mar, flutuou na superfície durante todo o seu percurso;

o PET, mais denso que a água do mar, afundou e foi transportado pela circulação de fundo, dispersando-se por menores distâncias; já as partículas de PS, por sua vez, comportaram-se de ambas as formas, uma vez que sua densidade é semelhante à da água do mar.

A forma do resíduo também é uma característica relevante para a dispersão, podendo fazer com que flutuem, ao invés de afundar, mesmo sendo mais densos que a água do mar. Quando a forma do resíduo permite a retenção de ar, como é o caso de garrafas

PET ou de frascos de vidro tampados, sua flutuabilidade passa a ser positiva, dificultando a deposição no fundo marinho e facilitando a dispersão. O intemperismo causado pela degradação, que é gerada pelas ondas, sol e microrganismos, por sua vez, promove a fragmentação dos resíduos em pedaços cada vez menores, passando seu comportamento a ser diferente daquele apresentado pelo item maior, do qual se originou. Além disso, a flutuabilidade é reduzida pela colonização de suas superfícies por organismos marinhos, muitas vezes diminutos, como bactérias, algas calcárias, moluscos e crustáceos (ex. cracas). A chamada bioincrustação afeta proporcionalmente mais os itens menores, em função de suas maiores superfícies em relação aos seus volumes. Com a submersão, a tendência é que os resíduos se depositem no fundo do oceano.

A Figura 3.1 apresenta os processos envolvidos na movimentação dos resíduos no meio marinho e os compartimentos (ambientes e a biota) nos quais os mesmos podem se acumular. Apesar das poucas informações sobre a magnitude de transferência de resíduos sólidos entre esses compartimentos, sabe-se que diferentes processos estão agindo nessa movimentação e influenciando sua distribuição.

Uma vez nos mares, os resíduos sólidos podem flutuar ou afundar, sendo levados pelas correntes. Não encontrando fronteiras, podem atingir localidades muito distantes, tornando-se um problema global.

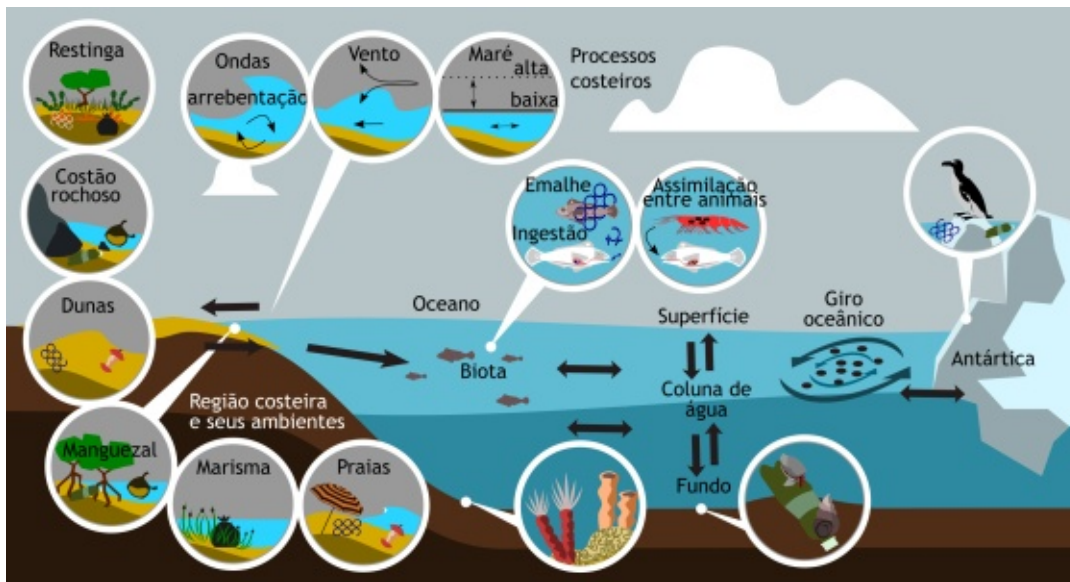


Figura 3.1. Compartimentos de acúmulo e processos envolvidos na movimentação dos resíduos sólidos no ambiente marinho⁴³.

Regiões costeiras, praias, costões rochosos, manguezais, restingas e estuários são potenciais zonas de acúmulo para os resíduos. Isso ocorre não só em função da proximidade de possíveis fontes (ex. cidades, portos, áreas de pesca e maricultura), como também pela ação dos ventos, das ondas e das marés. Em dias de tempestades marinhas e ressacas do mar, a água chega a alcançar a restinga ou as dunas, depositando os resíduos em locais mais distantes do mar. Essa deposição é também favorecida pela ação dos ventos que carregam resíduos mais leves, como sacolas plásticas e fragmentos de isopor, para essas áreas. A força das ondas também movimenta a areia, podendo enterrar resíduos, aumentando a sua persistência na região e, conseqüentemente, seus riscos para o ambiente. Em estuários, o contrabalanço entre a força do rio em direção ao mar, bem como a da maré invadindo o rio, proporciona condições favoráveis para o acúmulo de resíduos, que normalmente chegam ao mar, em grandes quantidades, em períodos de chuvas fortes.

Para se compreender o destino dos resíduos nos mares, é preciso considerar o dinamismo do ambiente marinho e identificar os diversos fatores que atuam na movimentação e degradação dos resíduos.

Os resíduos sólidos, flutuando na superfície ou na coluna d'água, também podem ser levados pelas correntes superficiais e pelo vento, para o oceano aberto. As correntes superficiais oceânicas são a resultante de uma

giões. Desde a década de 1970, pesquisas reportam a presença de resíduos plásticos em oceano aberto⁴⁴ e, mais recentemente, grandes zonas de acúmulo foram descritas no meio dos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico (Box 3.1). Essas áreas correspondem aos giros subtropicais, regiões onde as correntes atuam de forma circular e os ventos são naturalmente mais fracos, tornando o processo de transporte mais lento e levando ao aprisionamento dos resíduos. Isso faz com que materiais que chegam a essa região permaneçam ali por mais tempo, gerando uma zona de acúmulo em seu centro (Figura 3.2). Como a entrada de resíduos sólidos nos giros subtropicais é contínua, esses acúmulos gigantesco se tornaram permanentes nos locais.

Apesar da elevada quantidade de resíduos flutuantes no centro dos giros, esses não são avistados à distância por embarcações, uma vez que não geram acúmulos acima da superfície da água. Os itens permanecem dispersos e, em função da turbulência da água, muitos ficam abaixo da superfície, o que impede sua visualização por imagens de satélite ou coleta por meio de redes acopladas a embarcações de pesquisa. A maioria dos itens encontrados nos giros é de tamanho pequeno, porém itens de maior porte (>5 cm), como redes de pesca, representam cerca de 75% da massa dos resíduos lá registrados⁴⁶.

As chamadas "ilhas de lixo" no meio do oceano são, na verdade, regiões de acúmulo de resíduos, na sua maioria plásticos.

série de fatores que atuam e dominam nessas re-

Box 3.1. A grande mancha de lixo do Pacífico

Apesar de estudos confirmarem o acúmulo de resíduos em todos os giros do planeta, o caso mais conhecido é o do Pacífico Norte, descoberto em 1990. Popularmente chamada de “a grande mancha de lixo do Pacífico”, essa zona de acúmulo ganhou espaço na mídia como bandeira a favor da saúde do oceano. No entanto, seu apelido “Ilha de Lixo”, cunhado por grupos que queriam alertar para o problema dos resíduos sólidos nos mares, acabou levando as pessoas a um entendimento errôneo, por acreditarem haver de fato uma ilha de resíduos no Oceano Pacífico, o que não é verdade. É claro que há ilhas nas quais os resíduos se acumulam, mas tal ocorrência se deve a um outro fenômeno. Dados recentes⁴⁶ comprovam que a grande mancha de lixo do Pacífico tem tamanho 16 vezes maior que o estimado anteriormente, ou seja, 1,6 milhão de quilômetros quadrados, o equivalente a duas França, e 80 mil toneladas de resíduos plásticos.

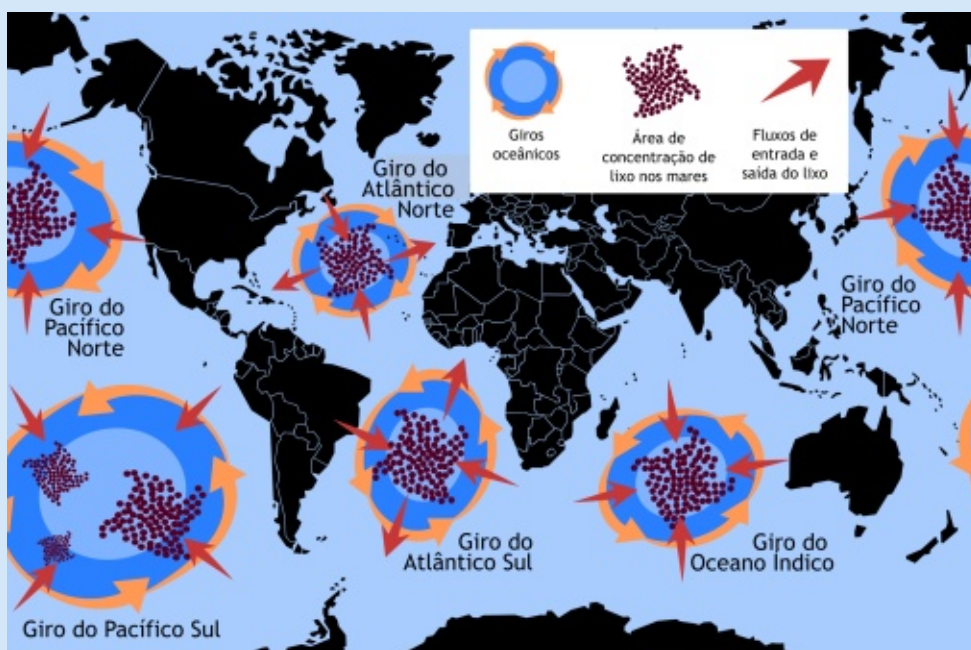


Figura 3.2. Correntes oceânicas e os giros subtropicais indicam a localização aproximada das grandes manchas de resíduos sólidos no oceano⁴⁵.

Falhas na gestão dos resíduos, principalmente de fontes terrestres, ocasionam a entrada massiva de resíduos no oceano por meio de grandes rios, que atravessam longas extensões continentais. As consequências disso são que, devido às correntes marítimas, muitas vezes os resíduos gerados em um país podem atingir a região costeira de países vizinhos, gerando os resíduos transfronteiriços (Box 3.2). Da mesma forma, ilhas oceânicas localizadas distantes dos continentes também recebem resíduos sólidos trazidos pelas correntes oceânicas a partir de fontes continentais (Box 3.3).

A Convenção de Basileia⁴⁷, firmada sob a égide da ONU, em 1989, trata sobre o controle de movimentações transfronteiriças de resíduos perigosos e outros resíduos. Os resíduos considerados perigosos envolvem aqueles provenientes de cuidados médicos e clínicos, da produção e preparo de produtos farmacêuti-

cos, biocidas, produtos químicos, solventes orgânicos, colas, resíduos industriais, dentre outros. Ainda não existem acordos transfronteiriços para os resíduos sólidos comuns, mas o tema do lixo no mar tem sido incorporado à agenda da Convenção.

Outro destino importante dos resíduos sólidos é o fundo do mar. Lá, os resíduos podem ser cobertos pelo sedimento, enroscar em rochas ou ser transportados pelas correntes de fundo, que são normalmente mais lentas que as de superfície. Além dos fatores de deposição dos resíduos mencionados anteriormente, a presença de microplásticos no fundo marinho, devido à sedimentação das partículas ou mesmo de fezes de organismos que os ingeriram nas áreas mais superficiais do oceano, também é um processo já comprovado. Depois que alcançam o fundo, os microplásticos também podem adentrar as camadas inte-

Box 3.2. O problema dos resíduos sólidos entre Honduras e Guatemala.

A dispersão dos resíduos pelas correntes oceânicas impossibilita a restrição dos mesmos a um determinado território ou região, gerando o chamado Lixo Internacional.

Um exemplo recente é a imensa mancha de resíduos sólidos que flutua no Mar do Caribe (Figura 3.3), entre Honduras e Guatemala, tornando-se fonte de conflitos nas relações bilaterais entre os dois países. Ambos os países se acusam pela responsabilidade quanto aos resíduos, que se acumulam em uma mancha com mais de 5 km² de extensão.

Há indícios de que a fonte principal dos resíduos seja o Rio Motagua, que atravessa a Guatemala, passando por 95 municípios, e que deságua em Honduras, passando por três municípios nesse país. O governo da Guatemala contra-argumenta a acusação, dizendo que dois rios que cortam Honduras (Ghamelecón e Ilúa) também transportam grande quantidade de resíduos para o mar.



Figura 3.3. A mancha de resíduos flutuantes no Mar do Caribe, entre a Guatemala e Honduras. Foto: Caroline Power

riores do sedimento através da bioturbação⁴⁸, tornando-se disponíveis para os organismos que vivem entre os grãos do sedimento.

Recentemente, macro e microplásticos foram encontrados no sedimento de regiões de mar profundo de diversas partes do mundo, nos oceanos Pacífico, Atlântico, Índico e Mediterrâneo⁴⁹. As profundidades onde os microplásticos foram encontrados variam, podendo chegar a mais de 10.000 metros. É de se esperar que a quantidade de resíduos nessas profundidades seja subestimada, assim como a importância de algumas regiões submarinas (elevações e cânions) como zonas de acúmulo para os resíduos marinhos. Esse fato se deve às dificuldades de estudo nas regiões de mar profundo, ao contrário do que acontece em praias, onde o acesso é fácil e a coleta não demanda grandes custos e equipamentos.

Outros locais pouco conhecidos quanto à quantidade de resíduos são as regiões extremas do planeta, como o Ártico e a Antártica. Apesar dos poucos estudos existentes em regiões inóspitas, a presença de resíduos nessas regiões é um indicador da gravidade desse problema. Nas ilhas da Península Antártica, por exemplo, já foram reportados impactos na biota (principalmente mamíferos marinhos e aves), sendo que a maioria dos resíduos encontrados são plásticos⁵⁰. Áreas remotas e aquelas destinadas à conservação marinha, como os parques e

áreas de proteção ambiental, também não estão livres desse tipo de poluição, que pode comprometer seus objetivos de gestão.

As áreas destinadas à proteção da biodiversidade podem receber forte aporte de resíduos de outras regiões, devido às correntes, ondas e desembocadura de rios. Um bom exemplo disso é a Praia da Barra do Una, localizada na Estação Ecológica Juréia-Itatins, no Litoral Sul do Estado de São Paulo. Mesmo sendo localizada em área de proteção ambiental, praticamente sem habitações e com acesso restrito aos turistas, essa foi uma das praias com maior quantidade de resíduos sólidos, tanto para macro quanto para microplásticos⁵¹, em um levantamento de campo realizado entre 2012 e 2014.

Um outro compartimento onde os resíduos podem se acumular no ambiente marinho é a própria biota. Após ingeridos, os resíduos podem retornar ao ambiente (fundo ou coluna d'água) por meio das fezes ou outros mecanismos de rejeição, pela morte do animal que os ingeriu ou por sua continuidade na cadeia alimentar, via transferência presa-predador. Quando retorna ao ambiente, o resíduo volta a se dispersar até encontrar um novo compartimento de acúmulo. Os microplásticos também podem se acumular sobre os organismos, dificultando sua locomoção, alimentação e, no caso de algas, impedindo a realização da fotossíntese.



Figura 3.4. Resíduos sólidos em uma praia havaiana (Foto: NOAA).

Box 3.3. A chegada de resíduos sólidos em ilhas oceânicas.

Os resíduos nos mares podem ser um grave problema para ilhas oceânicas remotas e os fatores que contribuem para essa questão são muitos. Além da geração interna dos resíduos, quando habitadas, ilhas oceânicas recebem quantidades elevadas de resíduos originários de outras partes do mundo, transportadas com o auxílio de ventos e correntes superficiais. Esses resíduos se acumulam em praias e estuários dessas ilhas (Figura 3.4), gerando impactos econômicos, ambientais e de saúde humana. As ilhas do Havaí, por exemplo, localizadas no norte do Oceano Pacífico, são o destino de resíduos oriundos de países asiáticos. No entanto, a produção e introdução de resíduos dessa região independem das políticas e boas práticas que possam ser adotadas pelo Havaí. Dessa forma, as ilhas oceânicas ilustram o risco do aspecto transfronteiriço dos resíduos produzidos fora de um dado território, potencializando a importância de ações internacionais para o combate ao problema.

Com o tempo, todo resíduo sólido tende a se fragmentar, perdendo suas propriedades originais. No caso dos resíduos plásticos presentes no ambiente marinho, o tempo de degradação é especialmente longo. Além da baixa biodegradabilidade, a fragmentação desses resíduos depende da radiação ultravioleta do sol e, portanto, o processo pode ser prejudicado se os resíduos estiverem na coluna d'água ou no fundo marinho, onde a exposição aos raios solares é reduzida ou inexistente. Ambientes com baixas temperaturas, como em grandes profundidades, ou baixa concentração de oxigênio, também dificultam a degradação dos plásticos. Por isso, os resíduos plásticos encontrados no fundo dos mares possuem aparência preservada e lá podem permanecer por longos períodos.

O processo de biodegradação dos plásticos no oceano tem sido cada vez mais estudado, sendo compreendido como uma das formas de promoção da eliminação desses materiais do ambiente. Sabe-se que diversos microorganismos,

como bactérias, se desenvolvem sobre a superfície dos plásticos quando estes atingem o mar, alguns com a capacidade de degradação dos polímeros. Apesar de indícios de que essa biodegradação possa ocorrer, estima-se que todo o plástico que já chegou ao oceano, desde o início de sua produção no mundo, ainda esteja lá, transitando entre os compartimentos ou acumulado no fundo do mar.

Como visto, para se compreender o destino dos resíduos sólidos nos mares, é preciso considerar o dinamismo do ambiente marinho, com seus diversos compartimentos, e identificar os diferentes fatores que atuam na movimentação e degradação dos resíduos. A variabilidade de fatores que influenciam esses processos, no entanto, revela a complexidade do tema e a dificuldade de se identificar padrões de distribuição para melhorar, por exemplo, a eficácia de programas de remoção dos resíduos, uma vez que estão presentes em todos os compartimentos marinhos. 🌐

Notas

41. Woodall LC et al. (2014) *The deep sea is a major sink for microplastic debris*. *R. Soc. open sci.* 1: 140317. (<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsos.140317>)
42. Stuparu D et al. (2015) *Developing a transport model for plastic distribution in the North Sea. E-proceedings of the 36th IAHR World Congress. Delft - The Hague*. (https://www.researchgate.net/publication/280310634_DEVELOPING_A_TRANSPORT_MODEL_FOR_PLASTIC_DISTRIBUTION_IN_THE_NORTH_SEA)
43. Adaptado: GESAMP (2016) *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a Global Assessment*. GESAMP, 93. 220 p. (<http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>)
44. Carpenter EJ et al. (1972) *Polystyrene spherules in coastal waters*. *Science*, 178, 749-750. (<https://science.sciencemag.org/content/sci/178/4062/749.full.pdf>)
45. Adaptado: Maximenko N et al. (2012) *Pathways of marine debris derived from trajectories of Lagrangian drifters*. *Marine Pollution Bulletin*, 65, 51-62. (<http://cleanership.org/reports/pathways-of-marine-debris-derived-from-trajectories-of-lagrangian-drifters.pdf>)
46. Lebreton L et al. (2018) *Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic*. *Scientific Reports*, 8: 4666. (<https://www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w>)
47. UNEP (1992) *Basel Convention on the control of transboundary movements of the hazardous wastes and their disposal*. 120 p. (<http://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx>)
48. Processo de revolvimento do sedimento do fundo marinho pelo movimento dos organismos que vivem ali.
49. UNEP (2016) *Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research to Inspire Action and Guide Policy Change*, 252 p. (http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7720/-Marine_plasctic_debris_and_microplastics_Global_lessons_and_research_to_inspire_action_and_guide_policy_change-2016Marine_Plastic_Debris_and_Micropla.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
50. Ivar do Sul JA et al. (2011) *Plastics in the Antarctic environment: are we looking at the tip of the iceberg?* *Oecologia Australis*, 15, 150-170. (https://www.researchgate.net/publication/258411860_Plastics_in_the_Antarctic_environment_Are_we_looking_only_at_the_tip_of_the_iceberg)
51. Dados levantados pelo Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. (<http://www3.io.usp.br:48080/manejo/index.php>)

PARTE II

RESÍDUOS NO AMBIENTE MARINHO

Capítulo 4

Quais problemas causam no mar?

Capítulo 5

Lixo ou Comida?

Capítulo 4

O que é lixo marinho?

Impactos e ameaças causados pelos resíduos sólidos nos mares

Os resíduos sólidos nos mares causam impactos econômicos, de saúde e segurança para o ser humano, além de danos ambientais. A magnitude desses impactos, por sua vez, está relacionada ao tipo de resíduo (características ou propriedades), à sua abundância e às características do local onde ele se depositará no oceano⁵². Resíduos flutuantes, por exemplo, podem causar danos econômicos e de segurança às embarcações. Já quando afundam na coluna d'água, os resíduos podem se depositar no fundo ou ficar presos em recifes de corais e costões rochosos, causando danos físicos e ecológicos aos habitats. Se o resíduo for um petrecho de pesca (fragmento de rede, corda, linha, armadilhas etc.), também pode causar o emaranhamento de animais, levando-os à morte.

No contexto deste livro, a palavra “impacto” está relacionada às alterações econômicas, sociais ou ambientais causadas por alguma atividade humana. Como em um “efeito dominó”, tais alterações, interferências ou efeitos podem gerar consequências maiores, como grandes prejuízos a um dado setor econômico (ex. turismo ou pesca) e desequilíbrios ecológicos, ressaltando a importância da prevenção e do controle da ameaça do lixo nos mares.

Para uma melhor compreensão de quais são esses impactos e suas consequências, estes serão tratados aqui, considerando-se os efeitos aos seres humanos (econômicos, de saúde e segurança) e também aos organismos e ao ambiente marinho (Figura 4.1). Devido à quantidade de impactos diretos associados à ingestão de resíduos pelos organismos marinhos, esse assunto será tratado posteriormente.

A presença de resíduos nos mares pode causar diversos impactos ambientais, econômicos e de saúde pública.

Impactos econômicos

Considerando os impactos econômicos advindos dos resíduos sólidos no ambiente marinho, um estudo realizado pela ONU Meio Ambiente⁵³ avaliou que há evidências de custos relacionados tanto à não-ação, ou seja, não impedir que os resíduos sólidos cheguem ao mar, quanto à ação, a fim de evitar essa poluição. Esse tipo de abordagem é necessário para informar a importância das ações e destacar quais instrumentos serão mais eficazes e eficientes, coerentes com outras políticas, e quais os valores que estão sendo perdidos nas diferentes atividades econômicas.

I. Turismo e lazer

A presença de resíduos sólidos em paisagens naturais compromete seus valores estéticos, fundamentais para as atividades de turismo e lazer. Os ambientes comumente afetados por esse tipo de impacto são as praias, os recifes de corais e outros locais explorados por turistas (Figura 4.2). O turismo embarcado, a navegação recreativa, a pesca esportiva, o mergulho e os cruzeiros marítimos também são prejudicados por esse tipo de acúmulo, podendo inclusive causar danos às embarcações e ameaçar a segurança dos turistas.

Especificamente, resíduos relacionados às atividades sanitárias (papel higiênico, absorventes, hastes flexíveis, preservativos etc.), que remetem ao aporte de materiais contaminados, bem como aqueles provenientes de serviços de saúde (lixo hospitalar), merecem especial atenção, porque além de alterarem a paisagem, geram riscos à saúde, afastando os turistas e os próprios moradores do local. Isso se torna um grande problema econômico se a área considerada for fortemente dependente do turismo. Especialmente em ilhas oceânicas, como Fernando de Noronha (Pernambuco), o custo de remoção e destinação adequada dos resíduos é muito alto, envolvendo o transporte embarcado para outras regiões, fato que dificulta as medidas de controle.



Figura 4.1. Impactos causados pela presença de resíduos nos mares.



Figura 4.2. A poluição por resíduos sólidos em praias impacta o turismo e a economia local (Mumbai, Índia). (Foto: 36525019 © Federico Marsicano)

Um estudo recente⁵⁴ avaliou as perdas econômicas aos municípios costeiros diante da percepção dos turistas quanto à presença de resíduos sólidos em praias. Os resultados indicaram que mais de 85% dos banhistas evitariam frequentar praias com grandes quantidades de resíduos (>15 itens/m²), fato que reduziria a renda local obtida com o turismo em 39%, representando perdas de até US\$ 8,5 milhões por ano. Segundo esse estudo, em 2015, os custos de limpeza de praia, principalmente pagos pelo Estado e concentrados em períodos de veraneio, representavam aproximadamente 6% das potenciais perdas econômicas. Verifica-se, portanto, que medidas paliativas ainda são priorizadas em relação à estruturação e introdução de medidas preventivas de longo prazo, que envolvam, inclusive, uma abordagem transfronteiriça. Embora esse tipo de medida possa trazer uma boa relação custo-benefício para o caso do turismo, a biodiversidade e outras atividades como a navegação e a pesca continuam sendo afetadas.

Resíduos sólidos em paisagens naturais comprometem seus valores estéticos, aspecto fundamental para as atividades de turismo e lazer.

II. Pesca e maricultura

A presença de resíduos sólidos nos mares afeta a pesca de diferentes maneiras, podendo gerar perdas econômicas significativas. A pesca fantasma, causada por petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados nos mares, além de causar danos ambientais, também afeta a própria pesca, quando redes e outros artefatos perdidos capturam peixes e outros organismos de interesse comercial. Dessa forma, pode afetar populações de peixes ou de outros pescados no local afetado, uma vez que causa a mortalidade de organismos sem critério de sele-



Figura 4.3. Emaranhamento de linha de pesca em hélice de motor de popa (Foto: NOAA)

ção, comprometendo tanto os juvenis como os adultos. Redes de pesca podem também emaranhar-se em recifes de coral e promover danos aos organismos que formam os recifes ou que os habitam.

Outro impacto econômico dos resíduos da pesca é o emaranhamento dos artefatos pesqueiros às hélices dos motores das embarcações (Figura 4.3). Quando acidentes como esses acontecem, os pescadores arcam com custos elevados de reparo do equipamento, além de também serem prejudicados financeiramente, por ficarem impossibilitados de pescar enquanto o serviço é realizado. Quando os resíduos sólidos enroscam nas redes de pesca, o pescador também pode ser prejudicado devido a riscos de ferimentos, danos às redes e dificuldades em separar os organismos capturados dos resíduos, aumentando o seu tempo de trabalho. Além disso, os resíduos presos às redes podem aumentar o consumo de combustível, pois seu peso adicional pode exigir um aumento na tração da embarcação. A possibilidade de peixes e outros frutos do mar de interesse comercial ingerirem resíduos também pode influenciar na procura pelo pescado, diminuindo seu valor de mercado e impactando o setor pesqueiro e da maricultura.

III. Navegação

Além da pesca, outras atividades de navegação podem ser impactadas pela presença de resíduos nos mares. O emaranhamento das hélices de motores, colisões que podem causar danos na estrutura ou o entupimento de tubulações (como as responsáveis pela captura de água de refrigeração para os motores) são



Figura 4.4. Impacto causado por rede de pesca depositada sobre recife coralino. (Foto: NOAA)

exemplos de impactos que podem acontecer com qualquer embarcação. A embarcação também pode ficar sem propulsão e gerar um incidente de navegação, ameaçando a vida dos tripulantes, além de prejuízos materiais. Quando os danos acontecem fora de áreas portuárias, a perda financeira ainda envolve o resgate da embarcação e da tripulação. Em regiões portuárias, os impactos associados à presença de resíduos sólidos na água são negligenciados, mesmo sendo de grande risco. Essa displicência é um reflexo da complexidade logística e do alto custo associado à limpeza de resíduos nesses ambientes. No entanto, o reparo de danos em embarcações pode ser tanto demorado quanto oneroso, ficando evidente a importância da prevenção de tais impactos.

