

# UM OCEANO LIVRE DE PLÁSTICO

DESAFIOS PARA REDUZIR A  
POLUIÇÃO MARINHA NO BRASIL

**OCEANA** Proteger os oceanos  
e alimentar o mundo

**Diretor-Geral**

Ademilson Zamboni

**Diretor Científico**

Martin Dias

**Diretora de Comunicação**

Camilla Valadares

**Diretor Administrativo e Financeiro**

José Machado

**Cientista Marinha**

Lara Iwanicki

**Analista de Campanha**

Miriam Bozzetto

**Analista Administrativo e Financeiro**

Lúcia Silva

**Analista de Operações**

Juliana Silva

**Assistente Executiva**

Edna Santana

**Assistente de Comunicação**

Beatriz Ribeiro

**Estagiária de Comunicação**

Nathalia Carvalho

**FICHA TÉCNICA****Autores:**

Lara Iwanicki

Ademilson Zamboni

**Colaboradores:**

Giral Viveiro de Projetos:

Ícaro Fogaça Barbosa

Mateus Mendonça

Milena Beltrami Tudisco

Veridiana Sedeh

Silvia Martarello Astolpho, SMA Ambiental

Maria Paola de Salvo, EasyTelling

Tiffany Emmerich, UNIVALI

**Projeto Gráfico e Diagramação:**

Duo Design

**Foto da capa:**

Instituto Mar Urbano / Ricardo Gomes

DOI: 10.5281/zenodo.4281201

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

Iwanicki, Lara

Um oceano livre de plástico [livro eletrônico] : desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil / Lara Iwanicki, Ademilson Zamboni. -- 1. ed. -- Brasília, DF : Oceana Brasil, 2020.

PDF

ISBN 978-65-992012-4-0

1. Meio ambiente 2. Oceanos 3. Plásticos - Aspectos ambientais 4. Poluição marinha 5. Sustentabilidade ambiental I. Zamboni, Ademilson. II. Título.

20-49436

CDD-304.2



SIG Quadra 01,

Centro Empresarial Parque Brasília

Sala 251 - 70610-410, - Brasília/DF

Telefone: +55 (61) 3247-1800

imprensa@oceana.org

Brasil.oceana.org

Twitter.com/oceanabrasil

Facebook.com/oceanabrasil

Instagram.com/oceanabrasil

Youtube.com/oceanabrasil

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Sustentabilidade ambiental : Ecologia 304.2

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

# UM OCEANO LIVRE DE PLÁSTICO

DESAFIOS PARA REDUZIR A  
POLUIÇÃO MARINHA NO BRASIL

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>	<b>3. GESTÃO DE RESÍDUOS DE PLÁSTICO</b>	<b>27</b>
<b>RESUMO EXECUTIVO</b>	<b>8</b>	<b>Como funciona a gestão dos resíduos sólidos no Brasil?</b>	<b>28</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>	Resíduos plásticos à luz da LDNSB e PNRS	30
<b>1. A ERA DO PLÁSTICO</b>	<b>15</b>	<b>Cadeia de reciclagem de plástico</b>	<b>33</b>
Breve história dos plásticos	15	Agentes ambientais: os catadores de materiais recicláveis	36
Cadeia produtiva	16	<b>Geração e coleta de resíduos de plásticos no Brasil</b>	<b>37</b>
Classificação e usos	18	<b>Reciclagem dos resíduos de plásticos</b>	<b>39</b>
Produção global	19	<b>Por que reciclamos tão pouco?</b>	<b>43</b>
<b>2. PLÁSTICO DE USO ÚNICO</b>	<b>21</b>	<b>Interesse do setor de reciclagem em materiais plásticos de uso único</b>	<b>43</b>
Produtos descartáveis	21	<b>4. POLUIÇÃO MARINHA POR PLÁSTICO NO BRASIL</b>	<b>49</b>
Embalagens	22	<b>Impactos na fauna marinha brasileira</b>	<b>53</b>
<b>Produção de plásticos de uso único</b>	<b>23</b>	<b>Microplásticos</b>	<b>59</b>
		Riscos para a saúde humana – o que sabemos até agora?	60

## **5. SOLUÇÕES PARA UM OCEANO LIVRE DE PLÁSTICO 65**

### **Enxugando gelo: falsas soluções para a crise do plástico 65**

Reciclagem de plástico descartável 65

Recuperação energética 67

Bioplásticos 68

Plástico oxibiodegradável 70

### **Legislação internacional para redução de plásticos de uso único 71**

Reduzir, reusar, retornar 75

## **6. PROPOSTAS DA OCEANA PARA O BRASIL 81**

### **ANEXO I - METODOLOGIA 85**

### **LISTA DE FIGURAS E TABELAS 96**

### **LISTA DE TABELAS 98**

### **BIBLIOGRAFIA 101**



# APRESENTAÇÃO

Inventados há mais de 100 anos, os plásticos passaram a estar presentes em praticamente todos os aspectos da vida cotidiana – de garrafas de água a materiais de construção e equipamentos médicos. Notícias e estudos sobre a poluição marinha por plástico começaram a surgir ainda na década de 1970, mas somente a partir de 2010 as evidências acumuladas alarmaram a comunidade científica e a sociedade como um todo.

Ainda que este tema tenha amadurecido com informações em nível global, este relatório é um esforço para consolidar um pano-rama sobre o contexto brasileiro da poluição por plástico, com base em dados nacionais, públicos e privados.

A primeira seção caracteriza o plástico enquanto material, apresentando dados sobre produção global, consumo aparente nacional, com um recorte para produtos de uso único na segunda seção. Em seguida, a terceira seção dá ênfase aos resíduos plásticos, apresentando dados sobre sua coleta, reciclagem e destinação final, o arcabouço legal e normativo que disciplina a gestão de resíduos sólidos no Brasil.

A quarta seção apresenta os caminhos e vetores para que tais resíduos cheguem ao mar e a participação do Brasil na poluição marinha por plásticos. Traz, ainda, informações inéditas sobre os impactos na fauna marinha brasileira e o que se sabe até agora sobre os riscos para a saúde humana devido à exposição aos microplásticos.

Diante desse cenário, na última seção apresenta-se uma análise das oportunidades e soluções reais para a redução da poluição por plástico de uso único, incluindo casos de legislações internacionais, novas tecnologias e inovações para reduzir, reutilizar e retornar embalagens. Ao final, a Oceana propõe três medidas concretas, que em conjunto, podem ser uma efetiva contribuição brasileira para a mitigação desse problema global.

Com este documento, esperamos aprofundar e qualificar o debate sobre plásticos de uso único a partir de um retrato nacional, assim como contribuir para a implementação de medidas que tornem nossos oceanos limpos e abundantes novamente.

**Ademilson Zamboni**

Diretor Geral da Oceana no Brasil

# RESUMO EXECUTIVO

Quando o plástico entrou no mercado na década de 1950, ele foi celebrado por tornar a vida mais conveniente e eficiente. Hoje, bebemos nosso café em copos de plástico com tampas de plástico e canudos de plástico. Transportamos nossas compras, muitas das quais embaladas em plástico, em sacos e sacolas. Nossos produtos de higiene pessoal e materiais de limpeza são embalados em plástico e projetados para serem descartados após um único uso.

No Brasil, produzimos 2,95 milhões de toneladas de plásticos de uso único, produtos e embalagens que não são concebidos, projetados ou colocados no mercado para perfazer múltiplas viagens ou rotações no seu ciclo de vida. Do volume total de produção de plástico de uso único, 87% corresponde à categoria de embalagens em geral e 13% à categoria de produtos descartáveis como pratos, talheres, copos, sacolas plásticas e canudos. Isso equivale a produzir cerca de 500 bilhões de itens descartáveis, como copos, talheres, sacolas plásticas, e embalagens em geral – tanto rígidas quanto flexíveis –, que representam a maior fatia do mercado de plásticos de uso único.

As mesmas propriedades que tornaram os plásticos tão úteis também tornam os resíduos uma ameaça ambiental. Sua durabilidade significa que eles persistem no ambiente por muitos anos e sua baixa densidade significa que são facilmente dispersos pela água e pelo vento. Como resultado, os resíduos plásticos são hoje poluentes onipresentes, mesmo nas áreas mais remotas do mundo. Detritos de plástico foram encontrados flutuando na superfície do mar, derretendo no gelo do Ártico e acumulados no ponto mais profundo do oceano.

O Brasil tem a sua parcela de responsabilidade, contribuindo com 325 mil toneladas de resíduos plásticos, levados ao mar a partir de fontes terrestres, como disposição em lixões a céu aberto. Os produtos e as embalagens plásticas descartáveis estão no centro da discussão sobre a poluição plástica nos oceanos em razão das evidências de que compõem a maior parte do lixo marinho. De forma consistente, as limpezas de praia em todo o mundo demonstram que plásticos descartáveis e embalagens são o grande problema. No Brasil, o cenário não é diferente: pelo menos 70% dos resíduos encontrados nas praias brasileiras é plástico, principalmente embalagens. E, uma vez no mar, o plástico não se degrada. Em vez disso, divide-se em pedaços cada vez menores, tornando-se microplásticos que atuam como ímãs para poluentes químicos nocivos.

À medida que o plástico continua a inundar nossos oceanos, a lista de espécies marinhas afetadas por detritos plásticos aumenta. Dezenas de milhares de organismos marinhos estão ingerindo plástico, desde zooplâncton e peixes a tartarugas, mamíferos e aves marinhas, muitas delas já ameaçadas de extinção. No Brasil já foram necropsiados mais de 3,7 mil animais que ingeriram resíduos plásticos. Um em cada dez animais que ingerem plástico vem a óbito. Esse é um número subestimado, porque os projetos de monitoramento das praias se limitam às regiões Sudeste e Sul do país, mas alerta para um problema maior que está acontecendo no mundo todo. Os animais não apenas estão tendo contato com resíduos da produção humana, mas estão morrendo devido a eles.





O problema da poluição por plásticos tem sido atribuído a falhas no sistema de gestão de resíduos. Esse enquadramento transferiu a responsabilidade (e a culpa) para o consumidor (que falha em separar seus resíduos) e para as cidades (que não fazem coleta seletiva, não investem em infraestrutura de reciclagem e não regularizam seus lixões). Assim, as soluções políticas têm se concentrado em melhorar a reciclabilidade e as taxas de reciclagem dos produtos e embalagens de plástico e, em alguns casos, em promover a recuperação energética desse resíduo.

No entanto, uma avaliação realista mostra que mesmo nas suposições mais otimistas sobre o aumento das taxas de coleta seletiva e reciclagem, elas não acompanharão o volume e velocidade de produção de plástico de uso único e, portanto, não impedirão o fluxo de resíduos plásticos para o oceano.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê a implementação de um Acordo Setorial para Logística Reversa de Embalagens em Geral, onde se inserem as embalagens de plástico. A Fase I do Acordo tem sido contestado em sua eficácia pelo Ministério Público em vários estados e a Fase II, prevista para iniciar em 2018, ainda não foi

implementada. Já para os resíduos de produtos de plástico descartável, como talheres, sacolas, pratos e copos, a PNRS não prevê responsabilidades ou tratamento diferenciado. Sem valor para o mercado de reciclagem, os produtos descartáveis se tornam rejeitos e representam um custo para o sistema de gestão de resíduos.

Para impedir que o plástico entre em nossos oceanos, precisamos reduzir a quantidade de plástico descartável, desnecessário e problemático, produzido na fonte. Essa abordagem está alinhada com os princípios da Economia Circular e abre espaço para o desenvolvimento de negócios inovadores, novas tecnologias e mercados que favorecem a reutilização de embalagens, parte crucial da solução para a poluição plástica. **A Oceana recomenda que (1) o Brasil aprove uma lei nacional regulamentando o uso de plásticos de uso único; (2) que as empresas reduzam a quantidade de plástico que estão colocando na cadeia de suprimentos e ofereçam aos consumidores opções livres de plástico para seus produtos; (3) que estabelecimentos comerciais tornem-se zonas livres de plástico. Sem mudanças imediatas e concretas, a quantidade desse resíduo que entra no ambiente marinho triplicará nos próximos 20 anos.**



# INTRODUÇÃO

Leve, versátil, barato e poluente. O plástico é hoje um material onipresente, encontrado em quase todos os setores da economia e aspectos da vida moderna. Em 50 anos, o consumo global dos polímeros fósseis cresceu mais de 20 vezes<sup>1</sup> e o material virou símbolo da sociedade de consumo e de produtos descartáveis. Mais da metade de todo plástico consumido no mundo foi produzido depois de 2005, sendo principalmente usado para embalagens e produtos descartáveis<sup>2</sup>.

Segundo diretiva da União Europeia que regula a questão, plástico de uso único é definido como **um produto feito inteiramente ou parcialmente de plástico, e que não é concebido, projetado ou colocado no mercado para realizar, ao longo de sua vida, múltiplas viagens, não retornando ao produtor como refil ou reúso com o mesmo propósito para o qual foi concebido**<sup>3</sup>. Entram nessa categoria utensílios descartáveis, como copos, pratos, canudos e talheres, e as embalagens em geral. Este trabalho adota a definição de plásticos de uso único da União Europeia.

Embora grande parte do plástico seja usado uma vez e descartado, o material leva centenas de anos para se decompor, já que a maioria não é biodegradável. O material sofre um processo chamado fotodegradação, no qual, pela ação da luz, é quebrado lentamente em pequenos fragmentos, chamados de microplásticos<sup>4</sup>.

A cada ano, ao menos 8 milhões de tone-

ladas de plástico vão parar nos oceanos<sup>5</sup> – o equivalente a um caminhão de lixo por minuto. Se continuar nesse ritmo, o volume de plástico acumulado no oceano será quatro vezes maior em 2040<sup>6</sup>. Essa poluição causa diversos problemas para centenas de espécies marinhas, como ingestão, sufocamento, emaranhamento e morte, e traz riscos à saúde humana pela ingestão de microplásticos<sup>7</sup>. Existem ainda impactos negativos para a pesca e o turismo, na qualidade da paisagem e altos custos para remoção e disposição. Sua queima, voluntária ou não, polui a atmosfera com compostos de alta toxicidade e expõe comunidades a severos impactos à saúde.

Quando se fala de plásticos de uso único, eles estão entre os resíduos mais encontrados na costa de diferentes países do mundo. Na União Europeia, de 80% a 85% do lixo marinho, medido por contagem em mutirões de limpeza de praias, é constituído por plásticos e, desses, os itens de uso único respondem por 50%<sup>8</sup>.

Estudo brasileiro publicado em 2020 fez uma avaliação de larga escala do lixo encontrado na costa brasileira e constatou a predominância do plástico, confirmando a tendência mundial. Embalagens de alimentos, junto com pontas de cigarro, foram os itens mais encontrados nas praias do Brasil<sup>9</sup>. Segundo Ryan Andrade, autor principal do estudo, os resíduos mais frequentes são embalagens de comida ou itens associados a alimentos, como embalagens

de bala, de sorvete, biscoitos, canudos e tampas de refrigerante e sacolas.

Governos ao redor do mundo têm reconhecido a gravidade dessa poluição e aprovado leis e medidas para diminuir a oferta de plásticos de uso único. Como resultado, há uma busca por materiais mais sustentáveis, por mudanças nos padrões de consumo e no design de produtos e embalagens.

Na substituição do plástico para a produção de embalagens e utensílios descartáveis, ganham espaço matérias-primas bem conhecidas, como papel, alumínio e até madeira de plantio manejado. Também se destacam materiais inusitados e inovadores, a exemplo de copos feitos de polpa de mandioca, embalagens à base de algas e pratos de bagaço de cana-de-açúcar.

Entram ainda em cena plásticos de fontes renováveis e biodegradáveis e iniciativas para mudar os padrões de consumo, mesclando práticas antigas com inovação. É o caso de lojas especializadas na venda de produtos a granel, marcas que propõem utensílios ecológicos reutilizáveis e sistemas de reúso inteligentes. Mas, até o momento, nada é capaz de fazer frente ao apetite da indústria em inundar o mundo com aquilo que não tem outra finalidade senão a de permanecer umas poucas horas em nossas mãos até, sem outra utilidade, tornar-se lixo.

Assim, a poluição plástica, dentro e fora dos oceanos, é um problema sem fronteiras, que tem sua origem em terra e em decisões de atores em todos os níveis – de governos, legisladores e grandes empresas a consumidores.







# 1. A ERA DO PLÁSTICO

Em sua origem, a palavra “plástico” vem do verbo grego *plassein*, que significa “moldar ou modelar”. O plástico tem essa capacidade de ser moldado graças à sua estrutura, feita de longas e flexíveis cadeias de moléculas ligadas em um padrão repetitivo, mais conhecidas como polímeros<sup>10</sup>.

Os polímeros são abundantes na natureza e desempenham processos vitais nos seres vivos: a celulose que compõe as paredes celulares das plantas é um polímero, assim como as proteínas que compõem os músculos, a pele e as complexas moléculas que sustentam o nosso DNA. Outros polímeros orgânicos conhecidos são a lignina, a seda e a borracha natural<sup>11</sup>.

Polímeros também podem ter origem sintética ou natural. O látex e a celulose foram as primeiras matérias-primas utilizadas na fabricação de plásticos, mas, atualmente, a maioria dos plásticos são feitos a partir do refino de petróleo e do gás natural. Seja um polímero natural ou sintético, no centro de sua composição química está um átomo de carbono e outros elementos, como oxigênio, nitrogênio e hidrogênio – que frequentemente se juntam ao carbono para produzir variedades específicas de polímeros<sup>12</sup>.

Os diferentes arranjos moleculares podem originar uma variedade quase infinita de polímeros com inúmeras propriedades. Por essa razão, a descoberta do plástico revolucionou –

para o bem e para o mal – nossa forma de consumir, ao introduzir no mercado uma variedade de materiais leves, resistentes, flexíveis e aptos a múltiplos usos, mas que não se degradam<sup>13</sup>.

## BREVE HISTÓRIA DOS PLÁSTICOS

A história da produção de plásticos começa em 1855, quando o britânico Alexander Parkes inventou e patenteou o “Parkesine”, o primeiro plástico produzido pelo homem e feito a partir de celulose. Parkes mostrou ao mundo um material que podia ser modelado quando aquecido e mantido sua forma quando resfriado. Alguns anos depois, fundou a *Parkesine Company*, em Londres, lançando as bases da indústria de plásticos<sup>14</sup>. Outra descoberta revolucionária foi feita em 1869 por John Wesley Hyatt, que, ao submeter a celulose derivada da fibra de algodão a um tratamento com cânfora, concebeu o celuloide. A ampla oferta de celuloide e o baixo custo da matéria-prima substituíram o marfim, cuja demanda estava associada à crescente popularidade do bilhar à época<sup>15</sup>.

Até então, os plásticos eram produzidos a partir de matéria-prima natural. Foi em 1907 que o primeiro plástico completamente sintético foi desenvolvido por Leo Hendrik Baekeland, considerado o pai da indústria de plástico. Baekeland buscava um material substituto para

a goma-laca, um isolante elétrico natural, para suprir a demanda da indústria elétrica americana. Sua pesquisa resultou na invenção do primeiro plástico durável, a baquelite, cujas características, como isolamento térmico e maleabilidade, renderam o título de “material de mil usos”<sup>16</sup>.

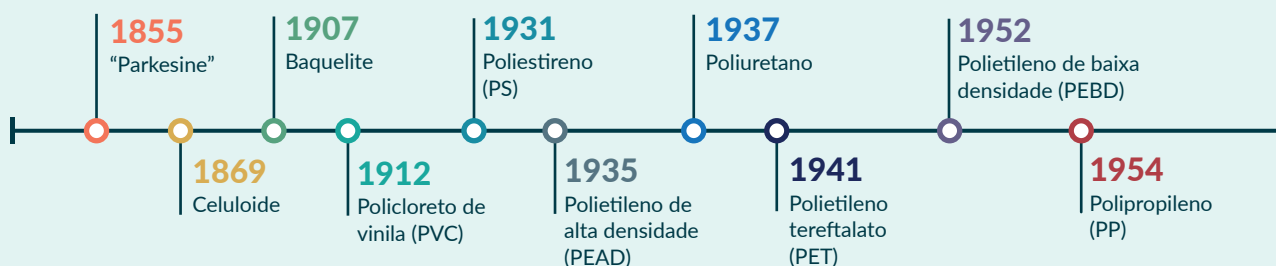
Desde a criação da Baekeland, outros tipos de plásticos foram desenvolvidos (FIGURA 1), mas, até meados do século XX, os plásticos ocupavam

apenas um pequeno nicho de mercado.

O gatilho para a rápida expansão da indústria de óleo e gás e seus subprodutos foi a Segunda Guerra Mundial, com aumento significativo da demanda para a produção de materiais e equipamentos. Novas fábricas petroquímicas foram construídas nos Estados Unidos para transformar petróleo em plástico, resultando no aumento de 300% da produção<sup>17</sup>.

FIGURA 1.

Linha do tempo da invenção das principais resinas plásticas



No final da década de 1950, a economia do pós-guerra começou a ser impulsionada pela necessidade de consumir quantidades cada vez maiores de bens. Segundo a jornalista Susan Freinkel, “produto após produto, mercado após mercado, os plásticos desafiaram os materiais tradicionais e venceram, substituindo o aço nos automóveis, o papel e o vidro nas embalagens, e a madeira nos móveis”<sup>18</sup>. Com matéria-prima barata, os fabricantes simplificaram suas cadeias de suprimentos e passaram a produzir plástico em larga escala. No início dos anos 1960, bilhões de itens de plástico já estavam enchendo lixões, aterros e incineradores no mundo todo. A mudança para a embalagem descartável, na década de 1970, marcou o sur-

gimento da cultura do desperdício e um estilo de vida que gera quantidades alarmantes de lixo plástico.

## CADEIA PRODUTIVA

A cadeia produtiva do plástico tem início com a extração e refino do petróleo para produção de derivados como gasolina, óleo diesel e nafta. A partir da nafta ou do gás natural, a indústria petroquímica produz matérias-primas básicas, com destaque para o etileno (ou eteno) e o propileno (ou propeno), que são transformadas em resinas petroquímicas virgens, como polietilenos (PEs) e polipropilenos (PPs). A partir das resinas

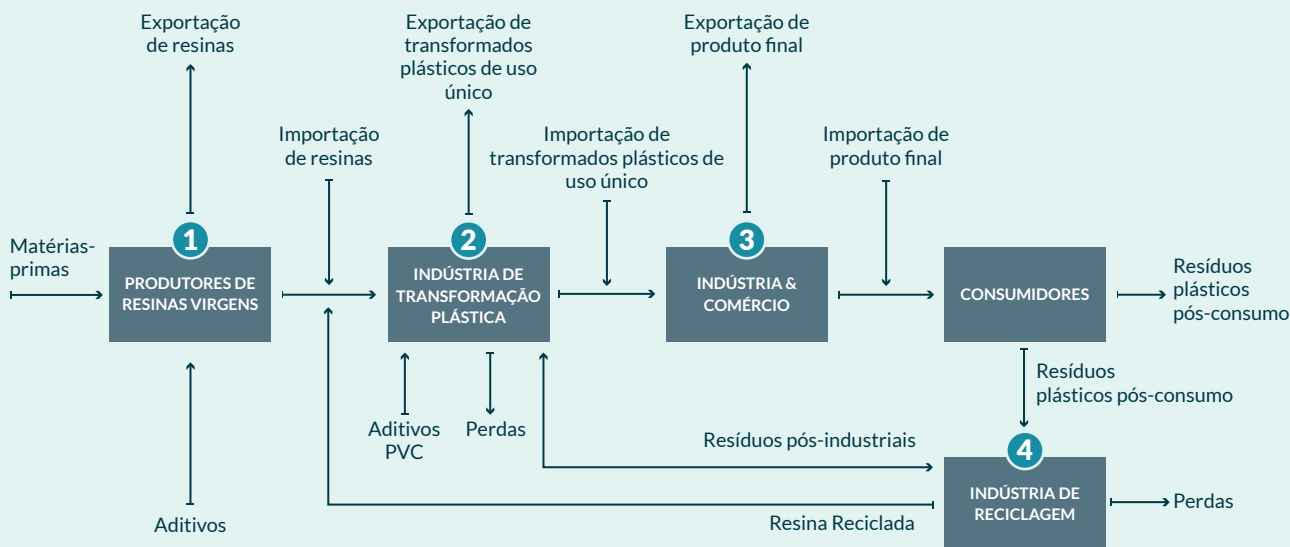


virgens, ou de resinas recicladas, a indústria de transformação irá produzir itens plásticos para as mais diversas aplicações, inclusive os plásticos

de uso único. Por fim, a indústria de reciclagem fabricará resinas recicladas a partir do material reciclável beneficiado e processado (FIGURA 2)<sup>19</sup>.

**FIGURA 2.**

Fluxograma da cadeia de plástico



CA (Consumo Aparente)

- 1 CA resinas virgens    2 CA resinas virgens e recicladas    3 CA plásticos de uso único    4 Produção resinas recicladas

Elaboração: Giral Viveiro de Projetos

As principais resinas termoplásticas utilizadas no processo de transformação são: polietileno de baixa ou alta densidade (PEBD/PEAD), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS) e polietileno tereftalato (PET).

Utilizando como insumos essas resinas termoplásticas, a indústria de transformados é capaz de gerar uma grande variedade de produtos para diversos mercados a partir de diferentes processos de produção<sup>20</sup>:

- **injeção** (na confecção de utensílios plásticos em geral, como bacias, tampas, caixas, para-choques e calotas);
- **extrusão** (principalmente na obtenção de filmes de PEBD, para uso como saco plástico, ou tubos de PVC);
- **sopro** (na confecção de peças ocas, como bolsas, frascos ou garrafas);
- **rotomoldagem** (na produção de caixas-d'água e tanques);
- **termoformagem** (na produção de embalagens rígidas);
- **vacuum forming** (na produção de protetores de cárter e para-choques).

## CLASSIFICAÇÃO E USOS

Os plásticos se tornaram onipresentes. De sacolas plásticas a seringas descartáveis, de canos de PVC a peças eletrônicas, os plásticos fazem parte de todos os aspectos da vida cotidiana. A grande variedade de aplicações se deve às diferentes características do plástico e demandas de consumo (TABELA 1). Em função de suas propriedades, formam-se assim dois grupos distintos: os polímeros termoplásticos e os termorrígidos<sup>21</sup>.








**Termorrígidos:** polímeros que endurecem irreversivelmente, isto é, não retornam à sua forma original depois de aquecidos ou curados. Os termorrígidos são valorizados por sua durabilidade e resistência, e amplamente utilizados em carros e construções, incluindo aplicações como adesivos, tintas e revestimentos. Alguns exemplos de plásticos termorrígidos e suas aplicações em produtos são:

- **poliuretanos (PUR):** colchões, almofadas, isolamentos;
- **poliésteres insaturados:** banheiras e chuveiros, móveis, cascos de barco;
- **epóxis:** colas e adesivos, revestimentos para dispositivos elétricos;
- **baquelite:** eletrodomésticos, placas de circuito elétrico e interruptores.

**Termoplástico:** os polímeros termoplásticos se fundem por aquecimento e solidificam por resfriamento em um processo reversível, podendo também ser dissolvidos em solventes. Os termoplásticos costumam ser utilizados em embalagens em geral, como para alimentos e bebidas, pois podem ser moldados de forma rápida e econômica.

TABELA 1.

Tipos de polímeros termoplásticos, propriedades e usos

SÍMBOLO	TIPO DE POLÍMERO	PROPRIEDADES	EXEMPLOS DE APLICAÇÕES
	Poli (tereftalato de etileno)	Resistência física e química, transparência, leveza	Garrafas para bebidas não alcoólicas, embalagens de alimentos e cosméticos
	Polietileno de alta densidade	Dureza, rigidez, resistência química	Frascos rígidos para limpeza doméstica e higiene pessoal, potes e contêineres
	Policloreto de vinila	Dureza, flexibilidade, elevada resistência química	Tubos e encanamentos para água e esgoto, mangueiras, material hospitalar
	Polietileno de baixa densidade	Resistência química, flexibilidade, forma películas e filmes	Embalagem para alimentos, sacos e sacolas, contêineres, filmes
	Polipropileno	Resistência térmica, química e ao desgaste, dureza e flexibilidade	Sacos, embalagens de alimentos, canudos, contêineres para uso farmacêutico
	Poliestireno	Baixa densidade e absorção de umidade, leveza	Isopor – contêineres de delivery, bandejas espumadas, embalagens de itens frágeis, copos descartáveis
	Outros	Combinação de outras resinas	CDs, eletrônicos, embalagens de salgadinhos etc.

Fonte: Norma ABNT NBR 13230 – Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – Identificação e simbologia e Sociedade da Indústria de Plástico<sup>22</sup>.

## PRODUÇÃO GLOBAL

Desde o início da produção industrial de polímeros, em 1950, até o ano de 2017, estima-se que tenham sido produzidas cerca de 9,2 bilhões de toneladas de plástico a partir de resinas virgens, sendo que mais da metade desse volume foi produzido nos últimos 20 anos<sup>23</sup>.

Em 2018, foram produzidas globalmente 359 milhões de toneladas de plástico, um aumento de 3,2% em relação ao ano anterior (FIGURA 3). A China sozinha foi responsável por 30% desse volume, e a América Latina contribuiu com 4% do total<sup>24</sup>.

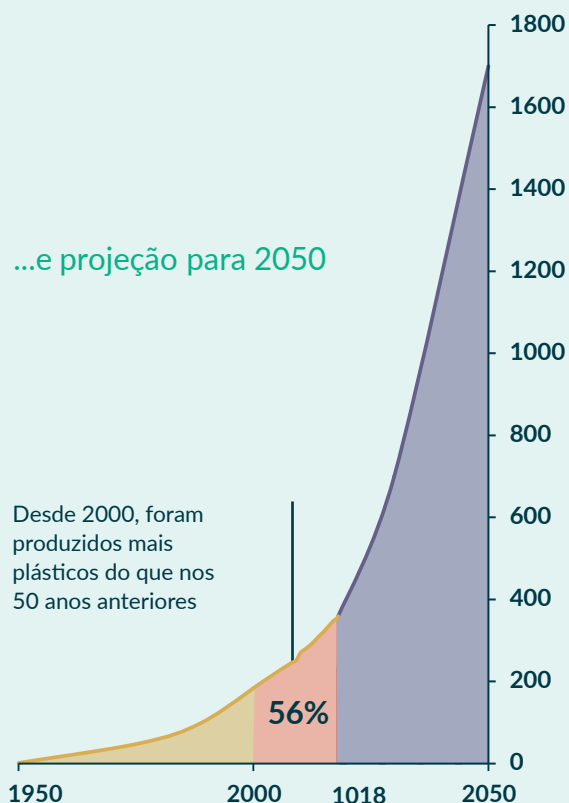
FIGURA 3.

Produção global de plásticos, de 1950 a 2018, e projeção de crescimento para 2050

**9,2**  
bilhões  
de toneladas de plástico  
(1950-2017)

**359**  
milhões de  
toneladas (2018)\*

\*Não inclui fibras sintéticas



Fonte: Ryan, P. G. (2015)<sup>25</sup> Plastics Europe (2018)<sup>26</sup>; UNEP, GRID-Arendal (2016)<sup>27</sup>, Plastic Atlas (2019)<sup>28</sup>.

A projeção para 2050 é de que a produção de plásticos quadruplique. Se mantivermos a tendência atual de aumentar a produção global em aproximadamente 5% ao ano, teremos acumulado 33 bilhões de toneladas de plástico em todo o planeta até 2050<sup>29</sup>.



# 2. PLÁSTICO DE USO ÚNICO

A legislação brasileira – omissa – não define plásticos de uso único, mas, de acordo com a Diretiva Europeia sobre plásticos (2019/904)<sup>30</sup>, em seu artigo 3º, das Definições:

**Produto de plástico de uso único** é um produto fabricado total ou parcialmente a partir de plástico e que não é concebido, projetado ou colocado no mercado para perfazer múltiplas viagens ou rotações no seu ciclo de vida mediante a sua devolução a um produtor para reenchimento ou a sua reutilização para o mesmo fim para o qual foi concebido.

Em outras palavras, esses materiais são concebidos para que sejam utilizados apenas

uma vez ao longo da sua vida útil e descartados em seguida. Eles possuem grande heterogeneidade no que diz respeito às resinas utilizadas para sua fabricação, suas formas e aplicações. Nessa definição, enquadram-se duas categorias de produtos: **os produtos descartáveis e as embalagens plásticas** em geral. As denominações “plástico de uso único” e “plástico descartável” são, portanto, sinônimas.

## PRODUTOS DESCARTÁVEIS

Os produtos descartáveis são demandados para diversas aplicações e incluem sacos e sacolas, copos, pratos, talheres e canudos. Dentre as resinas utilizadas para essas aplicações estão PP, PS, PEAD, PEBD, PEBDL e EPS (**TABELA 2**).

**TABELA 2.**

Classificação dos produtos descartáveis por setor demandante, exemplo de aplicações e resinas utilizadas na fabricação

TIPOS	SETOR DEMANDANTE	EXEMPLOS DE APLICAÇÕES	RESINAS
PRODUTOS DESCARTÁVEIS	Varejo	Sacolas	PEAD, PEBD, PEBDL
	Descartáveis	Copos de água e café	PP, PS, EPS
	Descartáveis	Pratos, talheres	PS
	Descartáveis	Canudos	PP, PS

Fonte: Giral Viveiro de Projetos

## EMBALAGENS

As embalagens atendem diversos setores da economia, destacando-se os setores de alimentos, bebidas, higiene pessoal, limpeza doméstica, alimentos para animais e farmacêutico. Elas são compostas por diversos produtos, tais como potes, tampas, frascos, embalagens flexíveis, rótulos, entre outros. A indústria faz

uso de diversos tipos de resina para a produção dessas embalagens, entre elas, polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de baixa densidade linear (PEBDL), politereftalato de etileno (PET) e poliestireno expandido (EPS) (TABELA 3).

**TABELA 3.**

Classificação das embalagens por setor demandante, exemplo de aplicações e resinas utilizadas na fabricação

TIPOS	SETOR DEMANDANTE	EXEMPLOS DE APLICAÇÕES	RESINAS
EMBALAGENS	Alimentos	Potes (iogurte, sorvete, achocolatado), embalagens flexíveis (macarrão, biscoito, cereais, arroz, feijão, sopa, carnes, frios, café), embalagens rígidas (frascos de ketchup, maionese, óleo, vinagre, margarina), sachês e cápsulas de café, bandeja de isopor, rótulos e tampas	PEBD, PEBDL, PEAD, PP, PS, PVC, PET, EPS
	Bebidas	Garrafas de água, refrigerante, sucos, garrafões, rótulos e tampas	PEBD, PEBDL, PEAD, PP, EPS, PET
	Higiene pessoal	Frascos de xampu, condicionador, desodorante, sabonete líquido, embalagens flexíveis cosméticas, bisnagas de creme dental, rótulos e tampas	PEBD, PEBDL, PEAD, PP, PS, PET
	Limpeza doméstica	Frascos de desinfetantes, detergentes, amaciantes, produtos de limpeza em geral	PEBD, PEBDL, PEAD, PP, PS, PET
	Farmacêuticos	Frascos para soro, potes e frascos para remédios, tampas e rótulos	PEAD, PEBD, PVC, PET
	Alimentos para animais	Embalagens flexíveis para ração	PEBD, PEBDL, PET

Fonte: Giral Viveiro de Projetos.

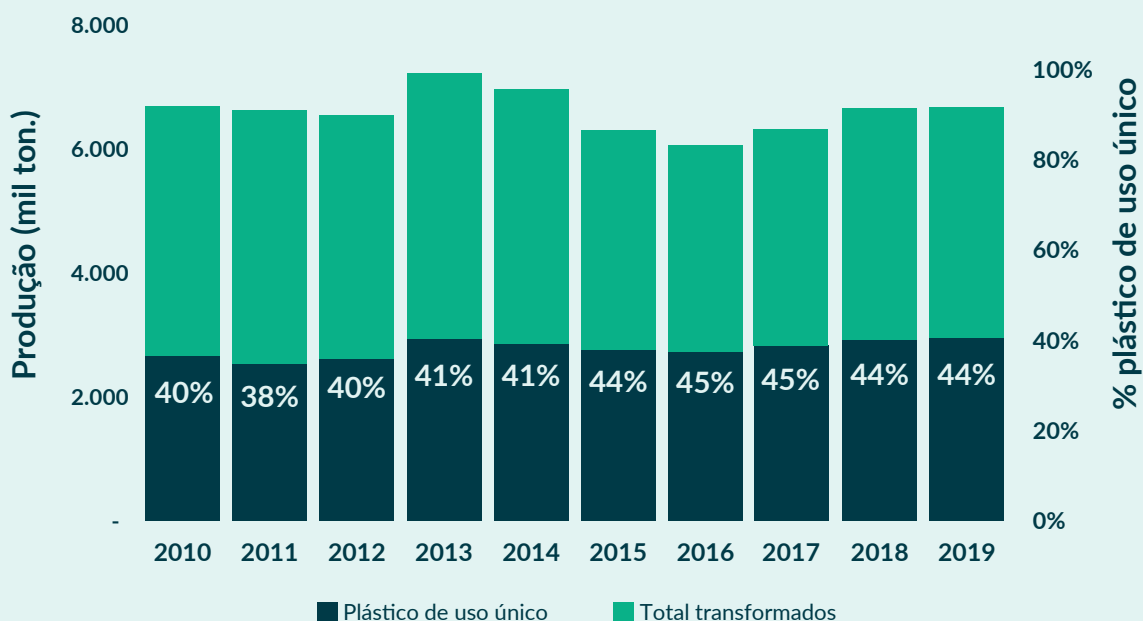
## PRODUÇÃO DE PLÁSTICOS DE USO ÚNICO

Segundo dados da Maxiquim, contratados pela consultoria Giral Viveiro de Projetos, o Brasil produziu 6,67 milhões de toneladas de transformados plásticos a partir de resina virgem. Desse volume, 44% (ou 2,95 milhões de toneladas) correspondem a **transformados plásticos para aplicações de uso único, como**

**embalagens em geral e produtos descartáveis.** Entre 2010 e 2019, nota-se que o volume de produção de plásticos teve pouca variação anual, sendo que os de aplicação para uso único têm representado quase metade da produção de transformados na última década (**FIGURA 4**).

**FIGURA 4.**

Produção de plástico de uso único a partir de resinas virgens e sua relação com a produção total de transformados no Brasil, 2010-2019



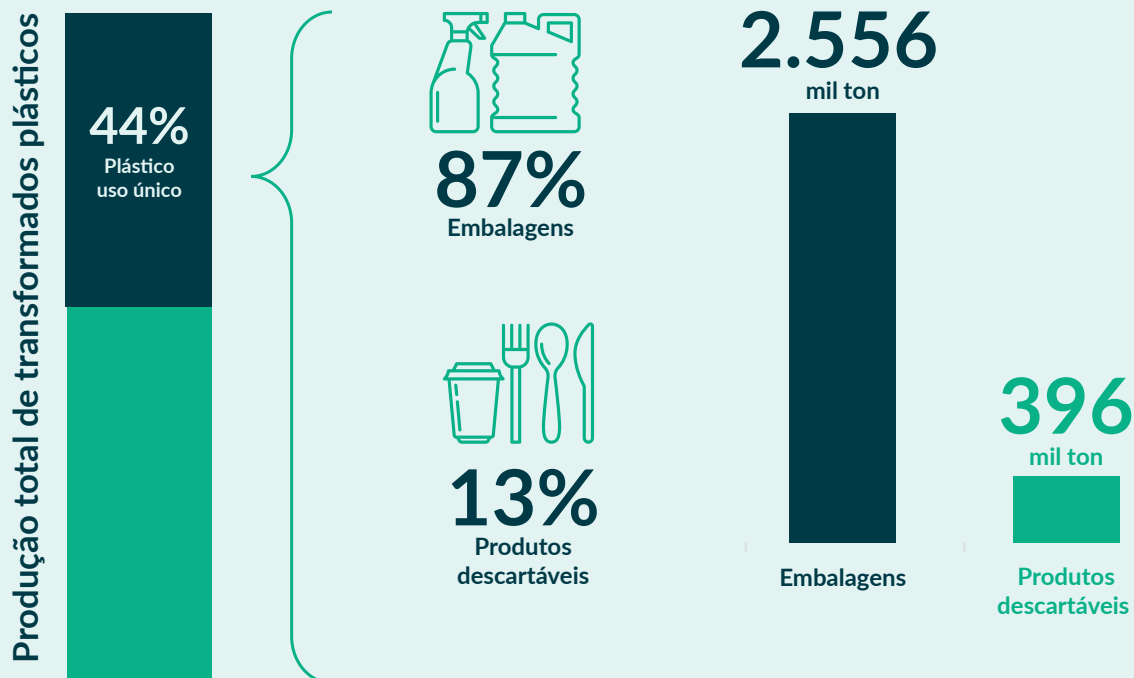
Fonte: Banco de dados Maxiquim (2020) contratado pela Giral Viveiro de Projetos

Com relação às aplicações, do total de transformados plásticos de uso único produzido em 2019, 87% (ou 2,56 milhões de toneladas) destinaram-se à produção de embalagens, enquanto 13% (ou 396 mil

toneladas) foram utilizados para a produção de produtos descartáveis (**FIGURA 5**). Em termos de volume, o segmento de embalagens supera em mais de seis vezes o segmento de descartáveis.

**FIGURA 5.**

Produção de plástico de uso único no Brasil em 2019



Fonte: Banco de dados Maxiquim (2020) contratado pela Giral Viveiro de Projetos

Quando a quantidade de embalagens é comparada ao volume total de transformados produzidos a partir de resina virgem, percebe-se que elas correspondem a quase 40% da produção, o que faz desse segmento um dos maiores mercados para a indústria de transformados no Brasil.

A resina mais utilizada para a produção de plástico de uso único é o polietileno (PE), considerando suas famílias de PEAD (polietileno de alta densidade), PEBD (polietileno de baixa densidade) e PEBDL (polietileno de baixa densidade linear). Em 2019, essa família de resinas respondeu por 52,3% dos transformados plásticos

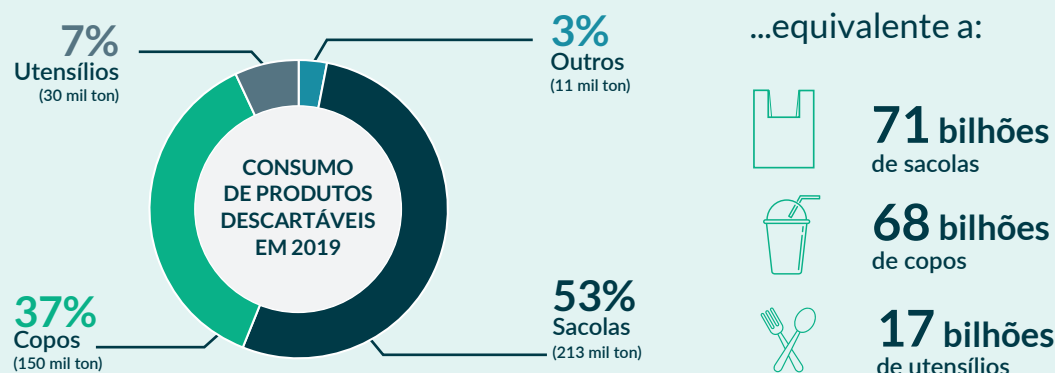
de uso único. O polipropileno (PP), o PET, o poliestireno (PS) e o PVC tiveram participação de 22,3%, 18,2%, 6,1% e 1%, respectivamente.

A indústria brasileira responde por mais de 90% do plástico de uso único consumido no país. As importações representam apenas 4,1% do consumo total, sendo 3,8% relativas a embalagens e 0,3% a produtos descartáveis. As sacolas representam a maior parcela do volume de produtos descartáveis consumidos em 2019, representando 53% do total, seguidas por copos (37%), utensílios como pratos e talheres (7%) e outros itens, como canudos e misturadores de bebidas, representando 3% (FIGURA 6).



**FIGURA 6.**

Consumo aparente de produtos descartáveis em 2019, por tipo de aplicação, e quantidade equivalente em unidades<sup>1</sup>.



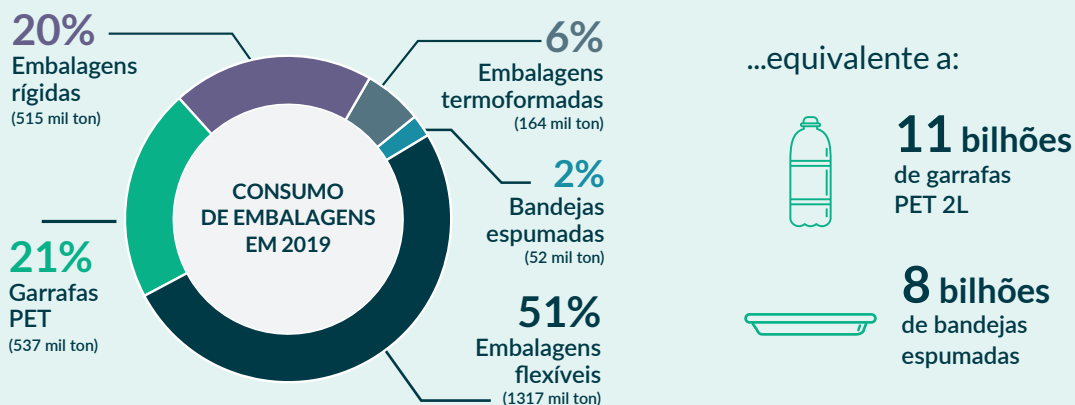
Fonte: Banco de dados Maxiquim (2020) contratado pela Giral Viveiro de Projetos

Dentro da categoria de embalagens, que correspondem à maior fatia do mercado de plásticos de uso único, as embalagens flexíveis representaram

51% do consumo total, seguidas pelas garrafas PET (21%), outras embalagens rígidas (20%), embalagens termoformadas (7%) e bandejas espumadas (2%).

**FIGURA 7.**

Consumo aparente de embalagens em geral em 2019, por tipo de aplicação, e quantidade equivalente em unidades<sup>1</sup>



Fonte: Banco de dados Maxiquim (2020) contratado pela Giral Viveiro de Projetos

Ao analisar a quantidade equivalente em unidades (ver Anexo 1), obtemos um valor provável de cerca de 500 bilhões de itens de plástico de uso único consumidos por ano, que estão presentes

nas mais diversas aplicações em nosso cotidiano. A maior parte desses itens permanecerá acumulada em aterros, lixões e no ambiente, como será apresentado nos próximos capítulos.

<sup>1</sup> Maiores detalhes sobre a metodologia de cálculo estão disponíveis no Anexo 1.



# 3. GESTÃO DE RESÍDUOS DE PLÁSTICO

O crescimento da concentração de plásticos descartados e não recuperados por processos produtivos não é problema atual e vem aumentando na medida em que os plásticos são produzidos e consumidos, sem que se tenha dimensão dos impactos de sua permanência no solo e no oceano.

Após a Segunda Guerra Mundial, mudanças no padrão de consumo criaram um estilo de vida descartável, intensificado pelo crescimento da população e pelos processos de urbanização. O que antes era um bem produzido para ser durável e reutilizável, passou a ser produzido com um ciclo de vida mais curto para, assim, alavancar o consumo e, conseqüentemente, a economia. Alimentos eram vendidos a granel ou embalados em papel, garrafas e frascos eram reutilizados ou devolvidos, compras de mercado eram transportadas em sacos próprios ou de papel. Hoje, uma diversidade desses itens é produzida ou embalada em plásticos e feitos para serem descartados, com a proposta de facilitar a vida moderna.

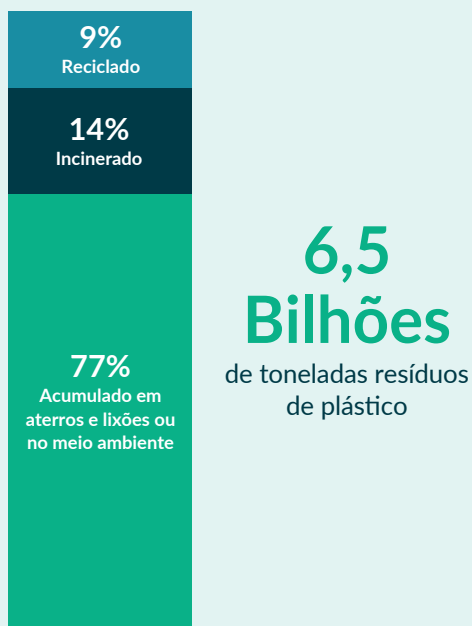
No século XXI, a velocidade da vida moderna exigiu facilidades para o consumidor, que

passou a demandar alimentos congelados e preparados, a pedir *deliverys* por aplicativos de celular ou a consumir alimentos com embalagens cada vez menores e mais leves. Esse estilo de vida, baseado na conveniência e no consumo rápido, é sustentado por produtos feitos de plástico destinados a um único uso.

A crescente demanda e o volume de produção de itens de uso único superam em muitas vezes a capacidade de gestão dos resíduos plásticos que são gerados após o uso, tanto no âmbito local, nacional, quanto no internacional. Globalmente, mesmo que cerca de 29% (ou 2,7 bilhões de toneladas) de todo plástico produzido entre 1950 e 2017 permaneça em uso, na forma de bens e materiais duráveis, como eletrodomésticos ou materiais de construção, 71% de todo plástico produzido (6,5 bilhões de toneladas) se tornaram resíduo, dos quais apenas 9% foram reciclados, 14% incinerados e os 77% restantes encontram-se em aterros, lixões ou dispersos no ambiente<sup>31</sup> (FIGURA 8). Em outras palavras, 5 bilhões de toneladas de resíduos de plástico estão acumuladas.

**FIGURA 8.**

Destino dos resíduos de plásticos gerados entre 1950 e 2017



Adaptado de: *Single-use plastics – a roadmap for sustainability*, UN Environment, 2018.

Fonte: Geyer, Jambeck, and Law (2017); Jambeck et al. 2015; The Plastic Atlas, 2019

## COMO FUNCIONA A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL?

A gestão dos resíduos sólidos no Brasil é regida pela Lei nº 12.305, de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)<sup>32</sup>, como também pela Lei nº 11.445, de 2007<sup>33</sup>, que estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, atualizado pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2010<sup>34</sup>. Além delas, existem inúmeras regras aplicáveis para a gestão, gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos no Brasil, com normas dos âmbitos federal, estadual e municipal, que determinam diretrizes, e normas técnicas e regulamentos, que orientam o trabalho qualificado nesses processos.

A Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB), regulamentada por meio do Decreto nº 7.217/2010, considera os serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como parte do saneamento básico, o que inclui as atividades de coleta e transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos. Esses serviços são de responsabilidade dos municípios e cabe à União o repasse de recursos para aplicação no setor.

A LDNSB foi atualizada pelo Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico (NMRSB), que reconfigurou a gestão dos serviços de saneamento básico mediante a adoção de processos para assentar o imperativo do capital. O Novo Marco trouxe à luz a viabilidade econômica da disposição de rejeitos (e não resíduos) em aterros sanitários, abrindo outras possibilidades de disposição final economicamente viáveis de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e visando minimizar os impactos ambientais.

Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305/2010 – reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas à gestão integrada, e deixa a operacionalização do gerenciamento dos resíduos sólidos sob a égide da LDNSB. A PNRS estabelece uma ordem de prioridade em termos da gestão dos resíduos sólidos: a) não geração; b) redução; c) reutilização; d) reciclagem; e) tratamento; e f) disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, sujeitando a essa regra as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Dentre os princípios da lei, encontra-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, em que setor privado (fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes), setor público (titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos) e consumidores têm a responsabilidade de reduzir o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, assim como os impactos

ambientais e para a saúde humana.

Dois instrumentos são fundamentais para operacionalizar a responsabilidade compartilhada: a coleta seletiva, que deve ser implementada pelos municípios com a participação dos catadores e cooperativas de reciclagem; e a logística reversa, regulamentada por meio do Decreto nº 7.404/2010, em que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes

*“são obrigados 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” (Art. 33).*

Na prática, o objetivo da logística reversa é a reinserção de produtos sem uso ou embalagens pós-consumo no ciclo produtivo por meio de sistemas que promovem a coleta, reúso, reciclagem, tratamento e/ou disposição final dos resíduos gerados. A implementação desses sistemas deve se dar por meio de acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial.

Nesse sentido, a PNRS tornou obrigatória a implantação de Sistemas de Logística Reversa (SLR) para os agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Para o caso dos produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro e aos demais produtos e embalagens, o Decreto nº 7.404/2010 impõe

que estudos de viabilidade técnica e econômica (EVTE) devem ser elaborados, antecedendo a implantação de sistemas.

Na implementação e operacionalização da logística reversa poderão ser adotados procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas e instituídos postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis, devendo ser priorizada, especialmente no caso de embalagens pós-consumo, a participação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis.

Os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes ficam responsáveis pela realização da logística reversa no limite da proporção dos produtos que colocarem no mercado interno, conforme metas progressivas, intermediárias e finais estabelecidas no instrumento que determinar a implementação da logística reversa.

Por fim, a PNRS proibiu o lançamento de resíduos sólidos ou rejeitos em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos, o lançamento *in natura* a céu aberto (exceto dos resíduos de mineração) e a queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados, para essa finalidade, além de outras formas de destinação e disposição final vetadas pelo poder público.

### RESÍDUOS PLÁSTICOS À LUZ DA LDNSB E PNRS

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos não é efetuada ou planejada por cadeias de materiais (vidros, plásticos, metais, papéis etc.) como ocorre em países europeus, e sim por sua origem, ou seja, diante do agrupamento dos resíduos gerados em domicílios (secos e úmidos/orgânicos), que está condicionada às formas de manejo adotada por cada um de seus municípios. Acordos setoriais e termos de compromisso orientam os domicílios quanto ao destino a ser dado a diversos materiais. Para os resíduos de plásticos, apesar do Acordo Setorial de Embalagens em Geral instrumentar e capacitar cooperativas para o recebimento e processamento desses materiais, deixa por conta dos serviços públicos a coleta seletiva, quando existente. Assim, os resíduos plásticos são retratados nas políticas públicas como uma parcela ou fração dos resíduos sólidos urbanos, com especificidades estabelecidas por acordo setorial.

Tanto o NMRSB quanto a PNRS preconizam o planejamento em torno dos resíduos gerados nos domicílios (resíduos nos quais os plásticos estão incluídos), seja na modalidade local ou regionalizada, e atribuem aos municípios a tarefa de organizar sua segregação, coleta e destina-

ção. Enquanto a LDNSB regula um conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos domésticos e daqueles originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (manejo de resíduos sólidos), a PNRS estabelece diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento desses resíduos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Em ambas, os resíduos são classificados por sua origem.

Assim, resíduos de plásticos são considerados como resíduos sólidos urbanos (RSU) quando originados em domicílios (em atividades domésticas de residências urbanas), bem como quando originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. Os resíduos gerados por atividades comerciais e de prestação de serviços, quando equiparados pelos municípios aos resíduos domiciliares (volume ou composição), são coletados junto aos demais RSU (e assim são considerados), triados para fins de reutilização ou reciclagem/compostagem e dispostos pelos municípios por meio dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos ofertados à população.

Um instrumento importante para a gestão dos resíduos de embalagens plásticas, que correspondem à maior fração dos plásticos de uso único, é o Acordo Setorial de Embalagens em Geral (AS). O AS foi firmado em 2015 entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e os produtores e comerciantes de embalagens, que consolidou um grupo de 3.768 empresas organizadas em 22 associações representadas pela Coalizão Embalagens.

O AS estabeleceu metas e instrumentos para coletar e reciclar embalagens em geral com o objetivo de reduzir, no mínimo, 22% das em-

balagens de papel e papelão, plástico, alumínio, aço, vidro, ou ainda pela combinação desses materiais, dispostas em aterros, até 2018. Para isso, o AS previu a implantação do sistema em duas fases. Na Fase I, levou ações de coleta às 12 capitais do país que sediaram jogos da Copa do Mundo de 2014 e suas regiões metropolitanas, por meio do fortalecimento/estruturação das cooperativas de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis e do aumento do número de pontos de entrega voluntária (PEVs).

A partir dos resultados obtidos com a implementação da Fase I, as empresas analisariam os principais obstáculos encontrados e traçariam estratégias para a realização da Fase II, que consiste na ampliação das medidas previstas na Fase I para os municípios a serem definidos numericamente e geograficamente com base nos critérios apresentados pelas empresas. Em no máximo 90 dias após o encerramento da Fase I, a Coalizão se comprometeu a apresentar ao MMA o plano de implantação da Fase II, momento no qual as metas deveriam ser repactua-

das. No entanto, até a data de publicação deste relatório, a segunda fase do AS ainda não havia sido oficializada.

O relatório de desempenho da Fase I do sistema de logística reversa de embalagens em geral<sup>35</sup> (2017) aponta que, como resultado da aplicação dos R\$ 2,8 bilhões, a taxa de recuperação de materiais foi ampliada em 2,4% – de 29,5% em 2015 (período da assinatura do AS), passando para 31,9% em 2017 –, o que demonstra o investimento de R\$ 1,2 bilhão para o incremento de 1% na taxa de recuperação de materiais. Ainda como resultado, apresenta que, no mesmo período (entre 2015 e 2017), foi observada redução de 3% (18,3-21,3%) das embalagens destinadas ao aterro (não menciona termos da disposição final ambientalmente adequada ao citar “aterro”).

Na observação dos resultados apresentados, chama atenção o extraordinário investimento realizado face a um baixíssimo índice de recuperação dos materiais: 0,5% a.a. Esse percentual sequer está em linha com os resultados



apresentados pelos municípios no SNIS-RS (2018) – que indicou 0,1% de incremento na recuperação de recicláveis secos entre os anos 2016 e 2018, com uma redução de 1,6% da massa recebida em unidades de processamento de resíduos sólidos.

Diferentemente dos outros acordos setoriais pactuados e implantados, o Acordo Setorial de Embalagens em Geral tem sido contestado em sua eficácia pelo Ministério Público em vários estados. O Ministério Público do Estado do Acre (MPAC), alegando insuficiência no AS firmado, propôs ações civis públicas nos 22 municípios do Acre contra as associações signatárias do acordo, fundamentadas no descumprimento da PNRS, na medida em que não cumpriram as obrigações legais referentes à implementação de sistema de logística reversa nos municípios do estado. Como pedido liminar, requereu que as rés passem a recolher imedia-

tamente todas as embalagens de aço, alumínio, papel, papelão, plástico e vidro em cada um dos municípios do Acre, providenciando sua destinação final adequada (Ação Civil Pública nº 9999999-99.2019.8.01.9999).

O Ministério Público do Estado do Paraná (MPPR), por meio do Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Justiça de Proteção ao Meio Ambiente e de Habitação e Urbanismo – CAOPMAHU, instaurou Procedimento Administrativo (MPPR nº 0046.19.004508-1) para apurar o cumprimento da obrigação legal relacionada à implantação de sistemas de logística reversa. Segundo o MPPR, não foram identificadas ações, medidas e procedimentos relativos ao tema da logística reversa das embalagens em geral no estado do Paraná, ou, se existem, são insuficientes.

Ainda, tramita na 26ª Promotoria de Justiça do Estado de Mato Grosso do Sul, o Inquérito



Foto: Instituto Mar Urbano / Ricardo Gomes



Civil nº 06.2016.00000122-8, que versa sobre a não implementação da obrigação de logística reversa pelo setor de embalagens, o qual cita que a situação tem causado prejuízos ao meio ambiente, aos cofres públicos e aos catadores de materiais recicláveis. Consta no relatório que, com o descumprimento da lei, as empresas estão lucrando indevidamente sobre o trabalho dos catadores, que não têm sido remunerados por separar os materiais, trabalho que deveria ser feito pelas próprias empresas – ou, então, mediante remuneração aos catadores.