Danos à saúde humana

A presença de resíduos sólidos no mar pode levar a impactos diretos e indiretos à saúde humana. Resíduos hospitalares, pilhas e baterias, embalagens de substâncias químicas perigosas, latas e fragmentos de vidro são exemplos de resíduos que provocam prejuízos à saúde e segurança humana, por serem perfurocortantes e/ou tóxicos. Além disso, assim como os animais, banhistas, surfistas e mergulhadores podem emaranhar-se em redes de pesca e outros artefatos que estejam flutuando na coluna d'água ou presos ao fundo, levando ao risco de afogamento. Ambientes com acúmulo de resíduos podem agir como criadouro de vetores de doenças, como mosquitos, moscas, baratas e ratos, degradando a paisagem e trazendo riscos de transmissão de doenças. Resíduos sólidos podem ainda atuar como vetores de bactérias patogênicas presentes no esgoto, com grande probabilidade de ter sua dispersão aumentada no ambiente marinho. Por fim, acidentes com embarcações, causados por resíduos flutuantes, podem representar um risco à navegação e, conseqüentemente, à segurança da tripulação e dos passageiros. Os possíveis impactos da ingestão de microplásticos por humanos será tratado adiante.

Impactos ao meio ambiente

Os impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos nos mares podem ser entendidos como efeitos letais e subletais para a biodiversidade marinha.

I. Alteração de habitats

Apesar de serem mais notáveis, os impactos no ambiente marinho não se limitam ao período em que os resíduos sólidos estão flutuando na superfície ou coluna d'água. Resíduos que se depositam no fundo do mar, em ambientes bentônicos⁵⁵, podem prejudicar recifes de corais e costões rochosos, por exemplo, raspando, quebrando, sufocando ou danificando, de alguma forma, corais, algas e outros organismos sésseis⁵⁶ (Figura 4.4).

Ambientes com fundos arenosos também podem ter sua estrutura de comunidades de organismos bentônicos alterada pelo movimento de redes perdidas ou outros objetos depositados. Itens com grandes superfícies (sacos plásticos, papelões, redes, partes de embarcações etc.) podem cobrir o leito marinho e torná-lo pobre em oxigênio e, conseqüentemente, sufocar os organismos que vivem enterrados (macrofauna) ou entre os grãos de sedimento (meiofauna).

Os habitats bentônicos servem como base para a manutenção de importantes ecossistemas, além de terem um papel fundamental para o desenvolvimento de muitas espécies, importantes constituintes da base da cadeia alimentar do oceano. Muitos organismos de interesse comercial (lagostas, caranguejos, polvos e peixes) também dependem da qualidade desses habitats, ressaltando novamente a importância de se evitar esses impactos.

II. Introdução de espécies exóticas

Um dos grandes problemas dos resíduos sólidos no oceano é a falta de barreiras que impeçam que os resíduos se espalhem entre ecossistemas e continentes, pela ação das correntes oceânicas. Nesse sentido, os resíduos, sobretudo os flutuantes, têm um papel importante na introdução de espécies exóticas, ou seja, aquelas que não pertencem originalmente a um determinado local. Por servirem como substrato, os resíduos são colonizados por diversos grupos de organismos (bactérias, algas e invertebrados sésseis). Pela facilidade de deslocamento, esses resíduos colonizados podem navegar de um ambiente para outro, aumentando o risco de espécies nativas de uma região serem introduzidas em outras, às quais ainda não pertenciam. Algumas espécies que ocorrem apenas em alto mar (plâncton azul) são transportadas pelas correntes oceânicas e,



Figura 4.5. Exemplar da lepa *Dosima* sp. incrustado em plástico e encajado em praia do litoral sul de São Paulo. (Foto: Lucas Barbosa)

por vezes, são encontradas nas praias, quando eventos climáticos e correntes as levam até lá. É o caso da lepa *Dosima* sp., um crustáceo sésbil (Figura 4.5). Um exemplar dessa espécie foi encontrado em uma praia no Litoral Sul do Estado de São Paulo⁵⁷, incrustado em um fragmento de plástico que, provavelmente, percorreu uma longa distância até chegar à costa brasileira.

Quando os organismos invasores apresentam vantagens ecológicas sobre os organismos nativos, com os quais disputarão espaço e alimento, podem acabar suprimindo-os, causando desequilíbrio ecológico. Bactérias patogênicas também são organismos potencialmente dispersados por resíduos flutuantes, podendo causar impactos na estrutura dos ecossistemas, na pesca e na saúde humana. Além de causar uma série de impactos ambientais, a introdução de espécies exóticas ainda apresenta remediações custosas, podendo inviabilizar ações locais de combate ao problema.

III. Emaranhamento de animais

Diversos tipos de resíduos sólidos podem emaranhar-se em organismos marinhos, conferindo-lhes uma série de riscos e normalmente levando-os à morte. Artefatos de pesca, como linhas, cabos, redes e armadilhas, são os principais causadores desse tipo de impacto. Depois de abandonados ou perdidos nos mares, esses objetos continuam prendendo organismos e causando um fenômeno conhecido como “pesca fantasma” (Figura 4.6).

Com a expansão da atividade de pesca, as redes e os petrechos tornaram-se cada vez maiores e novos ambientes passaram a ser explorados (ex. cânions submarinos). Esse fato ampliou a abrangência dos habitats alcançados e a magnitude dos impactos causados pelos resíduos de pesca. Além dos artefatos de pesca, ou-



Figura 4.6. Organismos emaranhados por petrechos de pesca. (Fotos: NOAA - caranguejo; e NOAA PIFSC - tartaruga)

tros resíduos, como embalagens, elásticos, barbantes e anéis de embalagens de bebidas também podem se prender em organismos, causando cortes, estrangulamento e outros ferimentos. O simples fato de estar emaranhado e, dessa forma, ter seu movimento limitado, pode tornar o organismo mais vulnerável à predação e menos capaz de obter alimento, podendo morrer por inanição. O emaranhamento também pode levar ao surgimento de infecções pelos ferimentos que causa, além de sufocamento e afogamento, no caso de vertebrados pulmonados,

como tartarugas, aves e mamíferos. Apesar de poucos estudos quantificarem esse impacto, é um problema já reconhecido como uma importante causa de morte de animais marinhos.

Para reduzir os impactos causados pelos resíduos sólidos no oceano, medidas que impeçam a entrada dos resíduos são preferíveis àquelas tomadas após os resíduos já terem adentrado o mar, pois enquanto estiverem lá, causarão algum tipo de impacto. 🐢

Notas

52. GESAMP (2020) *Proceedings of the GESAMP International Workshop on Assessing the Risks associated with Plastics and Microplastics in the Marine Environment. Reports and Studies*. 60 p. (<http://www.gesamp.org/publications/gesamp-international-workshop-on-assessing-the-risks-associated-with-plastics-and-microplastics-in-the-marine-environment>)
53. UN Environment (2017). *Marine Litter Socio Economic Study, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya*. 113 p. (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter_socioeco_study.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
54. Krelling, A. P., Williams, A. T., & Turra, A. (2017). *Differences in perception and reaction of tourist groups to beach marine debris that can influence a loss of tourism revenue in coastal areas. Marine Policy*, 85(87-99). (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X17301689>)
55. Próximos ou em contato com o fundo.
56. Organismos que vivem fixos ao substrato, incapazes de se locomover.
57. Conforme dados de monitoramento do Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. (<http://www3.io.usp.br:48080/manejo/index.php>)

Capítulo 5

Lixo ou comida?

Consequências da ingestão de resíduos pelos organismos marinhos

A ingestão de resíduos por animais marinhos vem sendo amplamente documentada pela ciência e sabe-se que pode acontecer por diferentes motivos. Aves, tartarugas e alguns mamíferos, por exemplo, ingerem resíduos sólidos ao confundir-os com seu alimento natural. Já no caso de baleias e de alguns peixes e invertebrados, cujo mecanismo de alimentação é a filtração, a ingestão de resíduos diminutos acontece involuntariamente, visto que os resíduos estão na água, filtrada por esses organismos. A ingestão acidental também ocorre em animais depositívoros, que se alimentam de pequenas partículas ou restos orgânicos misturados ao sedimento que esses organismos ingerem e do qual retiram seu alimento.

Mamíferos marinhos, como focas e golfinhos, mais de 100 espécies de aves e todas as espécies de tartarugas marinhas, além de diversos peixes e invertebrados, já tiveram resíduos sólidos registrados em seus conteúdos estomacais, especialmente itens plásticos (Figura 5.1). Hoje, sabe-se que alguns organismos de interesse comercial, como peixes, mexilhões e siris, podem ingerir fragmentos presentes nos mares (Box 5.1).

O caso da ingestão de resíduos sólidos por animais marinhos, com atenção especial aos plásticos, foi considerado de forma exclusiva nesse capítulo, não só por ser um fenômeno frequente, mas também por apresentar impactos específicos.

Comendo resíduos

A ingestão de resíduos por animais marinhos pode causar sérios danos biológicos. Depois de ingeridos, os resíduos sólidos podem obstruir o trato digestório, levando à falsa sensação de saciedade e, conseqüentemente, à desnutrição e até mesmo à morte por inanição. Lesões e infecções no trato digestório também podem acontecer se o resíduo ingerido for pontiagudo ou áspero, causando injúrias e a conseqüente morte do animal. Apesar desses fenômenos poderem ocorrer, é muito difícil atribuir inequivocamente a morte de um dado organismo à ingestão por plástico.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (em inglês, *Food and Agriculture Organization* - FAO), na publicação *Microplásticos em Pescado e na Aquicultura*⁵⁹, apresenta o conhecimento atual sobre a ocorrência desses resíduos e as implicações para



Figura 5.1. Exemplos de organismos susceptíveis à ingestão de resíduos plásticos: peixes e organismos do zooplâncton⁵⁸ (Fotos: Algalita Marine Research Foundation - peixe - e Matthew Cole - zooplâncton - gentilmente cedidas).

Box 5.1. A ingestão de resíduos sólidos por espécies de interesse comercial: um caso de segurança alimentar.

Recentemente, pesquisas indicaram a ingestão de resíduos por diversos organismos de interesse comercial, incluindo peixes, crustáceos e moluscos. Ao redor do mundo, bacalhaus, badejos, siris-azuis, lagostins, mexilhões e ostras (incluindo as de cultivo) já foram encontrados com partículas plásticas. Essas partículas podem se encontrar no trato gastrointestinal, onde podem permanecer por períodos variados de tempo, ou serem assimiladas nos tecidos do corpo do animal. Nos tecidos, a permanência das partículas também é transitória, não havendo registros de bioacumulação das partículas ao longo do tempo. No caso de organismos marinhos que são “limpos” antes do consumo, com a retirada das vísceras, a chance de ingestão de partículas plásticas por humanos é reduzida, restringindo-se apenas às presentes no tecido muscular. Essa lógica não se aplica a predadores marinhos que, muitas vezes, ingerem as presas inteiras, consumindo, inclusive, o conteúdo do tubo digestivo. Da mesma forma, animais marinhos de interesse comercial, que são especialmente consumidos por inteiro (incluindo o trato gastrointestinal) pelos humanos, como mexilhões e ostras, podem ser um potencial vetor de transferência de itens plásticos e eventuais poluentes que os mesmos possam ter adsorvido. Apesar da possibilidade dessa via de contaminação para o ser humano, sua magnitude, abrangência e potenciais efeitos ainda são desconhecidos. Assim, para um melhor entendimento das consequências do consumo desses animais, mais estudos na área médica, bem como da contaminação dos alimentos, são necessários. De qualquer forma, estima-se que a principal via de assimilação de microplásticos pelo ser humano é por meio do ar, respirando as partículas ou ingerindo-as à medida em que elas se depositam no alimento que ingerem, e não pela ingestão de organismos marinhos, tanto pela baixa concentração das partículas quanto pelo consumo relativamente baixo de pescado, mundialmente.

os organismos aquáticos e para a saúde alimentar. Baseado em estudos científicos sobre o tema, essa revisão conclui que a contaminação por microplásticos de ambientes aquáticos continuará a aumentar, em um futuro previsível e que, atualmente, existem lacunas significativas de conhecimento sobre a ocorrência dos menores microplásticos (<150 micrômetros) em ambientes aquáticos e organismos, bem como possíveis efeitos na segurança alimentar.

Além dessa ausência de conhecimento científico sobre o tema, a influência dos efeitos da ingestão de resíduos em grupos de indivíduos de uma mesma espécie ainda é de difícil quantificação, especialmente em função das pressões adicionais, como poluição, pesca e alteração nos habitats. Mesmo assim, deve-se levar em conta que tais impactos existem e que atuam em sinergia com outros impactos, potencializando os efeitos negativos sobre os organismos.

A Coalizão Plástico e Saúde⁶⁰, preocupada com os potenciais efeitos negativos dos plásticos à saúde humana, reúne um número crescente de cientistas e organizações para realizar pesquisas, encontrar soluções e disseminar medidas de prevenção. A coalizão é formada, no momento, por catorze parceiros, uma universidade e quatro financiadores, sendo que cada organização contribui com sua própria experiência.

O caso da ingestão de plásticos

Nos casos de ingestão, o plástico é um componente preocupante do lixo nos mares e isso não diz respeito apenas à sua abundância, predominância e eminente tendência de aumento (caso nada seja feito para prevenir sua perda para o ambiente), mas sim à propriedade específica de adsorver e transportar contaminantes químicos. É importante frisar, no entanto, que esses contaminantes já estão nos mares e, portanto, poderiam ser ingeridos pelos animais, sem a presença do microplástico, a partir da ingestão do próprio alimento contaminado.

1. Impactos químicos

Atualmente, diversos grupos de pesquisa no mundo têm investigado e comprovado que itens plásticos perdidos nos mares agem como um transportador ou vetor de substâncias químicas e tóxicas para a biota, uma vez que adsorvem esses poluentes que já estão na água. Os plásticos também podem liberar compostos químicos utilizados em sua fabricação, como aditivos, que também têm efeito tóxico na biodiversidade. Hoje sabemos que o plástico pode liberar poluentes químicos dentro do trato digestivo dos animais que os ingerem, devido à ação do suco gástrico. A acidez do suco gástrico extrai os compostos químicos adsorvidos às partículas plásticas, deixando-os disponíveis para serem assimilados pelo corpo do animal.

Depois de liberados, esses poluentes podem ser transferidos para os tecidos dos organismos, penetrar nas células e interagir quimicamente com importantes moléculas biológicas, promovendo efeitos tóxicos, inclusive para o DNA.

Esses poluentes têm efeitos fisiológicos bem estabelecidos, podendo causar estresse, disfunções endócrinas⁶¹, câncer e respostas imunológicas⁶². Fragmentos plásticos perdidos em ambientes marinhos e contaminados com poluentes orgânicos persistentes (POPs), hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), como aqueles derivados da queima de combustíveis fósseis, e metais pesados também já foram encontrados em diversas partes do mundo, do Japão aos Estados Unidos e Europa, assim como no Brasil, aumentando os riscos da contaminação da biota por esses poluentes via ingestão dos plásticos.

Vale ressaltar, no entanto, que esse transporte de compostos químicos do plástico para a biota não ocorre apenas em situações em que o resíduo é ingerido. Já foi comprovado⁶³ que larvas de ouriço-do-mar incubadas em água do mar contendo *pellets* plásticos virgens⁶⁴ e também *pellets* coletados em campo⁶⁵ sofreram anomalias em seu desenvolvimento, sem que ocorresse a ingestão. Portanto, os efeitos observados foram decorrentes da contaminação das larvas pelos compostos químicos liberados pelos *pellets* diretamente na água do mar, sejam aditivos ou os compostos que foram adsorvidos pelos pellets em ambientes contaminados. No entanto, a ingestão de resíduos representa a principal maneira desse tipo de contaminação ocorrer e, por isso, é a mais pesquisada e entendida.

II. Impactos associados aos microplásticos

Os microplásticos (menores ou iguais a 5 milímetros) estão numa escala tão diminuta de tamanho, que se tornam pouco impactantes esteticamente e as chances de emaranhar em animais ou causar danos às atividades náuticas são praticamente nulas. No entanto, o tamanho pequeno aumenta a diversidade de organismos passíveis de ingeri-los, assim como o tempo de permanência no trato gastrointestinal. Partículas com dimensões micrométricas ($1\mu\text{m} = 0,001\text{mm}$), como as utilizadas como abrasivos em cosméticos esfoliantes, podem ser ingeridas por organismos marinhos como peixes, siris, mexilhões, ostras, poliquetas, pepinos do mar, esponjas, ascídias e, até mesmo, zooplâncton. Além disso,

a ingestão de itens nessa escala de tamanho possui características próprias, que potencializam alguns impactos e permitem a existência de outros não causados pela ingestão de grandes itens.

Além dos danos relacionados à ingestão de qualquer resíduo, plásticos nas escalas micro e nanométricas ($1\text{nm} = 0,000001\text{mm}$) são pequenos o bastante para serem transportados do tubo digestório para as células sanguíneas e, assim, atingirem outros tecidos do indivíduo, podendo causar efeitos tóxicos devido aos aditivos e outros poluentes adsorvidos em sua superfície (Figura 5.2). Sinais de inflamação e de estresse em invertebrados marinhos, devido à exposição e ingestão de microplásticos, já foram confirmados pela existência de danos biológicos em níveis celulares. Impactos celulares como esses podem alterar o desenvolvimento dos organismos, por exemplo, diminuindo suas taxas de alimentação e influenciando no crescimento e na sobrevivência.

Os vários tipos de poluentes que já estão presentes na água e em substratos marinhos, como por exemplo os derivados de combustíveis fósseis e outros poluentes orgânicos, também podem ter seus impactos potencializados pela ingestão de microplásticos, uma vez que esses poluentes possuem afinidade química com as resinas plásticas. Concentrações de outros poluentes acumulados na superfície dos microplásticos podem ser milhares de vezes maior que a da água do mar, e essas substâncias podem ser lixiviadas para organismos que ingerem o plástico, como discutido anteriormente.

De maneira geral, os potenciais impactos dos plásticos (como a contaminação por poluentes adsorvidos) aumentam à medida que o tamanho do resíduo diminui. Isso ocorre porque, conforme o tamanho da partícula diminui, maior é a sua área superficial de contato com o ambiente em relação ao seu volume e, dessa maneira, maior será a concentração relativa de compostos químicos adsorvidos em sua superfície. Adicionalmente, a quantidade de partículas de microplástico ingeridas por um organismo tende a ser bem maior que a de macroplásticos.

○ tamanho do resíduo importa e altera os impactos associados a eles. Quanto menor o resíduo, maior sua biodisponibilidade e a variedade de impactos associados.

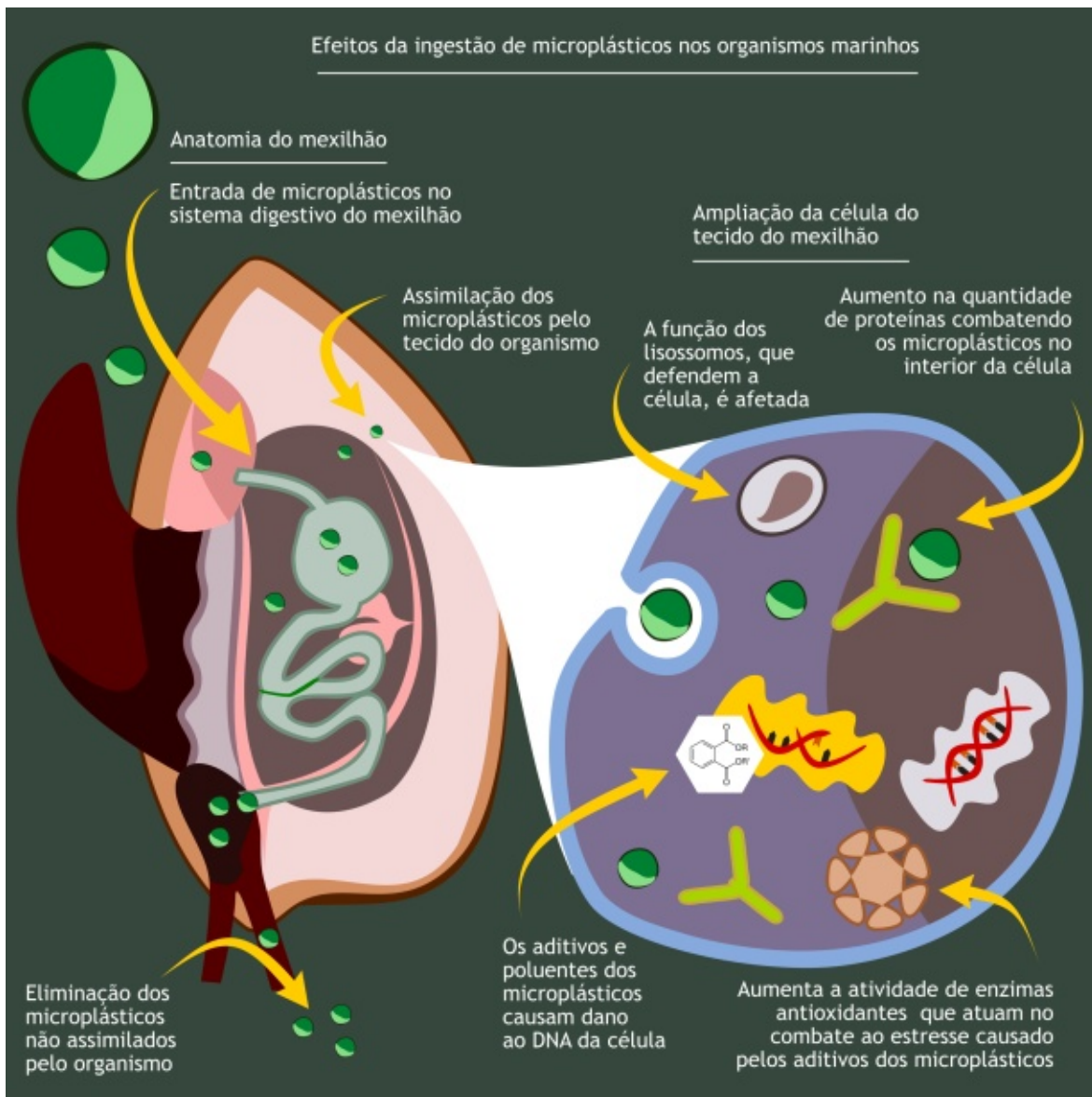


Figura 5.2. Caminho dos micro e nanoplásticos ingeridos pelo mexilhão, bem como dos aditivos e poluentes adsorvidos, indicando seus efeitos biológicos.

O tempo em que os itens plásticos ingeridos permanecem no tubo digestório também pode ser influenciado pelo seu tamanho. Itens menores demoram mais para serem rejeitados, devido ao tempo que o sistema digestório leva para reconhecê-los como não sendo alimento, permanecendo por mais tempo nos organismos e aumentando o risco dessas partículas causarem algum prejuízo ao indivíduo. Isso quer dizer que, quanto mais tempo um microplástico contaminado com algum poluente fica no estômago de um animal, maiores são as chances desse contaminante ser levado ao nível celular e os impactos associados acontecerem.

Percebe-se então que, para entendermos os riscos da ingestão dos microplásticos, deve-se somar uma série de novos impactos aos da ingestão de fragmentos maiores, o que potencializa seus danos. Ainda mais preocupante é a tendência do plástico no oceano se fragmentar em microplásticos. Nesse cenário, a quantidade de microplásticos tende a crescer com o passar do tempo, o que elevaria os tipos, a amplitude e a intensidade dos impactos. Atualmente, microplásticos já são encontrados em todos os compartimentos marinhos, incluindo a biota, em quantidades que tendem a aumentar. ☺

Notas

58. Zooplâncton: conjunto de organismos aquáticos, normalmente com tamanhos diminutos, heterotróficos (incapazes de produzir seu próprio alimento) e com pouca ou nenhuma capacidade de locomoção. Os crustáceos constituem um importante grupo do zooplâncton em termos de abundância. A ingestão do plástico pelo zooplâncton (na foto) foi observada em um estudo experimental, no qual as partículas plásticas foram marcadas com fluorescência para possibilitar a observação.
59. FAO (2017) *Microplastics in fisheries and aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 615. 126p. (<http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>)
60. Plastic Health Coalition (<https://www.plastichealthcoalition.org/plastic-health-coalition/>)
61. Mau funcionamento das glândulas produtoras de hormônios.
62. Alterações nas estruturas e processos biológicos que protegem os organismos contra agentes infecciosos, como vírus e bactérias.
63. Nobre CR et al. (2015) *Assessment of microplastic toxicity to embryonic development of the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea)*. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1-2). (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X15000107?via=ihub>)
64. Produto plástico na forma como saiu da indústria, com sua carga original de aditivos.
65. *Pellets* que, por estarem no ambiente há algum tempo, podem ter liberado os aditivos de fabricação na água do mar e podem ter adsorvido poluentes que já estavam na água.

PARTE III

O QUE VEM SENDO FEITO

Capítulo 6

Quais ações internacionais buscam
solucionar o problema?

Capítulo 7

Quais as ações no Brasil?

Capítulo 6

Quais ações internacionais buscam solucionar o problema?

Debates e acordos internacionais sobre os resíduos sólidos nos mares

O acúmulo de resíduos no oceano começou a ter seus impactos identificados à luz das pesquisas sobre a dinâmica oceânica e sobre os processos físico-químicos associados à permanência dos resíduos sólidos no ambiente marinho. Esse conhecimento despertou o interesse em compreender a dimensão dos danos causados por essa poluição à vida marinha, aos ecossistemas e às atividades humanas. A partir dessa percepção, esforços internacionais conjuntos, principalmente por países integrantes da Organização das Nações Unidas (ONU), vêm sendo realizados, a fim de resguardar a qualidade do ambiente marinho (Figura 6.1).

Foi na década de 1970, em fóruns de discussão mais abrangentes sobre a poluição e gestão do meio ambiente marinho, que essa problemática começou a ser abordada, inclusive com os primeiros encontros específicos sobre o tema. A questão ambiental passou a ter maior visibilidade no final da década de 1960, quando foi fundado o Clube de Roma, em 1968, para discutir as relações do desenvolvimento econômico com a saúde do planeta. A partir desses esforços, em 1972, foi publicado o relatório “Os Limites do Crescimento”⁶⁶ (do inglês, *The Limits to Growth*), que trazia perspectivas alarmantes quanto aos impactos do desenvolvimento econômico na manutenção de um meio ambiente saudável.

No mesmo ano, na Suécia, ocorria a Conferência de Estocolmo, realizada pela ONU. Essa reunião tinha como objetivo discutir os efeitos da industrialização no meio ambiente e foi um marco, quanto à inserção dos países, na discussão sobre a questão ambiental. Como fruto desse trabalho, foi firmada a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano⁶⁷. Seus princípios visavam estender a Declaração Universal dos Direitos Humanos, como o primeiro documento do direito internacional a reconhecer o direito humano a

um meio ambiente de qualidade. Nesse mesmo ano, foi criado, pela própria ONU, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA; do inglês, *United Nations Environment Programme* - UNEP), que tem como objetivo facilitar a cooperação internacional no campo ambiental. Posteriormente, em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD; em inglês, *United Nations Conference on Environment and Development* - UNCED), mais conhecida como Rio 92, veio aperfeiçoar os mecanismos de proteção ambiental internacional e reafirmou a Declaração de Estocolmo.

Vinte anos mais tarde, em 2012, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20) teve o objetivo de renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, tendo a economia verde e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável no centro das discussões. Durante esse processo, houve um amadurecimento do entendimento da importância do oceano, tanto para a regulação do clima quanto para a sustentabilidade da vida no planeta.

Dentre os diversos temas que emergiram ao longo dessas décadas, os resíduos sólidos ganharam destaque, em função da sua forte percepção pela sociedade e pelos impactos que causam. Como resultado desse processo, a Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (em inglês, *United Nations Environmental Assembly* - UNEA) reuniu-se pela primeira vez em 2014 e elencou o tema “resíduos nos mares” como prioritário em suas discussões.

Nos últimos 50 anos, diversas iniciativas abordaram, em nível global, questões pertinentes aos resíduos sólidos. A seguir, abordaremos as ações e produtos gerados especificamente em relação a esse tipo de poluente, divididos de acordo com as fontes, terrestres e marinhas, seguidos por ações entendidas como transversais, por tratarem ambas as fontes indiscriminadamente.

A problemática dos resíduos nos mares começou a ser tratada nos anos 1970 e, desde então, diversas iniciativas internacionais vêm sendo realizadas, a fim de buscar soluções.