Conforme se percebe, o AS de Embalagens em Geral, tal como foi concebido e firmado, não logrou êxito em sua implantação, fato que necessitará ser observado para o não comprometimento da Fase II.

## CADEIA DE RECICLAGEM DE PLÁSTICO

A cadeia de reciclagem de plásticos oriundos dos resíduos sólidos urbanos constitui-se como uma hierarquia, contemplando diversas etapas e múltiplos atores, desde geradores; prefeituras municipais que prestam os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, seja por via direta ou contratada; organizações de catadores; recicladores; sucateiros; operadores de aterros sanitários; empresas de gerenciamento de resíduos sólidos; além, é claro, da indústria da reciclagem e transformação (FIGURA 9). A matéria-prima que alimenta a cadeia é constituída sobretudo por embalagens elaboradas a partir de diferentes resinas, que geralmente possuem alto grau de contaminação por matéria orgânica, elementos como rótulos, lacres, tintas de impressão etc.

Para os resíduos proveniente de aparas e do processo de transformação de produtos (plásti-

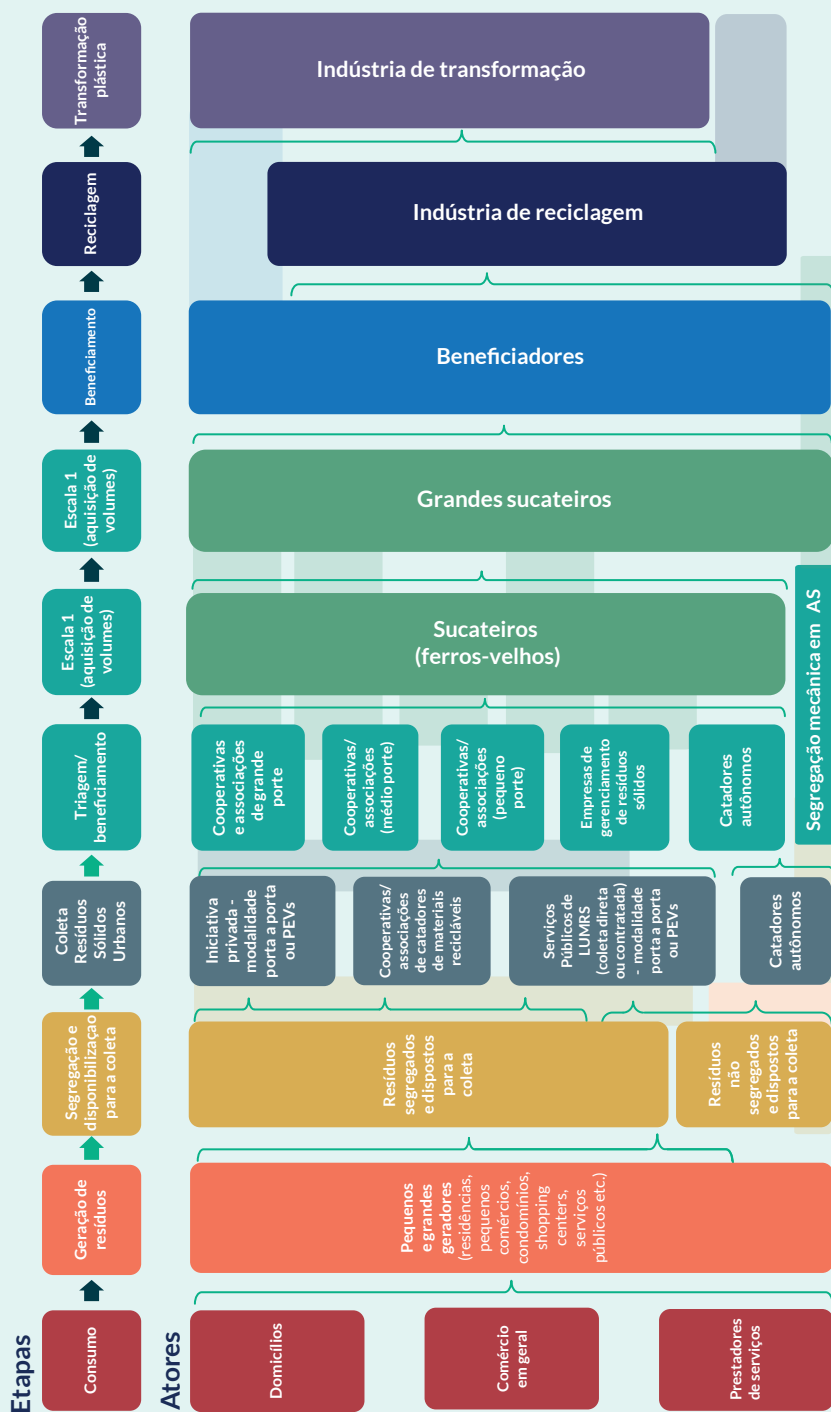
co pós-industrial ou pré-consumo), sua reciclagem se dá na própria indústria transformadora ou são vendidos a uma recicladora.

**A primeira etapa da cadeia de reciclagem dos plásticos oriundos dos RSU é a segregação na fonte geradora** (domicílios, estabelecimentos comerciais/comércios em geral e prestadores de serviços) e a disponibilização desses materiais à coleta.

Há uma importante distinção de fontes geradoras em função dos volumes gerados (pequeno ou grande gerador), cujos limites de geração são definidos normalmente por legislação municipal ou são estabelecidas nos respectivos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Esse enquadramento é o que vai definir as responsabilidades no manejo dos resíduos sólidos gerados. Via de regra, cabe ao grande gerador garantir a segregação dos resíduos gerados e destiná-los adequadamente. São exemplos de grandes geradores de resíduos sólidos: shoppings centers, restaurantes, espaços comerciais de prestação de serviços, condomínios, entre outros.

Ao grande gerador cabe a opção de contratar os serviços ofertados pelos municípios – que poderá ser na modalidade porta a porta (PP) ou por meio de Postos ou Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) – ou contratar os serviços ofertados pela iniciativa privada. A coleta poderá se dar igualmente na modalidade PP ou por meio de PEVs, desde que a iniciativa privada disponha e oferte essas modalidades na operacionalização dos serviços. Ao pequeno gerador cabe disponibilizar os resíduos segregados para a coleta ofertada pelos municípios por meio dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (LUMRS). São exemplos de pequenos geradores: domicílios, pequenos comércios, prestadores de serviços individuais, entre outros.

**FIGURA 9.** Esquema geral das etapas da Indústria de Recuperação de Materiais Plásticos



LUMRS= Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos AS=Aterro Sanitário PEV = Postos, locais ou pontos de entrega voluntária  
 Elaboração: Giral Viveiro de Projetos / Revisão: SMA Ambiental

Se o resíduo for descartado junto com os demais RSU, terá como destino final aterros sanitários ou lixões (a depender da opção adotada nos municípios), onde permanecerá por séculos com impactos que vão além do fechamento ou desativação dessas áreas de destino final. Porém, uma das maiores preocupações é o abandono de resíduos. Por qualquer motivo, tanto os grandes como os pequenos geradores podem abandonar seus resíduos em terrenos baldios, cruzamentos de vias públicas, valas de processos erosivos, locais abandonados, margens de rios e cursos-d'água etc., o que faz com que esses resíduos alimentem os impactos ambientais e promovam a poluição que se necessita combater.

No entanto, se o resíduo for segregado e disponibilizado à coleta seletiva, poderá, em alguma medida, tornar-se resina reciclada.

#### A coleta do que foi segregado e disponibilizado pode se dar de diversas maneiras:

- de forma seletiva, realizada pelos municípios, seja na modalidade de prestação direta dos serviços com efetivo próprio dos municípios, ou na modalidade contratada (efetivo contratado especialmente para a prestação desses serviços). A coleta é realizada por equipamentos (caminhões) que recolhem os resíduos secos segregados de porta em porta ou em PEVs públicos implantados e em operação;
- em PEVs associados à logística reversa de embalagens em geral, cuja coleta é gerenciada pela iniciativa privada, conforme estabelecido no acordo setorial;
- por meio da coleta realizada pelas próprias cooperativas/associações de reciclagem (contratadas ou não pelas prefeituras)

em pontos específicos ou também na modalidade PP, por meio de equipamentos diversos, a depender do tamanho da cooperativa/associação;

- por catadores informais, que coletam os resíduos secos segregados ou não e transportam os resíduos coletados em equipamentos mais precários (carrinhos, carroças, bicicletas etc.). Nesse caso, são selecionados materiais leves e com maior valor de mercado – como PETs, latas de alumínio e frascos de produtos de limpeza – e resíduos de plásticos de uso único (descartáveis, sacolas e embalagens flexíveis) não coletados que seguem ao destino final juntamente com os demais RSU.

Há ainda a segregação diretamente em aterros sanitários, além de catadores informais que realizam a catação nos lixões.

**Após a coleta, o material é recebido em centros ou centrais de triagem, operados por cooperativas ou associações de catadores,** apoiados ou não pelos municípios. A triagem e o beneficiamento dos resíduos coletados são realizados na forma manual ou mecânica, na qual são descontaminados (retirada de tampas, lacres ou rótulos) e separado o plástico por tipo de resina, por cor ou por processo de fabricação, em mesas de separação ou esteiras rolantes. Nessa etapa, boa parte do resíduo plástico coletado acaba sendo descartado e enviado para disposição final – tanto por chegarem contaminados com restos de alimentos, produtos químicos e outros, quanto por não haver ou impedir a viabilidade técnica ou econômica para a reciclagem.

**No beneficiamento, após triados, os materiais são prensados na forma de fardos, pesados e vendidos diretamente para a indústria recicladora ou para intermediários**

de pequeno porte, como sucateiros (ferro-velho), ou grandes comerciantes de sucata (grande porte). Esses recebem os resíduos dos PEVs e das cooperativas/associações e vendem por um preço melhor para a indústria de reciclagem justamente em função da escala (volumes comercializados). No mercado de sucatas, tanto a qualidade dos resíduos beneficiados e comercializados quanto os volumes são determinantes para uma boa comercialização (alto valor agregado).

Já na indústria recicladora, os resíduos comercializados passam por uma nova etapa de **beneficiamento**, que consiste na moagem, lavagem para remoção de sujeiras e contaminantes, secagem e aglutinação dos plásticos rígido e flexível. Na indústria recicladora, o plástico aglutinado passará por um processo de extrusão para formar produtos granulados ou *pellets* de plástico reciclado. Algumas cooperativas de catadores podem realizar esse processo de beneficiamento, extrusando ou granulando os plásticos coletados.

Assim como para as resinas plásticas virgens, **o mercado das resinas recicladas é composto por empresas transformadoras de produtos plásticos**. A aquisição da resina reciclada é feita, na maioria dos casos, por empresas transformadoras de produtos plásticos que, por sua vez, atendem as demandas das empresas dos diferentes segmentos de mercado. Há casos em que a aquisição da resina reciclada é feita diretamente pelos *brand owners*, que repassam a matéria-prima para um reciclador contratado.

## AGENTES AMBIENTAIS: OS CATADORES DE MATERIAIS REICLÁVEIS

*O Movimento dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) estima que existam entre 800 mil e 1 milhão de catadores e catadoras em atividade (formalizados ou não), que são responsáveis pela coleta de 90% de tudo que é reciclado hoje no Brasil<sup>1</sup>. Os catadores informais realizam parte importante, mas frequentemente não reconhecida, do sistema de gestão de resíduos.*

*A atuação dos catadores contribui para a redução da disposição final de resíduos reaproveitáveis e do consumo de matéria-prima virgem. Apesar disso, não são remunerados pelo serviço ambiental prestado e sua renda depende exclusivamente da comercialização dos materiais coletados. Como a disponibilidade dos materiais recicláveis não é necessariamente constante e previsível, os catadores e catadoras estão expostos aos movimentos e oscilações da disponibilização dos resíduos para a coleta.*

*Estima-se que, em 2018, as organizações apoiadas pela ANCAT (Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis) coletaram 26 mil toneladas de plásticos, equivalentes a 17% do total faturado com todos os resíduos<sup>2</sup>. O material com maior volume de coleta é o papel/papelão devido à demanda desses materiais para a reciclagem<sup>2</sup>.*

*Quando o resíduo apresenta menor valor de comercialização, não chega a remunerar a contento as horas dos trabalhadores dedicados aos serviços de coleta e beneficiamento. Sendo assim, na prática, as cooperativas buscam trabalhar com um mix de resíduos constituído prioritariamente por aqueles de maior valor.*

<sup>1</sup> Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis disponível em <http://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes>.

<sup>2</sup> Anuário da Reciclagem 2017-2018. Disponível em: <https://ancat.org.br/wp-content/uploads/2019/09/Anua%CC%81rio-da-Reciclagem.pdf>

## GERAÇÃO E COLETA DE RESÍDUOS DE PLÁSTICOS NO BRASIL

Os dados de geração, coleta, reciclagem e destinação dos resíduos de plásticos consistem em informações bastante complexas, principalmente devido às diferentes metodologias de cálculo e fontes de dados utilizadas no Brasil. As fontes se diferenciam por contar com dados primários ou secundários em seus respectivos bancos, por tamanho da amostra efetuada ou por adotarem regras metodológicas distintas para contabilização dos dados. O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, em seu componente Resíduos Sólidos (SNIS-RS), é a única base de dados oficial pública e, portanto, foi a principal fonte de informações utilizada neste documento para retratar o manejo de resíduos sólidos.

No Brasil, a adoção da nomenclatura “geração” encontra-se amparada na Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, artigo 3º, parágrafo IX), que estabelece como geradores de resíduos as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo. O indicador de geração dos resíduos sólidos não é calculado pelo SNIS-RS, pois supõe que a massa efetivamente gerada não deva atingir valor muito superior em relação à massa coletada (população urbana), uma vez que, para esta população, a cobertura dos serviços de coleta está próxima à universalização (98,8%).

De acordo com o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos, em 2018 foram **coletadas** 62,78 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), das quais 1,67 milhão se deu por meio da coleta seletiva. Em relação à população total atendida pelos serviços de coleta regular ou convencional, a massa coletada de RSU foi de 0,96 kg/hab./dia<sup>36</sup>.

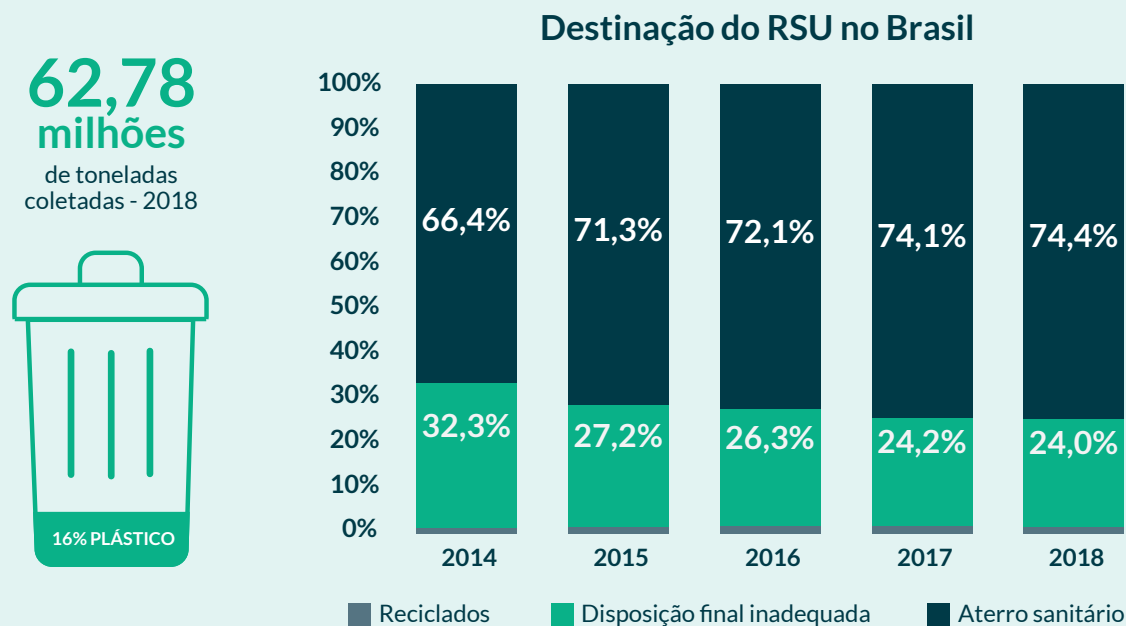
De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU Meio Ambiente), em 2018 a geração de resíduos nos países da América Latina e Caribe foi de aproximadamente 1,0 kg/hab./dia<sup>37</sup>. Considerando que a massa coletada no Brasil foi estimada em 0,96 kg/hab./dia e os déficits existentes na cobertura da coleta, é possível estimar que 4% dos resíduos gerados ainda se encontram dispersos, sem que recebam um destino final adequado.

É possível inferir a quantidade de resíduos plásticos coletados tomando-se como base a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil. Pela média simples da composição gravimétrica de 93 municípios brasileiros, pesquisados entre 1995 e 2008, o Ipea estimou que os plásticos compunham 13,5% dos resíduos sólidos coletados no Brasil<sup>38</sup>. Como não foram encontrados dados mais atualizados, tomou-se como referência a composição gravimétrica disponível em oito Planos Estaduais de Resíduos Sólidos – AL (2015)<sup>39</sup>, MA (2012)<sup>40</sup>, PE (2010)<sup>41</sup>, PI (2011)<sup>42</sup>, RJ (2013)<sup>43</sup>, RN (2012)<sup>44</sup>, SC (2014)<sup>45</sup> – que considera os resíduos sólidos urbanos (domiciliares e de limpeza urbana). Na composição gravimétrica, 16,08% são resíduos de plástico (ver Anexo 1), valor pouco acima dos dados obtidos pelo Ipea para 1995-2008 (13,5%). Com base nesse valor, estimou-se que 10,1 milhões de toneladas de resíduos plásticos foram coletadas no país em 2018, por serviços disponíveis. (FIGURA 10).

Nota-se que a estimativa de 10,1 milhões toneladas de resíduos plásticos do lado da coleta supera em 35% a produção total de transformados plásticos no Brasil, nos anos de 2018 e 2019, que foi de aproximadamente 7,4 milhões de toneladas.

**FIGURA 10.**

Quantidade de resíduo sólido urbano (RSU) coletado no Brasil em 2018 e destinação final nos anos de 2014 a 2018



Fonte: SNIS-RS (2014 a 2018).

A PNRS (art. 3º) considera por destinação final ambientalmente adequada a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético e disposição final em aterros sanitários. Enquanto os serviços públicos determinam as formas de coleta dos resíduos sólidos, é o mercado quem determina a sua efetiva recuperação, impulsionando atividades-meio, principalmente aquelas efetuadas por catadores e cooperativas de reciclagem.

A maior parte do volume de resíduos coletados recebe disposição final em aterros sanitários (74,4% em 2018), ou ainda em lixões (24% em 2018). De acordo com o SNIS-RS, a destinação final em lixões ainda é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros. Dos

3.468 municípios que participaram do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos, apenas 607 (17,5%) declararam dispor seus rejeitos em aterros sanitários. A mesma relação ocorre nos países da América Latina e Caribe, onde 26% dos resíduos gerados ainda são destinados aos lixões, dos quais 12% são resíduos de plásticos.

A coleta seletiva e reciclagem tem uma participação muito pequena na destinação do RSU em geral, e pouco se tem evoluído nos últimos anos, indicando que somente por meio da coleta seletiva não se tem conseguido atingir índices para reciclar os resíduos gerados conforme determinou a PNRS. Um fator que contribui para índices tão baixos é que 62% dos municípios brasileiros ainda não contam com

um sistema estruturado de coleta seletiva.

A participação formal de catadores na coleta seletiva em parceria com o poder público representou 30,7% do total das toneladas coletadas seletivamente em 2018. Segundo o Anuário da Reciclagem 2017-2018, foram apontadas 1.232 organizações de catadores no país, distribuídas por 827 municípios, com mais de 27 mil catadores vinculados a essas entidades – associações ou cooperativas.

## RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE PLÁSTICOS

Os dados sobre reciclagem de resíduos de plásticos divulgados no país são bastante divergentes, principalmente devido às diferentes bases de dados e metodologias utilizadas em seus cálculos. De acordo com o SNIS-RS (2018), somente 4% dos resíduos disponibilizados à coleta são coletados seletivamente (a cada 10 kg disponibilizado, apenas 411 gramas são coletadas de forma seletiva).

Indica que a parcela de materiais potencialmente recicláveis presente nos RSU possa ser de 30% e que a massa recuperada de recicláveis secos em relação à massa total de recicláveis secos presentes nos RSU é de 7,3%. Apresenta que a taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total de RSU coletada é de 2,2% e que 22,6% dessa parcela é atribuída aos plásticos.

Diante dos índices apresentados e da massa coletada registrada para o ano de 2018 (62,78 milhões de toneladas), é possível estimar que 1,26 milhões de toneladas (2,2%) foram recuperadas por programas de coleta seletiva,

das quais 280 mil toneladas são resíduos de plásticos (22,6%).

No entanto, como os resíduos de plásticos são retratados nas políticas públicas como uma parcela ou fração dos resíduos sólidos urbanos, o SNIS-RS não contempla dados ou informações sobre a efetiva reciclagem desses materiais – dados obtidos a partir da indústria de reciclagem - e os dados referentes à massa recuperável é de aproximadamente 30% dos municípios brasileiros.

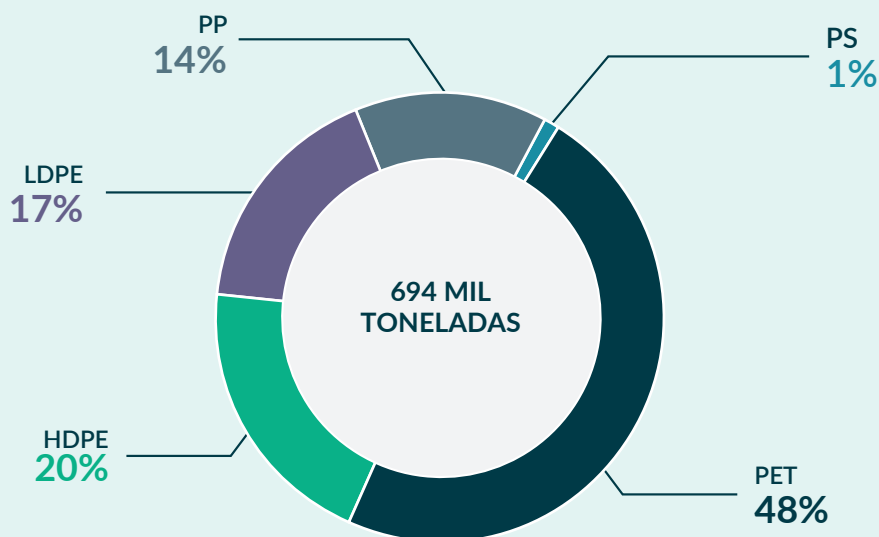
Já os dados do estudo PICPlast retrataram que o país gerou um total de 3,4 milhões de toneladas de resíduos plásticos e que foram efetivamente recicladas 757 mil toneladas de resíduos plásticos, com uma taxa de reciclagem de 22,1%. O estudo não apresenta a metodologia e origem dos dados de geração de resíduos obtidos.<sup>46</sup>

Tendo em vista os diferentes percentuais encontrados nas diversas bases de dados disponíveis, e as diferenças entre os indicadores retratados, torna-se necessário consolidar uma base única de dados que realmente reflita as condições da recuperação de plásticos no país, com transparência. Assim, será possível aferir a real capacidade das indústrias na recuperação dos resíduos plásticos colocados no mercado de consumo, assumindo suas responsabilidades.

Os resíduos de plástico de uso único, sobretudo as embalagens, compõem a maior parte do volume de plástico efetivamente reciclado – 694 mil toneladas, ou 91,6%. Do total de resíduos plásticos de uso único reciclados em 2018 (694 mil toneladas), 48% foi transformado em PET, 20% transformado em PEAD, 17% em PEBD/PELBD e 14% em PP (FIGURA 11).

**FIGURA 11.**

Participação dos materiais de uso único na indústria de reciclagem, em 2018



Fonte: Banco de dados MaxiQuim (2020), contratado pela Giral Viveiro de Projetos, e pesquisa primária com análises estatísticas

As resinas de PET e do PE (PEAD e PEBD-L) têm bastante relevância nos mercados de materiais secundários. Elas representam fatia do mercado de 48% e 37%, respectivamente. O PET é o material de maior preço médio e com maior atratividade para a reciclagem devido à sua disponibilidade, trazendo maior previsibilidade aos catadores quanto ao preço de venda. As outras resinas apresentam grande variedade nos preços pagos, dando maior imprevisibilidade na receita de venda do material. Essas variações de preço dizem respeito muitas vezes à diversidade da qualidade dos resíduos recicláveis (cor e composição, por exemplo) disponíveis, o grau de pureza dos resíduos e o interesse do mercado comprador nesses produtos.

A aquisição da resina reciclada é feita na maioria dos casos por empresas transformadoras de produtos plásticos, que, por sua vez,

atendem às demandas das empresas dos diferentes segmentos de mercado. Ainda segundo dados do estudo do PICPLast, elaborado pela MaxiQuim, quando se trata da totalidade da indústria de reciclagem plástica, não somente da parcela de plásticos de uso único, tem-se a seguinte distribuição por setores: 18% do plástico reciclado é utilizado pela indústria de higiene pessoal e limpeza doméstica, 13% na construção civil, 10% no segmento de bebidas, 9% no segmento de vestuário e têxtil e 9% em utilidades domésticas.

Historicamente, a utilização de resinas recicladas pela indústria de transformação de plásticos é efetuada pela compensação financeira em adquirir uma matéria-prima mais barata para a fabricação de produtos que não exigem alta performance. Ou seja, em produtos de menor valor agregado e que não possuem requisitos



técnicos avançados, a utilização de resinas recicladas é uma alternativa financeiramente mais rentável e por isso é escolhida em detrimento da resina virgem oriunda da petroquímica. Dessa forma, algumas aplicações clássicas para

resina reciclada e de baixo valor agregado foram desenvolvidas e hoje estão bem estabelecidas. São elas: sacos de lixo, cerdas de vassouras, galões de produtos de limpeza doméstica (água sanitária), lonas etc. (TABELA 4).

#### TABELA 4.

Principais mercados demandantes dos produtos provenientes da indústria de reciclagem de plástico de uso único

RESINA RECICLADA	SETOR DEMANDANTE/MERCADO	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
PET (politereftalato de etileno)	Higiene pessoal e limpeza doméstica	Frascos de produtos e cerdas de vassoura
	Bebidas	Garrafas
	Vestuário/Têxtil	Fio de poliéster, fibras e cordas
	Alimentos	Embalagens laminadas, frascos e garrafas
	Automobilístico	Fibra para cintos de segurança e tapetes de veículos
	Transporte/Industrial	Fitas de arquear
	Descartáveis	Sacos de lixo e sacolas, plásticos bolha
PEBD/L (polietileno de baixa densidade linear)	Agroindústria	Lonas, mangueiras para irrigação
	Higiene pessoal e limpeza doméstica	Tampas de produtos, embalagens secundárias flexíveis
	Construção civil	Tubos, eletrodutos, conduítes, tapumes, baldes, sacos para areia
	Móveis	Banquinhos, mesas, cadeiras, floreiras, plástico bolha e filmes para embalagem
	Industrial	Filmes flexíveis para paletização e unitização
	Construção civil	Mangueiras corrugadas, tubulações, conexões
PEAD (polietileno de alta densidade)	Agroindústria	Lonas, embalagens para defensivos agrícolas e mangueiras de irrigação
	Higiene pessoal e limpeza doméstica	Frascos e embalagens secundárias
	Industrial	Bombonas, caixas, pallets, filmes
	Utilidades domésticas	Baldes, bacias, pás, prendedores de roupas, cabides, suportes
	Descartáveis	Sacos de lixo e sacolas
	Infraestrutura	Madeiras plásticas para deques e pergolados, bancos de praças, jardins e áreas de lazer

RESINA RECICLADA	SETOR DEMANDANTE/MERCADO	PRINCIPAIS APLICAÇÕES
PP (polipropileno)	Utilidades domésticas	Baldes, bacias, lixeiras, prendedores de roupas
	Brinquedos	Carrinhos, bonecas, baldes e pás de areia e embalagens secundárias
	Automotivo	Peças automotivas de 2ª linha, como para-choques
	Industrial	Caixas, <i>pallets</i> , filmes
	Eletrodomésticos & eletroeletrônicos	Componentes eletrônicos de 2ª linha, carcaças
	Móveis	Mesas, cadeiras, puxadores
	Construção civil	Tomada, interruptor, caixas elétricas

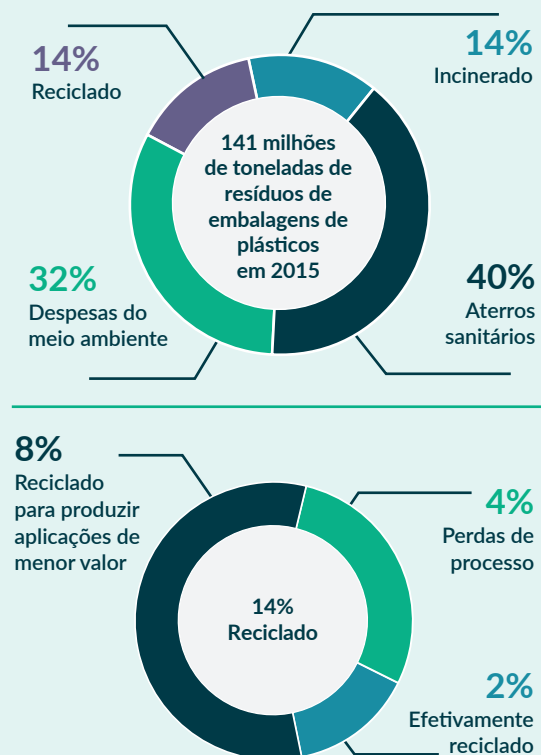
Fonte: Banco de dados Maxiquim, contratado pela consultoria Giral Viveiro de Projetos

Portanto, a maior parte do plástico submetido ao processo de reciclagem criará produtos de qualidade inferior e de baixo valor agregado em comparação ao produto original. Esse é o caso de muitas embalagens, que geralmente são difíceis de reciclar em decorrência do material que as compõe (multicamadas, polímeros com baixa reciclabilidade) ou pela falta de mercado.

Em escala global e com dados de 2015, estima-se que apenas 14% das embalagens plásticas foram enviadas para a reciclagem<sup>47</sup> (FIGURA 12). A maior fatia – 72% – não é “recuperada” e os dados confirmam que não se recicla tanto quanto se espera. Dos 14% de todas as embalagens de plástico coletadas para reciclagem em 2015, apenas 2% foram efetivamente recicladas em produtos de valor igual ou superior (*upcycled*), 4% foram contabilizadas como perdas nos processos e 8% foram transformadas em um produto de plástico de menor valor (*downcycled*). Portanto, é possível afirmar que apenas 2% do total de resíduos de embalagens plásticas foram, de fato, reciclados<sup>48</sup>.

FIGURA 12.

Destino dos resíduos de embalagens plásticas em escala global, com base na geração de resíduos de embalagens de plástico geradas em 2015



Fonte: World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics, (2016, <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>)

## POR QUE RECICLAMOS TÃO POUCO?

Em 2018, pelo menos 77,9% dos resíduos plásticos gerados no Brasil não foram acessados e tampouco aproveitados pela indústria de reciclagem. São inúmeros os fatores relacionados à ineficiência da reciclagem de plásticos no Brasil.

A imensa variedade de produtos e embalagens colocados no mercado, compostos por diferentes polímeros, e diversificados índices de reciclabilidade tornam o gerenciamento desses materiais bastante complexo. A diversidade de propriedades e composições dos resíduos de PE e PP, por exemplo, incluindo uma boa parcela de plásticos flexíveis, dificulta a coleta, segregação e reciclagem. A variação de qualidade das resinas recicladas produzidas complica o desenvolvimento de mercados e restringe sua aplicação na composição de novos itens. Essas características tornam a demanda pelos resíduos mais restrita, dificultando e inviabilizando sua comercialização.

A maior parte do plástico de uso único não será reciclada simplesmente porque não foi projetada para ser reciclada ou requer especificidades no manejo não previstas no seu gerenciamento. Esse é caso dos produtos descartáveis, como copos, pratos ou talheres, que não foram contemplados nos sistemas de logística reversa, tampouco são segregados nas centrais de triagem porque não há interesse dos catadores ou do mercado para sua reciclagem. Para esses produtos, assim como para muitas outras embalagens, a reciclagem não é uma opção viável e, como resultado, esses resíduos acabam se tornando rejeitos e, conseqüentemente, poluição.

Observa-se que as formas adotadas e praticadas para possibilitar a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil não têm sido suficientes para alavancar as taxas de reciclagem e diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado dos resíduos. No entanto, esse não é um problema exclusivo da gestão ou do gerenciamento de resíduos, mas sim da velocidade de produção e do consumo desses materiais que não tem sido acompanhada por investimentos em tecnologias inovadoras desde o estágio de concepção e desenvolvimento dos produtos e consumo até sua recuperação ou reciclagem. **Essa falha permite a produção e o consumo de grandes quantidades de plásticos a preços muito baixos, inclusive porque a produção não internaliza os custos da poluição e seus efeitos para o ambiente e a saúde humana.**

Como a indústria produtora e usuária de plásticos em seus produtos se exime da responsabilidade de reduzir ou reorientar sua produção e oferta desses materiais ao consumo, transfere para a sociedade toda a externalidade negativa causada pelo consumo, inclusive responsabilizando-a pela destinação final dos resíduos, com alternativas precárias da separação doméstica e disposição à coleta seletiva desses resíduos.

## INTERESSE DO SETOR DE RECICLAGEM EM MATERIAIS PLÁSTICOS DE USO ÚNICO

O universo de itens plásticos de uso único é bastante diverso, assim, o interesse das cooperativas e associações de catadores é variável em relação aos diversos tipos de materiais disponíveis (TABELA 5). Há que se levar em conta que o mercado desses materiais sempre estará condicionado à existência de compradores que operam em um raio viável de entrega (os custos com transporte de materiais recicláveis são bastante significativos em um país continental, com malha viária restrita a rodovias).

O setor informal de reciclagem é muito hábil em identificar resíduos com potencial valor de mercado. A margem de lucro é o principal critério de seleção para a busca dos materiais, embora isso também dependa da acessibilidade, conveniência, facilidade de transporte e manuseio<sup>49</sup>. Por isso, a relevân-

cia do PET no contexto de reciclagem no Brasil se deve principalmente ao seu maior valor de mercado quando comparado aos demais resíduos, mas também à sua abundância na composição dos resíduos sólidos urbanos e à facilidade de sua identificação em meio aos outros componentes dos RSU.

**TABELA 5.**

Principais critérios para busca de resíduos recicláveis plásticos por catadores, suas cooperativas e associações

<b>PROXIMIDADE TERRITORIAL DOS COMPRADORES DE RECICLÁVEIS</b>	Materiais devem possuir cadeia viável de destinação. Precisam contar com comprador(es) num raio economicamente viável para transporte/entrega desses materiais.
<b>PUREZA E RECICLABILIDADE</b>	Contaminação pode existir desde que não inviabilize a qualidade final do produto e seu manuseio. Se a embalagem plástica é colocada no mercado contendo vários tipos de plásticos (embalagens multimaterial), selos de alumínio, rótulos de papel, entre outros, as partes devem ser segregáveis. A composição dos produtos (aditivos e cores) pode afetar a reciclabilidade.
<b>FACILIDADE DE ADENSAMENTO/COMPACTAÇÃO</b>	O mais compacto/compactável possível, viabilizando uma maior produtividade no transporte (distâncias percorridas) dos catadores.
<b>FACILIDADE DE IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL NA TRIAGEM</b>	Deve ser passível e de fácil distinção de outros materiais semelhantes nas condições de processo.
<b>QUANTIDADE DISPONÍVEL E AGILIDADE NA FORMAÇÃO DE CARGAS</b>	O tempo requerido para a escalabilidade do material deve ser o menor possível, com o emprego de menor capital de giro. Tempo longo requer área para armazenamento e maior controle de pragas.
<b>PREÇO DO MATERIAL RECICLÁVEL (MARGEM DE LUCRO POTENCIAL)</b>	Quanto maior o preço dos materiais, maior o interesse do catador e melhor valor obtido por distância percorrida.

**Elaboração:** Giral Viveiro de Projetos, com base em entrevista a cooperativas de reciclagem na região Sudeste do Brasil.

Uma característica intrínseca e comum a todos os tipos de plásticos que dificulta a triagem e o beneficiamento por cooperativas e associações de catadores, comparado com outros materiais recicláveis, é a sua leveza. O fato de o plástico ser um material leve e resistente é diferencial para

a sua escolha preferencial em várias aplicações, incluindo os itens de uso único. No entanto, essas mesmas características – leveza e resistência – são desafios para os catadores no que diz respeito à escala ou acúmulo do material plástico (massa) e seu adensamento/compactação.

De forma geral, o interesse dos catadores por resíduos de plásticos de uso único depende exclusivamente da existência de mercado e pode ser classificado em três categorias: sem interesse, baixo interesse e alto interesse. Alguns itens descartáveis normalmente despertam baixo ou nenhum interesse dos catadores, pois, apesar de existir potencial mercado, são

grandes as dificuldades para se conformar volumes comercializáveis (TABELA 6).

As exceções são os itens descartáveis fabricados em polipropileno (PP), que podem ser acondicionados/enfardados juntamente com demais itens de PP, e alguns tipos de sacolas plásticas – aquelas que não levam aditivos oxidegradáveis.

**TABELA 6.**

Categorização do interesse dos catadores em relação aos produtos descartáveis

PRODUTOS DESCARTÁVEIS		
SEM INTERESSE	BAIXO INTERESSE	ALTO INTERESSE
Talheres Canudos Misturadores de bebidas	Sacolas (com aditivos oxidegradáveis) Copos de PS e EPS Pratos de PS	Sacolas (sem aditivos oxidegradáveis) Copos e pratos de PP

PS = Poliestireno, EPS = Poliestireno expandido, PP = Polipropileno. Elaboração: Giral Viveiro de Projetos, com base em entrevista a cooperativas de reciclagem da região Sudeste do Brasil.

No caso específico das sacolas plásticas, observa-se desde a coleta seu efeito negativo na cadeia da reciclagem face à incorporação de aditivos oxidegradáveis. A presença desses aditivos afeta a qualidade da resina reciclada, mesmo que esteja presente em pouca quantidade, o que afetou o interesse dos compradores de materiais recicláveis por essas sacolas e, conseqüentemente, refletiu-se no preço pago às cooperativas.

Ainda, um ponto de extrema relevância para os descartáveis é que **itens plásticos menores** – em dimensão e peso –, **como talheres, misturadores de bebidas e canudos, que não são de interesse dos compradores nem dos catadores. Esses materiais são descartados quando**

**chegam às unidades de triagem.** Portanto, não apresentam valor na cadeia de reciclagem, não geram renda para os catadores e sobrecarregam o trabalho de triagem com a diminuição da produtividade na etapa de separação nas mesas e esteiras, onerando. inclusive, os catadores que devem arcar com os custos da destinação final desses materiais.

Ainda com relação às embalagens plásticas (TABELA 7), as garrafas PET nas cores cristal (incolor) e verde são os itens que se destacam em relação ao interesse dos catadores, juntamente com as embalagens rígidas e flexíveis mono-materiais (elaboradas com um único material) – tanto de PEAD quando PP.

**TABELA 7.**

Categorização do interesse das cooperativas em relação às embalagens plásticas de uso único

EMBALAGENS PLÁSTICAS DE USO ÚNICO		
SEM INTERESSE	BAIXO INTERESSE	ALTO INTERESSE
Embalagens termoformadas de PVC Garrafas multicamadas de PET Embalagens flexíveis multimateriais	Bandejas espumadas (EPS) Embalagens termoformadas de PET Garrafas PET coloridas (âmbar, vermelha, azul)	Garrafas PET cristal e verde Embalagens flexíveis PEAD Embalagens rígidas PEAD e PP

PVC = Policloreto de vinila, PET = Politereftalato de etileno, EPS = Poliestireno expandido, PEAD = Polietileno de alta densidade, PP = Polipropileno. Elaboração: Giral Viveiro de Projetos, com base em entrevista a cooperativas de reciclagem na região Sudeste do Brasil.

Entre os materiais de menor interesse estão também as bandejas espumadas de EPS (isopor), crescentemente utilizadas como embalagens para *delivery* de alimentos. Além de difícil agregação, por serem materiais muito leves, em geral, seguem para o lixo com muitos contaminantes orgânicos (restos de alimentos), dificultando seu manuseio e requerendo o controle de pragas. O EPS apresenta uma peculiaridade que restringe o interesse dos catadores: dependem de tecnologia muito específica para sua reciclagem. No Brasil, essa tecnologia é restrita e não está disponível em todas as regiões do país (acesso), por essa razão, grande parte do material descartado não é reciclado de fato.

As embalagens termoformadas de PET despertam um interesse reduzido a partir do momento em que são confundidas com embalagens termoformadas feitas de PVC. Surge daí uma dificuldade para a distinção destes dois materiais – PET e PVC – nas esteiras de triagem. As garrafas de PET coloridas – excetuan-

do-se as verdes e cristal – despertam também um baixo interesse dos catadores em função dos pequenos volumes encontrados, o que dificulta sua comercialização e, por essa razão, são pouco valorizadas.

Dentre os materiais que não despertam nenhum interesse dos catadores e cooperativas estão as embalagens termoformadas de PVC, as garrafas multicamadas de PET (leite) e as embalagens flexíveis multimateriais, em função do mercado restrito para sua reciclagem. Portanto, quem determina a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos é a demanda por materiais (mercado) que dependem de sua efetiva utilização pela indústria.

As mesmas propriedades que tornaram os plásticos tão úteis também tornam os resíduos um problema para a gestão e uma ameaça ambiental, à saúde humana e à de cidades e países. Sua durabilidade significa que eles persistem no ambiente por séculos, e sua baixa densidade significa que são facilmente dispersos pela água e pelo vento até chegarem ao mar.







# 4. POLUIÇÃO MARINHA POR PLÁSTICO NO BRASIL

A poluição marinha por plásticos não é um problema recente. A comunidade científica começou a documentar sua presença e impactos no oceano já na década de 1970<sup>50</sup>, com a descoberta de plástico no trato digestivo de tartarugas marinhas<sup>51</sup> e aves marinhas na Nova Zelândia<sup>52</sup>, Canadá<sup>53</sup> e em papagaios-do-mar no Atlântico Norte<sup>54</sup>. Também há registros de que os fabricantes de combustíveis fósseis e plásticos já estavam cientes do problema nos anos 1970 e já participavam de conferências para discutir esse problema nos oceanos<sup>55</sup>.

A partir dos anos 2000, o acúmulo de evidências chegou ao ponto de alarmar não apenas a comunidade científica, mas a sociedade como um todo. Notícias e relatórios alertavam sobre as grandes ilhas de plástico flutuante no meio do oceano<sup>56</sup>. Em 2015, um estudo conduzido por uma equipe de cientistas liderada por Jenna Jambeck, professora na Universidade da Geórgia (EUA), quantificou o volume de plástico que entra no oceano com base no volume de resíduos que são mal gerenciados, incluindo resíduos descartados diretamente no ambiente ou destinados para lixões e aterros não contro-

lados. Entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas de plástico chegam ao ambiente marinho todos os anos, sendo 8 milhões de toneladas o quantitativo mais utilizado<sup>57</sup>.

A maioria desses poluentes que é despejado no oceano vem de fontes terrestres<sup>58</sup> (FIGURA 13) e seu transporte pode se dar de diversas maneiras:

- i. O lixo plástico descartado diretamente nas ruas, praias e estradas será levado pelo sistema de drenagem de água e esgoto e pode ser lançado no mar por um emissário ou pela rede de esgoto.
- ii. O descarte do lixo plástico diretamente em córregos e rios, que transportarão o lixo até o mar através de suas bacias hidrográficas, ou em áreas costeiras como manguezais, onde o lixo poderá ser levado pelo movimento da maré.
- iii. A ação do vento e de chuvas poderá transportar o plástico disposto em lixões para córregos ou rios que desembocam no oceano.
- iv. Produtos plásticos transformados que podem se perder no processo e no transporte.

**FIGURA 13.**

Principais fontes e meios de transporte do resíduo plástico de origem terrestre até o mar

## COMO O PLÁSTICO PODE CHEGAR NO MAR?



O lixo plástico nas ruas chega no sistema de drenagem e pode ser lançado no mar através de emissários



Vento e chuva podem transportar resíduos plásticos de lixões para córregos e rios



Produtos industriais podem ser descartados inadequadamente ou perdidos durante o processo e o transporte



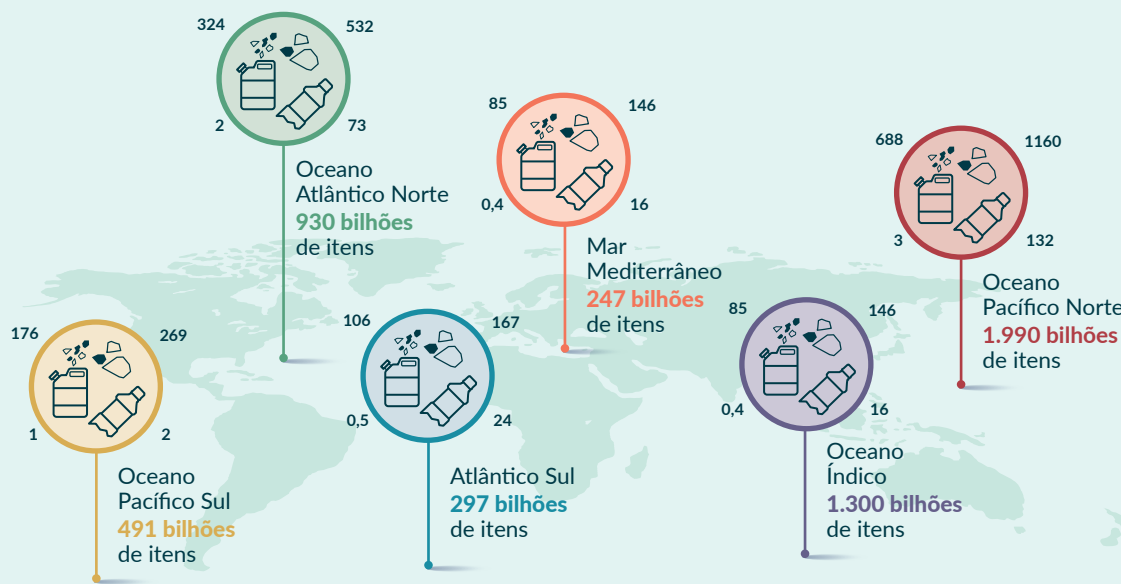
Segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, cerca de 26,5% da população brasileira vivia no litoral, algo em torno de 50 milhões de pessoas à época<sup>59</sup>. O país é cortado por incontáveis rios que compõem 12 bacias hidrográficas – incluindo a maior do mundo, a Bacia Amazônica –, que contribuem para levar o resíduo plástico até o Oceano Atlântico<sup>60</sup>. Embora o país não tenha um número significativo de lixões próximos ao mar, como ocorre no sudeste asiático, há mangues e igarapés tomados por ocupações irregulares e lixo, e inúmeras cidades e povoados à beira de corpos-d'água que acabam por

receber grandes volumes de resíduos.

Essencialmente, quando o plástico chega ao oceano, ele flutua na superfície ou afunda. À medida que o plástico se desgasta pela luz do sol ou pela ação da água salgada, ele se decompõe em pedaços menores e é ingerido pela vida marinha<sup>61</sup>. Estima-se que existem, pelo menos, 5 trilhões de pedaços de plástico no oceano<sup>62</sup> (FIGURA 14), dos quais cerca de 94% está abaixo da superfície<sup>63</sup>. A maior parte do plástico que está disperso consiste em pedaços pequenos demais para serem coletados por limpezas de praia ou em alto mar. E esse número só deve aumentar à medida que o plástico continua a ser produzido.

**FIGURA 14.**

Quantidades estimadas de plástico nas principais áreas marinhas, em bilhões de itens (adaptado de Plastic Atlas (2019))



### Tamanho das partículas de plástico



Fonte: Lebreton et al (2014)<sup>64</sup>.

Um estudo publicado na revista Science – *Plastic waste inputs from land into the ocean* (Jambeck et al, 2015) – estimou a quantidade total de plástico que entra no oceano, com dados de 2010, a partir de resíduos gerados por populações costeiras em todo o mundo. O Brasil ficou em 16º lugar no ranking de 20 países com maior volume de resíduo plástico mal

gerido<sup>65</sup>. Usando a mesma metodologia e com base em dados de 2018, o Brasil atualmente contribui para a poluição marinha por plásticos com 325 mil toneladas de resíduo de plástico todo ano (FIGURA 15)<sup>2</sup>.

Essa metodologia considera apenas a parcela da população que vive próximo à costa. No entanto, a literatura científica já evidencia o

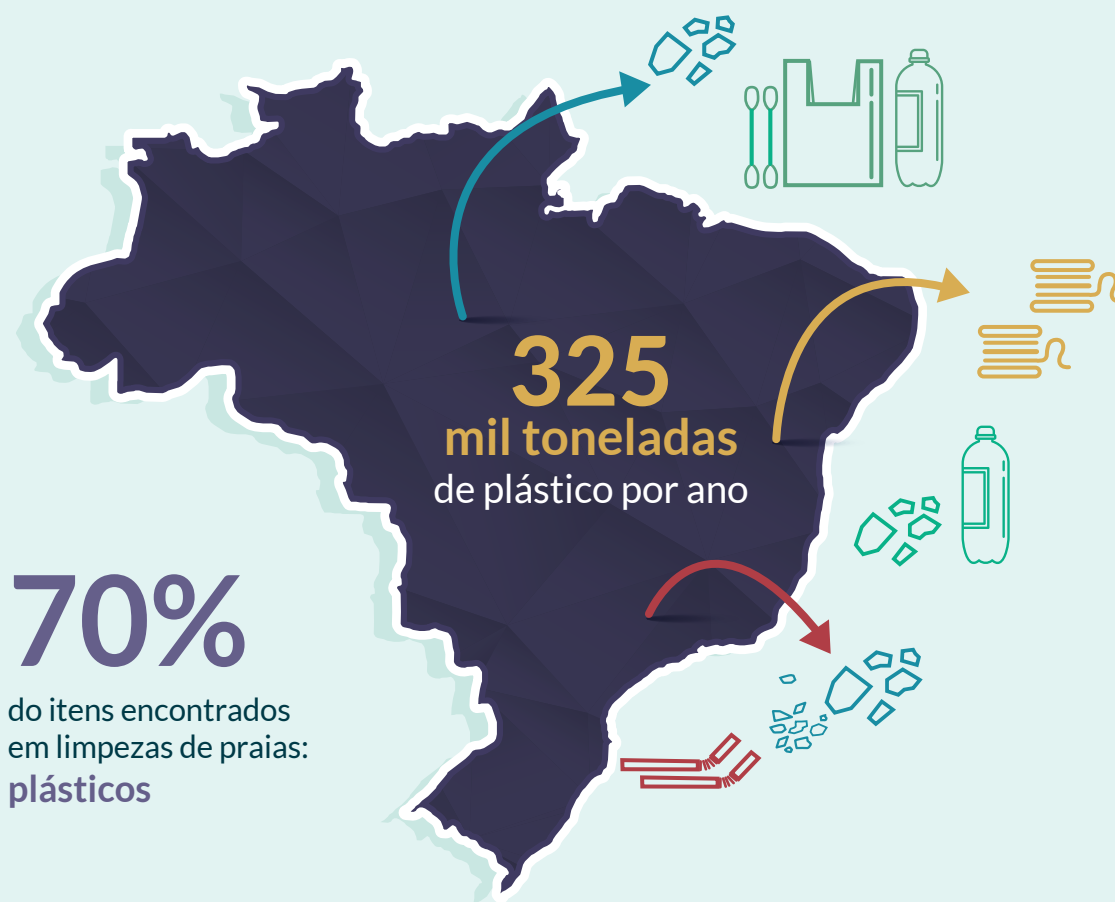
<sup>2</sup> Mais informações sobre a metodologia de cálculo podem ser encontradas no Anexo 1.

papel que as bacias hidrográficas têm no transporte dos resíduos até o mar<sup>66</sup>. Sendo assim, é possível que cidades do interior, distantes mais de 50 km da costa, com gestão inadequada de resíduos também contribuam com a poluição marinha por plástico através das bacias hidrográficas que as drenam, e que o volume de plástico que chega no mar seja ainda maior.

Os produtos e as embalagens plásticas descartáveis estão no centro da discussão sobre a poluição nos oceanos em razão das incontestáveis evidências de que compõem a maior parte do lixo marinho. De forma consistente, as limpezas de praia em todo o mundo demonstram que plásticos descartáveis e embalagens são o grande problema.

**FIGURA 15.**

Contribuição anual do Brasil para a poluição marinha por plásticos e quantidade de itens plásticos encontrados em limpezas de praia.



Fonte: Andrades et al (2020) e Jambeck et al (2015)<sup>67</sup>.

Um estudo brasileiro de Andrades e colaboradores (2020) realizou o primeiro levantamento sistemático do lixo antropogênico em 44 praias brasileiras distribuídas ao longo de todo o país. O plástico foi o resíduo mais encontrado, seguido por pontas de cigarro e papel<sup>68</sup>. De acordo com os autores, o escoamento pelos rios e estuários é o principal fator para o acúmulo desses resíduos nas praias, confirmando o papel que as bacias hidrográficas têm no seu transporte desde o interior do país até o oceano.

Os resultados desse estudo indicam que 70% de todos os itens encontrados nas limpezas de praia são plásticos, sendo as embalagens de alimento o item mais comum. Dados computados pelo Ministério do Meio Ambiente<sup>69</sup> confirmam que o plástico também foi o item mais encontrado nas limpezas de praia (46%)<sup>3</sup>, seguido de bitucas de cigarros (36%). Os demais 18% são compostos por vidro, madeira, papel, borracha e outros itens.

Além das embalagens, outro item frequentemente encontrado são as garrafas de bebidas. A Oceana analisou dados da *Global Data*, de 2018, sobre vendas de bebidas não alcoólicas, para 76 países costeiros diferentes, para determinar a poluição de garrafas PET por país. Nossa análise constatou que, globalmente, em 2018, o equivalente a 21 a 34 bilhões de garrafas PET de um litro geradas pela indústria de bebidas não alcoólicas chegou ao oceano, representando 706 mil a 1,1 milhão de toneladas métricas de resíduos de garrafas plásticas.<sup>70</sup>

# 21 a 34 bilhões

de garrafas PET no  
oceano

706 mil a 1,1 milhão  
de toneladas métricas



## IMPACTOS NA FAUNA MARINHA BRASILEIRA

À medida que o plástico continua a inundar nossos oceanos, a lista de espécies marinhas afetadas por detritos se expande. Mais de 800 espécies de mamíferos, aves marinhas, peixes e tartarugas estão sendo impactadas pelo emaranhamento em redes de pesca ou pela ingestão do plástico. É um poluente que afeta toda a cadeia alimentar, do zooplâncton aos mamíferos marinhos e aves<sup>71</sup>. Cerca de 90% das espécies de aves marinhas e tartarugas já consumiram plástico<sup>72</sup>. Dezesete por cento das espécies afetadas por tais detritos estão listadas como ameaçadas ou quase ameaçadas de extinção pela União Internacional para a Conservação da Natureza<sup>73</sup>.

Outros organismos, como os corais, parecem ainda mais atraídos pelo microplástico do que por suas fontes naturais de nutrição<sup>74</sup> e estudos mostraram que, quando os corais entram em contato direto com fragmentos de plásticos (FIGURA 16), sua probabilidade de contrair uma doença aumenta de 4% para impressionantes 89%<sup>75</sup>.

3 Considerando todos os itens de plástico, fraldas e absorventes, seringas e redes de pesca.

## FIGURA 16.

Foto de um saco plástico emaranhado em uma gorgônia (Rio de Janeiro, 2020)



No Brasil, os projetos de Monitoramento de Praias da Baía de Santos (PMP-BS) e da Baía de Campos (PMP-BC), ambos vinculados a licenciamentos ambientais de atividades de exploração de petróleo e gás da Petrobras, se dedicam a monitorar encalhes de animais marinhos nas regiões Sul e Sudeste<sup>76</sup>. Seu objetivo é avaliar a interferência das atividades de produção e escoamento de petróleo, realizadas no Pré-Sal, sobre os tetrápodes marinhos.

Esses programas captam diversas informações sobre espécies de aves, tartarugas e mamíferos marinhos encalhados, desde o estado de saúde até a interação e ingestão de lixo marinho. As atividades desenvolvidas consistem em monitoramento diário das praias e realização de atendimento médico-veterinário

aos animais resgatados vivos e debilitados, bem como a realização de necropsias. Todos os encalhes são registrados em uma plataforma on-line, onde os dados são públicos e atualizados diariamente, e é considerada a maior fonte atual de informações disponível no Brasil sobre a interação desses animais com os resíduos plásticos.

Entre os anos de 2015 e 2019 foram realizadas 29.010 necropsias de tetrápodes marinhos (aves, répteis e mamíferos marinhos) encontrados ao longo das praias do Sul e Sudeste do Brasil. Desses, 3.725 indivíduos, entre golfinhos, baleias, pinípedes, aves e répteis apresentaram algum tipo de detrito *não natural* em seus tratos digestórios. **Aproximadamente 13% deles tiveram sua morte diretamente**

associada ao consumo de materiais antropogênicos. Em outras palavras, um em cada dez animais que ingeriram algum tipo de resíduo sólido veio a óbito em decorrência dos pro-

blemas causados pela ingestão. Ainda, 85% dos indivíduos que ingeriram resíduos sólidos, inclusive plástico, são espécies ameaçadas de extinção (FIGURA 17).

#### FIGURA 17.

Quantidade de indivíduos e espécies de mamíferos, aves e tartarugas marinhas que ingeriram resíduos plásticos, inclusive espécies ameaçadas de extinção, entre 2015 e 2019, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil

## ESPÉCIES DE ANIMAIS QUE INGERIRAM LIXO MARINHO



**50% dos animais ingeriram plástico**

Fonte: Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática/Petrobras.

Esses números refletem apenas a fração de animais que foi necropsiada e encontrada nas regiões Sudeste e Sul do país. Portanto, a quantidade de espécies e indivíduos sendo impactados pela ingestão de resíduos plásticos está criticamente subestimada. O impacto da interação com o lixo pode ser observado por meio do número de espécies afetadas, muitas delas ameaçadas, como o caso das toninhas, cuja diminuta população possui hábitos costeiros, próximos das nascentes poluídas, ou ainda, afetando as fêmeas juvenis, no caso das tartarugas, que ainda não iniciaram a ovipostura, repercutindo negativamente nas gerações futuras.

No mesmo monitoramento, o plástico foi o material antropogênico mais encontrado no trato digestório, descrito nas fichas de triagem de 1.837 animais, sendo 1.496 répteis, 295 aves e 46 mamíferos. Foram registradas sacolas, embalagens, tampas de caneta e de garrafa PET, botões, buchas de parafuso, pulseiras, canudos, lacres de alimentos embutidos, palitos, copos descartáveis e outros materiais descritos apenas como “plástico ou microplástico”. Também estão inclusos nessa categoria todos os polímeros sintéticos que derivam originalmente do plástico, como fios de nylon, fios e linhas de pesca, redes de pesca, esponjas de limpeza,

isopor, fitas adesivas, fita isolante, fibras sintéticas, cordões multifilamento etc.