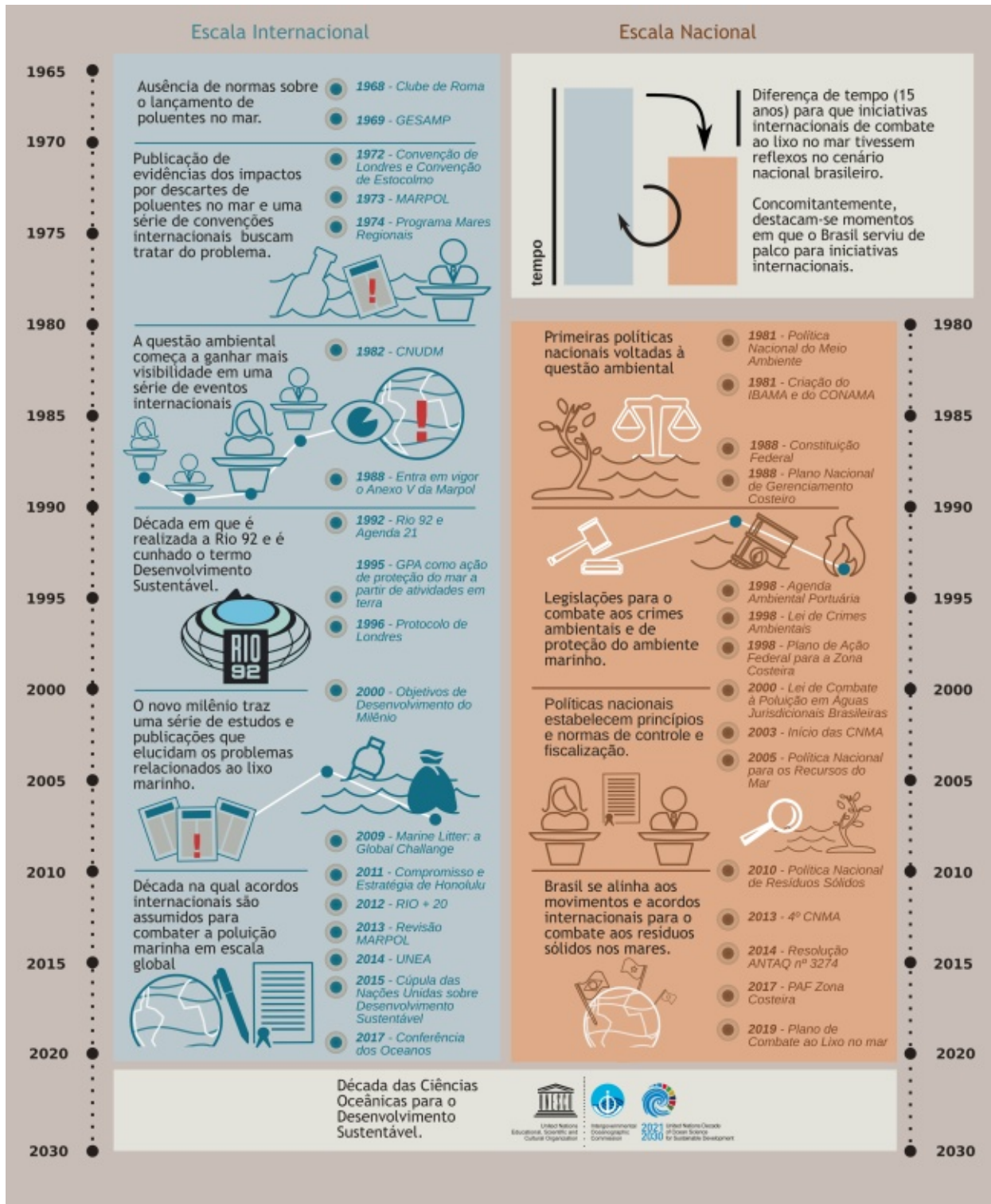


Figura 6.1. Histórico de debates e ações internacionais sobre resíduos nos mares.

Fontes marinhas

Em 1972, ocorreu, em Londres, a Convenção para a Prevenção da Poluição Marinha por Operações de Imersão de Detritos e Outros, conhecida como Convenção de Londres⁶⁸. Em vigor desde 1975, essa convenção teve como objetivo a promoção do controle efetivo de todas as fontes de poluição marinha e a adoção de medidas possíveis para evitar a poluição do mar por lançamento de resíduos e outras substâncias. A fim de modernizar a Convenção de Londres e posteriormente substituí-la, em 1996 foi firmado o Protocolo de Londres⁶⁹. Esse protocolo, que entrou em vigor em 24 de março de 2006, condenou todo tipo de lançamento de substâncias e resíduos no mar e pode ser entendido como um avanço na proteção dos mares e oceano, contando, atualmente, com 45 países signatários.

Com o aumento do tráfego marinho de embarcações, houve também um aumento dos resíduos gerados. Assim, em 1973, ocorreu a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (em inglês, *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships - MARPOL*)⁷⁰. Essa convenção é considerada um marco histórico para a problemática da poluição por embarcações, pois estabeleceu regulamentações para prevenir e minimizar o lançamento deliberado, negligente ou acidental de óleo, resíduos sólidos e outras substâncias danosas, por navios. Com isso, firmou-se um

acordo internacional para a eliminação da poluição por embarcações, a qual entrou em vigor em 1983, porém, seu Anexo V, que trata da poluição por resíduos sólidos, entrou em vigor apenas em 1988. A promulgação do anexo V dessa convenção tornou estritamente proibido o lançamento ao mar de qualquer tipo de resíduo plástico gerado nas embarcações, sejam eles cabos, redes, sacolas ou cinzas de incineradores provenientes de produtos plásticos. De forma semelhante, proibiu o lançamento de qualquer tipo de resíduo, seja ele plástico ou não, com exceção de restos orgânicos triturados, produzido em plataformas de exploração de recursos minerais (ex. petróleo) em alto-mar. O Anexo V foi revisado mais recentemente e, a partir de 1º de janeiro de 2013, proíbe a descarga de todo tipo de resíduos no mar, exceto restos de alimentos, resíduos de carga (contidos ou não em águas de lavagem e não prejudiciais ao meio ambiente), agentes de limpeza e aditivos (contidos em águas de lavagem de porões de carga, pavimentos e superfícies) e carcaças de animais (transportados como carga), a qualquer distância da costa, em áreas não sujeitas à gestão especial (Figura 6.2).

Em 10 de dezembro de 1982, na Baía de Montego, na Jamaica, a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM; em inglês, *United Nations Convention on the Law of the Sea - UNCLOS*)⁷¹ foi aprovada. Essa convenção propôs um novo documento legal e mais



Figura 6.2. Restrições impostas pelo Anexo V da MARPOL (1988) e após recente atualização (2013), para o despejo de dejetos por navios em áreas não sujeitas aos regramentos especiais.

abrangente sobre o direito do mar, no qual foram estabelecidas definições e regras práticas sobre o uso do ambiente marinho e seus recursos. Os países com fronteiras marítimas tiveram a possibilidade de expandir seus territórios para o mar. Em contrapartida, os países tiveram que se comprometer com a proteção do ambiente, inclusive em relação aos resíduos sólidos, de acordo com a sua política de meio ambiente e em conformidade com o seu dever de proteger e preservar o meio marinho.

A possibilidade de utilização de recursos minerais, como petróleo, trouxe grande motivação para o Brasil, que solicitou a ampliação de seus limites para a zona econômica exclusiva e a plataforma continental jurídica, além das margens Equatorial e Oriental/Meridional, com a inclusão da elevação de Rio Grande, por meio do Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC). Com isso, o Brasil possui o direito de explorar cerca de 5,7 milhões de km² de área oceânica, que, devido a sua importância estratégica e de riquezas naturais (95% do petróleo, 80% do gás natural e 45% do pescado), passou a ser denominada “Amazônia Azul”, pela Marinha do Brasil. O Brasil, agora com seu imenso território no mar, com uma área marinha equivalente a mais da metade da sua área continental, possui o desafio de garantir a qualidade desse ambiente.

Em outubro de 2018, a Organização Marítima Internacional (OMI; em inglês, *International Maritime Organization - IMO*) comprometeu-se a abordar de forma mais eficaz a poluição por plásticos no meio marinho. Por meio do seu Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho, a IMO adotou um Plano de Ação⁷² global para melhorar os regulamentos existentes e introduzir novas medidas de apoio à redução dos resíduos provenientes dos navios. O Plano de Ação, que propõe o estreitamento da cooperação internacional (especialmente com a FAO e UNEP), baseia-se nos marcos regulatórios existentes e identifica oportunidades para aprimorar essas estruturas e introduzir novas medidas de apoio para tratar a questão dos resíduos plásticos marinhos descartados por navios.

Fontes terrestres

A origem terrestre dos resíduos encontrados nos mares é um tema presente em importantes convenções e conferências sobre o meio

ambiente, que também buscavam soluções para esse problema. Como uma das primeiras iniciativas, o Programa de Mares Regionais⁷³ (em inglês, *Regional Seas Programme*), criado em 1974, no âmbito do PNUMA, propunha uma ação regionalizada e integrada, envolvendo a colaboração de países vizinhos para identificar e combater a degradação do ambiente marinho, incluindo os resíduos sólidos de origem continental.

Em 1982, a CNUDM destacou a poluição marinha de origem terrestre e deu diretrizes aos países para a adoção de leis que tivessem por objetivo a prevenção, redução e controle da mesma, bem como tantas outras medidas necessárias para a manutenção da qualidade do ambiente. Já em 1995, surge o Programa de Ação Global para a Proteção do Ambiente Marinho por Atividades Realizadas em Terra⁷⁴ (em inglês, *Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities - GPA*), organizado pelo PNUMA, na cidade de Washington, Estados Unidos. O programa é usado para o embasamento conceitual e prático das autoridades nacionais e regionais, envolvendo diferentes países dentro do Programa de Mares Regionais, tendo por objetivos a elaboração e a implementação de ações que previnam, reduzam, controlem e eliminem a degradação marinha oriunda de atividades terrestres. Periodicamente, são organizadas Reuniões de Revisão Intergovernamentais (em inglês, *Intergovernmental Group Review - IGR*) para que o poder público e outras partes interessadas possam avaliar o estado da implementação do GPA e decidir as medidas para reforçar a sua implementação, de modo realista⁷⁵. Desde sua criação ocorreram quatro IGRs, nas quais foram elaboradas declarações de comprometimento dos Estados-membros com a proteção do oceano: o primeiro, em Montreal (Canadá)⁷⁶, em 2001; o segundo, em Pequim (China)⁷⁷, em 2006; o terceiro, em Manila (Filipinas)⁷⁸, em 2012; o quarto, em Bali (Indonésia)⁷⁹, em 2018. No terceiro IGR, em Manila, ficou decidido que os trabalhos para o próximo período priorizariam os resíduos sólidos, nutrientes e efluentes nos mares, utilizando para isso as parcerias globais multissetoriais. Em relação aos resíduos sólidos, os atores envolvidos deveriam buscar soluções inovadoras e iniciativas para o problema dos resíduos nos mares, como o compartilhamento de boas práticas, além de instrumentos le-

gais, políticos, econômicos e sociais, para prevenir e reduzir a entrada de resíduos nos mares. No último encontro, em Bali, os países tiveram a oportunidade de moldar as discussões políticas sobre o futuro do programa, bem como renovar seu compromisso de proteger o oceano da poluição terrestre, com a apresentação de um panorama⁸¹ das ações implementadas até então. Em relação aos resíduos sólidos nos mares, verificou-se que os objetivos foram totalmente ou parcialmente alcançados. Nesse encontro também foi feita uma compilação de documentos sobre o tema resíduos sólidos no oceano⁸¹.

Ações transversais

Outros importantes movimentos e estratégias de ação para o entendimento e solução do problema dos resíduos sólidos no ambiente marinho consideraram tanto as origens terrestres quanto as marinhas. Esses movimentos tiveram, como objetivo, propor, orientar e facilitar a implementação de acordos internacionais.

O Programa de Mares Regionais, mencionado anteriormente, foi um dos resultados da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada pela ONU, em 1972. Esse programa é uma das maiores conquistas do PNUMA e tem como objetivo auxiliar na gestão compartilhada e sustentável do ambiente marinho e costeiro por países vizinhos, que dividam um corpo comum de água do mar. Atualmente, são 18 Programas de Mares Regionais, que abrangem mais de 140 países. Como exemplo, o Programa de Mares Regionais do Mediterrâneo tem como países integrantes todos aqueles cuja costa faz parte do Mar Mediterrâneo, tanto da Europa quanto da África e parte do Oriente Médio. O programa apresenta ações tanto abrangentes quanto específicas para proteger esse ambiente. No âmbito dos resíduos sólidos, tem desenvolvido e implementado diversas ações piloto para a mitigação do problema em regiões particularmente afetadas, além de publicar relatórios de diagnósticos regionais e de boas práticas para o enfrentamento do problema. Em 2009, o programa publicou o relatório “Lixo Marinho: um Desafio Global”⁸², importante referência que apresenta e discute dados sobre o tema, gerados por doze programas regionais, junto com recomendações globais para mitigar o problema.

Para o avanço de um novo paradigma, pautado na sustentabilidade econômica, social e ambiental, a Agenda 21⁸³ foi criada como um produto da Rio 92. O termo Agenda 21 foi cunhado com o intuito de identificar compromissos e ações para o desenvolvimento sustentável durante o século XXI. Ao mesmo tempo, nascia a Carta da Terra⁸⁴, documento que defende um novo tipo de relação entre economia, meio ambiente e sociedade. Essa declaração possui, como ponto central, a proteção dos ecossistemas e de todos os seus habitantes, servindo como baliza para os princípios da Agenda 21. Dessa forma, esses dois instrumentos em conjunto se tornaram importantes marcos conceituais e instrumentos de planejamento para o desenvolvimento sustentável das sociedades, com base em princípios de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Ambos os documentos abordam questões pertinentes à proteção do oceano e de todos os tipos de mares e da zona costeira, bem como o manejo ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Na virada do milênio, o movimento impulsionado pela Rio 92 levou o PNUMA a propor, em 2000, um compromisso internacional para combater a extrema pobreza e outros problemas da sociedade até 2015, denominado Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)⁸⁵. Dos oito objetivos acordados, o problema dos resíduos nos mares aparecia, ainda que sem muito destaque, no objetivo 7, que visava à qualidade de vida e respeito ao meio ambiente. O aprofundamento dessa discussão levou à proposição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)⁸⁶, com o tema “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Dentre os 17 objetivos e 169 metas definidas pela Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, realizada na sede da ONU, em 2015, o ambiente marinho aparece como eixo transversal em praticamente todos os objetivos. O oceano e o combate aos resíduos nos mares foram considerados no Objetivo 14⁸⁷: “Conservação e uso sustentável do oceano, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”; com a meta (14.1) de:

“até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo resíduos marinhos e a poluição por nutrientes”.

Devido à importância dada à preservação da vida marinha, pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, foi realizada, em 2017, a Conferência do Oceano, em Nova Iorque, no Dia Mundial do Oceano (8 de junho). Essa conferência teve, como meta, identificar formas e meios de apoiar a implementação do ODS 14. Mais de 1.600 compromissos voluntários já foram propostos por chefes de estado, empresas, sociedade civil e outras partes interessadas, para essa finalidade⁸⁸. Dentre os compromissos assumidos, está o de acelerar ações para prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, incluindo detritos marinhos, plásticos e microplásticos e petrechos de pesca perdidos, abandonados ou descartados de outra forma. A Segunda Conferência do Oceano (Lisboa, 2021) está sendo considerada um marco para a busca dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Essa conferência buscará impulsionar soluções inovadoras, baseadas na ciência, necessárias para iniciar um novo capítulo da ação global para o oceano.

A Administração Nacional do Oceano e Atmosfera (em inglês, *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA) é um exemplo de agência governamental que assumiu a responsabilidade de discutir a temática dos resíduos nos mares, em escala global. Nos EUA, ela promove, desde a década de 1980, estudos sobre resíduos no ambiente marinho, apresentando os resultados em uma série de conferências internacionais denominadas Conferências Internacionais sobre o Lixo Marinho (em inglês, *International Marine Debris Conference*). Tais conferências buscam uma melhor definição do problema dos resíduos sólidos nos mares; identificar e recomendar ações para sua mitigação; compilar informações quanto à quantidade, distribuição e impactos dos resíduos nos mares; assim como propor soluções.

Na quinta conferência, realizada em 2011, em Honolulu, Havaí, em parceria com o PNUMA, foram elaborados dois produtos importantes, frutos da preocupação diante da crescente presença de resíduos no ecossistema marinho, com atenção especial aos resíduos plásticos: o Compromisso de Honolulu⁸⁹ e a Estratégia de Honolulu⁹⁰. O Compromisso pactua a intenção de diversos grupos de combater o problema dos resíduos nos mares (Box 6.1), enquanto a Estratégia tem por objetivo servir como instrumento de gestão para reduzir os impactos causados por esses resíduos, por meio

de ações que controlem suas fontes marinhas e terrestres e que diminuam a quantidade de resíduos já existentes no meio ambiente. A Estratégia de Honolulu tem um papel fundamental para o embasamento de soluções sustentáveis e estruturantes para a presença de resíduos nos mares e, portanto, será tratada mais detalhadamente adiante.

Algumas ações regionais tiveram relevância no combate aos resíduos sólidos nos mares. No âmbito europeu, desde 1972, a Comissão de Oslo e Paris (em inglês, *OSPAR Commission*) atua na identificação de ameaças para o ambiente marinho e na organização, em toda a sua área marítima, de programas e medidas de combate a essas ameaças. Em dezembro de 2015, ocorreu a Conferência sobre Microplásticos (Roterdã, Holanda), com discussões sobre a cadeia de valor do plástico e as medidas para reduzir a entrada de microplásticos no ambiente marinho. Soma-se a essa iniciativa, no bloco europeu, a Conferência Internacional sobre a Prevenção e Gestão de Lixo nos Mares Europeus (2013; Berlin, Alemanha), realizada no âmbito do Programa de Mares Regionais, com participantes de diversos segmentos da sociedade. Organizada pela Agência Federal Ambiental da Alemanha (UBA, sigla em alemão), teve como objetivo colocar em prática as obrigações firmadas na Rio +20 e fazer com que os países europeus contribuíssem para a Estratégia de Honolulu.

Ainda no âmbito da comunidade europeia, destacam-se as Diretivas da Comunidade Europeia, que correspondem a um ato legal, e propõem objetivos a serem alcançados por todos os países da União Europeia, ainda que cada país possa elaborar as suas próprias regras para cumpri-los. Como exemplos relacionados ao tema dos resíduos nos mares, temos:

- Diretiva 2000/59/CE, 2000⁹¹ – Relativa aos meios portuários de recepção de resíduos gerados em navios e de resíduos da carga, visando aumentar a proteção do meio marinho, com a redução das descargas, no mar, dos resíduos gerados em navios e de restos das matérias transportadas como carga.
- Diretiva 2008/56/CE, 2008⁹² – Regulamento que estabelece uma estratégia de ação comunitária para a política para o meio marinho (Diretiva da Estratégia Marinha). Essa diretiva prevê o monito-

Box 6.1. O Compromisso de Honolulu.

O Compromisso de Honolulu reconhece, formalmente, a preocupação internacional com a crescente presença de resíduos sólidos nos mares. Nesse Compromisso, ficaram registradas: a importância de melhorar o conhecimento sobre o problema; a necessidade de identificar as diferentes realidades dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, quanto ao entendimento das causas e a busca por soluções para os resíduos nos mares; e a importância da responsabilidade compartilhada entre cada setor da sociedade para a busca de soluções sustentáveis. É importante esclarecer que o Compromisso não tem cunho pragmático, com metas e ações definidas para serem cumpridas, mas corresponde a um forte instrumento para orientar as ações da sociedade.

O objetivo do Compromisso de Honolulu é de, então, firmar um compromisso entre organizações internacionais, diferentes níveis de governo, iniciativa privada, organizações da sociedade civil, cidadãos e outros interessados para:

1. Fazer escolhas que reduzam o desperdício, a fim de frear e reduzir a ocorrência de resíduos nos mares;
2. Encorajar todos a assumirem a responsabilidade de sua contribuição para o problema e de buscar soluções para ele;
3. Compartilhar aberta e livremente mecanismos técnicos, legais e políticos, de base comunitária e econômica, que auxiliarão a prevenir e reduzir os resíduos sólidos nos mares;
4. Defender mecanismos que enfatizem a prevenção ou minimização do desperdício;
5. Facilitar iniciativas que transformem o desperdício de recursos, de maneira ambientalmente sustentável;
6. Desenvolver metas globais, regionais, nacionais e locais, para reduzir os resíduos nos mares;
7. Melhorar o conhecimento global sobre o problema, através do entendimento e monitoramento das escalas, naturezas, fontes e impactos dos resíduos nos mares, e sensibilizar a sociedade quanto aos seus impactos na saúde pública, biodiversidade e desenvolvimento econômico;
8. Colaborar com organizações globais, regionais e sub-regionais, para aumentar a eficácia das iniciativas multilaterais destinadas a prevenir, reduzir e gerenciar os resíduos nos mares;
9. Incentivar o apoio financeiro para ações globais, regionais, nacionais e locais, que contribuam para a implementação da Estratégia de Honolulu;
10. Incentivar fóruns intergovernamentais relevantes, incluindo aqueles de escalas globais e regionais, a expressar o apoio ao Compromisso de Honolulu e incentivar os governos a tomarem medidas em concordância com os objetivos e estratégias de ação definidas na Estratégia de Honolulu;
11. Participar de uma rede global de agentes comprometidos com o entendimento, prevenção, redução e gestão dos resíduos nos mares, de uma maneira ambientalmente sustentável;
12. Contribuir para o desenvolvimento e implementação bem-sucedidos da Estratégia de Honolulu – uma plataforma global para a prevenção, redução e gestão de resíduos nos mares – e sua revisão periódica.

ramento da qualidade do ambiente marinho, com vistas a atingir um estado saudável do ambiente até 2020, no qual os resíduos nos mares figuram como um dos descritores a serem analisados (Anexo 1 - Descritor 10: “As propriedades e quantidade de lixo marinho não prejudicam o meio costeiro e marinho”).

- Decisão 2010/477/UE, 2010⁹³ – Estabelece critérios e normas metodológicas para avaliação do bom estado ambiental das águas marinhas, incluindo resíduos sólidos.
- Livro Verde: Sobre uma Estratégia Europeia para os Resíduos de Plásticos no Ambiente⁹⁴ – Livro que propõe uma reflexão profunda sobre possíveis respostas às questões que se colocam às políticas públicas para os resíduos de plástico, não especificamente abordadas pela legislação da União Europeia, em matéria de resíduos.

O Grupo Conjunto de Especialistas sobre os Aspectos Científicos da Proteção Ambiental Marinha (em inglês, *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection* - GESAMP), criado em 1969, possui, como função, o aconselhamento técnico junto à ONU, sobre essa temática. Os resíduos nos mares correspondem a uma das frentes de trabalho do GESAMP, por ser reconhecido como um dos grandes problemas do oceano. Maior atenção é dada aos microplásticos, uma vez que eles compõem uma parte preocupante e ainda pouco compreendida dos resíduos sólidos nesses ambientes.

Em 2009, o GESAMP definiu uma linha de ação para o problema dos resíduos nos mares e, em 2010, realizou a Reunião Inicial do Grupo de Trabalho 40 da GESAMP (UNESCO-IOC, Paris, França), para a discussão do tema. Esse encontro reuniu a iniciativa privada, universidades, organizações da sociedade civil e tomadores de decisão para examinarem o potencial dos microplásticos, como um vetor no transporte de substâncias tóxicas persistentes e bioacumuladoras no oceano⁹⁵. Em 2015, o Grupo de Trabalho 40 publicou o relatório “Fontes, destinos e impactos dos microplásticos no ambiente marinho - uma avaliação global”⁹⁶, que traz uma série de recomendações para ações e melhorias para as futuras avaliações. Em 2016, uma segunda parte desse documento⁹⁷ foi publicada.

Também em 2016, o GESAMP lançou “Lixo plástico marinho e microplásticos - lições e pesquisas globais para inspirar ações e guiar mudanças políticas”⁹⁸, trazendo o entendimento de uma perspectiva global do problema, bem como recomendações para mudanças no comportamento de todos os atores envolvidos. Já em 2019, as “Diretrizes para o monitoramento e avaliação de lixo plástico no oceano”⁹⁹ pretendem promover uma abordagem mais harmonizada, com a seleção de indicadores apropriados para o estabelecimento de programas nacionais e regionais de monitoramento.

Outro importante marco na gestão dos resíduos sólidos nos mares foi a criação, durante a Rio +20, em 2012, da Parceria Global sobre Lixo Marinho (em inglês, *Global Partnership on Marine Litter* - GPML¹⁰⁰), pelo GPA. De base multissetorial e voluntária, essa parceria tem como objetivo proteger a saúde humana e ambiental, pela redução e gestão dos resíduos. Seus apoiadores correspondem a organismos internacionais, órgãos governamentais, iniciativa privada e sociedade civil organizada, que contribuem financeiramente e/ou com conhecimentos técnicos. Essa parceria visa fortalecer iniciativas que, com base na Estratégia e no Compromisso de Honolulu, evitem a entrada de resíduos nos mares. A GPML está vinculada a outra iniciativa, a Parceria Global para a Gestão dos Resíduos Sólidos (em inglês, *Global Partnership on Waste Management* - GPWM), com vistas a garantir que as estratégias e metas referentes aos resíduos nos mares estejam acopladas à redução e à gestão de resíduos sólidos.

A primeira Assembleia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (em inglês, *United Nations Environmental Assembly* - UNEA; 2014, Nairóbi, Quênia) teve origem na Rio +20 e foi fruto de acordos entre líderes mundiais, para que o PNUMA fosse fortalecido. Nesse primeiro evento foram abordadas diversas questões importantes, entre elas os resíduos plásticos, incluindo os microplásticos, no ambiente marinho. Nessa sessão, representantes de mais de 160 países aprovaram a Resolução 1/6¹⁰¹ sobre resíduos plásticos nos mares. Essa resolução toma, como pontos importantes, a identificação das principais fontes de detritos de plásticos no ambiente marinho e de possíveis medidas, ou seja, melhores técnicas e práticas ambientais disponíveis, para evitar e mitigar o acúmulo de plásticos no ambiente

marinho. Como desdobramento, foi elaborado um relatório técnico¹⁰² para embasar as discussões do segundo encontro da UNEA (2016, Nairóbi, Quênia), durante o qual foi elaborada uma resolução para guiar os diferentes países em suas ações.

Na Resolução 2/11¹⁰³, os governos solicitaram uma avaliação da eficácia das estratégias de governança internacional, regional e sub-regional e abordagens para combater o lixo plástico e os microplásticos marinhos, levando em consideração as regulamentações internacionais, bem como a identificação de possíveis lacunas e estratégias para resolvê-las. Nesse sentido, durante a UNEA 3 (2017, Nairóbi, Quênia), foi elaborada uma avaliação da eficácia de estratégias e abordagens de governança para o combate aos resíduos plásticos e microplásticos¹⁰⁴, da qual originou-se uma lista de prioridades, para serem implementadas imediatamente, ou de curto a longo prazo, pelas nações (Quadro 6.1). Também foi elaborada a Resolução 3/7¹⁰⁵, que convoca os Estados-membros, considerando os

diferentes setores da sociedade, a implementarem planos de ação para a prevenção da entrada de resíduos sólidos e microplásticos no mar, em escalas nacionais e regionais, além de fortalecer cooperações internacionais, visando atingir a meta 14.1 dos ODS até 2025.

Em complementação à Resolução 3/7, elaborou-se uma lista de resoluções, decisões e acordos relevantes, bem como relatórios do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e outras organizações, Estados-membros e partes interessadas, para a informação dos participantes, na primeira reunião do comitê do grupo de especialistas em lixo marinho e microplásticos. Tais documentos estão disponíveis para consulta pública¹⁰⁶. Essa resolução também criou um Grupo de Especialistas *Ad-Hoc* sobre Lixo no Mar e Microplásticos, para examinar mais detalhadamente os desafios e as opções de combate ao lixo plástico marinho e microplásticos de todas as fontes, especialmente as terrestres. Esse Grupo de Especialistas foi incumbido de: (1) realizar um levantamento das atividades

Quadro 6.1. Sugestão de prioridades e prazos às governanças dos Estados-membros da UNEA 3.

Efetividade	Estratégias
Imediata	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e banir produtos indesejáveis e desnecessários e produtos químicos perigosos, em processos de produção e reciclagem (reduzir). • Identificar oportunidades para o reuso, os componentes necessários para possibilitar isso, os incentivos e a infraestrutura necessária (identificação, coleta, classificação, desmontagem etc.), para projetar produtos reutilizáveis. • Iniciar a análise dos impactos ambientais do lixo para energia e quaisquer incentivos perversos que isso pode criar (como, p. ex., menor priorização de redução e reuso).
Curto prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Iniciar a análise da legislação nacional, no contexto da prevenção de todas as fontes, mitigação e limpeza. • Estabelecer órgãos governamentais que supervisionarão as políticas de gestão de resíduos sólidos, implementação e monitoramento. • Melhorar os serviços de coleta, transporte, armazenamento, classificação e descarte, com o objetivo de reduzir a entrada de resíduos sólidos no oceano, considerando todo o ciclo de vida dos componentes. • Vincular a poluição por plásticos aos padrões de qualidade do ar e da água, particularmente no caso de microplásticos primários, aditivos, produtos químicos usados para reciclagem, liberação de toxinas de incineradores. • Definir metas nacionais de coleta, de redução de aterros, de reciclagem e de quantidades de resíduos plásticos pós-consumo, para diferentes tipos e aplicações. • Aumentar o apoio à pesquisa sobre reciclagem secundária e terciária.

Quadro 6.1. Continuação

Médio prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer padrões globais para definições, critérios e rotulagem dos resíduos, para auxiliar sua purificação e aumentar o seu valor. • Melhorar os serviços de triagem dos resíduos, para atender aos requisitos da indústria internacional de reciclagem (se exportado), produzir mais tipos de plástico reciclável e atingir as metas de redução de aterros. • Implementar instrumentos econômicos para o não incentivo à produção de plásticos indesejáveis e aditivados. • Identificar incentivos econômicos, em nível nacional, para promover os 6 Rs, focando na redução de produtos desnecessários e indesejáveis, incentivo à produção para o reuso (além da infraestrutura, coleta e classificação exigidas), redução da destinação aos aterros e práticas de reciclagem sustentáveis. • Melhorar a classificação de componentes perigosos na produção de plástico e possíveis tratamentos, no âmbito das Convenções de Basileia, Estocolmo e Roterdã.
Longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar vazamento de resíduos para o oceano, considerando todas as fontes possíveis. • Realizar avaliações de impacto ambiental (AIA) eficazes e colocar em vigor avaliações ambientais estratégicas (AAE) com padrões globais. • Promover uma reciclagem sustentável, correspondente aos padrões globais, em todas as regiões. • Eliminar substâncias perigosas do ciclo de vida dos plásticos ou utilizar substâncias regulamentadas, quando não for possível eliminar. • Promover estreita cooperação entre o design e os 3 Rs. • Recolher, separar e reciclar todos os tipos de plástico, independentemente do seu valor econômico.

e ações dos governos, dos instrumentos regionais e globais, de organizações internacionais, do setor privado, de organizações da sociedade civil e outras contribuições relevantes para a redução do lixo plástico marinho e microplásticos, levando à eliminação, a longo prazo, da sua descarga no oceano¹⁰⁷; (2) identificar recursos ou mecanismos técnicos e financeiros para apoiar os países no combate ao lixo plástico marinho e microplásticos^{108,109}; e (3) analisar a eficácia das respostas às opções existentes e potenciais ao lixo marinho e microplásticos, em todos os níveis, para determinar a sua contribuição para a resolução global do problema¹¹⁰.

Na UNEA 4 (2019, Nairóbi, Quênia), dentre os acordos firmados na Resolução 4/7¹¹¹, os Estados-membros decidiram reforçar a cooperação, estabelecendo, dentro dos recursos disponíveis, e baseando-se em iniciativas existentes, uma plataforma multissetorial, den-

tro do PNUMA, para ação imediata na eliminação das descargas de lixo e microplásticos para o oceano. Além disso, os Estados-membros se propuseram a elaborar diretrizes sobre a produção e o uso de plástico, a fim de conscientizar consumidores, incentivar comerciantes e apoiar os governos a fomentarem a produção e o consumo sustentáveis.

A UNEA 4 também lançou o “Sexto Panorama Ambiental Global”¹¹² (em inglês, *Sixth Global Environment Outlook*), que focou no tema “Planeta saudável, pessoas saudáveis”. Em seu sumário para gestores¹¹³, tratou da poluição marinha por resíduos sólidos e sugeriu, como solução de curto prazo, uma melhora na gestão de resíduos, incluindo a reciclagem e o gerenciamento de fim de vida. As soluções de longo prazo incluem governança aprimorada em todos os níveis e mudanças comportamentais e sistêmicas, que levem à produção e ao consumo res-

ponsáveis e aumentem a reciclagem e a reutilização. O documento reforça a urgência de um acordo global, que aborde a questão dos resíduos sólidos nos mares de maneira abrangente e integrada, melhorando a coordenação e cooperação entre organismos internacionais.

A implementação do Plano de Ação do G7¹¹⁴ sobre o lixo marinho¹¹⁵, integrando o trabalho do Programa de Mares Regionais, inclui esforços para a construção e compartilhamento de boas práticas, coordenação contínua com as convenções dos Mares Regionais Europeus, reforço da colaboração com o GPA e GPML, e contribuição para o Plano de Ação sobre Lixo Marinho¹¹⁶ do G20¹¹⁷. Este Plano será implementado por meio de uma Rede Global Comprometida (RGC; em inglês, *Global Network of the Committed* - GNC) voluntária. As ações concentram-se na promoção de benefícios socioeconômicos, por meio do estabelecimento de políticas sobre prevenção de resíduos sólidos no mar, redução da geração de resíduos e eficiência no uso de recursos, gestão de águas residuais/pluviais, conscientização pública, educação e pesquisa, ações de remediação e promoção do engajamento de gestores. Sob a presidência do Canadá, em 2018, os países do G7 acordaram sete desafios

principais nas áreas de saúde e meio ambiente e se comprometeram a mover esforços para uma maior eficiência no uso de recursos e na gestão sustentável dos resíduos plásticos no ambiente marinho, trabalhando com o setor industrial para que 100% do plástico seja reutilizado, reciclado ou recuperado, até 2040. Em apoio a esses planos, uma perspectiva científica sobre essas questões foi publicada¹¹⁸.

Em dezembro de 2017, as Nações Unidas declararam a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável¹¹⁹, que acontecerá de 2021 a 2030. Essa iniciativa representa uma oportunidade única para a integração entre ciência e política, fortalecendo a cooperação internacional e cumprindo metas das convenções globais para o fortalecimento da gestão do oceano e zonas costeiras. A Década visa envolver diversos atores (pesquisadores, governos, academia, gestores públicos, empresas, indústria e sociedade civil) na busca por novas ideias, soluções, parcerias e aplicações que ajudem a obter “o oceano que precisamos para o futuro que queremos”^{120,121}.

O Quadro 6.2 apresenta uma síntese cronológica das iniciativas mencionadas, nas escalas internacional e regional.

Quadro 6.2. Síntese das iniciativas internacionais que buscam a qualidade ambiental do oceano, bem como solucionar o impacto dos resíduos sólidos no ambiente marinho.

Ano/ Período	Iniciativa	Instituição responsável	Insights
Escala Internacional			
1969	Grupo Conjunto de Especialistas sobre os Aspectos Científicos da Proteção Ambiental Marinha - GESAMP	ONU	Fornecer conhecimento científico multidisciplinar sobre o ecossistema marinho e atividades humanas impactantes para uma governança sustentável.
1972	Relatório “Os limites do crescimento”	Clube de Roma e MIT	Trouxe perspectivas alarmantes sobre os impactos do desenvolvimento econômico para a saúde ambiental.
	Declaração de Estocolmo	ONU	Primeiro documento a reconhecer o direito humano a um meio ambiente de qualidade.
	Convenção de Londres	IMO	Regula o despejo de resíduos e outras substâncias potencialmente prejudiciais ao meio marinho.
	Criação do PNUMA (UNEP)	ONU	Catalisa a ação internacional e nacional para a proteção do meio ambiente, no contexto do desenvolvimento sustentável.

Quadro 6.2. Continuação

1972	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano	ONU	Discute problemas e soluções para a melhoria da qualidade de vida humana, a partir de um ambiente saudável. Lança o Programa Mares Regionais, instituído em 1974.
	Comissão de Oslo e Paris (OSPAR)	OSPAR	Identifica ameaças ao ambiente marinho e organiza programas e medidas para combatê-las.
1973	MARPOL	IMO	Estabelece limites geográficos para a deposição de diferentes resíduos por embarcações no mar.
1974	Programa Mares Regionais	PNUMA	Estabelece a colaboração entre países vizinhos para combater a degradação marinha.
desde 1980	Conferências Internacionais sobre o Lixo Marinho	NOAA	Discute sobre a origem dos resíduos sólidos no mar e propõe, a partir do levantamento de dados científicos, soluções para o problema.
1982	CNUDM (UNCLOS)	ONU	Estabelece os direitos do mar, com definições e regras sobre o uso do ambiente marinho e seus recursos. Destaca a prevenção, redução e controle da poluição marinha de origem terrestre.
1988	Anexo V - MARPOL	IMO	Trata da poluição por resíduos sólidos, proibindo o lançamento ao mar de qualquer tipo de resíduo plástico gerado nas embarcações.
1992	Rio92	ONU	Estabelece a Agenda 21, compromisso político mundial com o desenvolvimento sustentável, e lança a Carta da Terra, que estabelece uma nova relação entre economia, meio ambiente e sociedade.
1995	GPA	PNUMA	Entende que as atividades realizadas em terra podem gerar impactos ao oceano, por meio da conexão criada pelas bacias hidrográficas.
1996	Protocolo de Londres	IMO	Entrou em vigor em 2006 e condena o lançamento de substâncias e resíduos no mar.
2000	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio	PNUMA	Compromisso para combater a extrema pobreza e outros problemas sociais até 2015.
desde 2000	Diretivas da Comunidade Europeia	União Europeia	Fixa objetivos a serem alcançados por todos os países da União Europeia, ainda que cada país possa elaborar suas próprias regras para cumpri-los

Quadro 6.2. Continuação

2001 2006 2012 2018	IGR (Intergovernmental Group Review)	PNUMA	Avalia, periodicamente, a situação da implementação do GPA e reforça o comprometimento dos Estados-membros com a proteção do oceano.
2009	Relatório “Lixo Marinho: um Desafio Global”	Programa Mares Regionais	Discute dados gerados por 12 programas regionais, sobre resíduos sólidos no mar, e busca soluções para a questão.
2010	Reunião Inicial do Grupo de Trabalho 40	GESAMP	Avalia o potencial dos microplásticos como vetor no transporte de substâncias tóxicas persistentes e bioacumuladas no oceano.
2011	Compromisso de Honolulu	NOAA UNEP	Pactua a intenção de diversos grupos de combater o problema dos resíduos nos mares.
	Estratégia de Honolulu	NOAA UNEP	Instrumento de gestão para reduzir os impactos causados pelos resíduos sólidos de fontes terrestres e marinhas.
2012	Rio+20	ONU	Renovação do compromisso político, com destaque para os resíduos sólidos e para o ambiente marinho.
	GPML	GPA	Integra atores e experiências, no combate ao problema do lixo que chega ao mar.
2013	Revisão do MARPOL	IMO	Proíbe o descarte de qualquer tipo de resíduos no mar, exceto orgânicos, a qualquer distância da costa.
	Conferência Internacional sobre a Prevenção e Gestão de Lixo nos Mares Europeus	Agência Federal Ambiental da Alemanha	Coloca em prática as obrigações firmadas pelos países europeus na Rio +20
2014 2016 2017 2019	UNEA	PNUMA	Edita resoluções para o fortalecimento e entendimento de uma abordagem integrada para combater o lixo nos mares.
2015	Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável	ONU	Institui os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre os quais o ODS 14 (“Vida na água”), e a Agenda 2030.
	Relatório “Fontes, destinos e impactos dos microplásticos no ambiente marinho - uma avaliação global”	Grupo de Trabalho 40 - GESAMP	Traz recomendações para futuras avaliações sobre as fontes e impactos do microplástico no ambiente marinho.

Quadro 6.2. Continuação

2015	Conferência sobre Microplástico	OSPAR e Holanda	Discute a cadeia de valor do plástico e as formas de reduzir essa poluição no ambiente marinho
	Plano de Ação do G7	G7	Reforça e colabora com o GPA e GPML, na construção e compartilhamento de boas práticas e coordenação contínua com as convenções dos Mares Regionais Europeus.
2016	“Lixo plástico marinho e microplásticos - lições e pesquisas globais para inspirar ações e guiar mudanças políticas”	Grupo de Trabalho 40 - GESAMP	Busca o entendimento da perspectiva global, com recomendações para a mudança de postura dos atores envolvidos.
2017	Conferência do Oceano	ONU	Amplia a discussão do ODS 14 e sua internalização nos países, por meio da proposição de mais de 1600 Compromissos Voluntários.
	Plano de Ação sobre Lixo Marinho	G20	Estabelece, através de uma Rede Global Comprometida - RGC, políticas de prevenção de poluição marinha por resíduos sólidos.
2018	Comitê de Proteção ao Meio Ambiente Marinho	IMO	Atualiza regulamentos, visando estabelecer novas medidas de combate ao lançamento de resíduos por embarcações.
2019	“Diretrizes para o monitoramento e avaliação de lixo plástico no oceano”	Grupo de Trabalho 40 - GESAMP	Promove a abordagem da concepção de amostragem, selecionando indicadores apropriados para programas de monitoramento.
	Sexto Panorama Ambiental Global	UNEA 4/ PNUMA	Sugere a gestão de resíduos, de forma abrangente e integrada, como um caminho viável para a redução da poluição marinha.
2021-2030	Década das Ciências Oceânicas para o Desenvolvimento Sustentável	UNESCO	Impulsiona programas científicos para melhorar o gerenciamento dos recursos oceânicos e das zonas costeiras.

Esse capítulo abordou como o resíduo marinho, especialmente o resíduo plástico, passou a ser entendido como um problema ambiental e quais convenções e tratados consideraram o assunto historicamente. Isso permitiu que estratégias, a nível de governança mundial, pudessem ser traçadas para a contenção do avanço dessa poluição. Assim, os países comprometidos com a causa, inclusive o Brasil, vêm desenvolvendo esforços internos para cumprir os

acordos estabelecidos, de forma a reduzir e eliminar o lançamento de resíduos sólidos no mar. Aqui não se pretende fazer um levantamento exaustivo das ações existentes mundialmente, as quais estão elencadas em um relatório publicado recentemente pela Universidade de Duke, Estados Unidos¹²². A seguir, serão abordadas as ações que o Brasil vem tomando para tratar dessa questão. 🍃

Notas

66. Meadows D et al. (1972) *The limits to growth: a report of the Rome's Project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books, 205p. (<https://clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth/>)
67. Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 1972. (<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/meio-ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>)
68. IMO (1972) *Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter*. 16 p. (<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/LC1972.pdf>)
69. IMO (1996) *Protocol to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wasted and Other Matter*, 25 p. (<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/PROTOCOLAmended2006.pdf>)
70. IMO (1972) *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. ([http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx))
71. UN (1982) *United Nations Convention on the Law of the Sea*, 208p. (https://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf)
72. IMO. *Addressing marine plastic litter from ships - action plan adopted*. (<http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/20-marinelitteractionmecp73.aspx>)
73. *Regional Seas Programmes*. (<https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/working-regional-seas/regional-seas-programmes>)
74. *The Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities*. (https://papersmart.unon.org/igr-meeting/sites/default/files/gpa_igr4_inf3_20_years_of_gpa_final.pdf)
75. O Brasil, por meio do Ministério do Meio Ambiente, está envolvido com o GPA desde 1995, quando foi adotado pela comunidade internacional. Em 2001, foi elaborado o Plano de Ação Nacional para a Proteção do Ambiente Marinho das Atividades Terrestres (região do Atlântico Sudoeste Superior), plano que não foi efetivamente implementado e que necessita de atualizações.
76. *Montreal Declaration on the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities*. (annex- 1 - p. 70-73) (https://papersmart.unon.org/igr-meeting/sites/default/files/gpa_igr4_inf3_20_years_of_gpa_final.pdf)
77. *Beijing Declaration on furthering the implementation of the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities*. (annex- 2 - p. 74-79) (https://papersmart.unon.org/igr-meeting/sites/default/files/gpa_igr4_inf3_20_years_of_gpa_final.pdf)
78. *Manila Declaration on Furthering the Implementation of the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities*. (annex- 3 - p. 80-83) (https://papersmart.unon.org/igr-meeting/sites/default/files/gpa_igr4_inf3_20_years_of_gpa_final.pdf)
79. *Bali Declaration on the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities*. (<https://papersmart.unon.org/igr-meeting/sites/default/files/k1900652.pdf>)
80. *Progress in the implementation of the Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities at the national, regional and international levels during the period 2012-2018*. (<https://papersmart.unon.org/igr-meeting/sites/default/files/k1802555.pdf>)
81. *Fourth Intergovernmental Review Meeting - Reference Documents* (<https://papersmart.unon.org/igr-meeting/Reference-Documents>)

82. UNEP (2009) *Marine Litter: A Global Challenge*. 234 p. (<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7787>)
83. ONU (1992) Agenda 21, 391 p. (<http://www.ecologiaintegral.org.br/Agenda21.pdf>)
84. ONU (1992) Carta da Terra, 7p. (http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/carta_terra.pdf)
85. ONU (2015) *The Millennium Development Goals Report 2015*. 72 p. (<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/07/MDG-2015-June-25.pdf>)
86. ONU (2015) Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 49 p. (<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>)
87. ONU Brasil (2018) Glossário de termos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14. ONU Brasil. 42 p. (<https://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/ODS/glossarioODS14.pdf>)
88. *Ocean Conference Voluntary Commitments*. (<https://oceanconference.un.org/commitments/>)
89. UNEP, NOAA (2011) *The Honolulu Commitment*. (<https://5imdc.files.wordpress.com/2011/03/honolulucommitment.pdf>)
90. UNEP, NOAA (2011) *The Honolulu Strategy: A Global Framework for Prevention and Management of Marine Debris*, 50 p. (<https://5imdc.files.wordpress.com/2011/03/honolulustrategy.pdf>)
91. Directiva 2000/59/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de novembro de 2000. (https://www.dgrm.mm.gov.pt/documents/20143/92161/DIR_59_2000.pdf/411da5c0-ef7-fc1a-ee6c-2031f0aa8f92)
92. Directiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de junho de 2008. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0056>)
93. Decisão 2010/477/UE da Comissão Europeia, de 01 de setembro de 2010. (<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:232:0014:0024:PT:PDF>)
94. Comissão Europeia (2013) Livro Verde: Sobre uma Estratégia Europeia para os Resíduos de Plásticos no Ambiente, 24 p. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0123&from=PT>)
95. GESAMP (2010) *Proceedings of the GESAMP International Workshop on Microplastic particles as a vector in transporting persistent, bioaccumulating and toxic substances in the ocean*. 69 p. (<http://www.gesamp.org/publications/proceedings-of-the-gesamp-workshop-on-microplastic-particles>)
96. GESAMP (2015) *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment*. 96 p. (http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics_full_study.pdf)
97. GESAMP (2015) *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: Part 2 of a Global Assessment*. 96 p. (<http://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>)
98. UNEP (2016) *Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research to Inspire Action and Guide Policy Change*, 192 p. (http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7720/-Marine_plasctic_debris_and_microplastics_Global_lessons_and_research_to_inspire_action_and_guide_policy_change-2016Marine_Plastic_Debris_and_Micropla.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
99. GESAMP (2019) *Guidelines for the Monitoring and Assessment of Plastic Litter in the Ocean*. 123 p. (<http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>)
100. *Global Partnership on Marine Litter - GPML* (<https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/global-partnership-marine>)
101. UNEP (2014) Resolution 1/6: *Marine plastic debris and microplastics*. 2 p. (https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/1-6._marine_plastic_debris_and_microplastics.pdf)

102. UNEP (2014) *Summary of the First UN Environment Assembly of the UN Environment Programme: 23-27 June 2014*. IISD Reporting Services for Environmental and Development Negotiations, 18 p. (<http://enb.iisd.org/download/pdf/enb16122e.pdf>)
103. UNEP (2016) *Resolution 2/11. Marine plastic litter and microplastics*. 4 p. (<https://un-docs.org/pdf?symbol=en/unep/ea.2/res.11>)
104. UNEP (2017) *Combating marine plastic litter and microplastics: An assessment of the effectiveness of relevant international, regional and subregional governance strategies and approaches*. 197 p. (https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/unea-3_mpl_assessment-2017oct05_unedited_adjusted.pdf)
105. UNEP (2017) *Resolution 3/7. Marine litter and microplastics*, 4 p. (<https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1800210.english.pdf>)
106. UNEP (2018) *List of relevant resolutions, decisions and agreements as well as reports by the United Nations Environment Programme, other organizations, member States and stakeholders*. 8 p. (https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/unep_aheg_2018_1_inf1_relevant_agreements_edited.pdf)
107. UNEP (2019) *Approach for the stocktaking of existing activities and actions towards long-term elimination of discharges into the oceans, to reduce marine plastic litter and microplastics by relevant contributors*. 5 p. (<https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1904552.pdf>)
108. UNEP (2019) *Identification of financial resources and mechanisms for supporting countries in addressing marine plastic litter and microplastics*. 3 p. (<https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1904570.pdf>)
109. UNEP (2019) *Draft approach for technology and innovation mapping*. 4 p. (<https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1904576.pdf>)
110. UNEP (2019) *Proposed methodology for analysis of the effectiveness of existing and potential response options and activities in contributing towards long-term elimination of discharge of marine plastic litter and microplastics into the oceans*. 4 p. (<https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1904564.pdf>)
111. UNEP (2019) *Resolution 4/7. Marine plastic litter and microplastics*, 4 p. (<https://papersmart.unon.org/resolution/uploads/k1900897.pdf>)
112. UNEP (2019) *Global Environment Outlook - Geo-6 - Healthy Planet, Healthy People*. 708 p. (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27539/GEO6_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
113. UNEP (2019) *Sixth Global Environment Outlook: summary for policymakers*. 27 p. (<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27652>)
114. O Grupo dos Sete (G7) é composto pelos sete países (Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido) com as economias mais avançadas do mundo, de acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI).
115. G7 (2015) *Communiqué - Meeting of the G7 Ministers of Science*. 17 p. (http://www.g8.utoronto.ca/science/G7_Science_2015-en.pdf)
116. G20 (2017) *G20 Action Plan on Marine Litter*. 7 p. (https://www.g20germany.de/Content/DE/_Anlagen/G7_G20/2017-g20-marine-litter-en___blob=publicationFile&v=4.pdf)
117. O Grupo dos 20 (G20) é um grupo formado pelos ministros de finanças e chefes dos bancos centrais das dezenove maiores economias do mundo, mais a União Europeia. O Brasil faz parte desse grupo.
118. Thompson, R & Maximenko, N (2016) *Plastic pollution of the marine environment*. In: Williamson, P; Smythe-Wright, D; and Burkill, P. Eds. *Future of the Ocean and its Seas: a non-governmental scientific perspective on seven marine research issues of G7 interest*. ICSUIAPSO-IUGG-SCOR, Paris. (http://www.iugg.org/policy/Report_FutureOcean_G7_2016.pdf)

119. UNESCO (2019) A Ciência que precisamos para o oceano que queremos: Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030). 23 p. (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265198_por)
120. *United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development* (<https://www.ocean-decade.org/>)
121. Década da Ciência Oceânica Brasil (<http://decada.ciencianomar.mctic.gov.br/>)
122. *Nicholas Institution for Environmental Policy Studies (2020) 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem. Duke University.* 308 p. (https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/20-Years-of-Government-Responses-to-the-Global-Plastic-Pollution-Problem_final_reduced.pdf)

Capítulo 7

Quais as ações no Brasil?

Histórico de como o Brasil vem lidando com o problema dos resíduos sólidos nos mares

Em complementação às ações no âmbito internacional para a solução do problema dos resíduos sólidos nos mares, serão tratadas, neste capítulo, de forma ilustrativa e não exaustiva, as políticas públicas brasileiras, em nível nacional, estadual e municipal, voltadas à gestão dos resíduos. Essas iniciativas, em muitos casos, derivam de acordos internacionais, dos quais o Brasil se tornou signatário. Enfoque será dado à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e ao Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (PNCLM), visto a amplitude, relevância e especificidade das ações no combate ao problema. Para tanto, a mesma lógica do capítulo anterior será seguida, considerando-se as fontes marinhas, terrestres e ações transversais.

Fontes marinhas

As leis brasileiras voltadas às fontes marinhas de resíduos sólidos são derivadas de atos e convenções internacionais que foram internalizadas na legislação federal. Os desdobramentos dessas convenções transparecem na Lei de Combate à Poluição em Águas Jurisdicionais Brasileiras (Lei Federal nº 9.966/2000)¹²³, que estabelece princípios para o controle e fiscalização da poluição causada por óleo e outras substâncias nocivas e perigosas, e no Decreto Federal nº 4.136/2002¹²⁴, que especifica as sanções aplicáveis às infrações e às regras previstas na Lei Federal nº 9.966/2000. Esses documentos legais abrangem aspectos e definições da MARPOL 73/78, convenção internacional que trata da prevenção de liberados por .

As definições adotadas pela MARPOL foram adaptadas à realidade brasileira. Assim, o termo “alijamento” passou a ser definido como “todo despejo deliberado de resíduos e outras substâncias, efetuado por embarcações, plataformas, aeronaves e outras instalações, inclusi-

ve seu afundamento intencional em águas sob jurisdição nacional”. E “lixo” foi definido como “todo tipo de sobra de víveres e resíduos resultantes de faxinas e trabalhos rotineiros nos navios, portos organizados, instalações portuárias, plataformas e suas instalações de apoio”.

O grande diferencial dessa lei e do decreto que a regulamenta, no que tange aos resíduos sólidos, é o estabelecimento de sanções em forma de multa para os infratores, que variam de sete mil a cinquenta milhões de reais, de acordo com a dimensão e as circunstâncias da infração, além da identificação dos responsáveis legais, que respondem judicialmente pelas infrações.

Outro aspecto relevante é que a Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998)¹²⁵, em seu artigo 54, considera crime ambiental “causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”. É interessante ressaltar também o princípio do poluidor-pagador, constante na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA; Lei Federal nº 6.938/1981, artigo 4º)¹²⁶, que prevê a imposição, ao poluidor, de recuperar e/ou indenizar os danos causados ao meio ambiente.

Os portos e as autoridades portuárias são essenciais no combate aos poluentes oriundos de navios. Nesse sentido, a Agenda Ambiental Portuária¹²⁷ foi criada pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), em 1998, e vem sendo coordenada pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). Tal documento busca adequar as atividades portuárias aos preceitos e regras ambientais, para uma melhor gestão dos resíduos de fontes marinhas (Box 7.1). O setor portuário desenvolve ainda o Índice de Desempenho Ambiental (IDA - Resolução nº 2650/2012)¹²⁸, que avalia, por meio de indicadores, a eficiência e a qualidade da gestão ambi-

Box 7.1. A Agenda Ambiental Portuária.

As chamadas “Agendas Ambientais” são fortes instrumentos de adequação de diversas atividades à lógica da sustentabilidade. Nesse contexto, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), por meio da resolução CIRM 006/1998, criou a Agenda Ambiental Portuária, estabelecendo o marco regulatório da estrutura institucional relativa aos agentes implicados do setor e definindo os temas incidentes no estado do meio ambiente, nas áreas portuárias.

A Agenda Ambiental Portuária (AAP) é uma iniciativa que tem como objetivo a implementação de adequações ambientais nas atividades dos portos organizados do Brasil. Essa agenda ocupa-se das questões da poluição portuária e da qualidade do meio ambiente onde os portos estão inseridos. A gestão ambiental portuária consiste na implementação contínua de um conjunto de processos, tecnologias, procedimentos ou métodos operacionais utilizados para eliminar ou controlar fontes de pressão ou de impactos ambientais originados pelo desenvolvimento e pela operação dos portos.

No escopo da gestão ambiental portuária, a AAP é um instrumento que expressa as diretrizes de promoção e melhoria da qualidade ambiental, com vistas à sustentabilidade. Tais diretrizes emanam da legislação geral, instruções normativas e resoluções que regem a política de gerenciamento costeiro, e também de convenções e acordos internacionais ratificados pelo Brasil. Agregam também as normas que regem iniciativas voluntárias de certificação ambiental, traduzidas para a realidade de cada porto, de forma participativa e negociada entre os diversos segmentos interessados.

ental portuária, com destaque para os indicadores de gerenciamento de resíduos sólidos. A ANTAQ é responsável pela fiscalização das atividades desenvolvidas pelos portos organizados, pelos operadores portuários e pelas arrendatárias ou autorizadas de instalações portuárias e, dessa forma, controla a remoção, armazenagem e destinação adequada dos resíduos dos portos e embarcações¹²⁹.

Fontes terrestres

O histórico de crescimento urbano desordenado, sem investimento nas infraestruturas básicas, entre elas as de saneamento, aliado às proporções continentais do país e à grande desigualdade no desenvolvimento territorial, tornam a universalização do saneamento básico, incluindo a gestão de resíduos sólidos, um desafio de grandes dimensões no Brasil. Mesmo nos sistemas de coleta e tratamento de esgoto existentes, há um grande desafio em lidar com resíduos sólidos, que são irregularmente jogados pela população na rede coletora (e.g., vasos sanitários). Parte desses resíduos é retirada nas estações de tratamento de esgoto, mas outra parte pode atingir o oceano. Isso ocorre especialmente no caso de emissários submarinos, que contam com um processo de tratamento simplificado. Além disso, as fibras sintéticas produzidas pela lavagem de roupas, bem como as microesferas plásticas presentes em cosméticos, são levadas para as estações de tratamento de esgoto, que não possuem tecnologia suficiente para eliminá-

las por completo. Como resultado, parte dessas partículas diminutas acaba atingindo o ambiente marinho.