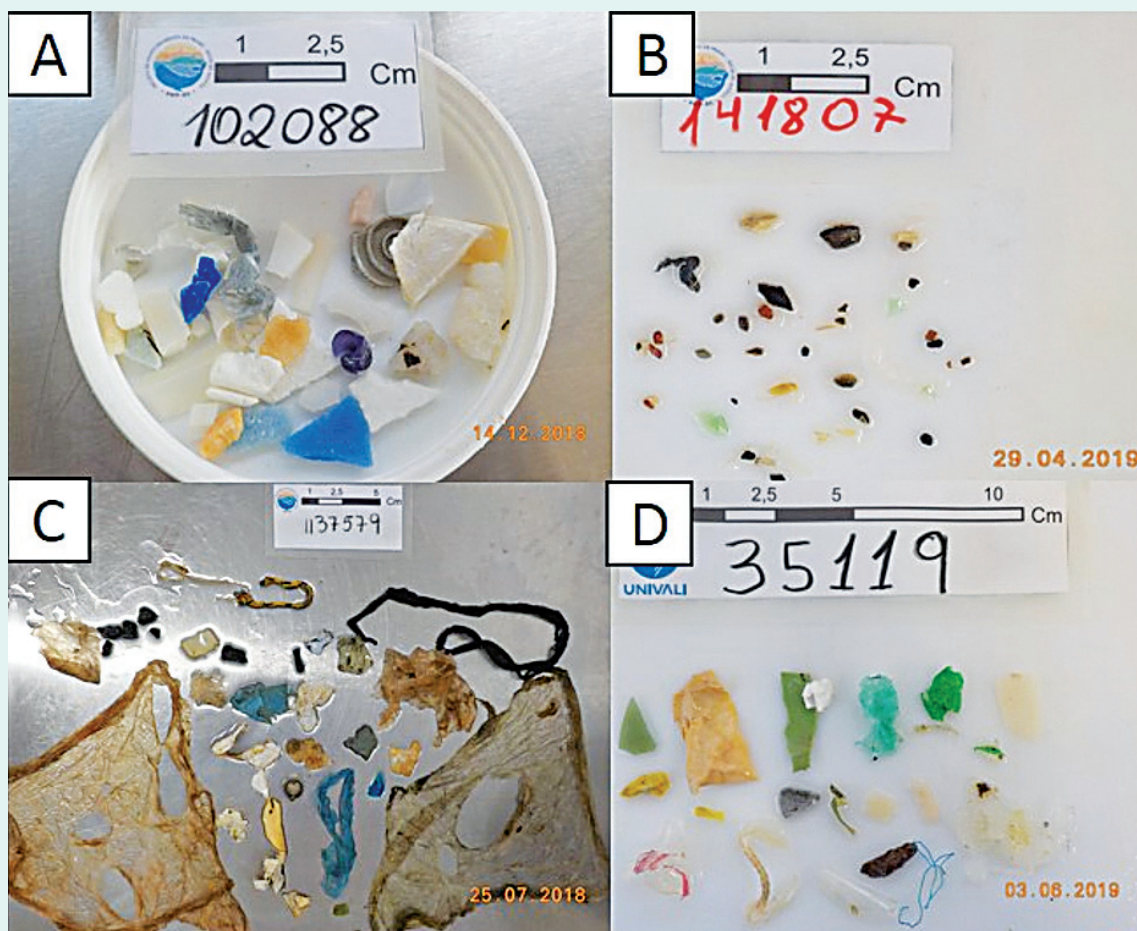
São crescentes os estudos que apontam o papel do lixo, principalmente plástico, como causa de morte de animais marinhos<sup>77</sup>. A análise

dos dados do PMP confirmou essa tendência. **Aproximadamente a metade (49,3%) dos resíduos sólidos identificados durante a triagem do sistema digestório é derivada do plástico (FIGURA 18).**

**FIGURA 18.**

Resíduos sólidos encontrados durante a triagem do trato digestório dos animais necropsiados.

A: Plástico rígido colorido e isopor. B: Microplástico e fragmento de vidro. C: Fragmentos de sacolas, tampinha. D: Plástico maleável colorido.



Fotos: Petrobras/Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática ou Petrobras/Projeto de Monitoramento de Praias



As espécies marinhas não apenas estão tendo contato crescente com resíduos da produção humana, mas também estão morrendo devido a eles. Após o trauma físico, a obstrução do trato digestório é o primeiro efeito direto causado por sua ingestão. Quando o trato está repleto, seja de alimentos ou outras substâncias, como os detritos marinhos, ocorre a ativação de vias neuroendócrinas que transmitem ao animal a sensação de saciedade. Desta forma, quando o animal está com o estômago repleto de lixo plástico, ele se sente saciado e deixa de buscar alimentos, resultando em inanição e morte<sup>78</sup>. Os efeitos subletais também podem ocorrer devido à bioacumulação de poluentes orgânicos e toxinas, produzindo alterações genéticas e impactando gerações futuras, comprometendo a taxa de reprodução, crescimento e longevidade das espécies<sup>79</sup>.

A maioria dos itens encontrados boiam na superfície ou permanecem na coluna-d'água. Essa característica pode ajudar a compreender por que mais de 83% das mortes associadas à ingestão de lixo marinho foram de tartarugas. A ingestão equivocada desses resíduos pelas tartarugas ocorre porque elas os confundem com alimentos naturais, como águas-vivas, peixes e algas, embora os animais possam se alimentar dos resíduos em condições de fome, já que possuem uma baixa seletividade aos alimentos<sup>80</sup>.

Foram encontrados resíduos no trato digestório de todas as espécies de tartarugas que habitam o litoral brasileiro (FIGURA 19). São elas: *Caretta caretta* (tartaruga-cabeçuda), *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente), *Dermochelys coriacea* (tartaruga-de-couro) e *Lepidochelys olivacea* (tartaruga-oliva). Todas estão classificadas como ameaçadas (categorias “Vulnerável”, “Em Perigo de Extinção” ou “ criticamente em Perigo de Extinção”) na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza<sup>81</sup>.

**FIGURA 19.**

Pinguim de Magalhães (*Spheniscus magellanicus*) e tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), ambas encontradas com sacolas plásticas no conteúdo estomacal



Fotos: Petrobras/Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática ou Petrobras/Projeto de Monitoramento de Praias

Quanto às aves, das 32 espécies que tiveram materiais antropogênicos identificados durante a necropsia, três estão ameaçadas de extinção. São elas: a Pardela-de-capuz (*Pterodroma incerta*), o Albatroz-de-nariz-amarelo (*Thalassarche chlororhynchos*) e o Albatroz-real (*Diomedea epomophora*). As espécies com maior incidência de resíduos sólidos foram os pinguins de Magalhães (*Spheniscus magellanicus*) e os bobos-pequenos (*Puffinus puffinus*), seguidos pelas gaivotas-comuns (*Larus dominicanus*) e pelas pardelas-pretas (*Procellaria aequinoctialis*). Já os atobás (*Sula leucogaster*) e as gaivotas (*Larus dominicanus*)

apresentaram grande incidência de morte por interação com os resíduos, possivelmente por estarem bastante difundidas nas praias, utilizando a faixa de areia como fonte forrageira e, portanto, com valor numericamente superior de encalhes devido à facilidade de encontro de suas carcaças.

As toninhas (*Pontoporia blainvillei*) e os botos-cinza (*Sotalia guianensis*) foram os mamíferos em que se observou maior grau de ingestão de resíduos sólidos, ambas as espécies ameaçadas de extinção e com hábitat costeiro, onde as interações com materiais antropogênicos ocorrem com maior facilidade (FIGURA 20).

#### FIGURA 20.

Duas toninhas (*Pontoporia blainvillei*), espécie de golfinho criticamente ameaçada de extinção, com registro de ingestão de plástico. O indivíduo da foto superior foi encontrado em Bombinhas (SC), em 11/09/2016, e o indivíduo da foto inferior, em Laguna (SC), em 08/02/2018.

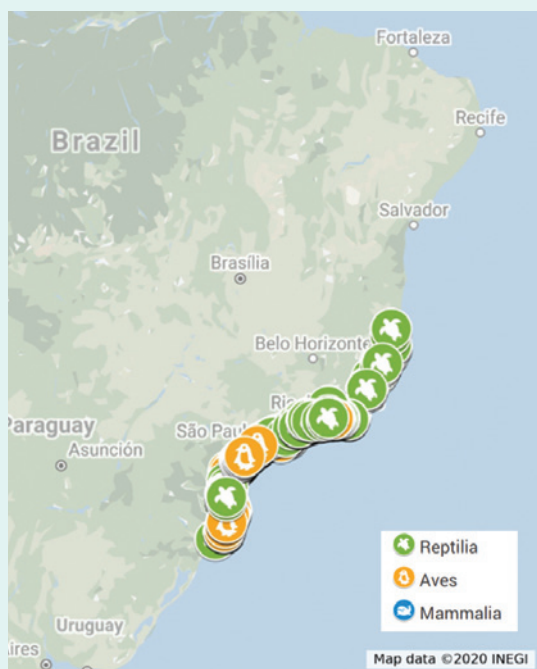


Fotos: Petrobras/Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática ou Petrobras/Projeto de Monitoramento de Praias

Os animais que ingeriram lixo marinho que foram objeto dessas análises estavam distribuídos ao longo de aproximadamente 2.300km de faixa de areia monitorada no litoral Sudeste e Sul do Brasil (FIGURA 21). Os registros desses encaihes, embora numerosos e expressivos em riqueza de espécies e detalhes, representam apenas uma parcela de encaihes que ocorrem em todo o território brasileiro. A distribuição das ocorrências de animais marinhos com ingestão de resíduos sólidos em toda a faixa de areia monitorada indica que os resíduos estão disseminados pelas águas brasileiras e que podem estar causando a morte de mais animais de Norte ao Sul.

#### FIGURA 21.

Distribuição dos animais marinhos que ingeriram resíduos sólidos, inclusive plástico, no litoral Sudeste e Sul do Brasil, de 2015 a 2019



Fonte: Petrobras / Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática. O mapa interativo pode ser acessado no link: [https://www.google.com/maps/d/embed?mid=1OJ-yZ10po2JM4IIDA-IHsb\\_UDfEAD6j5b](https://www.google.com/maps/d/embed?mid=1OJ-yZ10po2JM4IIDA-IHsb_UDfEAD6j5b)

Ainda, a literatura científica internacional vem evidenciando a ingestão de fragmentos de plástico por inúmeras espécies de peixes<sup>82</sup>, como o bacalhau norueguês<sup>83</sup> e os atuns<sup>84</sup>, assim como em tubarões<sup>85</sup>. No Brasil, estudos recentes também registraram ingestão de plástico em oito espécies comerciais de peixes nas regiões Sudeste e Sul<sup>86</sup> e em mexilhões<sup>87</sup>.

### MICROPLÁSTICOS

Não há uma definição padronizada e internacional para micro e nanoplásticos. Os **microplásticos** abrangem uma ampla gama de materiais compostos por diferentes substâncias, com diferentes densidades, composições químicas, formas e tamanhos. Apesar de não haver uma definição cientificamente aceita, esses materiais são, em geral, descritos como partículas de plástico **com menos de 5 mm de comprimento**<sup>88</sup>. Os chamados primários são fabricados para ter esse tamanho e os secundários são resultantes de fragmentação de pedaços maiores.

Já os **nanoplásticos** são os microplásticos ainda menores, com menos de um micrômetro de comprimento, o equivalente a um **milésimo de centímetro (0,0001 centímetro)**. Eles podem ter sido projetados pela engenharia de materiais para ter esse tamanho ou podem ter se originado de excessiva fragmentação<sup>89</sup>.

Os três principais polímeros que formam os microplásticos são polietileno (PE), polipropileno (PP) e poliestireno (PER). Cerca de 4% do peso desses pequenos fragmentos de plástico são formados por aditivos<sup>90</sup>, que podem ser substâncias orgânicas e não orgânicas. Metade deles são plastificantes, como ftalatos, mas alquilfenóis e bisfenol-A (BPA) também estão presentes. Nanopartículas de dióxido de titânio,

bem como bário, enxofre e zinco, têm sido exemplos de aditivos inorgânicos que também já foram encontrados<sup>91</sup>.

Desde 2010, quando os primeiros estudos sobre microplásticos na fauna marinha começaram, muitas pesquisas robustas já identificaram a presença de microplásticos em animais marinhos consumidos pelos humanos. Até agora, as pesquisas já provaram que existe transferência trófica de microplásticos de uma espécie para outra. Em outras palavras, isso significa que predadores (peixes maiores) que se alimentarem de presas contendo as partículas passarão a levá-las consigo também dentro do sistema digestivo<sup>92</sup>.

Peixes e outros frutos do mar, como os bivalves, são os mais estudados – os mexilhões azuis (*Mytilus edulis*) são os que acumulam maior número de artigos científicos dedicados a eles. Essa maior representatividade de espécies marinhas nas pesquisas pode ser explicada pelo foco que a ciência tem dado à poluição dos mares. Peixes são utilizados também para rações para criações de frango e porcos, mas até agora não há evidências de migração de microplásticos para a carne de frangos, bovina ou suína<sup>93</sup>.

## RISCOS PARA A SAÚDE HUMANA – O QUE SABEMOS ATÉ AGORA?

Nosso ar, alimentos e água potável estão contaminados com microplásticos. Eles foram descobertos no pó doméstico, no sal marinho, em frutos do mar, como peixes, ostras e mariscos, no mel, na cerveja e até em fezes humanas. Mas ainda não há consenso sobre como esses microplásticos afetam nossa saúde. O que se sabe, com certeza, é que nossa exposição ao

microplástico e seus potenciais riscos devem aumentar com o crescimento projetado na produção de plástico<sup>94</sup>.

Estamos expostos aos microplásticos por meio da ingestão, inalação e possivelmente pelo toque e manuseio de materiais plásticos o dia todo. As principais rotas de possíveis contaminações incluem fontes da indústria (fabricação de plásticos), da vida urbana (pneus) e doméstica (de produtos químicos de limpeza) que são transportados às populações pela água (chuva, rios, mares, esgoto) e ar (vento, inalação)<sup>95</sup>.

Ainda não existem estudos e dados conclusivos sobre a absorção de microplásticos por seres humanos, já que, segundo a Organização Mundial da Saúde, **partículas acima de 150 micrômetros são facilmente excretadas pelo organismo humano e, assim, não representariam grandes riscos à saúde**<sup>96</sup>. Atenção maior deve ser dada àquelas partículas menores que 150 micrômetros – incluindo os nanoplásticos –, porque podem ser absorvidas pelo corpo. **São as que têm maiores chances de penetrar profundamente em órgãos e tecidos** como ocorre com outros organismos<sup>97</sup>.

Em agosto de 2019, a Organização Mundial da Saúde divulgou o relatório *Microplastics in drinking-water*<sup>98</sup>, que identificou e analisou mais de 50 estudos sobre a presença de partículas e fibras plásticas em águas naturais, potáveis e de esgoto para avaliar os riscos à saúde humana. Como são onipresentes no ambiente, os microplásticos também foram detectados em uma ampla gama de concentrações nas águas do mar, residuais, doce e potável, tanto em garrafas quanto em água da torneira (**TABELA 8**), além de vários estudos que evidenciam a presença do microplástico no ar<sup>99</sup>.

**TABELA 8.**

Exemplos de estudos científicos sobre microplásticos encontrados na água

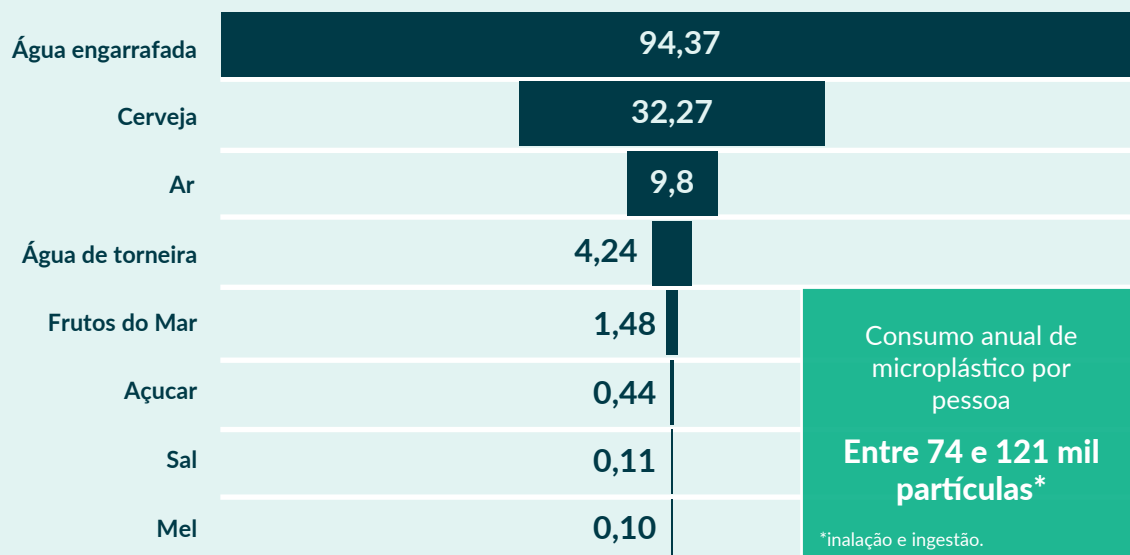
FONTE	TAMANHO DAS PARTÍCULAS	CONCENTRAÇÃO	PRINCIPAIS ESTUDOS
Garrafa	De 1 a 100 micrômetros	De 10,4 a 6.292 partículas por litro	Oßmann et al, 2018 <sup>100</sup> Schymanski et al, 2018 <sup>101</sup> Mason, Welch and Neratko, 2018 <sup>102</sup>
Torneira (fontes diversas)	De 60 a 100 micrômetros	5,45 partículas por litro	Kosuth, Mason and Wattenberg, 2018 <sup>103</sup>
Fontes subterrâneas	De 10 a 100 micrômetros	0,0007 a 0,312 partícula por litro	Strand et al, 2018 <sup>104</sup>

Outro estudo realizado por um grupo de cientistas do Departamento de Biologia da Universidade de Victoria, no Canadá, também analisou as quantidades dessas partículas em frutos do mar, açúcares, sais, álcoois, água – de torneira e engarrafada – e no próprio ar.

A partir daí, o estudo avaliou quanto desses alimentos costumam ser ingerido por homens, mulheres e crianças por ano, concluindo que uma pessoa pode estar ingerindo, em média, entre 74.000 a 121.000 partículas plásticas anualmente<sup>105</sup> (FIGURA 22).

**FIGURA 22.**

Quantidade de microplástico encontrado em itens de consumo humano e estimativa de consumo anual de microplástico, por pessoa



Fonte: Kieran Cox (2019).

Amplamente divulgado e comentado na imprensa global, o estudo da Divisão de Gastroenterologia e Hepatologia da Universidade de Medicina de Viena, na Áustria, encontrou partículas de microplásticos em fezes humanas em indivíduos em oito países diferentes: Finlândia, Itália, Japão, Holanda, Polônia, Rússia, Reino Unido e Áustria. Todos eles tinham tido contato com comida embalada por plástico e seis haviam comido peixes e frutos do mar durante o período de observação do experimento. Cerca de 95% das fezes continham 20 partículas de microplástico a cada 10 gramas. As substâncias mais comuns foram polipropileno (PP), polietileno tereftalato (PET), poliestireno (PS) e polietileno (PE). A pesquisa não avaliou quantidades nem possíveis concentrações ou contaminações por componentes e aditivos<sup>106</sup>.

Outra preocupação dos cientistas são os riscos químicos das micropartículas ingeridas ou inaladas por humanos e animais. Os microplásticos têm capacidade de acumular substâncias altamente tóxicas, como poluentes orgânicos persistentes (POPs), incluindo bifenilas policloradas, conhecidos por PCBs, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos PAHs e pesticidas. Até por isso são utilizados como marcadores para monitoramento ambiental<sup>107</sup>.

A toxicidade causada por microplásticos e componentes químicos associados depende de uma ampla gama de propriedades e condições que incluem concentração e composição química das substâncias. Os danos tóxicos de partículas inaladas são mais bem compreendidos do que as ingeridas. O destino e o transporte dessas fibras após a ingestão não são bem estudados pela ciência. Até o momento, a maioria dos testes toxicológicos de microplásticos se concentrou em organismos aquáticos e não foram identificados estudos epidemiológicos sobre microplásticos ingeridos por humanos.

O que sabemos até aqui é que estamos ingerindo e inalando microplásticos por diferentes meios, seja pela comida, pela água ou pelo ar. A comunidade científica ainda não quantificou a concentração necessária no sistema digestivo humano para afetar nossa saúde. Estudos toxicológicos que exploram a relação dose-efeito (crônico ou agudo) levam tempo para serem executados. Embora não se tenha hoje dados suficientes para tirar conclusões mais concretas sobre a toxicidade das nanopartículas, nenhuma informação confiável sugere que essa preocupação deva ser eliminada.







# 5. SOLUÇÕES PARA UM OCEANO LIVRE DE PLÁSTICO

## ENXUGANDO GELO: FALSAS SOLUÇÕES PARA A CRISE DO PLÁSTICO

O plástico de uso único é uma ameaça crescente para nossos oceanos. Apesar das inúmeras evidências e estudos científicos sobre os danos irreversíveis que o plástico pode causar ao meio ambiente e às pessoas, essa crise está longe de terminar. De fato, nos próximos anos a produção de plástico está projetada para aumentar significativamente e inundar os mercados (e o oceano) com ainda mais plásticos.

Para interromper esse fluxo de poluição não basta apenas coletar seletivamente os materiais ou encaminhá-los à reciclagem. É primordial reduzir a quantidade de plásticos produzidos na fonte. As empresas precisam assumir seu papel neste ciclo vital e reduzir a quantidade de plásticos descartáveis, com a oferta aos consumidores de opções alternativas.

Em vez disso, governos e empresas estão promovendo falsas soluções que efetivamente não interrompem o fluxo de poluição e não diminuem a quantidade de plásticos de uso único consumida. São elas: a reciclagem, a recuperação energética de resíduos e a substituição do plástico convencional por plástico biodegradável ou oxibiodegradável. Assim,

deixam por conta exclusiva do consumidor ou usuário todo o esforço para conter a poluição, o que não é suficiente.

## RECICLAGEM DE PLÁSTICO DESCARTÁVEL

A reciclagem é uma etapa necessária do processo de gestão dos resíduos sólidos que já foram gerados, gerando renda e emprego para milhares de pessoas. Apesar de sua importância, ela não é uma opção viável para muitos dos itens plásticos, como os produtos descartáveis. Globalmente, apenas 9% de todo o resíduo plástico produzido no mundo foi reciclado. No Brasil, as taxas de reciclagem são divergentes, mas apontam que pelo menos 77,9% do resíduo plástico está acumulado em aterros, lixões ou disperso no meio ambiente.

Diferentemente do vidro e do alumínio, que podem ser reciclados infinitamente sem perder a qualidade do material produzido (são materiais 100% recicláveis, o plástico só pode ser reciclado uma ou duas vezes antes de se tornar inútil. Isso acontece porque o plástico é sensível ao calor e, quando submetido aos processos térmicos e mecânicos da reciclagem, suas moléculas longas e flexíveis se quebram num processo irreversível.

Portanto, a maior parte do plástico submetido ao processo de reciclagem tenderá a criar produtos de qualidade inferior e de menor valor em comparação ao produto original.

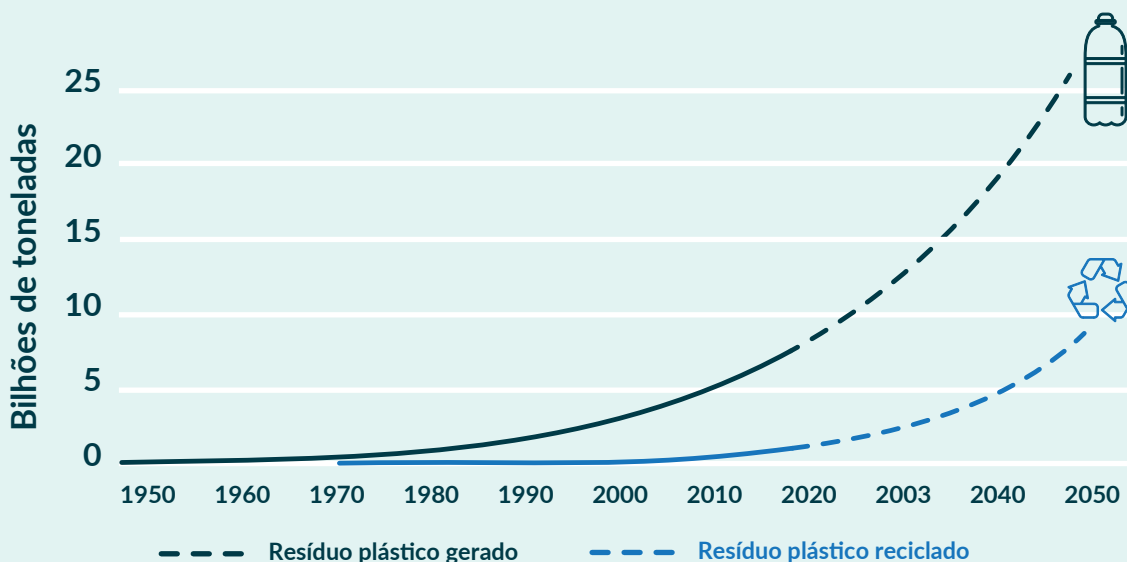
A variedade de produtos plásticos colocados no mercado torna a gestão desses materiais bastante complexa. Tanto sua coleta quanto o destino final dependem do tipo de polímero utilizado em sua constituição, da eficiência da segregação, da demanda e existência de plantas que propiciem a reciclagem, dos limites de reciclabilidade desses materiais, das condições disponíveis de oferta e eficiência dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros (ex.: coleta, coleta seletiva, logística reversa), dentre outros fatores relevantes e de igual forma dificilmente controláveis. dentre outros fatores relevantes e de igual forma dificilmente controláveis. Fatores como a ausência de identificação

dos tipos de plásticos, dimensões reduzidas, pigmentação, sujidades e contaminantes dificultam a triagem, a segregação e a reciclagem desses materiais. Se as taxas de reciclagem já são baixas para itens plásticos de alto interesse, como o PET, para os produtos descartáveis como talheres, sacolas, pratos e copos, sem valor para o mercado de reciclagem, elas são praticamente nulas.

**Ainda que seja possível superar todos os desafios inerentes ao processo de gestão dos resíduos nos municípios brasileiros e aumentar as taxas de reciclagem, somente ela não será capaz de acompanhar a velocidade e o volume dos resíduos de plástico descartável introduzidos no mercado de consumo (FIGURA 23).** Investimentos e subsídios para a reciclagem não estão na mesma escala que investimentos na produção de plásticos, o que dificulta que a resina reciclada possa competir com a resina virgem.

**FIGURA 23.**

Projeção da quantidade de resíduo de plástico que será gerado e reciclado até 2050, em escala global



Fonte: Geyer R, Jambeck JR and Law KL (2017)<sup>108</sup>.

## RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

A recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos está prevista nos artigos 3º e 9º da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que entende como disposição final ambientalmente adequada dos resíduos a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, “desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental”<sup>109</sup>. **Na ordem de prioridade da gestão e gerenciamento dos resíduos, ela é a última das alternativas, quando as opções de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento já foram esgotadas.**

Mesmo que esteja prevista em lei, a recuperação energética ainda é pouco adotada no Brasil devido a dificuldades na comprovação de sua viabilidade técnica e ambiental. A escolha por essa tecnologia deverá estar de acordo com o conceito de melhor técnica disponível e, sobretudo, atender aos parâmetros de emissões vigentes e ainda contar com aterros de resíduos industriais para a disposição final de sobras de processo (cinzas).

No entanto, o Novo Marco Legal do Saneamento Básico, aprovado em 2020, fomenta sua adoção desde que se considere requisitos de eficácia e eficiência, ponderada a capacidade de pagamento das populações e usuários envolvidos e ainda observadas as normas técnicas e operacionais estabelecidas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais<sup>110</sup>.

## Incineração

Na combustão direta (incineração ou termovalorização dos resíduos), a recuperação de energia a partir dos resíduos sólidos é realizada por meio do aproveitamento do calor gerado no processo de queima dos resíduos, mas seu pleno funcionamento requer um alto consumo de energia na operação, o que pode inviabilizar torna sua adoção. Requer ainda alta capacidade técnica para o monitoramento e controle das emissões e, sobretudo, escalas grandiosas no consumo de resíduos de alto poder calorífico, como é o caso dos plásticos.

A preocupação com a utilização dessa tecnologia corre diante da possibilidade da emissão de poluentes à atmosfera, principalmente quanto à emissão de dioxinas e furanos, metais pesados (Hg, Pb e Cd), material particulado e gases ácidos (HCl, HF, SO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O) que comprovadamente afetam a saúde pública e o meio ambiente.

Em contraponto a essa preocupação, tecnologias restritivas voltadas à limpeza dos gases e emissões nocivas podem ser adotadas com a elevação substancial dos custos de investimento, operação e manutenção das plantas.

Porém, mesmo os filtros e equipamentos de última geração para o controle da poluição atmosférica não impedem que todos os poluentes sejam liberados no ar. A recuperação energética é, portanto, uma “solução” de alto custo de instalação, operação e manutenção, com estudos que apontam que a energia gerada por meio deste processo é uma energia mais cara do que a energia nuclear (por KW), portanto, investimentos dessa natureza poderiam ser aplicados no desenvolvimento de soluções reais

para contenção da poluição que sejam renováveis e sustentáveis.

Os plásticos, que compõem 16% do RSU, detêm alto poder calorífico por serem um produto derivado de petróleo e gás mineral fóssil, o que torna um material de alto interesse para esse setor. Sua combustão em grande escala (escala industrial) converte os resíduos plásticos em poluição do ar através de emissões tóxicas, como dioxinas e furanos, que são substâncias cancerígenas, e metais pesados, como mercúrio, cádmio e chumbo. Além dos gases tóxicos, a queima também emite gases de efeito estufa que contribuem para as mudanças climáticas.

As limitações dos processos deixam claro que é necessário avançar para um sistema que envolva a redução de resíduos, a reutilização e o redesenho ou substituição de embalagens, a compostagem, além de mudanças significativas e permanentes nos hábitos de consumo da população. A maneira mais eficaz de reduzir os danos causados pelo plástico após o término de sua vida útil é reduzir seu fluxo de produção na fonte. O primeiro passo deve ser eliminar os plásticos de uso único que são comprovadamente problemáticos e desnecessários nesses novos tempos.

## BIOPLÁSTICOS

Os bioplásticos, ou biopolímeros, são “celebrados” como uma versão mais sustentável do plástico. Como não existe uma definição padrão para esses termos, eles podem acabar suscitando confusão. Para a European Bioplastics, bioplástico é um termo amplo que pode se referir tanto à origem renovável desses materiais quanto à sua degradabilidade. Assim,

**um material é definido como bioplástico se ele tiver origem renovável, se for biodegradável ou se possuir as duas características.**

A biodegradação é o processo de decomposição completa ou parcial de um polímero, transformando-o em água, dióxido de carbono ou metano, energia e nova biomassa por meio da ação de microrganismos como bactérias ou fungos. Já o termo “compostável” é frequentemente utilizado quando se fala do fim do ciclo de vida dos bioplásticos. Refere-se à biodegradação em condições específicas e em um ambiente aeróbico ou anaeróbico, isso é, na presença ou não de oxigênio.

Como não se encontram disponíveis definições claras para o percentual mínimo de matéria-prima de fonte renovável contida na composição desses materiais para que sejam considerados bioplástico, o uso de baixos percentuais da matéria-prima renovável que se requer em sua composição pode levar o consumidor a falsas escolhas, colaborando apenas para o mercado *greenwashing* (maquiagem verde) e não para a contenção da poluição.

Diferentes normas internacionais definem se um material ou produto pode ser considerado biodegradável ou compostável. Normalmente, a degradação precisa acontecer dentro de uma escala de tempo medida em semanas ou meses. No Brasil, para os plásticos, quem regula a matéria é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), por meio da norma ABNT 15.448-2:2008.

### Bioplástico não degradável

São plásticos produzidos a partir de biomassa renovável – como cana-de-açúcar ou milho – ou de uma combinação de biomassa

renovável e fontes de petróleo, mas que não se degrada. É o caso, por exemplo, do polietileno (PE) verde l'm green™, desenvolvido pela empresa brasileira Braskem. Feito a partir do etanol de cana-de-açúcar, esse biopolímero é semelhante ao plástico de origem fóssil em propriedades, aplicações e tempo de decomposição do plástico convencional. Assim, se não usados e descartados corretamente, causarão os mesmos problemas de poluição do plástico de origem fóssil.

### Bioplástico biodegradável

O bioplástico biodegradável pode ser produzido a partir de matérias primas renováveis e não renováveis, sendo projetado para se decompor em substâncias naturais com a ajuda de microrganismos. Os biopolímeros mais comumente produzidos são o ácido polilático (PLA) e o poli-hidroxicanoato (PHA). O PLA é considerado o exemplo mais proeminente de bioplástico biodegradável em função de suas propriedades mecânicas comparáveis ao poliestireno (PS) e ao PET (politereftalato de etileno).

Já o PHA (polihidroxicanoatos) responde por 6% da produção mundial de bioplásticos<sup>111</sup> e pode ser utilizado na fabricação de embalagens rígidas, potes, sacolas, bandejas, copos, talheres e pratos.

Como é produzido a partir da fermentação de açúcares provenientes de carboidratos, como amido de milho ou cana-de-açúcar, o material é biodegradável sob compostagem em escala industrial, uma vez que exige principalmente temperaturas controladas para a decomposição. Sem essas instalações, os plásticos compostáveis acabam em aterros, lixões ou dispersos no meio ambiente, como todos os outros resíduos<sup>112</sup>.

No Brasil, plantas de compostagem em escala industrial ainda não são uma realidade, o que impede que plásticos biodegradáveis, como o PLA, sejam tratados adequadamente. Na ausência de plantas de compostagem em grande escala, os plásticos compostáveis, como os PHA, precisariam ser tratados pelos próprios consumidores em seus domicílios, o que é pouco provável de ocorrer mesmo no médio prazo, tendo em vista não ser uma prática difundida, consolidada e, conseqüentemente, praticada entre a população.

## PLÁSTICO OXIBIODEGRADÁVEL

Polímeros oxidegradáveis são vendidos no Brasil e em vários países do mundo com o apelo de serem biodegradáveis, o que é falso. Esses plásticos recebem aditivos oxidegradáveis para acelerar o seu processo de degradação oxidativa (pela ação de oxigênio). A erosão do material é rápida, mas a degradação não é total, gerando microplásticos que representam uma ameaça para os oceanos e outros ecossistemas naturais. Outro grave problema é que a maioria dos aditivos contém metais de transição que podem ser altamente tóxicos para o meio ambiente<sup>1</sup>.

A União Europeia banuiu o uso de oxidegradáveis. No Brasil, sua utilização é condenada pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico, que assinou um

documento da Fundação Ellen MacArthur pedindo a proibição do uso desses aditivos em embalagens e produtos plásticos em todo o mundo<sup>2</sup>. Segundo a Abiplast, não há nenhuma regulação que proíba o uso desses aditivos no país em nível federal. Há, no entanto, leis e projetos de lei que banem o uso de produtos específicos contendo aditivos oxidegradáveis.

Na cidade de São Paulo, a Lei nº 17.261, assinada em janeiro de 2020, proíbe em estabelecimentos comerciais o fornecimento de copos, pratos, talheres, agitadores para bebidas e varas para balões de plásticos descartáveis, incluindo os oxidegradáveis. A lei, atualmente suspensa pela Justiça de São Paulo, estava prevista para entrar em vigor a partir de 1º de janeiro de 2021.

1 ABIPLAST. Bioplástico, oxidegradável e biodegradável. Qual a diferença entre esses plásticos. Publicado em 11 de setembro de 2018.

2 VASCONCELOS, Y. Reutilizar, substituir, degradar. Revista Pesquisa Fapesp. Edição 281. Publicado em julho de 2019.

Além disso, os mesmos desafios que dificultam a reciclagem de pequenos pedaços de plástico de uso único (como tamanho, baixo valor econômico associado e altos custos de coleta) também se aplicam para materiais biodegradáveis ou compostáveis, que requerem separação, coleta

e destinação para centrais de compostagem que ofereçam as condições necessárias para sua completa degradação. Ressalta-se aqui que não há no Brasil sistemas de reciclagem em operação para o tratamento de tipos alternativos de plástico, quais sejam os plásticos biodegradáveis e compostáveis.

## LEGISLAÇÃO INTERNACIONAL PARA REDUÇÃO DE PLÁSTICOS DE USO ÚNICO

Governos ao redor do mundo têm reconhecido a gravidade da poluição e aprovado leis e medidas para diminuir o uso de plásticos de uso único. Blocos econômicos e mais de 40 países já aprovaram leis que restringem ou banem plásticos de uso único e estabelecem metas altas de reciclagem.

Essas políticas geralmente se concentram nos itens de lixo mais comuns encontrados nas limpezas de praia: utensílios, embalagens de alimentos, garrafas e tampas de garrafas de plástico, sacolas, outros sacos e recipientes de plástico ou de espuma. Como todos esses itens são usados uma vez e depois jogados fora, um ponto de partida lógico é direcionar políticas públicas para itens de plástico de uso único.

Políticas como proibições, impostos, sistemas de devolução de embalagens e responsabilidade estendida do produtor podem ser eficazes para incentivar a redução de plástico de uso único. Algumas políticas visam incentivar o descarte adequado de plásticos de uso único, alterando o comportamento do consumidor. Outros determinam que os produtores atinjam determinadas metas de reciclagem ou coleta, ou que os fabricantes garantam que seus produtos sejam facilmente recicláveis, cubram o custo de limpeza dos resíduos que geram e aumentem a conscientização sobre o descarte adequado de lixo.

A seguir são apresentados três exemplos detalhados de legislações internacionais que estão regulamentando adequadamente o uso de plásticos de uso único (PUU):

UNIÃO EUROPEIA	
<b>PUU regulamentados</b>	Recipientes para alimentos, copos de bebidas, cotonetes, talheres, pratos, canudos, agitadores para bebidas, hastes para balões, recipientes para bebidas, absorventes higiênicos externos e internos e seus aplicadores, lenços umedecidos, balões, invólucros e embalagens, produtos de tabaco com filtro, produtos plásticos oxibiodegradáveis e poliestireno expandido.
<b>Instrumento</b>	Proposta Diretiva da UE <sup>113</sup>

A União Europeia (UE) aprovou uma diretiva sobre a regulamentação de determinados produtos plásticos de uso único que visa prevenir e reduzir seu impacto sobre o meio ambiente, principalmente no ambiente e na vida aquática, e sobre a saúde humana, bem como promover a transição para uma economia circular com modelos de negócios, produtos e materiais que sejam inovadores e sustentáveis, contribuindo para o funcionamento eficiente do mercado interno (artigo 1).

Essa proposta surge como um complemento aos esforços já empreendidos pela UE no marco de sua Estratégia para o Plástico<sup>114</sup> corrigindo algumas lacunas detectadas nas diferentes legislações europeias em vigor e reforçando a abordagem sistêmica e inovadora para conseguir impulsionar substitutos de origem biológica que ofereçam novas oportunidades para as empresas e proporcionem conforto aos consumidores. A proposta europeia estabelece a obrigação de os Estados-membros adotarem medidas como:

**Redução de consumo:** Redução de, pelo menos, 25% do consumo de recipientes para alimentos com ou sem tampa, copos para bebidas e outros produtos até 2025. Essas medidas podem incluir garantir a disponibilidade de produtos reutilizáveis nos pontos de venda ao consumidor final ou impostos sobre esses produtos. De qualquer forma, os países devem elaborar planos nacionais com as medidas de redução, estabelecendo objetivos quantitativos (artigo 4).

**Restrições de mercado:** Ampla proibição à introdução no mercado de cotonetes, talheres (garfos, facas, colheres, palitos), pratos, canudos, agitadores para bebidas, hastes destinadas a segurar e unir balões, produtos plásticos oxibiodegradáveis e recipientes para alimentos e bebidas feitos de poliestireno expandido. Além disso, devem garantir que, até 2025, garrafas de bebidas só possam ser comercializadas se forem fabricadas com pelo menos 35% de conteúdo reciclado e/ou forem recicláveis (artigo 6).

**Responsabilidade estendida do produtor:** Estabeleceu regimes de responsabilidade estendida do produtor em relação aos seguintes produtos listados na parte E do Anexo I da diretiva:

- Recipientes para alimentos, como caixas, com ou sem tampa, usados com a finalidade de armazenar alimentos para consumo imediato no próprio recipiente, no local

ou para levar, sem qualquer preparação adicional, por exemplo, os usados para *fast food*, com exceção daqueles para bebidas, os pratos e as embalagens e os invólucros que contêm alimentos.

- Invólucros e embalagens feitos de material flexível que contenham alimentos destinados ao consumo imediato no próprio invólucro, sem qualquer preparação posterior.
- Recipientes para bebidas, ou seja, embalagens para líquidos, como garrafas de bebidas, incluindo suas tampas.
- Copos para bebidas.
- Produtos de tabaco com filtro e filtros comercializados para uso em combinação com produtos de tabaco.
- Lenços umedecidos, pré-umedecidos para cuidados pessoais, para uso doméstico e industrial.
- Balões, exceto os de usos e aplicações industriais e profissionais, que não sejam distribuídos aos consumidores.
- Equipamento de pesca contendo plástico. Os Estados-membros devem garantir a coleta de, pelo menos, 50% do equipamento de pesca que contenha plástico até 2025 e reciclar pelo menos 15% desse equipamento no mesmo ano.

Isso significa que os fabricantes deverão arcar com os custos de coleta, transporte e tratamento dos resíduos gerados por esses produtos, o que incluirá os custos de limpeza do lixo e medidas de conscientização (artigo 8).



## COSTA RICA

### PUU regulamentado

Embalagem de espuma plástica (isopor), embalagens de alimentos e talheres descartáveis, não recicláveis, não compostáveis, e canudos, colheres, garfos, facas e utensílios de plástico.

### Instrumento

Estratégia Nacional

Em 2017, a Costa Rica publicou sua “Estratégia Nacional para substituir o plástico de uso único por alternativas renováveis e compostáveis”<sup>115</sup> (doravante denominada “a estratégia”), a fim de contribuir para a solução do problema da poluição gerada por esses plásticos nas bacias hidrográficas da Grande Área Metropolitana e do Pacífico da Costa Rica. Essa estratégia faz parte do “Plano Nacional para Gestão Integrada de Resíduos 2016-2021”, da “Política Nacional para Gestão Integrada de Resíduos 2010-2021” e da “Estratégia Nacional de Separação, Recuperação e Valorização de Resíduos”.

Essa estratégia nasceu como um processo voluntário e coletivo entre o setor público (governo central e municípios), o setor privado (indústria, comércio) e a sociedade civil em geral. Entre seus impactos estão: 1) redução da presença de PUU em rios e praias da Costa Rica; 2) redução da presença de PUU em centros de recuperação de resíduos e 3) crescimento econômico da indústria de alternativas renováveis e compostáveis.

Para alcançar o exposto, a estratégia visa difundir e acompanhar compromissos voluntários de instituições, municípios, empresas e organizações agrupadas em torno de cinco linhas estratégicas que, por sua vez, definem metas para 2021, indicadores de conformidade e determinação de linhas de base com as quais serão feitas comparações. As cinco linhas são:

- 1. Incentivos municipais para substituir plásticos de uso único por alternativas renováveis e compostáveis**, cuja meta é que, até 2021, 80% dos cantões<sup>4</sup> tenham regulamentações de licenças modificadas para incluir taxas que desestimulem o consumo de PUU e estimulem sua substituição por alternativas renováveis e compostáveis.
- 2. Políticas e diretrizes institucionais para que seus fornecedores substituam a compra de plástico de uso único por alternativas renováveis e compostáveis.** A meta é que, até 2021, 70% das instituições públicas da Costa Rica tenham adotado políticas internas de suprimento que desestimulem a compra de PUU e facilitem a aquisição de alternativas renováveis e compostáveis.
- 3. Promover a substituição dos produtos plásticos de uso único por alternativas renováveis e compostáveis entre comerciantes, atacadistas e varejistas em todo o país**, estabelecendo como meta que, até 2021, 80% dos membros da Câmara Nacional de Comércio e Afins (Canacodea) tenham substituído os PUU por alternativas renováveis e compostáveis.

<sup>4</sup> Um cantão é uma unidade territorial de caráter subnacional. Especificamente, as sete províncias que compõem a República da Costa Rica estão divididas em 82 cantões.

**4. Estimular a pesquisa e o desenvolvimento para criar e projetar embalagens, sacolas e recipientes de produtos sólidos e líquidos que substituam os PUU por alternativas renováveis e compostáveis por parte de laboratórios especializados, empresas privadas, universidades, colégios técnicos e centros de formação, definindo como meta ter pelo menos dez novos produtos lançados no mercado**

como alternativas renováveis e compostáveis até 2021.

**5. Estimular o investimento em projetos produtivos que contribuam para a substituição dos PUU por alternativas renováveis e compostáveis, definindo como meta para 2021, que existam 20 novos empreendimentos (ou reconversões) que contribuam para a substituição de PUU por alternativas renováveis ou compostáveis.**

#### ANTÍGUA E BARBUDA

**PUU regulamentados**

Recipientes de poliestireno expandido, utensílios de plástico (colheres, garfos, facas e canudos), bandejas para frutas, carnes e verduras, e caixas de ovos feitas de plástico, embalagens isolantes de espuma de poliestireno.

**Instrumento**

Lei.

O governo de Antígua e Barbuda foi um dos primeiros a proibir a importação e o uso de produtos de espuma de poliestireno para alimentos a partir de 1º de julho de 2017, através

da Ordem do Comércio Externo (Proibição de Importação) de 2017 [*External Trade (Import Prohibition) Order*], que dispunha sobre a proibição em três etapas<sup>116</sup>:

**Etapa 1 (1º de julho de 2017 a 1º de dezembro de 2017):** Proibição da importação e uso de recipientes para alimentos do tipo “concha”, dobráveis, para cachorros-quentes e todos os outros recipientes feitos de poliestireno expandido, como potes, pratos, copos, tampas, coberturas e xícaras para bebidas quentes e frias. O governo também promoveu a substituição de recipientes plásticos PET por outros, feitos de amido de milho (PLA Cornshap).

**Etapa 2 (1 de janeiro de 2018 a 30 de junho de 2018):** Proibição da importação e uso de utensílios como colheres, garfos, facas e canudos, bandejas para frutas, carnes e verduras e caixas de ovos feitos de plástico.

**Etapa 3 (1 de julho de 2018 a 1 de janeiro de 2019):** Proibição da importação e uso de embalagens isolantes de espuma de poliestireno sem revestimento.

A lei estabeleceu uma lista de alternativas para substituição aprovadas pelo governo que consiste em: bagaço (polpa de cana), amido de milho (não modificado geneticamente), bambu, hastes de trigo, papelão/papel, palmeira de areca e amido ou fécula de batata. Esses produtos estarão isentos de impostos. De qualquer forma, os importadores dessas alternativas devem apresentar as certificações correspondentes dos fabricantes e laboratórios credenciados para verificação. Além disso, a lei previu um período de carência de seis meses para se eliminar todo o estoque existente de produtos proibidos, após o qual seriam realizadas inspeções e confiscos, se necessário.

A lei foi aplicada a todas as empresas do setor de alimentos em Antígua e Barbuda, incluindo *catering*, vendedores, supermercados grandes e pequenos e lojas de comida. No entanto, companhias aéreas, voos fretados particulares e cruzeiros de passageiros estarão isentos até novo aviso.

**Por fim, uma análise das políticas nacionais mostra que, do ranking dos 20 países que mais contribuem para a poluição marinha por plástico, sete ainda não têm marco legal para reduzir significativamente ou substituir os plásticos de uso único. São eles Filipinas, Tailândia, Egito, Argélia, Mianmar e Coreia do Norte e Brasil<sup>117</sup>. Por isso, é urgente que o governo brasileiro aprove legislação robusta para reduzir sua contribuição na poluição por plástico no oceano.**

## REDUZIR, REUSAR, RETORNAR

Os problemas causados pelo excesso e mau uso dos polímeros fósseis também têm levado à busca por materiais mais ecológicos e a mudanças nos padrões de consumo e no

design de produtos. Na substituição do plástico para a produção de embalagens e utensílios descartáveis, ganham espaço matérias-primas bem conhecidas, como papel e alumínio, e se destacam materiais inusitados e inovadores, a exemplo de copos feitos de polpa de mandioca, embalagens à base de algas e pratos de bagaço de cana-de-açúcar.

Empresas ajustam suas práticas, e novos negócios são criados para operar dentro de uma lógica de economia circular. **Segundo a Fundação Ellen MacArthur, a economia circular se coloca como uma alternativa ao modelo econômico linear atual de “extrair, produzir, desperdiçar”. O modelo dissocia a atividade econômica do consumo de recursos finitos e elimina resíduos do sistema por princípio. Seus três fundamentos básicos são: eliminar resíduos e poluição desde o princípio; manter produtos e materiais em uso e regenerar sistemas naturais<sup>118</sup>.**

Seguindo os princípios de economia circular, cresce o número de comércios e marcas que propõem a venda a granel, isso é, de produtos que não foram pré-embalados. Além de temperos, cereais, queijos e carnes vendidos a granel, em países como a França é possível comprar azeite, vinho, produtos de limpeza e cosméticos em recipientes reutilizáveis.

A Fundação Ellen MacArthur estima que a substituição de apenas 20% das embalagens plásticas de uso único por alternativas reutilizáveis tem um potencial de negócios de US\$ 10 bilhões<sup>119</sup>. Com a ajuda de tecnologias digitais, os modelos de reuso podem propiciar aos consumidores experiências de melhor qualidade, customizar produtos de acordo com as necessidades individuais, garantir fidelidade às marcas, otimizar operações e reduzir custos. Eles permitem, por exemplo, que uma embalagem de sor-

vete de alta qualidade que conserva o produto por horas fora do congelador seja entregue e retirada em casa por meio de um modelo de assinaturas. Além de conveniente e agradável, a experiência pode fidelizar o cliente.

Sistemas de reúso também têm o potencial de criar empregos localmente e diminuir os gastos da administração pública com gestão de resíduos e limpeza. O sistema de garrafas retornáveis já foi a principal forma de distribuição da indústria de bebidas, mas as empresas diminuíram significativamente a parte de mercado desse tipo de embalagem em prol das descartáveis.

**Estudo da Oceana calculou que um aumento de 10% na fatia de mercado de garrafas retornáveis de bebidas não alcóolicas nos países costeiros poderia reduzir a poluição marinha por essas garrafas em 22%.** Isso significaria deixar de 4,5 bilhões a 7,6 bilhões de garrafas PET longe dos oceanos a cada ano. Já um aumento de 20% na fatia de mercado de retornáveis poderia levar a uma diminuição da poluição marinha por esses produtos de 39%, evitando que de 8,1 bilhões a 13,5 bilhões de garrafas PET cheguem ao mar anualmente<sup>120</sup>. O estudo da Oceana pontua que, apesar dos retornáveis terem perdido espaço para as embalagens não retornáveis, o primeiro ainda detém grandes fatias de mercado ao redor do mundo e tem ficado mais eficiente e rentável.

**Visando à diminuição de resíduos plásticos, surgem produtos em novos formatos e materiais, como escovas de dentes de bambu e xampus e cremes dentais sólidos. A preocupação com o meio ambiente também abre espaço para o desenvolvimento de negócios inovadores que favorecem a reutilização de embalagens, parte crucial da solução para a poluição plástica.**

## INICIATIVAS

### ALEMANHA – sistema nacional de depósito e devolução de garrafas

A Alemanha conta com um sistema nacional de garrafas retornáveis, feitas de vidro ou PET, em tamanhos que variam de 200 ml a 1,5 litro. Quase todas as garrafas (99%) são retornadas pelos consumidores, via máquinas ou em pontos de venda. Na devolução, eles são reembolsados pelos depósitos de € 0.08 ou € 0.15. As garrafas de vidro são higienizadas e reutilizadas até 50 vezes, enquanto as PET, 20 vezes, em média. A maior parte das garrafas têm tamanho padrão, o que permite que sejam usadas e retornadas por diversos consumidores<sup>121</sup>.

### ReCup – sistema de depósito e devolução de copos

A Recup propõe um sistema de reúso de copos para cafeterias na Alemanha. Os consumidores pagam € 1 por copos de polipropileno reutilizáveis em três tamanhos: 200 ml, 300 ml ou 400 ml. Eles recuperam o dinheiro ao retornar o copo vazio em qualquer uma das mais de 2,7 mil lojas cadastradas espalhadas por 450 cidades. Os parceiros comerciais da ReCup pagam uma taxa de adesão para financiar o sistema e ter acesso ao aplicativo. Os copos são projetados para serem usados até mil vezes<sup>122</sup>.

### **Loop – produtos de grandes marcas em embalagens retornáveis**

A Loop é uma plataforma on-line desenvolvida pela empresa de reciclagem Terra Cycle que propõe produtos de grandes marcas em embalagens de boa qualidade e retornáveis. Ela simplifica ao mesmo tempo a vida dos consumidores, entregando os produtos e coletando as embalagens vazias em casa, e dos fabricantes, encarregando-se da logística reversa, higienização e redistribuição das mercadorias.

As taxas de adesão para os parceiros comerciais são definidas em função da durabilidade, grau de dificuldade de limpeza e avaliação dos ciclos de vida das embalagens. Recipientes de lavagem difícil implicam taxas mais altas do que embalagens simples de higienizar.

Para os usuários, não há mensalidades ou taxas de inscrição, eles apenas precisam pagar uma pequena quantia pelo empréstimo da embalagem, que é restituída no ato da devolução. Em parceria com empresas como P&G, Unilever, Nestlé, PepsiCo e Coca-Cola, a Loop está disponível atualmente na costa leste americana e em Paris. Ao longo de 2020, a plataforma deve expandir suas operações para outros países<sup>123</sup>.

### **ReCircle - sistema de embalagens retornáveis de comida para viagem**

Esse sistema de reuso de embalagens conta com mais de 800 restaurantes parceiros na Suíça e 27 na Alemanha, tendo mais de 70 mil recipientes em circulação. Os estabelecimentos pagam uma anuidade de € 135, que inclui 20 recipientes,

economizando assim centenas de embalagens descartáveis. Os consumidores pagam € 9 pela embalagem para viagem, que pode ser devolvida em qualquer restaurante parceiro, onde são reembolsados. Os restaurantes da rede são responsáveis pela higienização dos recipientes<sup>124</sup>.

### **Algramó 2.0 – sistema de refil inteligente sobre rodas**

Em parceria com a Unilever e a Nestlé, a startup chilena lançou um sistema-piloto de distribuição inteligente de produtos em domicílio usando triciclos elétricos. Os consumidores compram embalagens reutilizáveis e fazem uma conta on-line, que administra os créditos para refil e recompensas de fidelidade que podem ser descontadas nas máquinas distribuidoras. Os usuários podem marcar a visita pelo aplicativo sem custo. O primeiro projeto-piloto tem opções de refil de produtos de limpeza, como Omo, e ração Purina. A startup está aberta para incluir novas marcas ao sistema e instalar seu dispositivo de vendas em supermercados<sup>125</sup>.

### **Projeto Reutilizar #praserfeliz – produtos a granel no Pão de Açúcar, no Brasil**

Algumas lojas da bandeira de supermercados Pão de Açúcar participam do Projeto Reutilizar #praserfeliz. Produtos como grãos, chás, temperos e chocolates são disponibilizados em dispensers específicos para venda a granel. Essas estruturas garantem o frescor dos alimentos e permitem que os clientes comprem porções dos tamanhos desejados. O projeto contribui para a redução do uso de descartáveis e permite aos consumidores pagarem menos por não incluir

no preço o custo das embalagens. As lojas que aderem ao programa comercializam embalagens reutilizáveis de vidro.

#### **B.O.B – bars over bottles – cosméticos em barra**

Com a proposta “zero plástico”, a marca brasileira vende xampus e condicionadores sólidos em embalagens biodegradáveis. Os produtos são veganos e livres de conservantes.

#### **Beegreen – talheres de bambu reutilizáveis made in Brazil**

A empresa brasileira Beegreen Sustentabilidade Urbana desenvolveu uma linha de talheres feitos de bambu com produção 100% brasileira. “Levamos mais de um ano no desenvolvimento dos talheres, já que o Brasil não possui maquinário e estrutura adequada para a produção em bambu. Nossos produtos são feitos quase que manualmente, mesmo assim, já estamos no processo de desenvolvimento de novidades”, disse a engenheira de produção e sócia proprietária da Beegreen, Patricya Bezerra. O Brasil tem 258 espécies de bambu e conta com a maior reserva natural do planeta, mas a cadeia produtiva da planta ainda está sendo estruturada no país.

#### **Casa Santa Luzia – verduras embaladas em folhas de bananeira**

A Casa Santa Luzia, em São Paulo, tem se esforçado para reduzir sua produção de resíduos. O empório voltado a um público de alto poder aquisitivo substituiu parte do plástico por folhas de

bananeira para embalar verduras e planeja trocar bandejas de isopor por soluções biodegradáveis à base de bagaço de banana e mandioca<sup>126</sup>.

#### **Tamoios – embalagens biodegradáveis feitas de resíduos agroindustriais**

A empresa paulista Tamoios Tecnologia produz embalagens biodegradáveis a partir de resíduos agroindustriais. As aplicações incluem bandejas para alimentos secos e frutas, embalagens para garrafas, enchimento para sapatos e embalagens para peças automobilísticas. Os produtos são feitos com polpa moldada obtida a partir do papelão e outras fibras vegetais, como fibra de bananeira. Também podem ser utilizados no processo papéis de reciclagem e casca de arroz. Um diferencial da empresa é o maquinário desenvolvido pelos sócios, que é capaz de fabricar diferentes formatos de embalagens. Infelizmente, isso não ocorre com os fabricantes de caixas de ovos, que, apesar da técnica parecida (polpa moldada), trabalham com máquinas enormes que só conseguem fazer um tipo de produto<sup>127</sup>.

#### **Oka Bioembalagens - bioembalagens 100% compostáveis**

A empresa brasileira Oka Biotecnologia produz bioembalagens 100% compostáveis, de matéria prima de fonte renovável - a fécula da mandioca. No portfólio de produtos da empresa estão bowls, copos de 80ml a 500ml, e talheres, todos compostáveis e comestíveis, e que podem substituir embalagens de plástico ou isopor. A empresa também desenvolve outros tipos de bioembalagens personalizadas.







# 6. PROPOSTAS DA OCEANA PARA O BRASIL

Mais plástico foi produzido na década anterior do que em todo o século passado e, como resultado, um caminhão de resíduos de plástico é despejado em nossos oceanos a cada minuto. As projeções atuais indicam que, nesse ritmo, 12 bilhões de toneladas de resíduos plásticos estarão em aterros sanitários ou dispersos no ambiente até 2050.

As embalagens são o maior mercado para o plástico, consumindo cerca de 36% da produção mundial e 40% da produção nacional. O plástico de uso único é a opção mais barata porque as externalidades negativas não estão contabilizadas no custo das embalagens ou dos produtos descartáveis. Esses custos ocultos para o meio ambiente e para a saúde humana acabam sendo pagos pelos impostos dos contribuintes.