Considerando-se que há ainda, no Brasil, uma precariedade no atendimento à população quanto aos serviços de esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos, podemos perceber o agravamento das condições que geram resíduos nos mares. Uma das causas para os problemas de falta de saneamento básico, bem como o oferecimento de outros serviços básicos no Brasil, é a forma como ocorreu a expansão urbana. Esse processo foi resultado de um intenso êxodo rural e de disparidades regionais de renda, potencializado, nas regiões litorâneas, pela implantação de grandes empreendimentos, forte pressão política e interesses econômicos, desencadeando a ocupação desordenada do território urbano.

A ocupação desordenada ocorre não apenas no Brasil, mas também em muitas áreas periféricas das regiões metropolitanas de toda América Latina, sem, no entanto, vir acompanhada por uma ampliação adequada de infraestrutura básica de água, esgoto, drenagem, coleta e disposição de resíduos sólidos (Figura 7.1). Esse fenômeno está associado, muitas vezes, à desigualdade social, provocada pela concentração de renda e falta de condições adequadas de vida para grande parte da população, fato extremamente complexo e que necessita ser equacionado. Um dos caminhos para a solução dessa questão passa por uma política de ordenamento territorial dos municípios. Um exemplo disso



Figura 7.1. Ocupações irregulares em encostas no Estado de São Paulo e palafitas invadindo as águas do estuário de Santos, Litoral Centro do Estado de São Paulo (Fotos: Gabriel de Andrade Fernandes e Instituto EcoFaxina).

são os Planos Diretores Municipais, previstos na Constituição Federal que, além de serem responsáveis pelo planejamento e ordenamento territorial, devem buscar a harmonização das diversas temáticas relacionadas à qualidade de vida da população, como o correto saneamento, incluindo a destinação dos resíduos coletados no território municipal.

Ações transversais

Com abrangência nacional e grande relevância para a zona costeira, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), criado pela Lei Federal nº 7.661/1988¹³⁰ e regulamentado pelo Decreto Federal nº 5.300/2004¹³¹, foi elaborado para orientar a utilização dos recursos e a ocupação da zona costeira brasileira. Esses objetivos, previstos tanto pela Política Nacional do Meio Ambiente¹³² (PNMA; Lei Federal nº 6.938/1981) quanto pela Política Nacional para os Recursos do Mar¹³³ (PNRM; Decreto Federal nº 5.377/2005), buscam contribuir para elevar a qualidade de vida da população e a proteção do patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.

O controle sobre os agentes causadores de poluição ou degradação ambiental, que ameacem a qualidade de vida na zona costeira, é um dos objetivos do PNGC. Nesse sentido, destaca-se a importância do zoneamento ecológico-econômico costeiro¹³⁴ (ZEEC), que visa o ordenamento territorial, fundamental para conciliar as atividades socioeconômicas com as fragilidades e vulnerabilidades do território costeiro. Esse instrumento deve ser elaborado pelos estados costeiros, como mecanismo de apoio às ações de monitoramento, licenciamento, fiscalização e gestão. O PNGC também possui, entre seus instrumentos, o Plano de Ação Federal para a Zona

Costeira¹³⁵ (PAF), que visa o planejamento de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes na zona costeira, buscando responsabilidades compartilhadas de atuação. O PAF é elaborado e revisado periodicamente pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO). Em suas quatro edições (1998-2005, 2005-2014, 2015-2016 e 2017-2019), o PAF abordou a temática do esgotamento sanitário e dos resíduos sólidos. O PAF 2015-2016, com vistas aos direcionadores de “Uso Sustentável e Harmônico de Recursos e do Espaço Territorial Costeiro” e “Melhoria da Qualidade Ambiental Costeira e Estuarina”, apresenta quatro, dentre as 16 ações priorizadas, mais diretamente ligadas à temática dos resíduos sólidos: produzir diagnóstico de saneamento por município costeiro; identificar e diagnosticar as insuficiências da gestão de resíduos sólidos e efluentes produzidos nas áreas portuárias e embarcações; efetivar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos na atividade portuária; e promover a gestão integrada de resíduos sólidos nos municípios da zona costeira. Tais ações foram, de certa forma, aglutinadas ao PAF 2017-2019 na ação de elaboração do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar, revelando a priorização da temática na agenda nacional. De fato, a criação dessa ação do PAF foi uma consequência direta do compromisso voluntário assumido pelo Brasil na Conferência das Nações Unidas para o Oceano (2017): “Desenvolvimento de uma estratégia nacional para combate ao lixo no mar”¹³⁶.

As Conferências Nacionais do Meio Ambiente (CNMA), iniciadas em 2003, marcaram a evolução das políticas ambientais brasileiras, pois abriram espaço para a participação popular nas discussões. Esse processo fortale-

ceu o movimento de criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)¹³⁷, que conta com mais de 100 projetos de lei vinculados. Foram mais de 20 anos de tramitação até a Lei Federal nº 12.305/2010 ser finalmente promulgada. A PNRS é orientada pelo princípio da gestão integrada dos resíduos sólidos, sendo uma regulamentação geral e abrangente sobre a temática. Pautada pela Constituição Federal, ela baseia-se nas competências concorrentes entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Assim, estabelece-se que a União trace normas gerais, que visem à padronização da política de resíduos em todo o território nacional, deixando

As Conferências Nacionais do Meio Ambiente (CNMA) marcaram a evolução das políticas ambientais brasileiras, pois abriram espaço para a participação popular na discussão.

aos estados que suplementem a norma federal. Já os municípios têm a responsabilidade da gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus territórios, podendo estes, quando cabível, suplementar as normas federais e estaduais.

A PNRS traz uma série de princípios (Figura 7.2) e instrumentos em sintonia com os parâmetros internacionais para a questão dos resíduos sólidos, tendo como diretriz o gerenciamento dos resíduos, na seguinte ordem:

- não geração;
- redução;
- reutilização;
- reciclagem;
- tratamento dos resíduos sólidos;
- disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

São princípios da PNRS:

- I Prevenção e precaução - se há o risco de algum dano acontecer, é melhor prevenir o dano do que remediá-lo;
- II Poluidor-pagador e protetor-recebedor - quem polui deve pagar uma multa e quem protege deve receber, como formas de estímulos negativos e positivos para o respeito ao meio ambiente;



Figura 7.2. Os onze princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

- III Visão sistêmica na gestão dos resíduos sólidos - planejamento e organização da gestão, de forma não apenas integrada mas, como partes de um mesmo sistema, trabalhando em conjunto;
- IV Desenvolvimento sustentável - garantia dos recursos ambientais para as próximas gerações (isso se aplica tanto às áreas de disposição de resíduos quanto à reciclagem), evitando que novos recursos naturais sejam extraídos;
- V Ecoeficiência - visa atingir a melhor eficiência, utilizando o mínimo de recursos naturais e causando o mínimo de impactos ambientais;
- VI Cooperação entre as diferentes esferas do poder público, empresarial e demais segmentos da sociedade;
- VII Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos - em consonância com o instrumento de logística reversa dos produtos e economia circular;
- VIII Reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico de valor social - gera trabalho e renda e promove a cidadania;
- IX Respeito às diversidades locais e regionais - os planos de gestão de resíduos devem considerar diferentes condições econômicas e sociais e buscar soluções que sejam mais adequadas a cada região;
- X Direito da sociedade à informação e ao controle social - permite que a sociedade controle e se informe sobre a implementação das políticas e consiga cobrar de seus representantes;
- XI Razoabilidade e proporcionalidade - estabelece que multas e punições devam considerar as condições econômicas e so-

ciais do infrator, assim como a proporção do dano gerado.

A PNRS institui a responsabilidade compartilhada entre produtores, distribuidores, consumidores e poder público, em nível federal, estadual e municipal, expressando que todos devem assumir e cumprir seus papéis no processo de gestão de resíduos sólidos. Como um exemplo, a PNRS estabelece a logística reversa, tanto para itens que podem conter elementos tóxicos (ex. agrotóxicos, pilhas e baterias, embalagens de óleo lubrificante, lâmpadas fluorescentes e eletroeletrônicos), quanto para embalagens. De forma específica, deve-se evidenciar a estratégia de elaboração, por diversas unidades federativas (federal, estadual e municipal), de Planos de Resíduos Sólidos, com vistas a aprofundar a discussão com a sociedade e propor ações para aprimorar sua gestão. No âmbito dos municípios, esses planos se somam a outros instrumentos para a melhoria da qualidade ambiental e controle da geração de resíduos nos mares, por fontes terrestres.

A PNRS institui a responsabilidade compartilhada entre diferentes setores da sociedade, expressando que todos devem assumir e cumprir suas responsabilidades no processo de gestão de resíduos sólidos.

A IV Conferência Nacional do Meio Ambiente, realizada em 2013, teve como tema os resíduos sólidos (Figura 7.3). Essa conferência, que segue um modelo de gestão participativa, recolheu sugestões de vários setores da sociedade para implementar a PNRS, com foco em quatro eixos temáticos: (1) produção e consumo sustentáveis; (2) redução dos impactos ambientais; (3) geração de emprego e renda e (4) educação ambiental.

Durante a quarta CNMA, ações específicas para a diminuição dos resíduos sólidos no ambiente marinho foram propostas no eixo



Figura 7.3. Logotipo da IV Conferência Nacional do Meio Ambiente, que teve como tema os resíduos sólidos. (Fonte: http://transparencia.recife.pe.gov.br/uploads/pdf/11%20Conferência%20de%20Meio%20Ambiente%20do%20Recife.compressed_e31dbd0a6bb83b7bd9cd6702ccc92401.pdf)

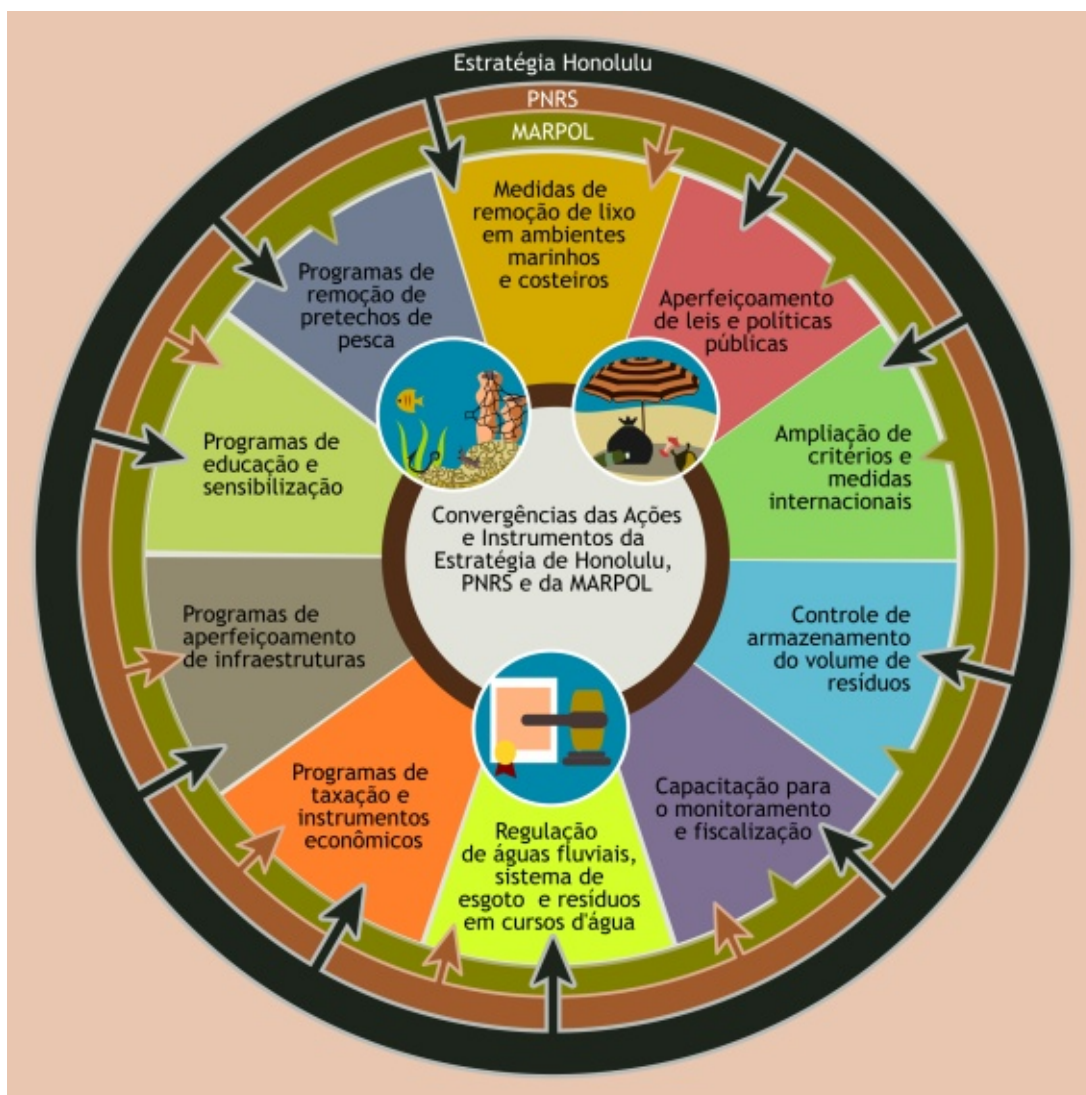


Figura 7.4. Instrumentos da Estratégia de Honolulu para promover a gestão dos resíduos sólidos nos mares e suas sobreposições com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei Federal nº 12.305/2010) e a MARPOL (Lei Federal nº 9.966/2000).

temático “redução de impactos ambientais”. Embora a PNRS contenha ações que previnam a entrada de resíduos no mar, alinhadas com a Estratégia de Honolulu e a MARPOL (Figura 7.4), a IV CNMA correspondeu à primeira iniciativa, na qual o tema foi oficialmente internalizado em uma política pública no Brasil, objetivando:

“Fornecer transparência no diálogo da sociedade civil organizada com o poder público e usuários de água, visando à educação e sensibilização sobre o problema do lixo marinho e nos demais corpos hídricos, criando diretrizes para as parcerias entre o corpo técnico do governo e os tomadores de decisão, com direcionamento de esforços para combater o lixo

marinho, além de estabelecer incentivos fiscais, financeiros e creditícios aos municípios e instituições organizadas que promovam a redução dessa poluição.”¹³⁸

O Ministério do Meio Ambiente lançou, em 2019, o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar¹³⁹. Esse Plano é composto de um diagnóstico geral sobre o problema do lixo no mar no Brasil, alguns valores de referência, situação desejada, modelo de governança, eixos de implementação, diretrizes, indicadores, plano de ação e agenda de atividades. Possui seis eixos de implementação: (1) resposta imediata; (2) gestão de resíduos sólidos; (3) pesquisa e inovação tecnológica; (4) instrumentos de incentivo e pactos setoriais; (5) normatização e diretrizes; e (6) educação e comunicação. Também está divi-

dido em trinta ações de curto, médio e longo prazos, com ênfase em soluções que contribuam para a melhoria da qualidade ambiental.

O Plano de Combate ao Lixo no Mar, em escala nacional, estimula a elaboração de planos estaduais e municipais de combate ao lixo no mar, os quais devem estar alinhados ao Plano Nacional, na sua filosofia e princípios estratégicos. Assim, a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo vem empenhando esforços na elaboração do Plano Estadual de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar¹⁴⁰ e do Plano Estadual de Combate ao Lixo no Mar. Esses planos vêm sendo construídos de forma integrada e participativa, com metas claras e tangíveis, proporcionando sinergias para zelar pela integridade do oceano.

Outra fonte importante de resíduos sólidos e poluentes para o ambiente marinho são obras e atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental. Para esses tipos de empreendimentos assegura-se, na Constituição Federal¹⁴¹ de 1988, a realização de estudos prévios de impacto ambiental. A necessidade da avaliação de impacto ambiental, no entanto, já estava prevista na Política Nacional do Meio Ambiente desde 1981, quando foi criado o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), responsável por avaliar e conceder as licenças ambientais em nível federal, e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que regulamenta como

deve ser conduzido esse processo (Resoluções CONAMA 01/1986¹⁴² e 237/1997¹⁴³). O processo de licenciamento ambiental tem um papel primordial na prevenção de entrada de resíduos sólidos no ambiente marinho. Por meio do licenciamento, os órgãos ambientais (federais, estaduais e municipais) podem definir medidas de mitigação (ou prevenção) de impactos, incluindo formas de evitar que resíduos sólidos sejam gerados e perdidos para o ambiente.

Dada a atuação brasileira na temática, tanto governamental, representada pelos esforços empreendidos, quanto científica, representada pelo fortalecimento dos grupos de pesquisa, a crescente produção de conhecimento em diferentes regiões do país e a relevante inserção internacional, o país foi convidado a participar do Comitê de Coordenação do GPML, a partir de 2018.

Apesar dos avanços citados, muito ainda deve ser feito para a redução e erradicação da entrada de resíduos no ambiente marinho, no Brasil. Ainda que haja políticas e leis, existem lacunas de implementação e fiscalização, e tais questões persistem como grandes desafios para a sociedade. Iniciativas que podem minimizar o problema serão abordadas no próximo capítulo.

O Quadro 7.1 apresenta uma síntese cronológica das iniciativas e políticas nacionais anteriormente mencionadas.

Quadro 7.1. Síntese das iniciativas internacionais que buscam minimizar a qualidade ambiental do oceano, bem como solucionar o impacto da poluição, incluindo os resíduos sólidos, no ambiente marinho.

Ano / Período	Iniciativa	Instituição responsável	Insights
1981	Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal 6.938/1981)		Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
	Criação do IBAMA		Avalia e concede licenças ambientais em nível federal.
	Criação do CONAMA		Regulamenta como deve ser o processo de licenciamento ambiental.
1988	Constituição Federal		Assegura a realização de estudos prévios de impacto ambiental para obras e atividades potencialmente degradadoras.
	Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei Federal 7.661/1988)		Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

Quadro 7.1. Continuação.

1998	Agenda Ambiental Portuária	CIRM/ ANTAQ	Adequação das atividades portuárias aos preceitos e regras ambientais.
	Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal nº 9.605/1998)		Considera crime ambiental causar poluição que resulte em danos à saúde humana, mortandade de animais ou destruição da flora.
1998-2005 2005-2014 2015-2016 2017-2019	Plano de Ação Federal para a Zona Costeira - PAF	GI-GERCO	Elaborado e revisado periodicamente, visa o planejamento de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes na zona costeira.
2000	Lei de Combate à Poluição em Águas Jurisdicionais Brasileiras (Lei Federal nº 9.966/2000)		Estabelece princípios para o controle e fiscalização da poluição causada por óleo e outras substâncias nocivas e perigosas.
2002	Decreto Federal nº 4.136/2002		Especifica as sanções aplicáveis às infrações e às regras previstas na Lei Federal nº 9.966/2000.
Desde de 2003	Conferências Nacionais do Meio Ambiente - CNMA		Proporciona a participação popular nas discussões sobre as políticas ambientais brasileiras.
2004	Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (Decreto Federal 5.300/2004)		Dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.
2005	Política Nacional para os Recursos do Mar (Decreto Federal nº 5.377/2005)		Orienta o desenvolvimento das atividades que visem a efetiva utilização, exploração e aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental.
2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010)		Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
2012	Índice de Desempenho Ambiental - IDA	ANTAQ	Avalia a qualidade da gestão ambiental portuária, inclusive indicadores de gerenciamento de resíduos sólidos.
2013	4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente	MMA	Prioriza a temática dos resíduos sólidos e, de forma participativa, recolhe sugestões para a implementação da PNRS.

Quadro 7.1. Continuação.

2014	Resolução ANTAQ nº 3274	ANTAQ	Fiscaliza atividades desenvolvidas pelos portos organizados em relação à destinação dos resíduos dos portos e embarcações.
2017	Conferência do Oceano	ONU	Brasil assume o compromisso: “Desenvolvimento de uma estratégia nacional para combate ao lixo no mar”.
2017-2019	PAF Zona Costeira	CIRM/GI-GERCO	Propõe a elaboração do Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (Atividade 1).
2018	GPML	PNUMA	Brasil é convidado a participar do Comitê de Coordenação.
2019	Plano de Combate ao Lixo no Mar	MMA	Apresenta seis eixos de implementação e trinta ações de curto, médio e longo prazos.
Em breve	Plano Estadual de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar	SIMA-SP	Construído de forma participativa, pretende ser eficaz na avaliação do problema e seu monitoramento para subsidiar as medidas de combate, na costa paulista.
	Plano Estadual de Combate ao Lixo no Mar	SIMA-SP	Construído de forma participativa, pretende promover a redução da poluição por resíduos sólidos, na costa paulista.

Notas

123. Lei Federal nº 9.966, de 28 de abril de 2000. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm)
124. Decreto Federal nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4136.htm)
125. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)
126. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)
127. ANTAQ. Agenda Ambiental Portuária. (http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/Agenda_Ambiental_2018_2019.pdf)
128. ANTAQ. Índice de Desempenho Ambiental. (<http://web.antaq.gov.br/ResultadosIlda>)
129. Resolução ANTAQ nº 3274, de 06 de fevereiro de 2014. (http://www.emap.ma.gov.br/public/_files/arquivos/Resolucao_N_3274_DE_2014.pdf)
130. Lei Federal nº 7.661, de 16 de maio de 1988 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7661.htm)
131. Decreto Federal nº 5.300, de 07 de dezembro de 2005 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm)
132. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)
133. Decreto Federal nº 5.377, de 23 de fevereiro de 2005 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/D5377.htm)
134. MMA. Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (<http://www.mma.gov.br/informma/item/10450-indicadores-de-monitoramento-e-avalia%C3%A7%C3%A3o-do-zee.html>)
135. MMA. Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (http://www.mma.gov.br/informma/item/8962-plano-de-a%C3%A7%C3%A3o-federal-para-a-zona-costeira-paf_zc)
136. Development of a national strategy to combat marine litter by Brazilian Government (<https://oceanconference.un.org/commitments/?id=19694>)
137. Lei Federal nº 12.305, 02 de agosto de 2010. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)
138. MMA (2013) Relatório Final da 4ª Conferência Nacional do Meio Ambiente, 140p. (http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80054/RelatorioFinal4CNMA_WEB.pdf)
139. MMA (2019) Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar. 40 p. (https://www.mma.gov.br/component/k2/item/download/1042_b6b7b1d8c635c6cfe7033a11c7e065c3.html)
140. Plano Estadual de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar (<https://pemalmsp.wixsite.com/meusite>)
141. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)
142. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. (<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>)
143. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. (http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf)

PARTE IV

O QUE PODE SER FEITO

Capítulo 8

Quais são os desafios para a sociedade?

Capítulo 9

A integração multissetorial é importante?

Capítulo 8

Quais são os desafios para a sociedade?

Iniciativas que podem minimizar o problema dos resíduos sólidos nos mares

Até aqui abordamos como os debates sobre resíduos nos mares, no âmbito da governança internacional e nacional, auxiliaram no entendimento sobre como essa poluição é prejudicial aos ecossistemas e às atividades humanas. Um estudo, publicado em 2018 na revista *Environmental Science and Policy*¹⁴⁴, reuniu o conhecimento existente sobre a poluição por plástico no ambiente marinho e elencou 10 lacunas no conhecimento que correspondem a importantes desafios para a sociedade (Box 8.1).

Além desses pontos, trataremos de iniciativas que ilustram como a sociedade pode atuar para minimizar o problema.

As ações voltadas à diminuição de resíduos nos mares são muitas e envolvem, desde regulamentações e multas aos infratores, até orientações para mudanças nos padrões de con-

sumo e gerenciamento dos resíduos¹⁴⁵. Dessa forma, existem dois principais tipos de ação: um que envolve políticas públicas, que incentivam determinados tipos de comportamento, assim como leis, regulamentos e outros instrumentos legais; e o outro que não requer leis ou regulamentações para serem implementadas, sendo exemplificados pelas “boas práticas” ambientais praticadas por empresas e cidadãos, por exemplo.

Políticas públicas estão ligadas a planos, programas e projetos desenvolvidos pelo Estado e que, direta ou indiretamente, visam assegurar direitos constitucionais ou reconhecidos como importantes pela sociedade. Nesse sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituiu uma série de princípios e instrumentos para a correta gestão dos resíduos sólidos, de forma a garantir um ambiente sadio para todos, inclusive aplicando penalidades e multas para infratores (ver Capítulo 7).

Box 8.1. Dez desafios para o conhecimento e o combate do lixo no mar.

A compilação do conhecimento existente sobre os resíduos plásticos que chegam ao mar foi organizada e identificou dez questões emergentes a serem enfrentadas:

1. Há estimativas realistas da quantidade de plástico que chega ao mar?
2. As fontes de plástico que chegam ao mar são conhecidas?
3. Quais tipos de plásticos chegam ao mar?
4. Qual é o destino dos plásticos que chegam ao mar?
5. Quais são os efeitos ecológicos dos plásticos no mar?
6. O que se conhece sobre a transferência de plástico na cadeia trófica?
7. Até que ponto o plástico é prejudicial à vida marinha?
8. Há evidências de efeitos prejudiciais do plástico à saúde humana?
9. A presença do plástico no mar é subnotificada em algumas regiões?
10. As regulamentações atuais são suficientes para combater a poluição causada por plástico no mar?

O estudo revelou que a maioria das perguntas não possui respostas satisfatórias. As principais carências detectadas consideram a falta de padronização dos métodos de amostragem e de conhecimento sobre o impacto do plástico nas populações e comunidades marinhas, e sobre a transferência de material plástico ao longo da cadeia alimentar. Apesar de não ser possível prever a quantidade de plástico que entra no mar, há evidências de que esse aporte vem aumentando e, portanto, todos os esforços de controle e mitigação dessa poluição se fazem urgentes. No entanto, esse esforço só será verdadeiramente efetivo se forem combinadas às iniciativas dos cidadãos comuns, setor produtivo, pesquisadores e gestores públicos.

O termo “boas práticas”, por sua vez, segundo a ONU, refere-se a iniciativas bem-sucedidas, que: a) apresentam impacto tangível na melhoria da qualidade de vida; b) são resultado de parceria efetiva entre setor público, privado e as organizações da sociedade civil; e c) têm sustentabilidade social, cultural, econômica e ambiental”. Portanto, boas práticas podem ser adotadas em diversos setores e para diversos fins, inclusive para a diminuição da geração de resíduos sólidos e sua subsequente perda para o ambiente. Boas práticas, identificadas como adequadas e sustentadas por mobilização de setores da sociedade para que sejam cumpridas, podem se transformar em políticas públicas. Muitos dos artigos estabelecidos na PNRS, por exemplo, são derivados do que antes eram consideradas boas práticas realizadas por alguns setores da sociedade.

Em um outro caso recente, o banimento de certos produtos, como sacolas e canudos plásticos, tem sido promovido, considerando-se a utilização supérflua desses itens. Em muitos municípios brasileiros, o banimento desses produtos tornou-se política pública, inclusive com imposição de penalidades aos comerciantes que não aderirem. No entanto, enquanto não se conhece, com base em informações científicas por meio da análise do ciclo de vida dos produtos, o impacto das alternativas para o plástico¹⁴⁶, seja de uso único ou não, não é prudente caminhar no sentido de seu banimento. Corre-se o risco de, ao buscar a solução de um problema, gerar outro, em função da falta de entendimento amplo da pegada ecológica gerada no ciclo de vida dos diferentes materiais e produtos, como desmatamento, uso de água e contaminação do solo e lençol freático (por exemplo, mineração e agricultura). O importante, nesse sentido, é que os produtos, plásticos ou não, tenham o menor impacto em termos de consumo de água, emissões de gases do efeito estufa para a atmosfera e degradação ambiental, por exemplo, e não sejam perdidos para o meio ambiente. Assim, grande parte do esforço deve mirar na produção e consumo conscientes e no aprimoramento da gestão dos resíduos no sentido da economia circular, reduzindo não só a poluição por plásticos, mas também por outros tipos de resíduos, incluindo os orgânicos. Nesse sentido, um guia para a sustentabilidade foi desenvolvido pela UNEP¹⁴⁷, com o objetivo de avaliar e aprender com a experiência de países que aderiram ao banimento ou regulação do plástico de uso único, como Ruanda e Quênia.

Um caminho é pensar em estratégias tecnológicas para a fabricação de produtos, considerando o uso continuado e, em caso de descarte, a economia de materiais e a possibilidade de reuso ou reciclagem. A produção de plástico aumentou cerca de vinte vezes nos últimos 50 anos (15 milhões de toneladas em 1964 x 311 milhões de toneladas em 2014¹⁴⁸), sendo apenas 14% destinado para a reciclagem, dos quais somente 2% retornam como produtos similares, ou de mesmo valor que o original. Dessa forma, soluções inovadoras que repensem o aproveitamento dos produtos, e da matéria-prima que os originou, parecem uma alternativa plausível. Nesse sentido, o *design* de produtos precisa conceber formas de manter os produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor, e ainda com grande capacidade de reciclagem, levando à ressignificação e à valorização dos resíduos.

O relatório “Quebrando a onda plástica” (*Breaking the Plastic Wave*) mostra, por meio de uma modelagem global inédita, que podemos reduzir os fluxos anuais de plástico no oceano em cerca de 80% nos próximos 20 anos, aplicando soluções e tecnologias existentes. Essa iniciativa depende de uma implementação global imediata, ambiciosa e concertada, nas seguintes frentes: (1) eliminar o uso de produtos plásticos desnecessários, expandir o reuso e o reaproveitamento; (2) avaliar a possibilidade de uso de materiais compostáveis ou biodegradáveis (plásticos ou outros materiais), considerando a análise do ciclo de vida; (3) desenvolver produtos de fácil reciclagem; (4) melhorar a coleta de resíduos; (5) aumentar a reciclagem; (6) desenvolver a recuperação energética e a reciclagem química de plástico, quando a reciclagem mecânica não for possível; (7) construir aterros mais eficientes; (8) reduzir a exportação de lixo plástico.

A Estratégia de Honolulu é um instrumento de direcionamento para ações de combate aos resíduos sólidos nos mares e suas estratégias (ou boas práticas), as quais podem ser adotadas por diversos setores da sociedade, inclusive sendo internalizadas como políticas públicas. No caso da PNRS, embora não trate especificamente do tema resíduos nos mares, seus instrumentos têm grande relação com os objetivos e ações propostos pela Estratégia de Honolulu. Na Estratégia de Honolulu, os grandes objetivos e desafios encontrados pela sociedade, em relação aos resíduos nos mares, são:

- a redução da entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes terrestres;
- a redução da entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes marinhas;
- a redução da quantidade e dos impactos dos resíduos que já estão nesses ambientes.

As estratégias para solucionar essas questões passam pela efetiva implementação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos, disseminação de informações, fomento a processos educativos e pelo engajamento e colaboração de todos os segmentos da sociedade, pontos importantes da PNRS (Quadro 8.1). No entanto, tais ações não são simples e encontram uma série de limitações. A seguir, discutiremos algumas dessas estratégias, ilustrando ações e iniciativas já existentes.

Redução da entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes terrestres

Os principais desafios relacionados à diminuição da entrada de resíduos por fontes terrestres estão ligados à gestão adequada dos resíduos sólidos, contando com o papel da iniciativa privada para a produção responsável, a educação dos cidadãos para o consumo consciente e a destinação ambientalmente adequada dos resíduos.

A identificação dos problemas ocasionados pelos resíduos no mar, assim como o papel de cada setor na solução do problema, é condição obrigatória para um encaminhamento adequado dessa questão. Segundo a Estratégia de Honolulu, uma das formas de se buscar a redução do aporte de resíduos sólidos terrestres ao ambiente marinho está atrelada às ações de educação e sensibilização da sociedade, sobre o pro-

Quadro 8.1. Estratégias para o combate aos resíduos nos mares, propostas pela Estratégia de Honolulu.

Objetivo A. Reduzir a entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes terrestres	
Estratégia A1	Realizar ações de educação e sensibilização sobre os impactos dos resíduos nos mares e sobre a necessidade de melhorar a gestão de resíduos sólidos.
Estratégia A2	Empregar instrumentos baseados na lógica de mercado, para dar suporte à gestão de resíduos sólidos, em particular, na diminuição da geração de resíduos.
Estratégia A3	Empregar infraestrutura e implementar melhores práticas para a gestão de águas pluviais, reduzindo a descarga de resíduos sólidos nos cursos de água.
Estratégia A4	Desenvolver, fortalecer e adotar legislação e políticas de apoio à minimização de resíduos sólidos e à gestão.
Estratégia A5	Melhorar as regulamentações e tributos sobre as águas pluviais, sistemas de esgoto e detritos.
Estratégia A6	Desenvolver a capacidade de monitorar e fazer cumprir regulamentos e condições de licenciamento, relativas ao descarte, escoamento e gestão de resíduos sólidos, águas pluviais e escoamentos superficiais.
Estratégia A7	Realizar esforços frequentes de limpeza de áreas costeiras, mananciais, entre outros corpos de água, especialmente em pontos de acúmulo de detritos marinhos.
Objetivo B. Reduzir a entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes marinhas	
Estratégia B1	Conduzir ações de educação e sensibilização dos usuários do mar sobre os impactos dos resíduos nos mares, formas de prevenção e gestão.
Estratégia B2	Desenvolver e fortalecer a implementação de ações para a diminuição de resíduos no mar, para sua armazenagem adequada e de instalações para destinação adequada em portos, a fim de minimizar os incidentes de despejo no oceano.

Quadro 8.1. Continuação.

Estratégia B3	Desenvolver e fortalecer a implementação das melhores práticas de gestão na indústria, destinadas a minimizar o abandono e perda acidental de carga, resíduos sólidos e artefatos de pesca no mar.
Estratégia B4	Desenvolver e promover o uso de artefatos de pesca modificados ou com alternativas tecnológicas para reduzir a perda de artigos de pesca e/ou seus impactos, como a pesca fantasma.
Estratégia B5	Desenvolver e fortalecer a aplicação da legislação e de políticas de prevenção e gestão dos resíduos de fonte marinha, e implementar os requisitos do Anexo V da MARPOL e de outros instrumentos internacionais e acordos relevantes.
Estratégia B6	Desenvolver a capacidade de monitorar e fazer cumprir (1) a legislação nacional e local, (2) os requisitos do Anexo V da MARPOL e outros instrumentos internacionais e acordos relevantes.
Objetivo C. Reduzir os impactos dos resíduos que já estão no ambiente marinho	
Estratégia C1	Realizar ações de educação e sensibilização sobre os impactos dos resíduos nos mares e sobre a sua remoção.
Estratégia C2	Desenvolver e promover o uso de tecnologias e métodos para localizar e remover, de forma eficaz, acúmulos de resíduos nos mares.
Estratégia C3	Enfatizar a responsabilidade compartilhada para a remoção de resíduos dos mares.
Estratégia C4	Desenvolver ou fortalecer a implementação de incentivos para a remoção de artefatos de pesca perdidos ou abandonados e outros grandes acúmulos de resíduos sólidos encontrados no mar.
Estratégia C5	Estabelecer mecanismos regionais, nacionais e locais, apropriados para facilitar a remoção de resíduos nos mares.
Estratégia C6	Remover resíduos de ambientes costeiros e habitats bentônicos (fundo) e pelágicos (superfície e coluna da água).

blema. Um outro caminho inclui prestar apoio à gestão compartilhada dos resíduos. Tais estratégias podem ser adotadas por todos os setores da sociedade e potencializadas pelos agentes multiplicadores, como os educadores.

Contudo, no quesito educação, percebe-se uma diferença gritante entre países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento ou subdesenvolvidos. Nos países em desenvolvimento, parte considerável da população vive em situação de vulnerabilidade, carecendo de serviços públicos essenciais, como fornecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e de resíduos. Nesse cenário, ações de educação e sensibilização sobre os resíduos nos mares e sua

gestão compartilhada poderão ser ineficientes, caso não haja estratégias para a melhoria dos serviços básicos fornecidos, além de um maior controle da ocupação irregular, por políticas de ordenamento territorial. Destaca-se, então, a necessidade primordial de, paralelamente a essas ações, buscar uma distribuição mais igualitária da renda e a promoção do bem-estar social.

Dentre as estratégias de responsabilidade do poder público, encontra-se a melhoria no saneamento básico, incluindo a gestão de resíduos sólidos. No entanto, a grande quantidade de tarefas atribuídas a esse setor (detalhadas no Capítulo 9), aliada à constante falta de recursos, faz com que a atuação pública de combate aos

Box 8.2. Manejo de resíduos sólidos em ilhas oceânicas: um grande desafio.

Além dos resíduos trazidos de outros lugares pelas correntes e ventos, as ilhas oceânicas estão sujeitas a outras fontes e fatores que influenciam na magnitude desse problema. Assim como em outras regiões, o crescimento populacional, a urbanização e as mudanças no padrão de consumo aumentaram a geração de resíduos nessas ilhas. Em muitas delas, as atividades turísticas foram ampliadas, trazendo mais resíduos sólidos. No entanto, o território das ilhas, ou seja, o espaço de terra disponível, continua o mesmo. Há mais resíduos, mas não há mais espaço para dispô-los. Soma-se a isso a má gestão desses resíduos, com destinação e tratamento inadequados. A reciclagem, por exemplo, deveria ser vista como um possível destino para o lixo de ilhas. No entanto, um tratamento adequado exige uma logística complexa e colocá-la em prática pode ter um alto custo, fato que desestimula o poder público e a iniciativa privada. Uma alternativa encontrada para solucionar o problema é exportar, por vias marinhas, os resíduos gerados nas ilhas para locais onde haja espaço e estrutura adequada para gerenciá-los (Figura 8.1). No entanto, essa alternativa também é onerosa para o poder público e há riscos de perda de resíduos para o mar durante o transporte, além de sobrecarregar aterros de outras localidades. Nesse caso, a solução mais eficiente para territórios insulares seria controlar a geração dos resíduos, evitando ultrapassar a capacidade de gestão da ilha. Isso pode ser estimulado por meio de ações de sensibilização e educação ambiental, mas também de leis.

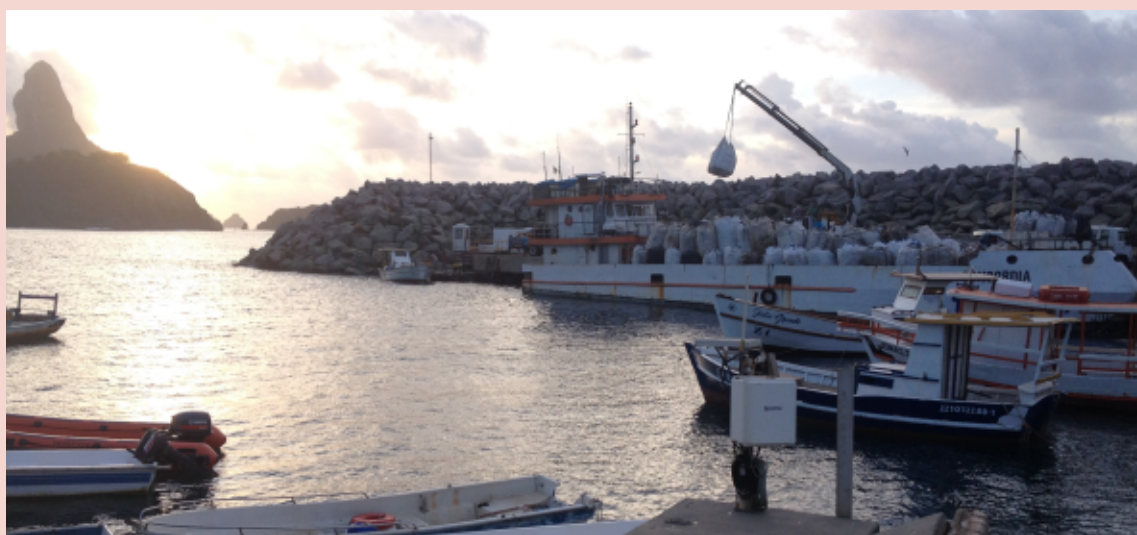


Figura 8.1. Balsa que transporta os resíduos sólidos da Ilha de Fernando de Noronha ao continente. A carga de resíduos aporta em Recife, no Porto de Suape, e de lá segue para o aterro sanitário do município de Jaboatão dos Guararapes (que também recebe resíduos da capital pernambucana). (Fotos: Ana Carolina Grillo Monteiro, novembro/2016).



Figura 8.2. Ecobarco retirando os resíduos flutuantes na Baía de Guanabara (Fotos: Alexander Turra).

resíduos nos mares seja limitada, especialmente em locais remotos, como ilhas oceânicas (Box 8.2). Como parte das responsabilidades do setor público, também deveria constar o levantamento e sistematização de informações sobre o tema, de forma a possibilitar uma melhor compreensão do panorama no país, bem como o desenvolvimento e implementação de sistemas de monitoramento da qualidade ambiental na zona costeira. Essa última estratégia representa um grande desafio para o poder público, visto que sua implementação depende do envolvimento de muitos atores e, sobretudo em países com grandes dimensões como o Brasil, implicaria em um volume muito grande de informações a serem tratadas.

O desenvolvimento de equipamentos e métodos que reduzam a entrada ou ampliem a remoção de resíduos presentes na drenagem de água pluvial, responsáveis por boa parte da introdução de resíduos no ambiente costeiro e marinho, como praias, manguezais e estuários, é um desafio para o poder público. As estratégias para redução do lixo flutuante na Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, ilustram as dificuldades desse tipo de ação. Essa baía banha vários municípios e recebe o aporte de diversos cursos d'água, os quais trazem uma grande variedade de poluentes¹⁴⁹, incluindo resíduos sólidos, derivados principalmente da densa ocupação humana na região. Em média, são despejadas nessa baía 90 toneladas de resíduos por dia, refletindo-se em um grave desafio ambiental, econômico e de saúde pública. Para reverter essa situação e recuperar a qualidade ambiental da Baía da Guanabara, o Governo do Estado do Rio de Janeiro adotou uma série de estratégias. Uma das mais importantes, voltada

para uma atuação preventiva, é a ampliação da cobertura do sistema de tratamento de esgoto da região, atingindo 80% dos domicílios. Ações de educação ambiental também fazem parte das medidas, a fim de estimular a mudança de hábitos e aumentar a conscientização da população, com relação ao problema. Além disso, para reduzir a entrada e remover os resíduos sólidos da baía, o governo estadual desenvolve, respectivamente, o Programa Ecobarreiras e o Projeto EcoBarcos. As ecobarreiras são estruturas flutuantes, instaladas nos cursos d'água, com o objetivo de conter os resíduos flutuantes antes de atingir a Baía da Guanabara. De acordo com a Secretaria Estadual do Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA)¹⁵⁰, são retiradas mensalmente 370 toneladas de resíduos das ecobarreiras. Já os ecobarcos (*ecoboats*) têm o objetivo de recolher os resíduos sólidos flutuantes presentes na Baía da Guanabara (Figura 8.2). Para isso, zonas de acúmulo de resíduos são mapeadas por satélite, orientando a atuação das embarcações. Só para os eventos-teste de vela, para os Jogos Olímpicos de 2016, os ecobarcos retiraram cerca de 28 toneladas de resíduos flutuantes.

No caso da indústria e outros setores econômicos, instrumentos baseados na regulação do mercado podem ser empregados para dar suporte à gestão e diminuir a geração dos resíduos sólidos. Dentre esses instrumentos estão iniciativas não previstas em leis ou regulamentos, mas incentivadas pelo próprio setor produtivo, muitas vezes motivadas por diferenciais competitivos ou pela internalização de princípios da sustentabilidade, ou ainda implementadas em resposta a cobranças feitas pela sociedade. Assim, um consumidor bem infor-

Box 8.3. Economia circular

A economia circular preocupa-se com o desenvolvimento sustentável, aumentando a eficiência na criação de produtos (menor gasto de energia e recursos) e promovendo o reaproveitamento dos seus resíduos (reuso, reaproveitamento, reciclagem). Ao invés de se pensar que um recurso é obtido, transformado em produto e descartado, a economia circular pensa em um ciclo, como ocorre na natureza (Figura 8.3). Ao final de sua vida útil, ao invés do resíduo ser simplesmente descartado, o mesmo deve ser direcionado para reciclagem ou reutilização, com destinação do que não for aproveitável para tratamento, fechando assim o ciclo.

Figura 8.3. Lógica da economia circular (acima), que se contrapõe à economia linear (abaixo).



mado poderá optar por escolher produtos de empresas que valorizem alternativas sustentáveis na sua produção.

Uma estratégia eficaz é a adoção, pela iniciativa privada, de produtos e embalagens que possam ser reaproveitados, desde que conciliada à uma parceria com a cadeia de distribuição, o comércio e as instituições públicas, para a logística de recolhimento dos resíduos junto aos consumidores. Esse processo, conhecido como “logística reversa”, faz parte da lógica da economia circular (Box 8.3) e se contrapõe à tradicional trajetória linear, segundo a qual os recursos são historicamente tratados e destinados a aterros ou resultam em um acúmulo no meio ambiente. A PNRS estabelece que a logística reversa seja obrigatória para alguns produtos, visto o risco do seu descarte inadequado para o ambiente e a saúde humana. Esses produtos são: pilhas e baterias; aparelhos eletrônicos; lâmpadas fluorescentes; pneus; agrotóxicos e suas embalagens; óleo de motor e suas embalagens; e, mais recentemente, embalagens plásticas, metálicas ou de vidro¹⁵¹. No entanto, apesar de serem de logística reversa obrigatória, apenas algumas dessas cadeias produtivas possuem sistemas bem estabelecidos (p. ex., a de embalagens de agrotóxicos), enquanto outros estão em estágios iniciais de implementação.

Um documento publicado em 2020 pela organização da sociedade civil *Vital Ocean*¹⁵² compilou diversas experiências e ações inovadoras para o aprimoramento da gestão dos resíduos e combate ao lixo no mar, com exemplos de todo o mundo. Além das soluções tecnológicas, o estudo ilustra a necessidade da criação de processos participativos com o envolvimento de diferentes atores sociais, para a construção colaborativa de diagnósticos e estratégias de ação.

Redução da entrada de resíduos no ambiente marinho por fontes marinhas

Qualquer atividade náutica pode gerar resíduos. Sua quantidade e qualidade, no entanto, variam, dependendo do tempo de permanência do barco no mar, da quantidade de tripulantes e de suas atividades. Dessa forma, os resíduos derivados dessas atividades podem ser compostos por itens de higiene pessoal, embalagens, roupas e acessórios, eletrônicos, utensílios domésticos, petrechos de pesca, equipamentos de prospecção de recursos minerais, entre outros. Nesse sentido, navios turísticos podem representar um potencial risco de poluição, tendo em vista que transportam milhares de pessoas e

geram grandes quantidades de resíduos. Apesar de proibido, muitas embarcações descartam seus resíduos, ou parte deles, nos mares. A razão disso passa por diversas questões, desde negligência ou falta de informação, até falta de espaço ou dinheiro para investir na gestão dos resíduos.

Alguns dos principais desafios relacionados à diminuição da entrada de resíduos por fontes marinhas também estão ligados ao cumprimento de leis nacionais e acordos internacionais para o controle dos resíduos gerados em embarcações, como destacado pela MARPOL 73/78. Um exemplo de irregularidade, praticada por navios, é o uso de *pellets* plásticos para a higienização de seus porões por jateamento¹⁵³. Essa prática usa partículas abrasivas, como plástico e areia sob alta pressão, para limpar o óleo dos porões das embarcações. Depois de utilizado, o material abrasivo, contaminado pelo óleo, é liberado irregularmente no mar.

Outra questão importante é o cumprimento de medidas de segurança para a navegação, evitando acidentes que poderiam levar ao despejo de resíduos sólidos e outras substâncias no ambiente marinho, o que geraria impacto ambiental. Nesse sentido, a Lei Federal nº 9.537/1997¹⁵⁴, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional, estabelece o regramento necessário para que esse tipo de transporte seja feito com segurança, incluindo a prevenção da poluição ambiental por parte de embarcações, plataformas fixas ou suas instalações de apoio.

Considerando que petrechos de pesca perdidos ou descartados no mar são uma importante fonte de resíduos no ambiente marinho, torna-se importante o desenvolvimento de novas tecnologias para esses equipamentos. Tais tecnologias devem assegurar que a perda dos equipamentos de pesca seja evitada; porém, no caso de perda, que sua recuperação seja facilitada e, em último caso, que o equipamento perdido cause o menor impacto possível ao ambiente marinho. Isso evitaria a morte de muitos animais marinhos por emaranhamento. A introdução de resíduos nos mares, derivados da pesca esportiva, também merece atenção. A pesca esportiva possui certas peculiaridades, como seu público, constituído de turistas, e seus petrechos de pesca, normalmente vara e anzol, que a diferencia da pesca de subsistência ou industrial. Portanto, o resíduo produzido por essa atividade

Figura 8.4. Principais diretrizes do Código de Conduta para a Pesca Responsável, voltadas à diminuição de entrada de resíduos e petrechos de pesca no ambiente marinho.



As ações voltadas à diminuição dos resíduos nos mares envolvem o engajamento social e o desenvolvimento de novas tecnologias e investimentos na remoção dos resíduos que estão no mar.

é, muitas vezes, composto ainda por garrafas, latas e outras embalagens, havendo uma forte necessidade de ações de sensibilização desse setor.

Um documento importante para a atividade pesqueira e que traz diversas diretrizes que visam reduzir a quantidade de resíduos nos mares é o Código de Conduta para a Pesca Responsável¹⁵⁵, criado em 1995, pela FAO. O código traz um conjunto de diretrizes, voltado aos governos nacionais, para a elaboração de políticas do setor pesqueiro, baseado em princípios de uso sustentável dos recursos e equilíbrio na distribuição dos benefícios econômicos, além de trazer recomendações relevantes para o controle de entrada de resíduos sólidos nos mares por embarcações pesqueiras (Figura 8.4).

Remoção dos resíduos que já estão no ambiente marinho

A diminuição da quantidade e dos impactos dos resíduos no ambiente marinho passa tanto pelo engajamento social quanto pelo desenvolvimento de novas tecnologias e investimentos na remoção dos resíduos que estão no mar. O engajamento social possibilita grandes ações de limpeza, que normalmente contam com o trabalho de organizações da sociedade civil, além do envolvimento de voluntários.

Desde 1986, a *The Ocean Conservancy*, organização da sociedade civil sem fins lucrativos norte-americana, promove o Dia Mundial de Limpeza de Praias (*International Coastal Cleanup*¹⁵⁶). Esse evento ocorre, anualmente, no terceiro sábado de setembro e reúne voluntários que recolhem resíduos sólidos depositados em praias. Essa ação possui um caráter mais educativo e de conscientização do que de remoção dos resíduos propriamente dita, uma vez que ocorre de forma pontual. O resultado dessas coletas é transcrito em formulários padrão para a confecção de relatórios anuais, com estatísticas que retratam a situação da poluição do oceano em todo o planeta. Os dez itens mais encontrados na campanha de 2018 foram, em ordem de grandeza: bitucas de cigarros, embalagens de alimentos, garrafas plásticas, tampas de garrafas plásticas, sacolas plásticas, outros sacos plásticos, canudos e agitadores de bebidas, embalagens plásticas de alimentos, outras tampas plásticas, embalagens de EPS. Em 2018, esse evento mobilizou 158 países e 17 milhões de voluntários. No Brasil, o Dia Mundial de Limpeza de Rios e Praias vem sendo organizado por diversas organizações da sociedade civil, ao longo do tempo e de toda a costa.

É melhor prevenir que remediar. Quanto mais esforços forem investidos na prevenção da entrada desses materiais no ambiente marinho, menor será o empenho para retirá-los no futuro e menores serão os impactos e os custos envolvidos



Figura 8.5. Trator utilizado em limpeza das praias em Santos, SP: aspectos positivos e negativos da remoção de resíduos de praias (Foto: Danilo Balthazar)

- 1 **SEABIN V5**
Adaptável tanto para píers fixos como flutuantes. A V5 é produzida com plástico PE reciclado pelo Projeto Seabin. O objetivo é criar Seabins com plástico capturado pelo próprio equipamento.
- 2 **Trilho da V5**
Fixado ao píer fixo ou flutuante. O Seabin V5 desliza no trilho para cima e para baixo com a subida e descida das marés. O trilho é feito com plástico reciclável.
- 3 **Saco de coleta V5**
Produzido a partir de uma grade reutilizável de aço inoxidável com alça e um saco de tecido de fibra natural. Microplásticos menores que 2 mm podem ser coletados.
- 4 **Caixa de controle**
A V5 tem uma variedade de opções de potência para possibilitar um baixo consumo de energia para uma menor pegada de carbono. As opções são 24 volts, 110/220 V e energia solar, edica ou das ondas, dependendo da localização geográfica e tecnologias disponíveis.
- 5 **Eleticidade**
Necessário que haja eletricidade 110V/220V disponível para o funcionamento da caixa de conversão elétrica de 24 volts para o funcionamento da bomba.
- 6 **Opção solar**
Para localidades adequadas, fontes alternativas de energia podem ser uma opção.
- 7 **Reciclagem**
O conteúdo do saco de coleta é destinado às lixeiras de reciclagem correspondentes, de acordo com as regras da marina.
- 8 **Tecnologia para afastamento de organismos**
O Projeto Seabin vem testando algumas tecnologias para afastar peixes e outros organismos e, assim, garantir a segurança do Seabin para a vida marinha.
- 9 **Bomba de água**
Bomba submersível de 24 volts. Aspectos técnicos são aconselhados.
- 10 **Separador de óleo e água**
Está em desenvolvimento.

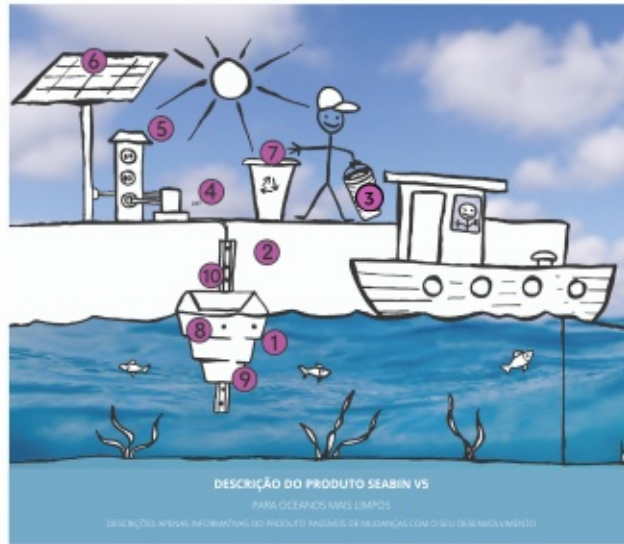


Figura 8.6. Seabin - lixeira que recolhe os resíduos flutuantes e retira o óleo da água.
(Fonte: Seabin project)

O desenvolvimento tecnológico, por sua vez, possibilita a identificação remota de áreas com acúmulo de resíduos, incluindo itens submersos, otimizando assim o investimento de recursos para sua remoção. As ecossondas são instrumentos que, por meio da emissão de ondas sonoras, conseguem identificar objetos submersos. Esses equipamentos são comumente utilizados para fins militares (por ex., identificação de submarinos e navios inimigos), econômicos (por ex., identificação de cardumes de peixes e recursos minerais de interesse comercial) e de pesquisa geológica e oceanográfica (por ex., caracterização de fundos oceânicos), e podem se tornar muito importantes para ações de remoção de resíduos dos mares.

Embora as ações de remoção sejam necessárias, elas são mais custosas para a sociedade e para o ecossistema, uma vez que o lixo já entrou no ambiente e está causando impactos. Além disso, a limpeza de praias e outros ambientes marinhos, apesar do aspecto positivo, também pode gerar impactos ambientais. Um exemplo é a limpeza mecânica de praias utilizando tratores ou outros dispositivos mecânicos (Figura 8.5) que, ao remobilizarem o sedimento, destroem habitats, impactam a biota e, devido à constância em seu uso, impedem que a biodiversidade se recupere. Por isso, quanto mais esforços forem investidos na prevenção da entrada desses materiais no ambiente marinho, menor será o empenho para retirá-los no futuro e menores serão os impactos e os custos envolvidos.

Recentemente, no entanto, têm surgido iniciativas inovadoras para a retirada de resíduos do ambiente marinho com baixos custos. As lixeiras marinhas (*Seabin Pty Ltd*)¹⁵⁷ são estruturas que retêm os resíduos sólidos flutuantes que passam pelo seu filtro (Figura 8.6). O sistema também consegue eliminar óleo da água do mar, pela diferença de densidade do óleo em relação à da água. Esse tipo de iniciativa é muito importante para a remoção de resíduos flutuantes, principalmente se o equipamento for instalado próximo à costa, em marinas, portos e áreas que costumam produzir muito lixo, evitando que esses resíduos se espalhem pelos ecossistemas marinhos. No entanto, há o risco de o equipamento coletar também organismos, havendo a necessidade de uma análise do custo-benefício da iniciativa.