Nos últimos anos, o problema da poluição por plásticos tem sido atribuído a falhas no sistema de gestão e gerenciamento de resíduos. Esse enquadramento transferiu a responsabilidade (e a culpa) para o consumidor (que também falha na separação daquilo que descarta) e para as cidades (que não efetivam a implementação da coleta seletiva, investem pouco em infraestrutura de reciclagem, ainda mantêm lixões a céu aberto e não formam capacidades institucionais). Assim, as soluções políticas têm se concentrado em demonstrar a recicla-

bilidade e o aumento das taxas de reciclagem dos resíduos produzidos e, em alguns casos, em promover a incineração com a recuperação energética desse resíduo plástico.

No entanto, uma avaliação realista do impacto potencial da reciclagem mostra que ela por si só não é e não será suficiente na prevenção da poluição por plásticos. Mesmo nas suposições mais otimistas sobre aumento das taxas de reciclagem, ela não acompanhará a tendência de crescimento na produção total de descartáveis e, portanto, não impedirá o fluxo de plástico para os oceanos.

É preciso exigir que as empresas de bens de consumo vão além dos compromissos de reciclagem e reciclabilidade e ofereçam opções de embalagens sem plástico. O consumidor que queira evitar esses materiais tem escolha limitada devido à carência de alternativas e, assim, não consegue fazer escolhas conscientes.

Governos também têm papel fundamental na redução da poluição. Muitos países já implementaram ou estão desenvolvendo políticas nacionais limitando o uso de produtos de plástico descartável e embalagens, e à medida que governos e sociedade se tornam mais conscientes, aumenta o número de legislações nessa direção.

No Brasil, não há ainda uma legislação nacional sobre produtos plásticos descartáveis:

diferente das embalagens, não são tratados de forma diferenciada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) ou pelo Acordo Setorial para Logística Reversa de Embalagens em Geral, nem é foco de regra restritiva de qualquer natureza.

Subnacionalmente, tanto na esfera legal quanto na vigilância sanitária, há regulamentos diversos nos estados e municípios, nem sempre na mesma direção. Há leis que obrigam o uso de oxidegradáveis para sacolas plásticas e outras que o proíbem, há banimentos de canudos e há obrigatoriedade de embalagens individuais e herméticas para canudos. Há, portanto, ao mesmo tempo, vácuo e confusão legal, além de falta de vontade política que impede o país de enfrentar, de forma efetiva, o crescente volume de lixo plástico gerado no território nacional.

A solução prática e concreta para impedir que o plástico de uso único continue poluindo o mar é reduzir a oferta e consumo desse material. O primeiro passo é substituir, gradativamente, todo o plástico evitável, como os produtos descartáveis, por alternativas retornáveis, reutilizáveis, que não gerem resíduos, ou por materiais alternativos mais sustentáveis.

Apenas se estiverem limpos e em equilíbrio, nossos oceanos podem alimentar um bilhão de pessoas todos os dias. A única solução prática e concreta para impedir que o plástico continue poluindo o mar é que governos e empresas se comprometam com ações para redução do uso desse material. A Oceana recomenda três soluções concretas que, juntas, podem reduzir efetivamente a poluição marinha por plástico:



## LEI NACIONAL PARA REDUZIR O USO DE PLÁSTICOS DE USO ÚNICO

O Brasil precisa de uma lei em âmbito nacional regulando a oferta e o uso de todo plástico evitável e desnecessário. É inegável a contribuição do Brasil para a poluição plástica nos oceanos, portanto, o país tem grande responsabilidade em reduzir esse impacto. É urgente uma legislação robusta, inspirada em políticas, leis e boas experiências internacionais, visando reduzir a geração de resíduos evitáveis para:

- i. Harmonizar as regulamentações dispersas sobre o uso de plásticos descartáveis;
- ii. Promover a não geração de resíduos plásticos;
- iii. Exigir a substituição dos produtos de plástico descartável, como utensílios, pratos, copos, assim como bandejas e contêineres de isopor, por opções retornáveis, reutilizáveis ou, ainda, por opções mais sustentáveis.
- iv. Estabelecer metas para a redução e reutilização de embalagens plásticas de uso único;
- v. Exigir que o fornecimento de sacolas plásticas seja feito mediante cobrança de, no mínimo, seu preço de custo, até que sejam completamente substituídas por sacolas retornáveis ou opções mais sustentáveis;
- vi. Estabelecer sanções pelo não cumprimento da responsabilidade estendida do produtor pelas embalagens pós-consumo, por meio de fiscalização e suspensão de licença de comercialização.

Ainda, é preciso que municípios e estados também implementem políticas locais limitando o uso de plástico descartável.



## OFERTA DE ALTERNATIVAS SEM PLÁSTICO PARA O CONSUMIDOR

As empresas devem oferecer aos consumidores opções livres de plástico para seus produtos e embalagens, a um custo similar ou menor do que as embalagens hoje utilizadas. Isso significa que as empresas devem substituir os produtos descartáveis por opções reutilizáveis, inovar e investir em sistemas de entrega com embalagens retornáveis ou reutilizáveis. Os consumidores desempenham papel importante e devem exigir que suas marcas favoritas ofereçam opções sem plástico.

Diversas empresas têm oferecido alternativas, comprovando não só a viabilidade da transição para produtos ou embalagens diferenciadas, como o interesse do consumidor por essa opção. São inúmeras as possibilidades no Brasil:

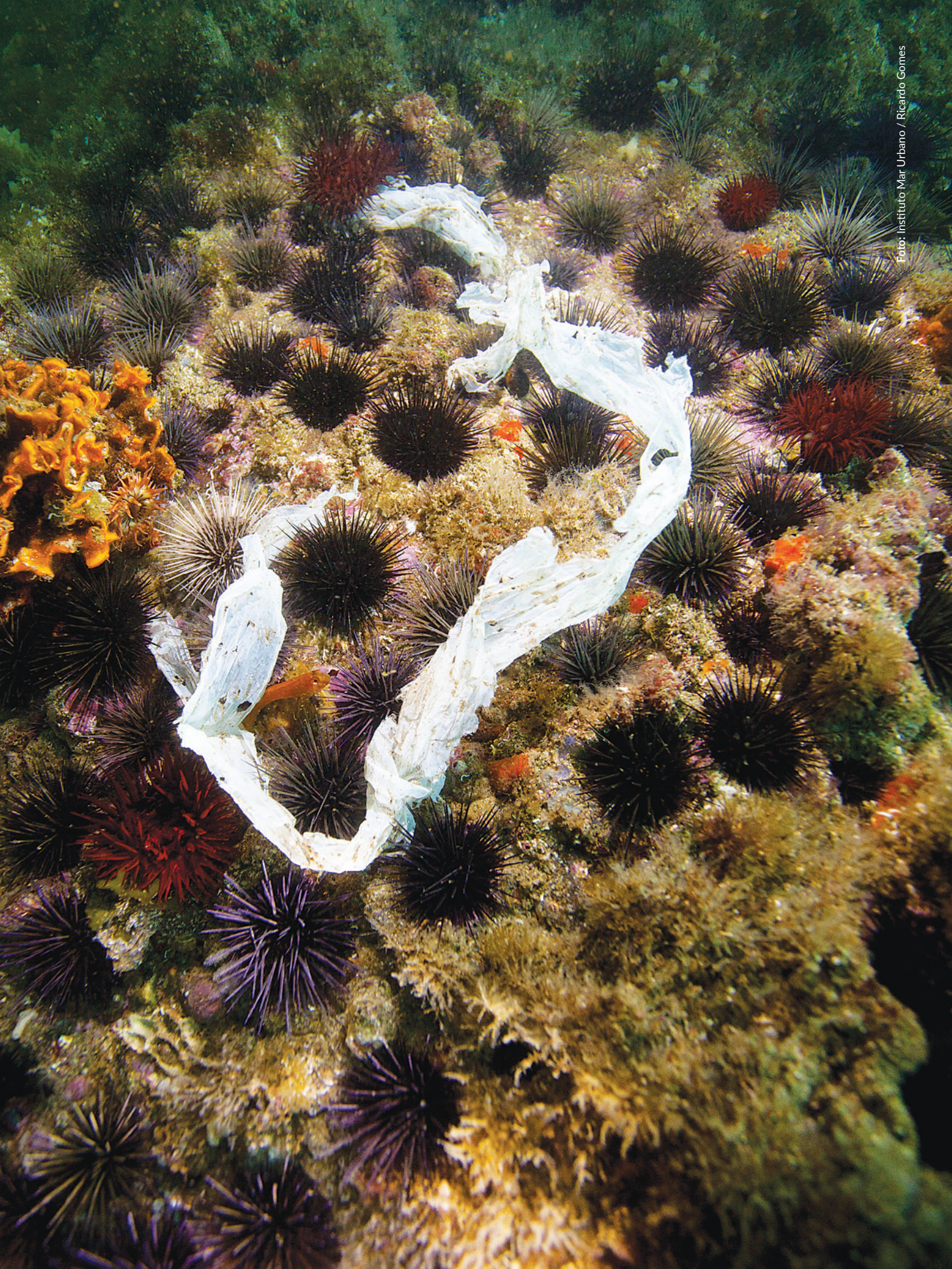
- Oferta de produtos a granel, sem embalagem plástica, para envase em recipiente próprio do cliente;
- Produtos oferecidos em embalagens retornáveis;
- Substituição de embalagens – como as bandejas de isopor para frios, ou embalagens de plástico para bolos e pães, ou, ainda, frutas e legumes embalados – por alternativas biodegradáveis ou compostáveis;
- Desenvolvimento e oferta de embalagens alternativas (em vidro, alumínio ou cartonado), com base em análises de ciclo de vida;
- Oferta de refis em loja mediante entrega da embalagem vazia (o consumidor paga apenas pelo produto: entrega a embalagem vazia e leva um produto novo).

As mudanças de produtos emblemáticos trazem inspiração para outras mudanças, ou a criação de ambiente favorável para novos modelos de negócio menos intensivos no uso de plástico.



## ZONAS LIVRES DE PLÁSTICO

Com o objetivo de reduzir a quantidade de plástico de uso único e conscientizar o público quanto à poluição de plásticos nos oceanos, a Oceana propõe que sejam criadas Zonas Livres de Plástico. Essas zonas são áreas onde não são fornecidos, comercializados ou utilizados plásticos de uso único, podendo ser desde escritórios corporativos, aeroportos, escolas e universidades, hotéis, bares de praia, até festivais, eventos e cidades inteiras. Essas iniciativas não precisam se limitar a áreas costeiras e podem ser implementadas pelas próprias comunidades, governos ou estabelecimentos comerciais, de forma individual ou por meio de suas redes.



# ANEXO I – METODOLOGIA

A construção deste relatório teve como base a abordagem da Oceana globalmente, ajustada a cada país, e foi feita a partir da contratação de quatro consultorias especializadas, que contribuíram para as análises e resultados apresentados. Além dos relatórios produzidos por cada consultoria, também foram realizadas revisões bibliográficas e análises de dados secundários pela Oceana.

Foram utilizadas fontes de informação públicas e oficiais, como dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – módulo Resíduos Sólidos, do Programa de Monitoramento de Praias (PMP), do Painel de Combate ao Lixo no Mar, do Ministério do Meio Ambiente, números sobre exportação e importação, do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, além de artigos científicos e banco de dados da legislação brasileira. Para dados específicos sobre produção, consumo aparente e aplicações dos plásticos de uso único, a consultoria Giral Viveiro de Projetos contratou um estudo da Maxiquim, empresa de avaliação de negócios na indústria química.

Para enriquecer o relatório, também foram realizadas entrevistas com as seguintes associações setoriais: Abal (Associação Brasileira de Alumínio), Abiplast (Associação Brasileira da Indústria do Plástico) e Abividro (Associação Brasileira das Indústrias de Vidro).

A metodologia específica para cada seção está detalhada a seguir. Todas as referências bibliográficas citadas e utilizadas para a construção deste estudo estão disponíveis para consulta.

## SEÇÃO 1. A ERA DO PLÁSTICO

As informações apresentadas na Seção 1 são resultado de revisão bibliográfica, compilação e análise de dados disponíveis na literatura citada.

## SEÇÃO 2. PLÁSTICOS DE USO ÚNICO

### Metodologia do dimensionamento do mercado de plásticos de uso único no Brasil

Os plásticos de uso único foram descritos sob duas categorias: produtos descartáveis e embalagens de uso único. A produção de transformados plásticos de uso único foi estimada a partir do consumo aparente de resinas virgens (provenientes da 2ª geração petroquímica) para aplicações de uso único. Sobre este valor somou-se os dados de comércio exterior relativos à importação e exportação de itens plásticos de uso único para que se chegasse ao consumo aparente de plásticos de uso único.

O consumo aparente de resinas termoplásticas virgens foi calculado com base nos dados de produção, importação e exportação brasileiras de cada resina. São elas: PEBD, PEBDL, PEAD, PP, PS, PET, PVC e EPS. Os dados de produção de resinas virgens são oriundos de fontes primárias – as próprias produtoras de resinas (indústrias petroquímicas) –, enquanto os dados de importação e exportação de resinas foram obtidos junto ao Comex (Ministério da Indústria, Comércio

Exterior e Serviços – MDIC). Foram utilizadas as Nomenclatura Comum do Mercosul (NCMs) das resinas em questão.

Quanto ao levantamento das importações e exportações de plásticos de uso único, utilizou-se algumas NCMs de plásticos transformados. Foi feita uma busca detalhada, a partir dos nomes das NCMs para se chegar aos números desse recorte.

Com base na segmentação por aplicação de cada resina, destacando-se os usos relacionados a embalagens de bens de consumo não duráveis (alimentos, bebidas, higiene pessoal, limpeza doméstica) e de descartáveis, chegou-se ao consumo aparente de resinas termoplásticas vírgens para aplicações de uso único por resina. Os dados de segmentação de mercado são oriundos da base de dados e inteligência da Maxiquim, empresa de avaliação de negócios na indústria química, que forneceu dados para a consultoria Giral Viveiro de Projetos contratada pela Oceana.

O cálculo do consumo aparente de resinas de uso único não considerou a produção de resinas recicladas que se destinam a aplicações

de uso único, considerando apenas resinas vírgens. Também não foram contabilizadas aplicações de uso único para as resinas de plásticos de engenharia. Para o caso do PVC, o volume é irrisório e a Maxiquim não possui série histórica disponível. Realizou-se o levantamento do volume de PVC de uso único para o ano de 2019.

### Metodologia de cálculo da quantidade de itens descartáveis e embalagens (página 29)

A quantidade de itens de uso único consumidos, apresentada na página 25, foi obtida pela divisão do volume consumido por produto pelo peso médio de uma unidade, conforme TABELA 9. Como o peso de uma unidade pode variar de acordo com a sua espessura, utilizou-se como referência os valores disponíveis na literatura, especificações técnicas e/ou dados sobre os produtos à venda, para os itens com informação disponível. A soma das unidades totaliza 482,16 bilhões de unidades, e por aproximação, considerou-se o valor de 500 bilhões de unidades.

### TABELA 9.

Para o volume de consumo/ano - Base de dados da Maxiquim, contratada pela Giral Viveiro de Projetos.

ITEM	VOLUME CONSUMO/ANO	PESO DE 1 UNIDADE	TOTAL UNIDADES/ANO
Sacolas	213 mil toneladas	3 g <sup>1</sup>	71.000.000.000,00
Copos	150 mil toneladas	2,2 g (copo de 200 ml) <sup>2</sup>	68.181.818.181,82
Utensílios	30 mil toneladas	1,72 g <sup>3</sup>	17.441.860.465,12
Garrafas PET	537 mil toneladas	47 g (garrafa de 2 L) <sup>4</sup>	11.425.531.914,89
Bandejas de isopor	52 mil toneladas	6 g <sup>5</sup>	8.666.666.666,67
Embalagens flexíveis	1317 mil toneladas	4,9g <sup>6</sup>	268.775.510.204,08
Canudos e misturadores de bebidas	11 mil toneladas	0,3g <sup>7</sup>	36.666.666.666,66

### Referências:

- <sup>1</sup> Dados do Estudo de Ecoeficiência de Sacolas de Supermercado, disponível em: [http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/SOAP\\_Estudo%20sacolas\\_FINAL%20WEBSITE\\_26.pdf](http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/SOAP_Estudo%20sacolas_FINAL%20WEBSITE_26.pdf)
- <sup>2</sup> Dados de informação ao consumidor do Inmetro, disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/copos\\_plasticos.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/copos_plasticos.asp)
- <sup>3</sup> Informação disponível em: <http://bellocopo.com.br/garfo-ref-cristal/>
- <sup>4</sup> Dados da ABIPET, disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=66>
- <sup>5</sup> Informação disponível em: <https://embalagensoriginal.com.br/produto/bandeja-de-isopor-b3-rasa-400-unidades/153>
- <sup>6</sup> O peso das embalagens flexíveis é variável. Utilizou-se um valor médio como referência de cálculo. Fonte: <https://blog.sulprint.com.br/calculo-de-rendimento-para-embalagens-flexiveis/>
- <sup>7</sup> Informação disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10030034.pdf>

### SEÇÃO 3. GESTÃO DE RESÍDUOS DE PLÁSTICOS

O SNIS é o maior e mais importante sistema de informações do setor saneamento no Brasil, que se apoia em um banco de dados que contém informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade sobre a prestação de serviços de água, de esgotos e de manejo de resíduos sólidos urbanos. Para o componente resíduos sólidos, as informações do SNIS-RS são coletadas anualmente e provêm de prestadores de serviços ou órgãos municipais encarregados da gestão dos serviços (fonte primária), sendo a base de dados totalmente pública e disponibilizada gratuitamente no sítio [www.snis.gov.br](http://www.snis.gov.br).

Por meio da base de dados coletada, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) estrutura o Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, tendo como ano de referência o ano anterior ao seu lançamento. Na edição 2018, 3.468 municípios participaram da coleta de dados (62,3% do total do país), cobrindo 85,6% da população urbana do país. Foram consolidados 47 indicadores para os resíduos sólidos, entre eles taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar, massa recuperada per capita e autossuficiência financeira do órgão gestor. Atualmente, mostra-se como a

única fonte de dados e informações primárias oficiais confiáveis sobre a gestão e o manejo dos resíduos sólidos gerados no país.

#### Composição física dos resíduos sólidos coletados

A caracterização gravimétrica ou gravimetria é um método analítico quantitativo comumente aplicado à massa de resíduos sólidos na busca de conhecer a sua real composição (frações constituintes), com o objetivo de planejamento mostrando-se uma análise fundamental para conhecer e monitorar os resíduos para os quais se deve planejar e/ou gerenciar, uma vez que sua composição apresenta variações em função das características de cada município e/ou região.

Grande parte dos municípios brasileiros ainda não realizam a análise gravimétrica periódica para os resíduos gerados, ou, se a realizam, não disponibilizam seus resultados para consulta. Por essa razão, para possibilitar conhecer a composição dos resíduos domiciliares gerados no Brasil para fins desse estudo, foram adotados os dados levantados pelos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (TABELA 10) de oito estados, ainda que esses tenham sido estimados por meio de diferentes metodologias e em diferentes períodos.

**TABELA 10.**

Composição física dos resíduos coletados disponíveis em Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (%)

ESTADO	PAPEL/PAPELÃO	PLÁSTICO	VIDRO	METAIS	OUTROS	REJEITOS	MATÉRIA ORGÂNICA
AL	10,49	13,19	3,97	3,28	-	-	54,08
MA	21,89	32,13	3,01	39,97	10,00	-	-
MG	9,75	8,25	2,50	3,00	11,50	-	65,00
PE	8,93	11,04	2,69	3,10	-	17,84	56,46
PI	12,01	13,22	2,54	0,03	-	-	-
RJ	15,99	19,14	3,28	1,57	6,74	-	53,28
RN	3,50	15,30	2,00	2,54	2,75	36,34	35,54
SC	14,40	16,38	3,63	3,06	18,67	-	43,83
Média	12,12	16,08	2,95	7,07	9,93	-	51,37

Fonte: Planos Estaduais de Resíduos Sólidos – AL (2010), MA (2012), PE (2010), PI (2011), RJ (2013), RN (2012), SC (2014).

Observa-se que os dados disponibilizados pelos estados não somam 100% como o esperado, provavelmente em função de alguns estados terem considerado a parcela de outros resíduos não especificados como rejeitos, não sendo possível identificar a inconsistência por não conterem informações a respeito. Assim, dados de alguns estados (MA, RN, SE e PI) que se mostraram incompletos ou imprecisos foram excluídos uma vez que inconsistências deste tipo podem aumentar o viés (erro) do cálculo Brasil.

Os dados sobre reciclagem e volume de resíduos plásticos de uso único consumidos para produção de resinas recicladas foram uma consolidação estatística de dados oriundos das próprias empresas recicladoras. As estratificações dos plásticos de uso único por resina foram obtidas da base de dados da Maxiquim, contratada pela consultoria Giral

Viveiro de Projetos, que realizou as análises estatísticas.

#### SEÇÃO 4. POLUIÇÃO MARINHA POR PLÁSTICOS NO BRASIL

##### Contribuição do Brasil para a poluição marinha por plásticos

O cálculo da contribuição do Brasil para a poluição marinha por plásticos foi realizado usando a mesma metodologia de Jambeck e colaboradores no artigo *Plastic waste inputs from land into the ocean*, publicado na revista *Science*, em 2014. Este artigo estima a quantidade total de plástico que entra no oceano, a cada ano, a partir de resíduos gerados por populações costeiras em todo o mundo. O Brasil aparece em 16º lugar no ranking dos 20 países com maior massa de plásticos destinados inadequadamente, contribuindo para introduzir entre 70 a 190 mil toneladas de lixo no



mar anualmente (dados de 2010). A Oceana utilizou dados públicos e oficiais do governo brasileiro para atualizar os valores de cada parâmetro e, assim, obter um valor para 2018, último ano com

dados disponíveis. A tabela 11, abaixo, resume as variáveis e dados utilizados por Jambeck et al (2014), assim como os dados usados pela Oceana para atualizar o cálculo.

**TABELA 11.**

Variáveis e dados utilizados para calcular a contribuição do Brasil para a poluição marinha por plásticos

PARÂMETROS	BRASIL (2010)	BRASIL (2018)	DESCRIÇÃO
Status econômico	UMI	UMI	UMI = <i>upper middle income</i> ; classificação do Banco Mundial para o status econômico do Brasil, de acordo com a renda per capita.
População costeira (até 50 km do litoral)	74.696.771	<b>81.646.480</b>	Os autores consideram como população costeira os habitantes que vivem em cidades até 50 km do litoral, e não apenas os municípios litorâneos. Como não tivemos acesso à lista de municípios considerados, atualizamos o número de habitantes com base nos dados do IBGE sobre crescimento da população brasileira. Calculamos a taxa de crescimento da população para cada ano entre 2010-2019, e aplicamos a taxa sobre população considerada pelos autores (74,69 milhões),
Taxa de geração de resíduo [kg/pessoa/dia]	1,03	<b>1,03</b>	Dados do SNIS indicam que são coletados 0,96 kg de resíduos/hab./dia, mas não apresentam a quantidade per capita de resíduos gerados, por dia. Conservadoramente, foi mantido o valor utilizado em 2010.
% de plástico na composição do lixo	15,95	<b>16,08</b>	Porcentagem do resíduo coletado que é composto por plástico. Para atualizar esse número, calculamos a média ponderada da fração de plástico na composição física dos resíduos coletados, disponíveis em 8 Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (AL/2010, MA/2012, PE/2010, PI/2011, RJ/2013, RN/2012, SC/2014).

PARÂMETROS	BRASIL (2010)	BRASIL (2018)	DESCRIÇÃO
% de resíduo destinado inadequadamente	8,52%	<b>24,38%</b>	Segundo os autores são consideradas práticas inadequadas de gestão do resíduo a destinação para locais sem gestão formal, incluindo vazadouros a céu aberto ou aterros onde o resíduo não é totalmente controlado. No Brasil, é considerada inadequada toda disposição de resíduos em lixões e aterros controlados (que, em muitos municípios, se assemelham a lixões). Dados do SNIS apontam que 24,38% do resíduo coletado tem disposição final inadequada.
% de resíduo jogado direto no ambiente	2%	2%	Na metodologia, os autores consideram, para cada país, um volume adicional equivalente a 2% da quantidade de resíduos gerados por dia, que corresponde ao resíduo descartado de maneira inadequada nas vias públicas, nos rios, nos terrenos baldios, na areia da praia etc. Na falta de um dado mais recente e específico para o Brasil, utilizou-se o mesmo valor considerado pelos autores.
Geração de resíduos [kg/dia]	76.937.674	84.095.874	
Geração de resíduos de plásticos [kg/dia]	12.271.559	13.522.617	
Resíduos de plásticos destinados inadequadamente [kg/dia]	1.046.087	3.296.814	
Resíduo de plástico jogado no ambiente [kg/dia]	245.431	270.452	
Resíduo plástico mal gerido [kg/pessoa/dia]	0,017	0,044	
Resíduo plástico mal gerido [toneladas] no ano	<b>471.404</b>	<b>1.302.052</b>	Cálculos realizados em planilha Excel, seguindo a metodologia dos autores, e utilizando os dados atualizados de 2018.

A fonte de informação utilizada foi o 17º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, no âmbito do Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento, e dados do IBGE sobre crescimento da população brasileira.

De acordo com Jambeck et al (2014), uma porcentagem do total de resíduos mal gerenciados chega aos oceanos por meio de córregos, rios, escoamento de águas pluviais ou esgoto, transporte por vento ou marés.

Portanto, essa porcentagem é altamente variável e dependente de fatores locais de cada país, como condições climáticas, topografia e vegetação. O estudo propõe, então, três taxas de conversão (15%, 25% e 40%), consideradas conservadoras, para estimar a massa de plástico que entrou no mar a partir de resíduos terrestres. A tabela 12, abaixo, mostra o resultado obtido para o Brasil em 2010 e os resultados obtidos pela Oceana a partir dos dados de 2018.

**TABELA 12.**

Resultado da contribuição do Brasil para a poluição por plástico no oceano, em 2010 e em 2018

PARÂMETROS	2010	2018
Massa de resíduo plástico gerido inadequadamente (tons)	471.404	1.302.052
Massa de plástico que chega ao oceano (15%) (tons)	70.711	195.308
<b>Massa de plástico que chega ao oceano (25%) (tons)</b>	<b>117.851</b>	<b>325.513</b>
Massa de plástico que chega ao oceano (40%) (tons)	188.562	520.821

Usando o mesmo artigo como referência, o Ministério do Meio Ambiente apontou que 470 mil toneladas de lixo plástico são geridas de forma inadequada e que 133 mil toneladas de plástico chegam aos mares no Brasil por ano<sup>5</sup>, valor que é aproximadamente a média ponderada entre os limites de 15% e 40% para o ano de 2010. Com base nos dados atualizados, a Oceana considera que a contribuição mais provável do Brasil para a poluição marinha por plásticos é de aproximadamente 325 mil toneladas por ano (valor intermediário de 25%), ainda que este valor seja bastante conservador.

Os dados oficiais do governo (SNIS, 2018) indicam que 24,4% do resíduo coletado tem disposição final inadequada. Segundo dados da Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), esse valor é ainda maior – 40,9%<sup>6</sup> –, o que nos levaria a uma contribuição para a poluição marinha ainda mais alarmante. Ainda, a metodologia de referência considera apenas a parcela da população que vive próximo à costa. No entanto, a literatura científica já evidencia o papel que as bacias hidrográficas têm no transporte dos resíduos até o mar, como já mencionado anterior-

<sup>5</sup> <https://www.mma.gov.br/agenda-ambiental-urbana/lixo-no-mar.html>

<sup>6</sup> Panorama Abrelpe 2019.

mente. Sendo assim, é possível que cidades do interior, distantes mais de 50 km da costa, com gestão inadequada de resíduos também contribuam com a poluição marinha por plástico através das bacias hidrográficas que as drenam.