A remoção de resíduos sólidos em áreas oceânicas também é um desafio a ser enfrentado por uma iniciativa internacional, coordenada por uma equipe holandesa, denominada “A limpeza do oceano” (do inglês, *The Ocean Cleanup*)¹⁵⁸. A estratégia prevê a instalação de barreiras superficiais de grandes dimensões, que acumulam os resíduos flutuantes e os condicionam para serem retirados periodicamente por embarcações (Figura 8.7). O sistema foi lançado em 8 de setembro de 2018, a uma distância de 350 milhas (563 km) da costa de São Francisco (EUA). A intenção é remover 50% dos resíduos acumulados na Grande Mancha de Lixo do Pacífico Norte, em cinco anos.

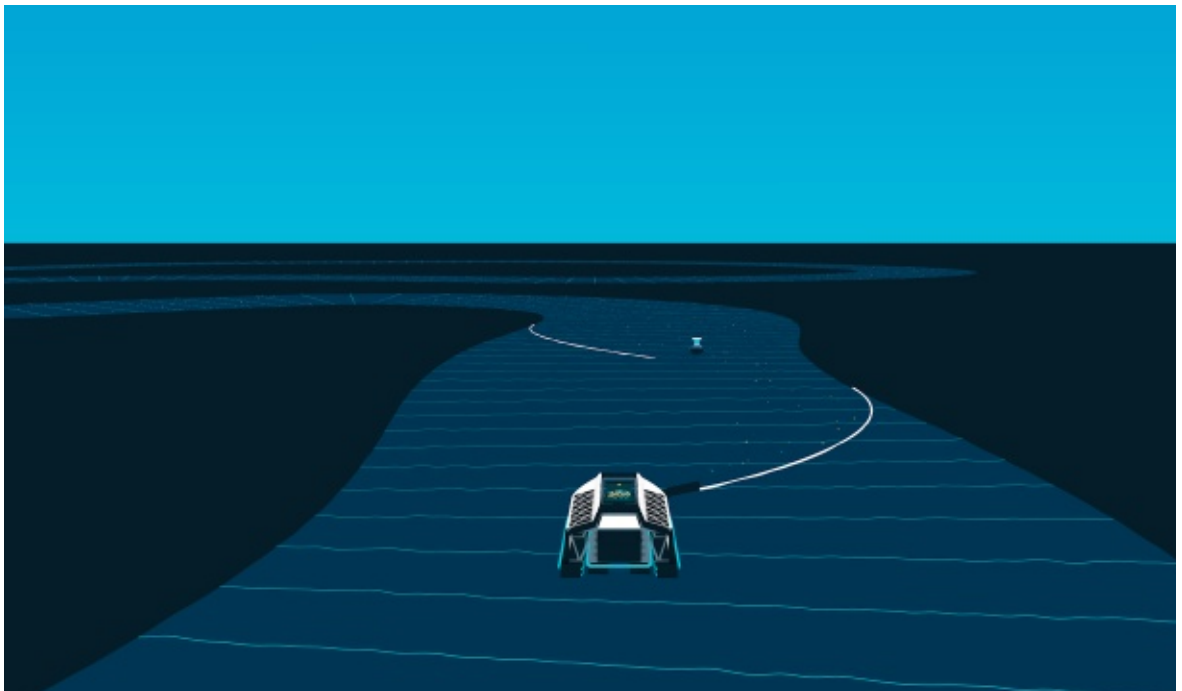


Figura 8.7. Remoção de resíduos flutuantes, proposta pela iniciativa *The Ocean Cleanup* (Imagem: *The Ocean Cleanup*).

A remoção dos microplásticos do ambiente marinho também é um desafio maior e, até o momento, inviável. A primeira dificuldade está na identificação das zonas de acúmulo de resíduos micrométricos na coluna d'água ou no fundo marinho. Outro fator limitante é a identificação de instrumentos eficazes na retirada de partículas tão pequenas, sem causar mais degradação ambiental por revolvimento do sedimento, por exemplo. Por outro lado, é importante lembrar que os macrorresíduos plásticos, se não forem retirados do ambiente, sofrem degradação e são fragmentados em pedaços cada vez menores. Assim, a melhor forma de retirar os microplásticos do mar é impedir sua formação, retirando os itens mai-

ores ou impedindo a chegada desses, ou dos próprios microplásticos primários, ao mar.

Diante desses desafios e oportunidades, e em vista da complexidade do problema, faz-se necessária a integração dos diferentes setores da sociedade para que o problema seja enfrentado de forma eficaz. Um estudo socioeconômico recente sobre os resíduos sólidos no ambiente marinho¹⁵⁹ listou uma série de iniciativas, envolvendo a parceria entre a iniciativa privada e a sociedade civil organizada, para destinar resíduos sólidos retirados do ambiente marinho e promover benefícios sociais em países do terceiro mundo (Box 8.4). ♻️

Box 8.4. Remoção de resíduos e boas práticas

Os resíduos sólidos no oceano são fontes constantes de impactos ambientais e sua remoção gera o desafio de qual destino dar a esses materiais. Nesse sentido, diversas iniciativas vêm surgindo em todo o mundo, com o objetivo de transformar resíduos sólidos retirados do oceano em algo que tenha utilidade ou valor para a sociedade. Tais oportunidades também podem ajudar a recuperar os custos investidos na gestão de resíduos. O desenvolvimento de novos produtos, elaborados com resíduos plásticos retirados do mar, alimenta a economia circular e agrega valor ao material, como nos exemplos a seguir:

- *Ocean Sole* (Nairobi, Quênia - <https://oceansoleafrica.com/>) - obras de arte com chinelos de borracha recuperados em praias.
- Programa *Net-Works* (Filipinas - <http://net-works.com/about-net-works/>) - comunidades de pescadores recuperam redes de pesca descartadas ou abandonadas para a produção de fios para carpetes.
- *Bureo Skateboards* (<https://bureo.co/>) - criou um *skate* feito inteiramente a partir de redes de pesca.
- *Repurpose Schoolbags* (África do Sul - <https://www.brightvibes.com/791/en/repurpose-schoolbags-the-upcycled-solar-powered-backpack>) - faz mochilas escolares a partir de sacos plásticos depositados ou descartados em aterros sanitários.
- *EcoPost Limited* (Quênia - <http://www.ecopost.co.ke/>) - recupera resíduos de plástico para a fabricação de materiais alternativos à madeira.
- *Kriki4Shore* (África do Sul - <https://twitter.com/kriki4shore>) - transforma lixo coletado das praias em conjuntos de críquete de praia, para as comunidades locais.
- Grupo *Adidas/Parley for the Oceans* (<https://news.adidas.com/parley-ocean-plastic>) - criação de produtos inovadores que integrem materiais feitos de resíduos plásticos oceânicos aos tecidos usados nos produtos Adidas.
- Projeto *RAW for the Oceans* (https://www.g-star.com/en_nl) - as marcas *Bionic Yarn* e *G-Star Raw* usam fibras feitas de plástico marinho para criar fios, *jeans* e outros materiais têxteis.
- *Volcom* (<https://www.volcom.com/blogs/truetothis/volcom-introduces-womens-eco-swimwear>) - fabrica biquínis, utilizando redes de pesca retiradas do mar.
- *Ecoalf* (<https://ecoalf.com/en/p/upcycling-the-oceans-15>) - utilizou mais de 300 toneladas de resíduos para a fabricação de tecidos.
- *Claire Potter* (<http://clairepotterdesign.com/>) - a *designer* britânica cria objetos de arte com resíduos retirados do mar.

Notas

144. Bonanno, G. & Orlando-Bonaca, M. (2018) *Ten inconvenient questions about plastic in the sea. Environmental Science and Policy*, 85 (2018): 146-154. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1462901118302442>)
145. *Nicholas Institution for Environmental Policy Studies (2020) 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem. Duke University.* 308 p. (https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/20-Years-of-Government-Responses-to-the-Global-Plastic-Pollution-Problem_final_reduced.pdf)
146. UNEP (2018) *Exploring the potential for adopting alternative materials to reduce marine plastic litter.* UNEP. 124 p. (http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25485/plastic_alternative.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
147. UNEP (2018). *Single-Use Plastics: A Roadmap for Sustainability.* UNEP. 90 p. (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_sustainability.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
148. Ellen MacArthur Foundation (2016) *The new plastics economy: rethinking the future of plastics.* 117 p. (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/The-New-Plastics-Economy-Rethinking-the-Future-of-Plastics.pdf>)
149. Diagnóstico sobre a qualidade ambiental da Baía de Guanabara - RJ. Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. 43 p.
150. SEA - INEA (2012) *O Estado do Ambiente do Rio de Janeiro*, 72 p. (http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Revista_Ambientes-do-Rio.pdf)
151. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)
152. *Vital Ocean.* Lições vitais de organizações pioneiras na linha da frente Sem Resíduos. Vital Ocean. 235 p. (https://6b1aa66e-13bb-4ed4-a7fe-e6007b3f5822.filesusr.com/ugd/166006_fc8540aa59f54bbbb1a11b4f19a2395e.pdf)
153. Manzano AB (2009) *Distribuição, taxa de entrada, composição química e identificação de fontes de grânulos plásticos na Enseada de Santos, SP, Brasil.* Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. (<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21131/tde-30042010-104436/pt-br.php>)
154. Lei Federal nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9537.htm)
155. FAO (1995) *Code of conduct for responsible fisheries.* 41 p. (<http://www.fao.org/3/a-v9878e.pdf>)
156. *The Ocean Conservancy. International Coastal Cleanup* (<https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/>)
157. *Seabin Project* (<https://seabinproject.com/>)
158. *The Ocean Cleanup* (<https://theoceancleanup.com/>)
159. *UN Environment (2017). Marine Litter Socio Economic Study, United Nations Environment Programme, Nairobi. Kenya.* 113 p. (https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter_socioeco_study.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Capítulo 9

A integração multissetorial é importante?

Responsabilidades compartilhadas entre os setores da sociedade para a solução do problema

Como visto anteriormente, o acúmulo de resíduos nos mares é um problema crítico, crônico e global, originado de fontes diversas, derivadas da atividade humana. Portanto, o problema é de responsabilidade compartilhada entre os diversos setores da sociedade e, assim como todas as questões socioambientais inerentes à zona costeira, impossível de ser solucionado sem a perspectiva do gerenciamento integrado. A responsabilidade compartilhada é também fortemente enfatizada pelo Compromisso de Honolulu, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Parceria Global sobre o Lixo Marinho (GPML). Tendo em mente uma visão ampla, conectada e sistêmica, a gestão integrada é considerada a estratégia, de médio e longo prazos, mais eficiente para a redução dos resíduos sólidos nos mares. Porém, isso exige a participação e apoio de todos os atores envolvidos. A forma como esses atores podem se integrar para resolver o problema do lixo nos mares será tratada nesse capítulo, considerando o poder público, iniciativa privada, organizações da sociedade civil, academia (universidades e institutos de pesquisa), escolas e os cidadãos em geral.

O problema do lixo nos mares é de responsabilidade compartilhada entre diversos setores da sociedade; portanto, cada um deve entender qual o seu papel, desde a geração até a solução do problema.

Papel do poder público

O poder público, por meio dos governos federal, estadual e municipal, tem um papel fundamental no combate ao lixo nos mares, seja por ações ligadas à criação de leis e sua subsequente

fiscalização, quanto à gestão dos resíduos sólidos e educação da população para o descarte adequado e o consumo consciente. Para o poder público, são inúmeros os desafios, como a elaboração e implementação dos planos de resíduos sólidos, a instituição de arrecadação específica para a gestão de resíduos nos municípios, a ampliação da infraestrutura (por ex., aterros sanitários, coleta seletiva, compostagem), entre outras atribuições típicas. O monitoramento da situação dos resíduos no ambiente marinho também é crucial para o acompanhamento da eficiência das ações implementadas. Para isso, a geração, gestão e compartilhamento de dados são muito importantes.

Sem o conhecimento sobre as fontes, processos e destinos, não é possível elaborar ações eficazes de combate; e sem o monitoramento do lixo no mar, não é possível avaliar a efetividade dessas ações.

Em escala global, o governo federal é responsável por aderir aos acordos internacionais, junto às Nações Unidas, como forma de colaboração nas campanhas globais e transfronteiriças, para a melhora da qualidade de vida do planeta. Já em escala regional e local, o poder público possui um papel de grande relevância na elaboração e implementação dos Planos Estaduais e Municipais de Gerenciamento Costeiro, bem como na efetivação de seus instrumentos previstos (Decreto Federal nº 5.300/2004), com especial destaque para o zoneamento ecológico-econômico costeiro, que visa orientar o ordenamento territorial.

Apesar de existirem leis que proíbam o descarte de resíduos em rios e mares, além daquelas que regulamentam a gestão de resíduos sólidos, como vimos anteriormente, ainda faltam a implementação de ações e a fiscalização. Também é carente a geração de informações derivadas do monitoramento do lixo para um melhor conhecimento do problema e, assim, garantir a efetiva implementação e avaliação das

políticas públicas. Entende-se que o poder público, no intuito de defender os interesses difusos e o bem-estar humano, deve recorrer a uma variada gama de recursos e ações para lidar com o problema do lixo nos mares.

Mais que isso, o poder público é entendido como um importante articulador junto à sociedade, podendo liderar o processo de discussão junto aos demais setores. Portanto, a existência de espaços de discussão multissetorial dessa temática se configura como um passo importante nesse caminho de melhoria na gestão integrada dos resíduos.

Dentre algumas boas práticas tomadas pelo poder público, em escala global, a ONU Meio Ambiente, que integra grande número de países, lançou o Programa *Clean Seas*¹⁶⁰ (#CleanSeas, em mídia social). Esse programa tem o objetivo de envolver os governos, o público em geral e o setor privado no combate ao lixo no mar. Para tanto, utiliza a estratégia de conscientização e engajamento dos cidadãos, catalisando mudanças, transformando hábitos, práticas, padrões e políticas em todo o mundo. No período de um ano da campanha, 43 países já aderiram à causa, com compromissos de ação. Aderido ao #CleanSeas, mais de 80 aquários ao redor do mundo se uniram na campanha “Aquários do Mundo contra o Lixo Marinho”¹⁶¹, para chamar a atenção do público sobre a crescente ameaça da poluição marinha e apresentar, em seus próprios espaços, algumas iniciativas para promover o envolvimento da comunidade e propor soluções concretas.

A ONU Meio Ambiente lançou também, em cooperação com a Universidade Aberta da Holanda, o Curso Online Aberto e Massivo (*Massive Open Online Course – MOOC*)¹⁶², sobre lixo marinho. O objetivo é inspirar atitudes e lideranças na agenda de combate à poluição marinha, estimulando a interação dos alunos com atores-chave. O curso, online e gratuito, já contou com três edições.

A nível nacional, o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar surge como uma iniciativa importante para que os diferentes setores da sociedade se integrem no enfrentamento desse problema complexo. Essa ação constitui a primeira fase da Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana, que apresenta um conjunto de ações concretas e de resposta imediata para a melhoria da qualidade ambiental e, portanto, da qualidade de vida nas cidades brasileiras.

No âmbito do X Plano Setorial para os Recursos do Mar (X PSRM)¹⁶³, consta uma ação voltada para o combate ao lixo do mar, no contexto do Plano Nacional para o Combate ao Lixo no Mar e da Política Nacional para os Resíduos Sólidos (PNRS). Esse projeto piloto contribuirá com outras iniciativas em andamento, e tem o objetivo de reduzir a ocorrência de resíduos sólidos na Baía de Guanabara, considerando, dentre outros, os seguintes instrumentos da PNRS: atuar por meio de programa de educação e sensibilização; implementar medidas de remoção de lixo; e desenvolver capacitação para o monitoramento e fiscalização. Posteriormente, tal projeto terá sua abrangência ampliada a nível nacional, como parte do Plano Nacional para Combate ao Lixo no Mar.

Em nível regional, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo realiza, desde 1989, atividades educativas voltadas aos frequentadores das praias paulistas. Inicialmente chamado Praia Limpa (1989-1997), depois Verão Vivo (1998- 1999) e Verão Limpo (2000-2017), o atual Verão no Clima¹⁶⁴ (desde 2018) visa esclarecer os banhistas sobre a importância de manter a praia limpa. Em dezembro de 2018, por ocasião da abertura das atividades do Verão no Clima 2019, foi lançada a Carta do Litoral Paulista para o Combate ao Lixo no Mar¹⁶⁵. Nesse documento, assinado pelos prefeitos dos dezesseis municípios costeiros paulistas, o poder público municipal se compromete a manter o diálogo entre os diversos atores envolvidos, para a construção de uma política estadual para o combate ao lixo no mar, com abordagem preventiva e integrada para prevenir a poluição gerada pelos plásticos e microplásticos.

Papel da iniciativa privada

Como visto anteriormente, grande parte dos resíduos presentes nos mares está relacionada com o que manufaturamos, consumimos e descartamos irregularmente. Pensando na responsabilidade compartilhada, indústrias e outros atores da cadeia produtiva, da manufatura à distribuição, devem envolver-se na gestão e na busca por alternativas, para a diminuição de fontes de resíduos, alcançando soluções efetivas para esse problema.

De acordo com as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico¹⁶⁶ (Lei Federal nº 11.445/2007) e a Política Nacional de Resíduos

Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), empreendimentos que são classificados como “grandes geradores” de resíduos sólidos pelas legislações e regulamentos municipais, ou seja, empreendimentos que geram resíduos perigosos ou em quantidades não equiparáveis aos resíduos domésticos, são responsáveis por elaborar seus planos de gerenciamento de resíduos sólidos e arcar com seus custos. Isso significa que grande parte dos resíduos gerados nos municípios, por indústrias, portos e hospitais, entre outros empreendimentos, é de responsabilidade da iniciativa privada.

O papel da iniciativa privada também é fundamental para que essa poluição seja combatida, visto seu poder de suporte e fomento ao desenvolvimento de pesquisas, atividades de educação ambiental e ações de mitigação, bem como de exercer pressão no poder público. Mesmo nos casos em que esse setor não tenha, efetivamente, as ferramentas necessárias ou mesmo o mandato para a elaboração e execução dessas atividades, parcerias com universidades, organizações da sociedade civil e o próprio poder público podem viabilizá-las.

A iniciativa privada vem investindo no desenvolvimento tecnológico dos seus produtos, prática que pode ajudar a combater a presença de resíduos nos mares, ao incluir, entre suas atribuições, pesquisas para a promoção da economia circular e ampliação da capacidade de reutilização dos produtos. O combate ao consumo exagerado, muitas vezes estimulado pelas mídias de massa e pela influência de grandes corporações, bem como a obsolescência de inúmeros bens de consumo e o grande volume de embalagens descartáveis não reaproveitadas, são questões ligadas à atuação do setor produtivo. Nesse sentido, promover o consumo consciente e repensar os modelos de produção e consumo, que incentivam a sociedade ao desperdício, são algumas das iniciativas sob a responsabilidade da iniciativa privada. No caso das embalagens, a PNRS determina que elas sejam restritas, em volume e peso, às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto; projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm; e possíveis de serem recicladas, se a reutilização não for possível.

Além do design de embalagens, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerci-

antes são obrigados, de acordo com a PNRS, a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos, após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Essa obrigação recai sobre os seguintes produtos: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, bem como seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Ações de limpeza de praias também são atividades incentivadas pela iniciativa privada. Apesar dessas ações retirarem resíduos sólidos do ambiente de forma muito pontual e localizada, elas têm papel importante na sensibilização da sociedade frente ao problema (Figura 9.1). Nos Estados Unidos, diversas empresas ligadas à manufatura de produtos plásticos incentivam, há mais de 20 anos, essa e outras campanhas de educação ambiental, tanto em escolas quanto junto à sociedade em geral. No Brasil, iniciativas como essas vêm sendo implementadas e realizadas há algum tempo. Entretanto, reforça-se a importância de que ações da iniciativa privada estejam ligadas a uma estratégia de combate ao problema, de forma articulada e estruturante, e não apenas buscando interesses imediatos de valorização da imagem. Nesse sentido, a atuação integrada com outros atores permite um direcionamento mais apropriado das ações.

Em 2011, durante a 5ª Conferência Internacional sobre Lixo Marinho, em Honolulu, a indústria plástica esteve presente, lançando a Declaração Global das Associações do Setor Plástico sobre Soluções para o Lixo Marinho¹⁶⁷. Nesse documento, o setor produtivo dos plásticos se responsabiliza por investir esforços na redução da entrada de resíduos sólidos no oceano, contando com a parceria das demais partes interessadas. O Instituto Socioambiental do Plástico (PLASTIVIDA) foi o representante brasileiro nesse acordo do setor produtivo.

Seguindo a lógica do que propõe a Declaração Global, a PLASTIVIDA firmou, em 2012, um convênio com o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), para o desenvolvimento de pesquisas e ações, na busca de soluções para o problema dos resíduos sólidos nos mares. Essa parceria culminou na criação do Fórum Setorial dos Plásticos - Por um Mar Limpo¹⁶⁸, que conta hoje com a partici-



Figura 9.1. Imagem de uma ação de limpeza de praia, realizada em 2016, na Praia das Pedrinhas, São Gonçalo - RJ (Foto: Lucas Barbosa)

pação de dezoito signatários, dentre associações, sindicatos e empresas do setor produtivo dos plásticos. Dentre as ações propostas, estão programas de diminuição da perda de materiais e ecoeficiência, como aqueles voltados à prevenção da perda de resinas plásticas (*pellets*) para o ambiente. O Fórum Setorial dos Plásticos – Por um Mar Limpo lançou o Programa *Pellet Zero* – OCS¹⁶⁹, que visa à adequação dos procedimentos internos das indústrias e o correto treinamento dos profissionais da cadeia produtiva plástica brasileira para a prevenção da perda de *pellets* para o ambiente e, conseqüentemente, para o mar. Para tanto, foram elaborados três manuais: o primeiro esclarece sobre as melhores práticas para a contenção de *pellets* nas operações da cadeia produtiva do plástico¹⁷⁰; os outros dois manuais detalham sobre como proceder a implementação do programa na indústria¹⁷¹ e nas empresas de transporte¹⁷². Além disso, essa parceria também possibilitou o monitoramento de resíduos plásticos (macro e microplásticos) na costa brasileira e a realização de ações educativas variadas, dentro do Programa EnTenda o Lixo¹⁷³, como palestras, oficinas com alunos e professores, exposições e eventos. Dentro dessa proposta, o setor produtivo plástico foi mobilizado e, agora, o Fórum Por um Mar Limpo pretende interagir com os demais atores da sociedade (setor público, universidades, organizações da

sociedade civil - OSCs, escolas e sociedade em geral), para que juntos possam discutir a questão e buscar soluções para o combate ao lixo nos mares.

A Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM) lançou, em 2018, o Compromisso Voluntário com a Economia Circular dos Plásticos¹⁷⁴. Segundo esse compromisso, os produtores de resinas termoplásticas têm, como meta, a reutilização, reciclagem ou revalorização de 100% das embalagens de plástico, até 2040. As produtoras de resinas plásticas também se comprometeram a adotar, até 2020, as melhores práticas do “Manual do Programa *Pellet Zero*”, na busca da prevenção e redução da poluição marinha, alinhadas ao ODS 14.1.

A Coalizão das Embalagens¹⁷⁵ busca cumprir as metas estipuladas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, de realizar a logística reversa, restituindo os resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em seus ciclos produtivos. O grupo é formado hoje por 20 associações brasileiras, que representam produtores, usuários, importadores e comerciantes de embalagens em geral, além de 1.522 empresas do setor. Entre 2012-2017, apurou-se que, a partir desse acordo setorial, o volume de embalagens dispostas em aterro reduziu 21,3%, e a taxa de recuperação de materiais, na fração seca, aumentou em 29%.

Criada em 2018, a partir de uma mobilização do setor, articulada pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), a Rede de Cooperação para o Plástico reúne toda a cadeia produtiva do plástico (petroquímicas, transformadores, varejistas, cooperativas, gestores de resíduos, recicladores e indústrias de bens de consumo), em torno da discussão e desenvolvimento da economia circular. A Rede busca melhorar a imagem do plástico perante a sociedade, reduzir o potencial impacto da atividade industrial no meio ambiente e reafirmar a importância da indústria plástica. Como estratégia para alcançar tais propósitos, a Rede pretende trabalhar por meio dos seguintes eixos: *design* de embalagens, políticas públicas para empresas, comunicação, logística e infraestrutura e governança¹⁷⁶.

Em 2018, também houve um posicionamento do setor, em escala global, sobre as ações a serem implementadas. Liderado por mais de 25 organizações, foi criado um fundo de US\$1,5 bilhão para apoiar ações relacionadas ao combate do lixo no mar no mundo, nos primeiros cinco anos. A Aliança pelo Fim do Lixo Plástico¹⁷⁷ (em inglês, *Alliance to End Plastic Waste*) é uma organização sem fins lucrativos, que tem parceria com a comunidade financeira, governo e sociedade civil. É constituída por uma equipe composta por representantes de toda a cadeia de valor de plásticos (fabricantes de produtos químicos e plásticos, empresas de bens de consumo, varejistas, transformadores e empresas de gerenciamento de resíduos). Os investimentos serão destinados a ações em infraestrutura, educação e engajamento, inovação e esforços na remoção de resíduos plásticos do ambiente marinho.

A indústria mundial de seguros, juntamente com a UNEP, realizou o primeiro estudo sobre como gerenciar os riscos associados à poluição por lixo plástico marinho e microplásticos¹⁷⁸. A partir da identificação de como os riscos relacionados à poluição por plásticos atuam em linhas de seguro, o estudo indica que as seguradoras devem ter um papel ativo, abordando os riscos relacionados à poluição por plásticos e contribuindo com os esforços globais para reduzi-la.

Papel das organizações da sociedade civil

Globalmente, o ser humano tem buscado participar mais ativamente das decisões que regem seu modo de viver, muitas vezes suprimindo

deficiências e preenchendo lacunas deixadas pelo poder público. É a partir dessa vontade de mudança que surgem as organizações da sociedade civil (OSCs) sem fins lucrativos, que visam realizar ações de âmbito público, como respostas para problemas de educação, saúde e meio ambiente. Tais organizações, como associações e fundações, atuam tanto em países desenvolvidos da América do Norte e Europa, quanto em países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, como os da África e América Latina.

Para o meio ambiente e, pontualmente, para a questão dos resíduos nos mares, as organizações da sociedade civil exercem um importante papel, como o de sensibilização da população frente ao problema, esclarecendo suas origens e impactos e fomentando o desenvolvimento de iniciativas de mitigação. A Estratégia de Honolulu prevê soluções criativas para reduzir a quantidade de resíduos nos mares, como o reuso de materiais descartáveis, a promoção de mudanças comportamentais que reduzam o consumo e aumentem a reciclagem e os mutirões de coleta de resíduos, em regiões costeiras. Nesse sentido, o envolvimento das OSCs tem se mostrado essencial no desenvolvimento de atividades educativas e no estímulo às iniciativas de geração de renda em diversos países, incluindo o Brasil.

Um estudo recente¹⁷⁹ realizou um diagnóstico das ações de educação ambiental sobre lixo no mar, desenvolvidas pelas organizações da sociedade civil, no Brasil. Esse estudo concluiu que a atuação das OSCs só não é mais intensa e abrangente, devido às limitações financeiras, que podem ser agravadas diante do cenário sociopolítico corrente, ocasionando ações pontuais e não continuadas de educação não formal. Nesse cenário, as instituições tendem a desenvolver atividades com caráter mais pragmático, focadas no conservacionismo, comportamentalismo, soluções técnico-gereciais e processos informativos, do que em uma educação ambiental crítica, focada na visão holística, na transformação social e no processo participativo.

Outro papel que vem sendo assumido pelas OSCs é o da geração de informações sobre os resíduos, com vistas a sugerir a implementação e/ou avaliar a efetividade de políticas públicas e demais ações. Para isso, é necessário o levantamento de dados de longa duração e com grande abrangência geográfica sobre a quanti-

dade, qualidade e distribuição dos resíduos. A carência de informações como essas é, em grande parte, decorrente da falta de recursos humanos e financeiros para a produção de tais dados, com visitas periódicas a praias e a outros ambientes marinhos, para a coleta, identificação e quantificação dos resíduos sólidos acumulados. Depois de capacitadas, as OSCs podem atuar no monitoramento dos resíduos, contando com a colaboração de voluntários, numa ação participativa. Isso pode ampliar a cobertura espacial do monitoramento e manter uma geração de dados contínuos, que permitam identificar tendências de aumento ou diminuição do problema, inferir fontes para o desenvolvimento de políticas específicas, avaliar os possíveis impactos e, especialmente, sensibilizar a sociedade para a questão.

Dentre algumas ações desenvolvidas por OSCs, a Fundação Ellen MacArthur lançou, em 2016, o relatório “A nova economia dos plásticos: repensando o futuro dos plásticos”¹⁸⁰, que trouxe algumas estimativas alarmantes com relação aos resíduos plásticos no oceano. Segundo esse relatório, até 2050, caso nada seja feito para combater a poluição por resíduos sólidos, a quantidade em peso de resíduos plásticos será a mesma que a de peixes, no oceano. Nesse sentido, o relatório sugere três metas ambiciosas: (1) criar uma economia de plásticos pós-uso eficaz, melhorando a economia e a absorção de reciclagem, reutilização e biodegradação controlada para aplicações específicas; (2) reduzir drasticamente a perda de plásticos para sistemas naturais (em particular, o oceano) e outras externalidades; e (3) desacoplar o plástico das matérias-primas fósseis, explorando e adotando as renováveis.

O Banco dos Plásticos¹⁸¹ (*Plastic Bank*) foi fundado em 2013, em Vancouver, Canadá. Essa iniciativa visa proporcionar rentabilidade econômica para comunidades de coletores de resíduos para reciclagem, permitindo a troca de plástico por dinheiro, itens utilizáveis ou fichas digitais protegidas por *blockchain* (plataforma na qual o usuário faz trocas de moedas, sem a interferência de bancos ou governo). Ao atribuir valor monetário ao lixo, pretende-se construir um futuro melhor para comunidades em situação de extrema pobreza, além de impedir que os resíduos sólidos cheguem ao oceano. O Banco dos Plásticos atualmente opera no Haiti, Filipinas, Indonésia e Brasil; porém, pretende expandir-se para o mundo todo.

Apesar da instituição do Dia Mundial de Limpeza de Praias, a *The Ocean Conservancy* avalia que a remoção dos resíduos do mar é apenas uma parte da solução, sendo necessário prevenir que os resíduos alcancem os cursos d'água e o oceano. Nesse sentido, a iniciativa Aliança pelo Mar sem Lixo¹⁸² (em inglês, *Trash Free Seas Alliance*[®]) reúne mais de trinta membros, dentre organizações da sociedade civil, grandes empresas (indústria e comércio) e universidades de todo o mundo, com o propósito de reduzir e, se possível, reinventar produtos e serviços que impactam os ecossistemas e a vida selvagem. A meta da Aliança é estabelecer uma colaboração pragmática do mundo real, com foco na redução da quantidade de resíduos plásticos que chega ao oceano anualmente, em 50%, até 2025.

Papel da academia

O termo “academia” pode ser definido como o conjunto de organizações de pesquisa e/ou de ensino superior, que possuem objetivos científicos e/ou educativos. Fazem parte desse conjunto de organizações as universidades e os institutos de pesquisa (públicos e privados), representados por seus professores, alunos, técnicos e pesquisadores. A academia tem um papel fundamental, enquanto geradora de conhecimento e informações, para o melhor entendimento da questão dos resíduos nos mares e também para o engajamento de atores, contribuindo fortemente para a efetiva gestão e redução do problema.

O conhecimento proveniente da academia, gerado pelas pesquisas, tem como objetivo a análise crítica, direta e independente de problemas e, devido ao seu caráter científico, não deve ser influenciado por conflitos de interesses econômicos ou políticos, sendo, portanto, considerado imparcial. Foi por meio da pesquisa científica que se chegou à conclusão de que o problema dos resíduos nos mares vai muito além da questão estética, pois afeta os serviços promovidos pelos ecossistemas costeiros e oceânicos em todo o mundo, impactando direta e indiretamente a qualidade de vida humana, tanto de quem vive próximo ao mar quanto de quem vive distante dele.

Por meio da pesquisa, pode-se identificar quais são os ecossistemas, áreas e/ou espécies com maior vulnerabilidade a esse tipo de

impacto, as principais fontes e tipos de lixo encontrados no mar e, assim, desenvolver métodos de monitoramento para avaliar a efetividade das ações para reduzir o problema, que é uma importante lacuna a ser preenchida. Cabe ainda aos pesquisadores o desenvolvimento tecnológico de produtos e embalagens com materiais mais sustentáveis e com diferentes técnicas de reciclagem, fato que evidencia a importância do envolvimento de especialistas de diversas áreas do conhecimento, bem como a parceria com a iniciativa privada. Tais informações são cruciais para o desenvolvimento de mecanismos de gestão e de redução da quantidade de resíduos sólidos gerados. Além disso, universidades formam professores e cidadãos em diversas áreas do conhecimento, os quais irão disseminar informações em vários níveis, sendo capazes de sensibilizar toda uma gama de atores da sociedade. Em suas atividades de extensão, as universidades somam-se às organizações da sociedade civil, no desenvolvimento de ações junto à sociedade, incluindo a tradução e a disseminação do conhecimento existente sobre o tema.

Assim, baseado em um processo transparente e participativo, o envolvimento da academia com os demais setores é fundamental para o estabelecimento de diretrizes que orientem medidas concretas, visando à minimização da entrada de resíduos nos mares.

O Mecanismo de Aconselhamento Científico da Comissão Europeia (em inglês, *European Commission's Scientific Advice Mechanism - SAPEA*), que fornece aconselhamento científico independente, interdisciplinar e baseado em evidências sobre questões políticas para a Comissão Europeia, preparou o relatório “Uma perspectiva científica sobre microplásticos na natureza e sociedade”¹⁸³. O relatório faz uma revisão profunda das evidências sobre os impactos socioambientais da poluição por nano e microplásticos.

O Instituto de Pesca e a Fundação Florestal, ambos do Estado de São Paulo, criaram, em 2009, o Projeto Petrechos de Pesca Perdidos no Mar¹⁸⁴, que reúne acadêmicos de diversas instituições de ensino e pesquisa brasileiros. O objetivo desse projeto é identificar, quantificar e mapear os petrechos de pesca abandonados, perdidos ou descartados (PP-APD) em unidades de conservação (UCs) e promover medidas preventivas dentro do setor pesqueiro. Já foram re-

colhidos, aproximadamente, seis toneladas de PP-APD, em campanhas de limpeza com mergulho em UCs nos estados de São Paulo e Santa Catarina. Esses petrechos são mapeados com sonar de varredura lateral, robô subaquático operado remotamente (em inglês, *Remotely Operated Underwater Vehicle - ROV*) e asa de reboque, com câmera digital acoplada, para fotografar o fundo do mar.

O Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo¹⁸⁵ vem realizando, por meio de um convênio com o setor produtivo dos plásticos, diversos projetos de pesquisa, educação e extensão. Dentre as ações desempenhadas por esse grupo de pesquisa estão: monitoramento de resíduos em praias da costa brasileira; atividades educativas, como palestras, oficinas, exposições, eventos e campanhas de conscientização sobre o consumo e descarte (ações do Programa EnTenda o Lixo); promoção da atuação do setor produtivo no combate à perda de plástico pré-consumo para o mar (Programa *Pellet Zero* – OCS®).

Um grupo de pesquisadores do Laboratório de Polímeros do Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia da Universidade de Caxias do Sul (UCS) integra um projeto que prevê a limpeza do oceano. O projeto da UCS se baseia no Programa *The Ocean Cleanup*, sediado na Holanda (ver capítulo 8). A pesquisa da UCS visa propor formas de aproveitamento dos resíduos retirados do mar para a fabricação de utensílios para a sociedade¹⁸⁶.

Papel das escolas

Algo muito mencionado quando se trata de lixo nos mares é o tema “educação e sensibilização”. A educação é uma das bases na qual se constrói o respeito ao meio ambiente, cabendo aqui também enfatizar o papel do ensino formal. As escolas, públicas ou privadas, têm papel fundamental, não apenas na formação acadêmica, mas também na formação de valores éticos dos estudantes. De fato, a escola pode e deve estimular atitudes participativas e críticas, desenvolvendo a cidadania em seus alunos. De acordo com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular)¹⁸⁷, uma das Competências Gerais da Educação Básica consiste em: “Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de

Box 9.1. Atividades de extensão universitária e a educação ambiental nas escolas.

A academia detém um papel fundamental na geração de conhecimento e informação para a melhor compreensão das mais variadas questões, dentre as quais os resíduos sólidos nos mares. Parcerias com a iniciativa privada possibilitam, dentre outras ações, a promoção de atividades de extensão, ou seja, que o saber adquirido com o ensino e a pesquisa, desenvolvidos na universidade, cheguem à comunidade. Nesse contexto, a parceria entre a PLASTIVIDA e o IOUSP permitiu que a universidade extrapolasse seus muros, entrando no universo escolar.

Ações educativas foram desenvolvidas em escolas públicas e privadas, objetivando discutir a problemática dos resíduos nas praias, suas consequências e formas de resolvê-la, além de abordar a importância do monitoramento de longa duração. Esse trabalho, feito na forma de oficinas, buscou uma reflexão sobre como avaliar a situação dos resíduos nos mares no Brasil, familiarizando os estudantes com essa temática (Figura 9.2). As oficinas também objetivaram apresentar e discutir os métodos utilizados no monitoramento continuado de resíduos em praias, por meio de treinamento em campo, incentivando a ciência cidadã nos estudantes dessas escolas. O trabalho de campo com as escolas foi viabilizado pela Fundação Florestal da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, ilustrando ainda mais a importância da integração multissetorial, a fim de viabilizar ações estruturantes para o combate ao lixo nos mares.



Figura 9.2. Oficina sobre lixo nos mares, realizada pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo com alunos, em Peruíbe, SP. (Foto: Lucas Barbosa)

vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta”. Ao definir essa e as demais competências, a BNCC reconhece que a “educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza”, mostrando-se também alinhada à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU).

Os temas “meio ambiente” e “educação ambiental” vêm sendo trabalhados no ensino formal como temas transversais¹⁸⁸, ou seja, considerados por todas as áreas do conhecimento, de forma transdisciplinar. Nessa temática, as-

pectos sociais, econômicos, políticos e ecológicos possibilitam uma visão integradora, melhorando a compreensão das questões socioambientais. Com isso, espera-se que o estudante se sensibilize sobre a necessidade de buscar um ambiente saudável, essencial à qualidade de vida e à sustentabilidade, tornando-se um protagonista das mudanças que precisam ocorrer. No entanto, tais propostas de educação cidadã no ensino formal não são tão facilmente aplicáveis, visto que os professores muitas vezes carecem da formação, da instrumentalização e das condições necessárias para trabalharem de forma

A discussão da problemática do lixo nos mares deve ser estimulada nas escolas, favorecendo a visão crítica e possíveis mudanças de atitude da população.

articulada. A colaboração com as universidades, por meio de iniciativas inovadoras e que preparem os professores e, ao mesmo tempo, criem nos alunos uma empatia pelo tema, tornando-os protagonistas na busca por melhorias na qualidade de praias em cidades litorâneas (Box 9.1), mostra-se uma importante estratégia.

A questão dos resíduos sólidos é tratada, no ensino formal, tanto pela Base Nacional Comum Curricular¹⁸⁹ como pelos Parâmetros Curriculares Nacionais¹⁹⁰ em diferentes disciplinas (Ciências, Biologia, Química, Geografia) e com diferentes enfoques, o que confirma sua transversalidade e sugere a realização de atividades práticas e discussões em classe, tanto no ensino fundamental quanto no médio. Apesar dos resíduos sólidos serem tratados como um dos principais problemas sociais enfrentados nas grandes cidades, causando danos à saúde pública, além de perdas materiais, ocasionadas pelas frequentes inundações, a conexão dessa problemática com a presença de resíduos nos mares ainda é tênue e pouco enfatizada pelas escolas. A conscientização dos estudantes sobre o consumo, a correta destinação dos resíduos e a reciclagem deve ser incentivada nas escolas, favorecendo possíveis mudanças de atitude da população. Com isso, os alunos buscarão a melhoria da qualidade de vida em suas regiões, mas também estarão colaborando para a solução do problema, em relação à entrada de resíduos aos mares.

Como exemplo de ações que podem ser trabalhadas nas escolas estão aquelas oferecidas pelo Programa EnTenda o Lixo¹⁹¹. Oficinas realizadas com professores, além de trazer o tema para a sala de aula, buscam instrumentalizar os educadores, fazendo-os pensar em diferentes e criativas formas de discutir o problema dos resíduos sólidos nas grandes e pequenas cidades, utilizando a lógica da importância do oceano para a vida no planeta. Com ferramentas simples, materiais de baixo custo e resíduos trazidos de casa ou recolhidos nas imediações da escola pelas próprias crianças, pode-se criar um ambiente rico para a discussão sobre esse tópico.

A criação de materiais paradidáticos de apoio também pode ser uma excelente forma de trabalhar conceitos de boas práticas ambientais e sociais na escola. A história em quadrinhos “Mariana e a Batalha Contra os Supermacabros”¹⁹², lançada em 2018, bem como o vídeo

“Um mar de lixo”¹⁹⁴, produzidos em parceria com a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar e o Ministério do Meio Ambiente, são exemplos de ferramentas para provocar a discussão sobre o problema dos resíduos sólidos no mar, em sala de aula.

Papel dos cidadãos

O lixo nos mares é um problema que transcende barreiras, sejam elas geográficas, políticas, culturais ou sociais. Assim como as demais questões ambientais, esta discussão deve permear o dia a dia de todo cidadão, mesmo que, à primeira vista, possa parecer que esteja distante do problema.

De acordo com a Constituição Federal Brasileira, todos nós temos direito a um meio ambiente saudável. Dessa forma, uma postura a ser adotada é a de se identificar como parte do problema e da solução, assumindo o papel de protagonista na construção de um meio ambiente saudável e equilibrado. Uma mudança importante, que ajuda nessa construção, é a percepção e a modificação, por exemplo, de nossos hábitos de consumo, uma vez que o consumo irresponsável está presente em nosso cotidiano. Conseqüentemente, a produção de resíduos e sua destinação incorreta extrapolam a lógica de um meio ambiente equilibrado, colaborando com a sua degradação; portanto, tal problemática deve estar também sob o olhar crítico de cada cidadão.

Outra forma da sociedade civil atuar, frente ao problema dos resíduos no ambiente marinho, é auxiliando em atividades de monitoramento, em ações conhecidas como ciência cidadã, e exercendo a fiscalização, dentro da lógica do controle social (Box 9.2). Tanto o monitoramento quanto a fiscalização deveriam ser realizados pelo poder público, mas devido à falta de recursos humanos e financeiros, sobretudo em países com litoral extenso e com poucos recursos, como o Brasil, a abrangência e frequência de ambas as atividades ficam limitadas. Tais ações são hoje realizadas pela iniciativa de organizações da sociedade civil, seguindo recomendações internacionais.

O cidadão não deve ser entendido, meramente, como um indivíduo com direitos e deveres, mas sim um ser social com identidade cultural, construída por meio do diálogo entre as relações interpessoais na sua comunidade. Ba-

Box 9.2. Controle social sobre o lixo nos mares.

Pode-se então considerar que o controle social é exercido pela sociedade sobre o Estado, com a finalidade de solucionar problemas e deficiências. Nesse sentido, a sociedade está envolvida no exercício da reflexão e discussão de problemáticas que afetem a vida coletiva. Algumas ações de controle social, como o maior engajamento da sociedade com a problemática do lixo, a demanda por melhorias no saneamento básico, assim como a participação da própria sociedade no monitoramento dos resíduos (ciência cidadã), podem ajudar a reduzir a entrada destes no ambiente marinho (Figura 9.3).

No entanto, para que esse controle seja efetivo, a transparência e o acesso à informação são fatores fundamentais. Assim, as mídias sociais são de grande relevância para difundir a informação e permitir que mais pessoas tenham acesso a ela, além de compartilhar boas práticas. As características ligadas à participação social, por sua vez, passam pelo engajamento dos cidadãos e de suas demandas por melhorias, o que pode ser bastante variável ao longo do tempo e em diferentes localidades.

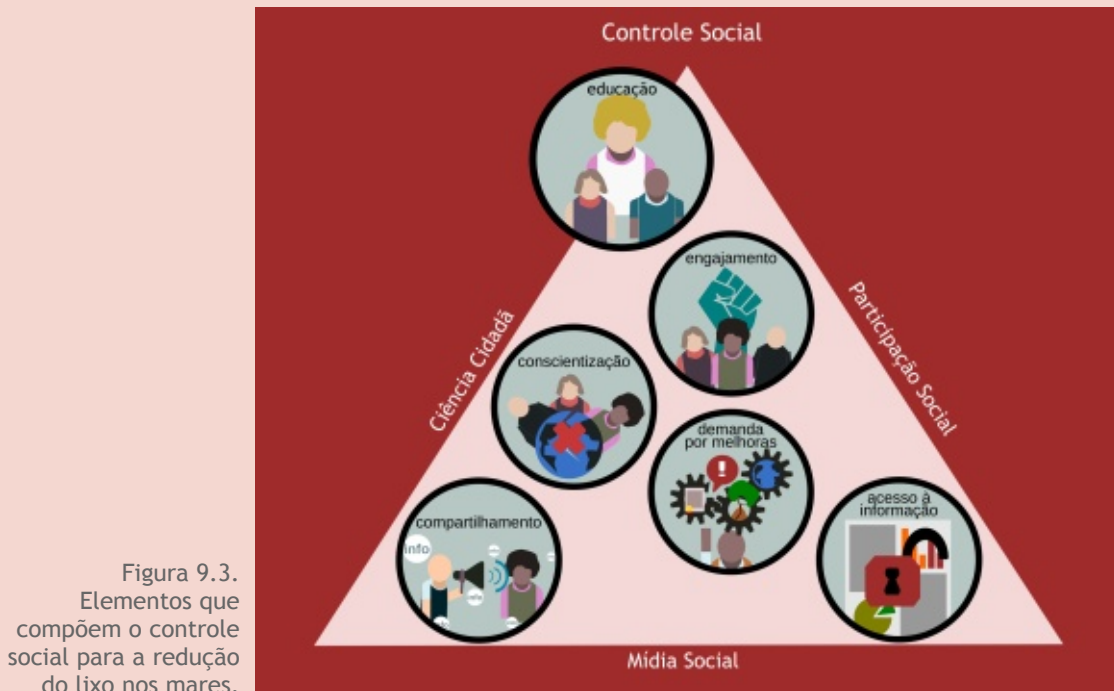


Figura 9.3.
Elementos que compõem o controle social para a redução do lixo nos mares.

sendo-se nessa ideia, é necessário que cada um de nós idealize que tipo de sociedade deseja construir e de que forma pode auxiliar nessa construção, traçando um objetivo comum e sustentável.

Integração entre grupos de interesse


A integração e troca de informações, como já citado anteriormente, são objetivos da Parceria Global sobre o Lixo Marinho. Essa parceria se configura como um mecanismo de coordenação multisetorial voluntário, no qual todos os setores são incentivados a trabalhar conjuntamente para reduzir e melhor gerir os resíduos sólidos, seguindo o Compromisso e a Estratégia de Honolulu. Assim, esse seria um caminho para que os diferentes setores da soci-

idade trabalhassem dentro de seus grupos de interesse, mas também interligados com os outros setores, promovendo a redução da geração de resíduos para os mares (Figura 9.4).

Uma rede integrada de atores engloba governo, sociedade civil organizada, universidades e institutos de pesquisa, iniciativa privada e sociedade em geral. Para a estruturação dessa rede, o ambiente de interação deve ser inclusivo e aberto, o que favorece uma convivência equilibrada, com garantia de uma participação horizontal dos diferentes setores e atores envolvidos, promovendo a transparência e o respeito pelos diferentes pontos de vista. Dessa forma, entende-se que, para uma iniciativa dessa natureza ser bem-sucedida, os seguintes princípios devem ser observados:



Figura 9.4. Setores a serem envolvidos nas discussões sobre resíduos nos mares e possíveis ações que podem adotar

- Todos devem ter o direito de participar, garantindo-se a pluralidade de ideias;
- Todos devem ter o direito de se manifestar, seguindo as regras de respeito e cordialidade com os demais participantes, e tendo garantido o direito de resposta;
- Todos os participantes devem ser considerados iguais, não havendo discriminação de qualquer natureza;
- A estrutura e funcionamento do fórum de discussão deverão refletir a diversidade de interesses e visões de mundo dos participantes;
- As discussões e as ações deverão ter foco nas questões relacionadas aos resíduos nos mares, independentemente dos interesses específicos de cada setor. 

Notas

160. *UN Environment. Clean Seas Program* (<https://www.cleanseas.org/>)
161. *World Aquariums against Marine Litter* (<https://europa.eu/capacity4dev/unep/discussions/european-campaign-world-aquariums-against-marine-litter-was-launched-monaco>)
162. ONU Meio Ambiente promove curso online em português sobre lixo marinho (<https://nacoesunidas.org/onu-meio-ambiente-promove-curso-online-em-portugues-sobre-lixo-marinho/>)
163. O PSRM, principal desdobramento da PNRM, visa integrar o Mar Territorial, a Zona Econômica Exclusiva e a Plataforma Continental, por intermédio de atividades de pesquisa, de monitoramento oceanográfico, estudos do clima, bem como de exploração e conservação dos recursos naturais da Amazônia Azul. As atividades são desenvolvidas no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), sob coordenação do Comandante da Marinha, como Autoridade Marítima, além da participação de representantes de diversos Ministérios, da academia, dentre outros.
164. SIMA-SP. Programa Verão no Clima. (<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/veraonoclima/>)
165. Carta do Litoral Paulista. (<https://smastr16.blob.core.windows.net/veraonoclima/2018/12/carta-lixo-no-mar-oficial-versao-assinada.pdf>)
166. Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)
167. *Plastics Europe* (2011) Declaração Global das Associações do Setor Plástico sobre Soluções para o Lixo Marinho. (http://www.porummarlimpo.org.br/assets/docs/declaration_global_marine_litter.pdf)
168. Fórum Setorial dos Plásticos - Por um Mar Limpo (<http://www.porummarlimpo.org.br/>)
169. O Programa *Pellet Zero* - OCS® (<http://pelletzero.porummarlimpo.org.br/>) baseia-se no programa internacional *Operation Clean Sweep*® (OCS® - <https://opcleansweep.org/>), porém adaptado à realidade brasileira.
170. Fórum setorial dos Plásticos - por um Mar Limpo (2018) Manual do Programa *Pellet Zero* - OCS®. Plastivida. 30 p. (<http://pelletzero.porummarlimpo.org.br/manuais/programa-pellet-zero-ocs/>)
171. Fórum setorial dos Plásticos - por um Mar Limpo (2018) Manual de Implementação do Programa *Pellet Zero* - OCS® - Indústria de Resina Plástica. Plastivida. 48 p. (<http://pelletzero.porummarlimpo.org.br/manuais/industria/>)
172. Fórum setorial dos Plásticos - por um Mar Limpo (2018) Manual de Implementação do Programa *Pellet Zero* - OCS® - Transporte. Plastivida. 38 p. (<http://pelletzero.porummarlimpo.org.br/manuais/transporte/>)
173. O Programa EnTenda o Lixo (@entendaolixo) é uma iniciativa do Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, que visa debater com a sociedade a atual situação da saúde dos mares e oceano e propor ações educativas para minimizar o problema, especialmente em relação aos resíduos sólidos.
174. ABIQUIM (2018) ENAIQ 2018. Newsletter Dezembro/2018. 11 p. (http://www.timamoco.com.br/ABIQUIM/ABIQUIM_ENAIQ2018Newsletter_20dez18/ABIQUIM_EnaiqNewsletter-Dez18_20dez.pdf?)
175. Coalizão das Embalagens (<https://www.coalizoembalagens.com.br/>)
176. *Alliance to End Plastic Waste* (<https://endplasticwaste.org/>)
177. UNEPFI (2019) *Unwrapping the risks of plastic pollution to the insurance industry*. UNEP. 57 p. (<https://www.unepfi.org/psi/wp-content/uploads/2019/11/PSI-unwrapping-the-risks-of-plastic-pollution-to-the-insurance-industry.pdf>)

178. Menck, EVS (2020) Um olhar sobre as organizações não-governamentais que realizam ações de educação ambiental focadas em lixo no mar, no Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema. 149 p.
179. *Ellen MacArthur Foundation (2016) The new plastics economy: rethinking the future of plastics.* 61 p. (<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/The-New-Plastics-Economy-Rethinking-the-Future-of-Plastics.pdf>)
180. *Plastic Bank* (<https://www.plasticbank.com/>)
181. *The Ocean Conservancy. Thash Free Seas Alliance* (<https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/plastics-in-the-ocean/trash-free-seas-alliance/>)
182. SAPEA (2019) *A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society.* 173 p. (<https://www.sapea.info/wp-content/uploads/report.pdf>)
183. Petrechos de Pesca Perdidos no Mar. *Lost Fishing Gear Project - A Brazilian Initiative.* (<http://bluelinesystem.blogspot.com/>)
184. Laboratório de Manejo, Ecologia e Conservação Marinha, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. (<http://www3.io.usp.br:48080/manejo/index.php>)
185. Fantástico, Rede Globo. Jovem reúne R\$ 4,5 milhões para retirar plástico dos mares do planeta. 31/08/2014 (<http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2014/08/jovem-reune-r-45-milhoes-para-retirar-plasticos-dos-mares-do-planeta.html>)
186. Base Nacional Comum Curricular (http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)
187. MEC (1997) Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente, 76 p. (<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>)
188. MEC (2017) Base Nacional Comum Curricular - Educação é a base. 392 p. (http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)
189. MEC Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 144 p. (<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>)
190. Programa EnTenda o Lixo (<https://www.instagram.com/entendaolixo/>)
191. SeCIRM (2018) Mariana e a Batalha Contra os Supermacabros - A Ameaça do Lixo nos Mares. 52 p. (<https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/publicacoes/cartilha-mariana.pdf>)
192. MMA (2016) Um Mar de Lixo (<https://www.youtube.com/watch?v=00UQQx9-GB8>)

CONSIDERAÇÕES FINAIS. VAMOS COMBATER O LIXO NOS MARES? —

Após essa reflexão sobre o lixo nos mares, desde o entendimento de suas origens, destinos e impactos, até as diversas formas de combate, incluindo o papel dos diferentes setores da sociedade, resta deixar uma mensagem de esperança quanto ao futuro do oceano. Como vimos inicialmente, os resíduos sólidos correspondem a um dos problemas que impactam o ambiente marinho. Há também a perda de ambientes naturais, como manguezais e recifes de coral, a pesca excessiva e a poluição por agentes diversos, como esgoto, petróleo, metais pesados e pesticidas.

Dentre as fontes de poluição, os resíduos sólidos são os mais facilmente percebidos pela sociedade. Por essa razão e pelos importantes impactos que causam, têm um enorme potencial para mobilizar a sociedade, engajando-a em uma discussão mais ampla sobre a busca da qualidade do oceano. De fato, estudos recentes têm mostrado um agravamento dos impactos no ambiente marinho, ocasionados por uma forma equivocada da sociedade em entender e promover o crescimento econômico, em detrimento de uma visão pautada pelo desenvolvimento sustentável.

Assim, discutir lixo nos mares promove uma reflexão sobre a sustentabilidade do planeta, considerando o compromisso ético das gerações atuais com as gerações futuras. Entende-se que a existência de resíduos nos mares seja sintoma de um modo de vida equivocado da sociedade, seja nas regiões costeiras, seja em locais distantes da costa. A importância das políticas de gestão de resíduos sólidos e de ordenamento territorial no combate às fontes de resíduos sólidos para o mar foi foco de discussão, bem como as estratégias que levam à redução da geração de resíduos, como a Estratégia de Honolulu e a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Nesse contexto, quais foram os reais avanços? Como você, indivíduo e cidadão, pode atuar como um instrumento de transformação dessa realidade? Nesse livro, algumas formas e estratégias de ação foram exemplificadas. Boas práticas devem ser compartilhadas e disseminadas. Mas, para isso acontecer, devem ser criadas plataformas de interação e integração entre os diversos setores da sociedade. Essa integração ou parceria multissetorial necessita ser estimulada, de forma a possibilitar que espaços de diálogo ampliem a capacidade da sociedade em lidar com os desafios socioambientais do planeta, incluindo o lixo nos mares.

Portanto, mais que um problema, o lixo nos mares pode ser entendido como uma oportunidade para concretizar os esforços da sociedade, com vistas à promoção de um ambiente equilibrado e socialmente justo.

O lixo no mar é um sintoma da entropia (do nível de desorganização) do sistema socioecológico em que vivemos; por isso, seu combate deve considerar a complexidade do problema e privilegiar soluções estruturantes e duradouras.



LIXO NOS MARES:
DO ENTENDIMENTO À SOLUÇÃO

Realização:



Cadeira UNESCO para Sustentabilidade do Oceano
Universidade de São Paulo
Estabelecida em 2018



Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo



Parceria:

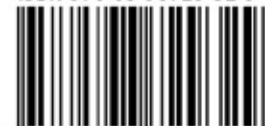


SECIRM

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE



Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-98729-32-9



9 788598 729329