### Impactos na fauna marinha brasileira

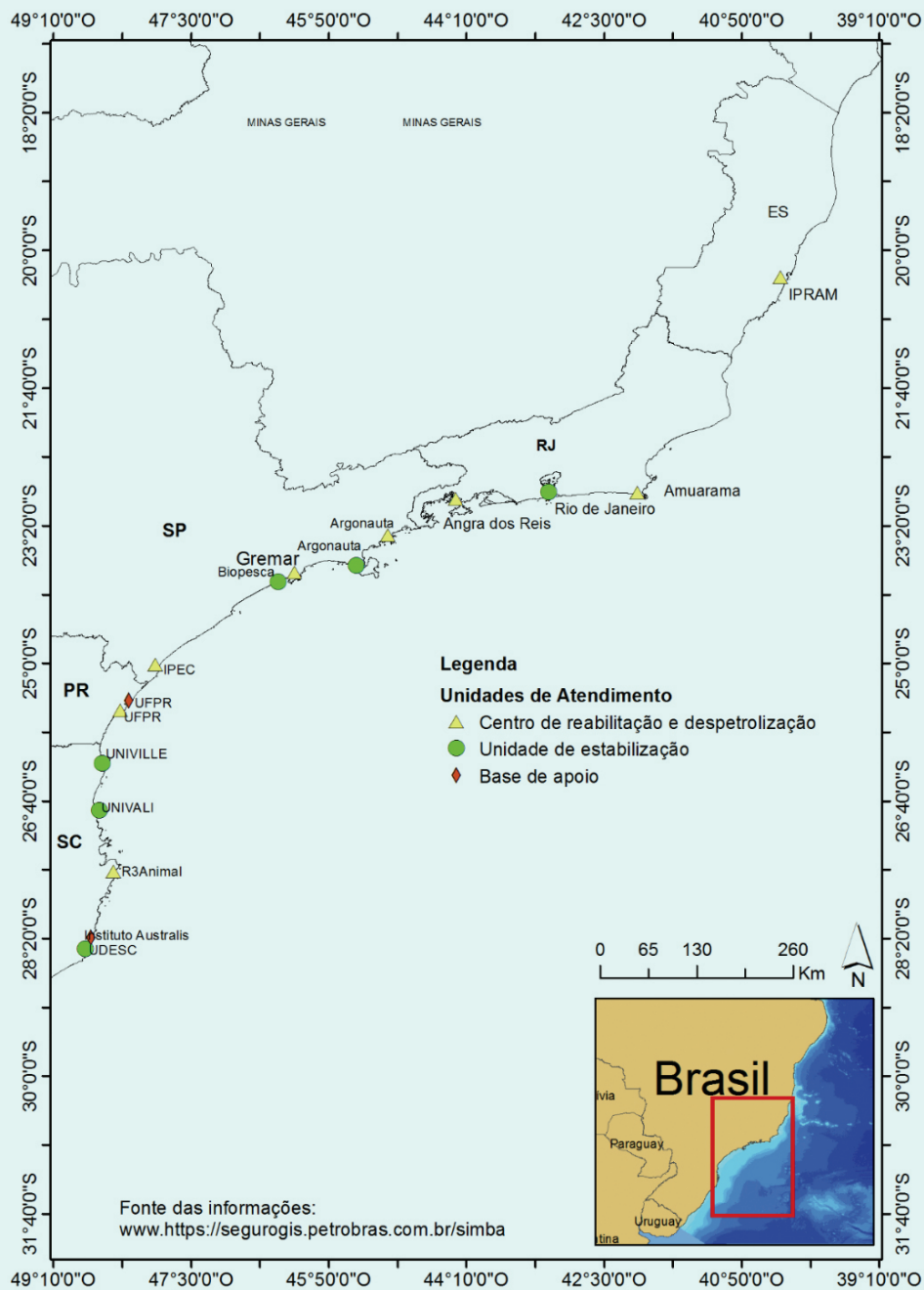
Os registros obtidos para as análises apresentadas no capítulo 4 fazem parte do escopo do Projeto de Monitoramento de Praias da Baía de Santos (PMP-BS) e Baía de Campos (PMP-BC), no Espírito Santo, cujo objetivo é avaliar a interferência das atividades de produção e escoamento de petróleo, realizadas no Pré-Sal, sobre os tetrápodes marinhos (aves, tartarugas e mamíferos). As atividades desenvolvidas consistem em monitoramento diário das praias e realização de atendimento médico-

veterinário aos animais resgatados vivos e debilitados, bem como a realização de necropsias.

A rede de atendimento desses encalhes constitui-se de instalações distribuídas entre Laguna/SC e Conceição da Barra/ES, totalizando 2.788 km de faixa litorânea, formada por instituições como a Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc, Instituto Australis, Associação R3 Animal, Universidade do Vale do Itajaí – Univali, Universidade da Região de Joinville – Univille, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Instituto de Pesquisas de Cananeia – IPEC, Instituto Biopescaria, Instituto Gremar, Instituto Argonauta, CTA Meio Ambiente Consultoria e Instituto de Pesquisa e Reabilitação de Animais Marinhos – Ipram, integrantes da Rede de Encalhes de Mamíferos Aquáticos do Brasil (Remab) e pela Fundação Pró-Tamar (FIGURA 24).

**FIGURA 24.**

Instituições que compõem o PMP entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina e localização das suas respectivas unidades de atendimento



O levantamento de dados foi realizado baseando-se em informações disponíveis ao público em Fichas de Ocorrência de Fauna Alvo Individual e Exame Anatomopatológico, na plataforma Simba (Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática), disponíveis on-line no endereço eletrônico: <https://segurogis.petrobras.com.br/simba/web/>.

Nessas fichas registram-se informações compiladas desde o momento do encalhe do animal/carcaça na praia, como localização geográfica da ocorrência, condições climáticas, bem como informações sobre a fauna (espécie, condição da carcaça, integridade física, presença de sinais de interação antrópica etc.). Há, ainda, o registro de todos os achados de necropsia, englobando as principais lesões encontradas, tipos de interações antrópicas sofridas, bem como o diagnóstico da *causa mortis*. Outras informações adicionais foram encontradas em consulta aos relatórios anuais disponíveis no canal de comunicação on-line da Petrobras (<https://www.comunicabaciadesantos.com.br/programa-ambiental/projeto-de-monitoramento-de-praias-pmp.htm>).

Os animais que encalham vivos na faixa de atuação de cada uma das instituições recebem atendimento veterinário e passam por detalhado exame clínico, onde, além dos parâmetros biológicos, são também investigadas quaisquer marcas de traumas na pele, deixadas pelo contato com petrechos de pesca abandonados

e/ou ingestão de resíduos sólidos ou, contudo, na maior parte das vezes, os resíduos sejam observados apenas após a morte do animal, no exame de necropsia.

A interação com os resíduos sólidos, como plásticos, pode ou não estar vinculada com a *causa mortis*. Para discernir os casos, o diagnóstico presuntivo de necropsia é classificado como de causa natural ou antropogênica. As análises foram realizadas por espécie, sexo e classificação de ameaça segundo a IUCN.

**As informações apresentadas no capítulo 4 são resultado das análises das Fichas de Ocorrência de Fauna Alvo Individual e Exame Anatomopatológico disponíveis na plataforma Simba, no período de 24 de agosto de 2015 a 23 de agosto de 2019. Foram analisadas as informações sobre conteúdo estomacal registradas nas fichas de necropsia para verificar a quantidade de animais que haviam ingerido fragmentos de plástico, por espécie, e quantos tiveram como *causa mortis* a ingestão do lixo marinho.**

Embora sejam registrados, nem todos os indivíduos que chegam mortos às praias estão em condições satisfatórias para a realização de exames necroscópicos, uma vez que a morte pode ocorrer longe da costa e a carcaça sofrer ações enzimáticas autolíticas *post mortem* até o momento do encalhe, impedindo naturalmente o diagnóstico. Portanto, os números apresentados no capítulo 4 estão subestimados.

## MICROPLÁSTICOS

Foram mapeadas e analisadas 62 pesquisas e revisões sistemáticas de qualidade científica reconhecida por organizações como a Organização Mundial da Saúde, FAO e a *European Food Safety Authority (EFSA)* e por outros pesquisadores que analisaram dezenas de estudos sobre os seguintes temas:

- Tamanhos, formatos e tipos de microplásticos com maior potencial de prejudicar o organismo humano.
- Principais fontes de contaminação por meio dos alimentos, água e pelo ar e o que já se sabe sobre a exposição humana e os riscos à saúde em cada um desses meios.
- Peixes, crustáceos e animais bivalves onde foram encontradas as maiores concentrações e partículas com potencial de absorção pelo corpo humano.
- Os potenciais riscos das partículas e de seus aditivos/componentes do ponto de vista físico, químico e toxicológico.
- Limitações metodológicas dos estudos sobre riscos à saúde e recomendações para melhorar as pesquisas.
- Outras iniciativas que ajudariam a avaliar melhor a contaminação de microplásticos em espécies marinhas brasileiras e que poderiam interessar à Oceana dentro de seu escopo de atuação.
- Recomendações para redução do contato com microplásticos, segundo organizações ambientais e do direito do consumidor.

Também foi realizada entrevista com especialista do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) e membro do Grupo de Especialistas sobre Aspectos Científicos da Proteção do Ambiente Marinho.

# LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Linha do tempo da invenção das principais resinas plásticas.	16
<b>FIGURA 2.</b> Fluxograma da cadeia de plástico.	17
<b>FIGURA 3.</b> Produção global de plásticos, de 1950 a 2018, e projeção de crescimento para 2050.	19
<b>FIGURA 4.</b> Produção de plástico de uso único a partir de resinas virgens e sua relação com a produção total de transformados no Brasil, 2010-2019.	23
<b>FIGURA 5.</b> Produção de plástico de uso único no Brasil em 2019.	24
<b>FIGURA 6.</b> Consumo de descartáveis em 2019, por tipo de aplicação, e quantidade equivalente em unidades.	25
<b>FIGURA 7.</b> Consumo de embalagens em 2019, por tipo de aplicação, e quantidade equivalente em unidades <sup>1</sup> .	25
<b>FIGURA 8.</b> Destino dos resíduos de plásticos gerados entre 1950 e 2017.	28
<b>FIGURA 9.</b> Esquema geral das etapas da Indústria de Recuperação de Materiais Plásticos.	34
<b>FIGURA 10.</b> Quantidade de resíduo sólido urbano (RSU) coletado no Brasil em 2018 e destinação final nos anos de 2014 a 2018.	38
<b>FIGURA 11.</b> Participação dos materiais de uso único na indústria de reciclagem, em 2018.	40
<b>FIGURA 12.</b> Destino dos resíduos de embalagens plásticas em escala global, com base na geração de resíduos de embalagens de plástico geradas em 2015.	42
<b>FIGURA 13.</b> Principais fontes e meios de transporte do resíduo plástico de origem terrestre até o mar.	50
<b>FIGURA 14.</b> Quantidades estimadas de plástico nas principais áreas marinhas, em bilhões de itens.	51



<b>FIGURA 15.</b> Contribuição anual do Brasil para a poluição marinha por plásticos e quantidade de itens plásticos encontrados em limpezas de praia.	<b>52</b>
<b>FIGURA 16.</b> Foto de um saco plástico emaranhado em uma gorgônia (Rio de Janeiro, 2020).	<b>54</b>
<b>FIGURA 17.</b> Quantidade de indivíduos e espécies de mamíferos, aves e tartarugas marinhas que ingeriram resíduos plásticos, inclusive espécies ameaçadas de extinção, entre 2015 e 2019, nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.	<b>55</b>
<b>FIGURA 18.</b> Resíduos sólidos encontrados durante a triagem do trato digestório dos animais necropsiados.	<b>56</b>
<b>FIGURA 19.</b> Pinguim de Magalhães ( <i>Spheniscus magellanicus</i> ) e tartaruga-verde ( <i>Chelonia mydas</i> ), ambas encontradas com sacolas plásticas no conteúdo estomacal.	<b>57</b>
<b>FIGURA 20.</b> Duas toninhas ( <i>Pontoporia blainvillei</i> ), espécie de golfinho criticamente ameaçada de extinção, com registro de ingestão de plástico.	<b>58</b>
<b>FIGURA 21.</b> Distribuição dos animais marinhos que ingeriram resíduos sólidos, inclusive plástico, no litoral Sudeste e Sul do Brasil, de 2015 a 2019.	<b>59</b>
<b>FIGURA 22.</b> Quantidade de microplástico encontrado em itens de consumo humano e estimativa de consumo anual de microplástico, por pessoa.	<b>61</b>
<b>FIGURA 23.</b> Projeção da quantidade de resíduo de plástico que será gerado e reciclado até 2050, em escala global.	<b>66</b>
<b>FIGURA 24.</b> Instituições que compõem o PMP entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina e localização das suas respectivas unidades de atendimento.	<b>93</b>

# LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Tipos de polímeros termoplásticos, propriedades e usos.	<b>18</b>
<b>TABELA 2.</b> Classificação dos produtos descartáveis por setor demandante, exemplo de aplicações e resinas utilizadas na fabricação.	<b>21</b>
<b>TABELA 3.</b> Classificação das embalagens por setor demandante, exemplo de aplicações e resinas utilizadas na fabricação.	<b>22</b>
<b>TABELA 4.</b> Principais mercados demandantes dos produtos provenientes da indústria de reciclagem de plástico de uso único.	<b>41</b>
<b>TABELA 5.</b> Principais critérios para busca de resíduos recicláveis plásticos por catadores, suas cooperativas e associações.	<b>44</b>
<b>TABELA 6.</b> Categorização do interesse dos catadores em relação aos produtos descartáveis.	<b>45</b>
<b>TABELA 7.</b> Categorização do interesse das cooperativas em relação às embalagens plásticas de uso único.	<b>46</b>
<b>TABELA 8.</b> Exemplos de estudos científicos sobre microplásticos encontrados na água.	<b>61</b>
<b>TABELA 9.</b> Dados utilizados para converter volume dos itens de uso único em unidades.	<b>86</b>
<b>TABELA 10.</b> Composição física dos resíduos coletados disponíveis em Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (%).	<b>88</b>
<b>TABELA 11.</b> Variáveis e dados utilizados para calcular a contribuição do Brasil para a poluição marinha por plásticos.	<b>89</b>
<b>TABELA 12.</b> Resultado da contribuição do Brasil para a poluição por plástico no oceano, em 2010 e em 2018.	<b>91</b>





# BIBLIOGRAFIA

- [1] plastic pollution. A study by the Rethink Plastic Alliance and the Break Free From Plastic Movement. 3Keel, Oxford, United Kingdom, 2019. Disponível em: <https://zerowasteurope.eu/downloads/reusable-solutions-how-governments-can-help-stop-single-use-plastic-production/>.
- [2] La Heinrich-Böll-Stiftung, La Fabrique Écologique Et Break Free From Plastic. Atlas du Plastique - Faits et chiffres sur le monde des polymères synthétiques - 2020. Publicado em março de 2020. Disponível em: [https://fr.boell.org/sites/default/files/2020-03/Atlas%20du%20Plastique%20VF\\_0.pdf](https://fr.boell.org/sites/default/files/2020-03/Atlas%20du%20Plastique%20VF_0.pdf).
- [3] The European Parliament and of the Council. Directive (EU) 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. 5 June 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>.
- [4] UNEP. Single-use plastics: A Roadmap for Sustainability, 2018. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>.
- [5] Geyer R, Jambeck JR and Law KL (2017) Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* 19 jul. 2017: Vol. 3, no. 7, e1700782 DOI: 10.1126/sciadv.1700782. Disponível em: <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>.
- [6] Reddy, S., Lau, W., et al (2020). Breaking the Plastic Wave: Top Findings for Preventing Plastic Pollution.
- [7] Thevenon, F., Carroll C., Sousa J. Plastic Debris in the Ocean: The Characterization of Marine Plastics and their Environmental Impacts, Situation Analysis Report. IUCN. Gland, Switzerland, 2014. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/44966>.
- [8] The European Parliament and of the Council. Directive (EU) 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. 5 June 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>.
- [9] Andrades, R. et al. Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends, and recommendations for future approaches. *Marine Pollution Bulletin* 151, 2020.
- [10] Polymer. (2020, May 22). Encyclopedia Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/polymer>.
- [11] Polymer. (2020, May 22). Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/polymer>.
- [12] The Basics: Polymer Definition and Properties. (n.d.-b). American Chemistry Council. Disponível em: <https://plastics.americanchemistry.com/plastics/The-Basics/>.

- [13] Freinkel, S. (2011, May 29). A Brief History of Plastic's Conquest of the World: Cheap plastic has unleashed a flood of consumer goods. *Scientific American*. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/a-brief-history-of-plastic-world-conquest/>.
- [14] Alexander Parkes, inventor of the first synthetic plastic, c 1870-1879. (n.d.). *Science & Society*. Disponível em: <https://www.scienceandsociety.co.uk/results.asp?image=10219301&wwwflag=2&imagepos=1>.
- [15] Freinkel, S. (2011, May 29). A Brief History of Plastic's Conquest of the World: Cheap plastic has unleashed a flood of consumer goods. *Scientific American*. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/a-brief-history-of-plastic-world-conquest/>.
- [16] Leo Hendrik Baekeland. (n.d.). *Science History Institute*. Disponível em: <https://www.sciencehistory.org/historical-profile/leo-hendrik-baekeland>.
- [17] History and Future of Plastics. (n.d.). *Science History Institute*. Disponível em: <https://www.sciencehistory.org/the-history-and-future-of-plastics>.
- [18] Freinkel, S. (2011): *Plastics: A Toxic Love Story*. (Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2011. 324 pp.).
- [19] Relatório de Acompanhamento Setorial – Transformados Plásticos. ABDI e Unicamp, junho 2008. Acesso: julho 2020. Disponível em: [https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/RelatorioABDI/transformados-plasticos\\_vol-I\\_dezembro2007.pdf](https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/RelatorioABDI/transformados-plasticos_vol-I_dezembro2007.pdf).
- [20] Relatório de Acompanhamento Setorial – Transformados Plásticos. ABDI e Unicamp, junho 2008. Acesso: julho 2020. Disponível em: [https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/RelatorioABDI/transformados-plasticos\\_vol-I\\_dezembro2007.pdf](https://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/RelatorioABDI/transformados-plasticos_vol-I_dezembro2007.pdf).
- [21] Lifecycle of a Plastic Product. (n.d.). *American Chemistry Council*. Disponível em <https://plastics.americanchemistry.com/Lifecycle-of-a-Plastic-Product/>.
- [22] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 13230: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – Identificação e simbologia. 2008.
- [23] Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782.
- [24] Plastics Europe. (2018). *Plastics – the Facts 2018. An analysis of European plastics production, demand, and waste data*. Disponível em: [https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics\\_the\\_facts\\_2018\\_AF\\_web.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf).
- [25] Ryan, P. G. (2015). A brief history of marine litter research. In *Marine anthropogenic litter* (pp. 1-25). Springer, Cham.
- [26] Plastics Europe. (2018). *Plastics – the Facts 2018. An analysis of European plastics production, demand, and waste data*. Disponível em: [https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics\\_the\\_facts\\_2018\\_AF\\_web.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf).

- [27] UNEP, G. (2016). Arendal: Marine Litter Vital Graphics. Nairobi and Arendal: United Nations Environment Programme and GRID-Arendal.
- [28] Plastic Atlas – Facts and figures about the world of synthetic polymers. (2019). Heinrich Böll Foundation and Break Free From Plastic. Disponível em: [https://rethinkplasticalliance.eu/wp-content/uploads/2019/11/plastic\\_atlas\\_2019.pdf](https://rethinkplasticalliance.eu/wp-content/uploads/2019/11/plastic_atlas_2019.pdf).
- [29] Rochman, C. M., Browne, M. A., Halpern, B. S., Hentschel, B. T., Hoh, E., Karapanagioti, H. K., Rios-Mendoza, L. M., Takada, H., Teh, S., & Thompson, R. C. (2013). Policy: Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494(7436), 169-171.
- [30] The European Parliament and of the Council. Directive (EU) 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. 5 June 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>.
- [31] Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science advances*, 3(7), e1700782.
- [32] Brasil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- [33] Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.
- [34] Brasil. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e dá outras providências.
- [35] 1º relatório de desempenho do sistema de logística reversa de embalagens em geral. (2017). CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. [https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA\\_REVERSA/RELATORIOS\\_ANUAIS/Embalagens\\_em\\_Geral/RELATORIOPARCIALFA-SE1\\_2016.pdf](https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA_REVERSA/RELATORIOS_ANUAIS/Embalagens_em_Geral/RELATORIOPARCIALFA-SE1_2016.pdf) Acordo Setorial para implementação do sistema de logística reversa de embalagens em geral. Relatório final – Fase 1. (2017). CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. [https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA\\_REVERSA/RELATORIOS\\_ANUAIS/Embalagens\\_em\\_Geral/RELATORIOFINALFA-SE1\\_2017.pdf](https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA_REVERSA/RELATORIOS_ANUAIS/Embalagens_em_Geral/RELATORIOFINALFA-SE1_2017.pdf)
- [36] Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p.: il.
- [37] Panorama da Gestão de Resíduos na América Latina – Resumo para tomadores de decisão. (2018). ONU Meio Ambiente. Disponível em: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26436/Waste\\_summary\\_PT.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26436/Waste_summary_PT.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- [38] IPEA (2012). Diagnóstico de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília: IPEA, 2012. 81p.
- [39] Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Alagoas (2015). Estado de Alagoas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: [http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/191\\_ext\\_arquivo.pdf](http://residuossolidos.al.gov.br/vgmidia/arquivos/191_ext_arquivo.pdf)

- [40] Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos do Maranhão (2012). Estado do Maranhão. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Maranhão. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/MA%20PERS%20Vol%201\\_2012jul.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/MA%20PERS%20Vol%201_2012jul.pdf)
- [41] Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos de Pernambuco (2012). Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. 2012. 306p.
- [42] Plano de Regionalização da Gestão de Resíduos Sólidos do Estado do Piauí (2011). Secretaria das Cidades do Estado do Piauí. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est\\_Regionalizacao%20PI%202011%201.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Regionalizacao/Est_Regionalizacao%20PI%202011%201.pdf)
- [43] Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio de Janeiro. Relatório-Síntese (2013). Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/RJ%20PERS\\_2013ago.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/PERS/RJ%20PERS_2013ago.pdf).
- [44] Plano Estadual de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (2012). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH, 2012. 158p.
- [45] Santa Catarina (Estado). Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina: contrato administrativo nº 012/2016. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Diretoria de Saneamento e Meio Ambiente. Florianópolis: SDS, 2018. 400 p.
- [46] Fontes, S. (2020). País recicla 22% do lixo plástico que é gerado. Valor Econômico. <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2020/06/17/pais-recicla-22-do-lixo-plastico-que-e-gerado.shtml>.
- [47] Plastic Atlas – Facts and figures about the world of synthetic polymers. (2019). Heinrich Böll Foundation and Break Free From Plastic. Disponível em: [https://rethinkplasticalliance.eu/wp-content/uploads/2019/11/plastic\\_atlas\\_2019.pdf](https://rethinkplasticalliance.eu/wp-content/uploads/2019/11/plastic_atlas_2019.pdf).
- [48] World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics, (2016, <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>)
- [49] Wilson, D. C., Velis, C., & Cheeseman, C. (2006). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. *Habitat international*, 30(4), 797-808.
- [50] Peter G. Ryan, A Brief History of Marine Litter Research in Marine Anthropogenic Litter (M. Bergmann et al. eds., 2015), available at [https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-16510-3\\_1.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-16510-3_1.pdf).  
Morris, R. J. (1980). Plastic debris in the surface waters of the South Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 11, 164-166.
- [51] Stephen E. Cornelius, Marine Turtle Mortalities Along the Pacific Coast of Costa Rica, 1975(1) *Copeia*, at 186 (1975).
- [52] Harper, P. C. & Fowler, J. A. Plastic Pellets in New Zealand Storm-Killed Prions (*Pachyptila spp.*) 1958-1977, 34 *Notornis* 100 (1987).
- [53] Stephen I. Rothstein, Plastic Particle Pollution of the Surface of the Atlantic Ocean: Evidence from a Seabird, 75 *Condor* 344 (1973), available at <https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/condor/v075n03/p0344-p0345.pdf>.



- [54] Parslow, J. L. F. & Jefferies, D. J. (1972). Elastic thread pollution of puffins. *Marine Pollution Bulletin*, 3, 43–45.
- [55] Fates and the Effects of Petroleum in the Marine Environment Workshop on Inputs. (1975). *Petroleum in the marine environment: Workshop on Inputs, Fates and the Effects of Petroleum in the Marine Environment*, May 21–25, 1973, Airlie, Virginia. *Nat. Acad. of Sciences*.
- [56] Moore, C. J., Moore, S. L., Leecaster, M. K. & Weisberg, S. B. (2001). A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 1297–1300.
- [57] Jambeck JR et al (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 13 Feb 2015: Vol. 347, Issue 6223, pp. 768–771 DOI: 10.1126/science.1260352. Available at: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>.
- [58] Eunomia (2016). *Plastics in the marine environment*. <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/plastics-in-the-marine-environment/>.
- [59] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010. Resultados gerais da amostra*. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- [60] Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Dams-teeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, 8, 15611.
- [61] Kooi, M., van Nes, E. H., Scheffer, M., Koelmans, A. (2017). Ups and downs in the ocean: Effects of biofouling on vertical transport of microplastics. *Environmental Science & Technology*. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.6b04702>.
- [62] Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, 9(12), e111913.
- [63] Eunomia (2016). *Plastics in the marine environment*. Available at: <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/plastics-in-the-marine-environment/>.
- [64] Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., ... & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, 9(12), e111913.
- [65] Jambeck JR et al (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 13 Feb 2015: Vol. 347, Issue 6223, pp. 768–771 DOI: 10.1126/science.1260352. Available at: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>.
- [66] Lebreton, L. C., Van Der Zwet, J., Dams-teeg, J. W., Slat, B., Andrady, A., & Reisser, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nature communications*, 8, 15611.
- [67] Andrades, R., Pegado, T., Godoy, B. S., Reis-Filho, J. A., Nunes, J. L., Grillo, A. C., ... & Kuhnen, V. V. (2020). Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends, and re-

commendations for future approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110842.

Jambeck JR et al (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 13 Feb 2015: Vol. 347, Issue 6223, pp. 768-771 DOI: 10.1126/science.1260352. Available at: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>.

[68] Andrades, R., Pegado, T., Godoy, B. S., Reis-Filho, J. A., Nunes, J. L., Grillo, A. C., ... & Kuhnen, V. V. (2020). Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends, and recommendations for future approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110842.

[69] Ministério do Meio Ambiente – Painel de Resultados de Mutirões de Limpeza de Praia <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiNDY-2OTU3NmMtOGVmZS00NDEwLTIhNzltYjI2Y2Fj-NTYxOWE5liwidCl6ljM5NTdhMzY3LTZkMzgtNG-MxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9>.

[70] OCEANA. Just one word: refillables. How the soft drink industry can – right now – reduce marine plastic pollution by billions of bottles each year. January 2020. Disponível em: <https://oceana.org/publications/reports/just-one-word-refillables>.

[71] Gall SC and Thompson RC (2015) The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin* 92: 170–179. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.041.

[72] Wilcox, C.; van Sebille, E. and Haresty, B. D. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *PNAS* 112:11899-11904. doi: 10.1073/pnas.1502108112; Kuhn, S.; Bravo Rebolledo, E. L. and van Franeker, J. A. (2015). Deleterious

Effects of Litter on Marine Life. In: *Marine Anthropogenic Litter*. Cham: Springer International Publishing.

[73] Gall, S. C. and Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin* 92: 170–179. doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.12.041.

[74] Rotjan, R. D.; Sharp, K. H.; Gauthier, A. E. et al (2019). Patterns, dynamics, and consequences of microplastic ingestion by the temperate coral, *Astrangia poculata*. *The Royal Society*. doi: 10.1098/rspb.2019.0726.

[75] Lamb, J. B.; Willis, B. L.; Fiorenza, E. A. et al (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science* 26: 460-462. doi: 10.1126/science.aar3320.

[76] Petrobras (2015b). Projeto de Monitoramento de Praias das Bacias de Campos e Espírito Santo (4º Relatório Anual). CTA/PETROBRAS.

Petrobras (2017). Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos – Fase 1: Relatório Técnico Anual (2015-2016) PMP-BS Fase 1 (Gerenciamento e Execução do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos – Fase 1). Versão 00. (p. 136). Itajaí, SC: UNIVALI/PETROBRAS.

Petrobras (2018). Relatório Técnico Anual (2016-2017) PMP-BS Fase 1 (Gerenciamento e Execução do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos – Fase 1) (p. 350). Itajaí, SC: UNIVALI/PETROBRAS.

Petrobras (2019). Relatório Técnico Anual (2017-2018) PMP-BS Fase 1 (Gerenciamento e Execução do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos – Fase 1) (p. 401). Itajaí, SC: UNIVALI/PETROBRAS.

- [77] Barreiros, J. P. & Barcelos, J. (2001). Plastic ingestion by a leatherback turtle *Dermochelys coriacea* from the Azores (NE Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 42(11), 1196-1197.
- Barbieri, E. (2009). Occurrence of plastic particles in procellariiforms, south of Sao Paulo State (Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(2), 341-348.
- Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C. & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985-1998.
- [78] Laist, D. W. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: COE, J. M., ROGERS, D. B. (eds.). *Marine Debris*. Springer Series on Environmental Management. Springer: New York, NY, 1997. p 99-139.
- [79] Mitra, A., Chatterjee, C., Mandal, F. B. Synthetic Chemical pesticides, and their effects on birds. *Research Journal of Environmental Toxicology* 5 (2): 81-96, 2011.
- Andrady, A. L. 2011. Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 1596-1605.
- [80] Gramentz, D. Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the Central Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, v.19, n.1, p.11-13, 1988. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0025326X88907461>>doi: 10.1016/0025-326X(88)90746-1.
- Schulman, A. A.; Lutz, P. The effect of plastic ingestion on lipid metabolism in the green sea turtle (*Chelonia mydas*). In: ANNUAL WORKSHOP ON SEA TURTLE BIOLOGY AND CONSERVATION, 12., 1992, Georgia. Proceedings... Flórida: NOAA, 1995. p.122-124. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SE-FSC-361).
- Tomás, J. et al. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta Florida*, from the Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, p. 211-216, 2002. Disponível em: [http://www.seaturtle.org/PDF/TomasJ\\_2002a\\_MarPollBull.pdf](http://www.seaturtle.org/PDF/TomasJ_2002a_MarPollBull.pdf)>. DOI: 10.1016/S0025-326X(01)00236-3.
- [81] Iucn - International Union For Conservation Of Nature. The IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2016-1. Disponível em [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acessado em 10/01/2020.
- [82] Markic, A., Gaertner, J. C., Gaertner-Mazouni, N. & Koelmans, A. A. (2020). Plastic ingestion by marine fish in the wild. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(7), 657-697.
- Kühn, S. & Van Franeker, J. A. (2020). Quantitative overview of marine debris ingested by marine megafauna. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110858.
- Gall, S. C. & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine pollution bulletin*, 92(1-2), 170-179.
- [83] Bråte, I. L. N., Eidsvoll, D. P., Steindal, C. C. & Thomas, K. V. (2016). Plastic ingestion by Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the Norwegian coast. *Marine pollution bulletin*, 112(1-2), 105-110.
- [84] Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F. & Fossi, M. C. (2015). First evidence of presence of plastic debris in stomach of

large pelagic fish in the Mediterranean Sea. Marine pollution bulletin, 95(1), 358-361.

[85] Fernández, C. & Anastasopoulou, A. (2019). Plastic ingestion by blue shark *Prionace glauca* in the South Pacific Ocean (south of the Peruvian Sea). Marine pollution bulletin, 149, 110501. Bernardini, I., Garibaldi, F., Canesi, L., Fossi, M. C., & Baini, M. (2018). First data on plastic ingestion by blue sharks (*Prionace glauca*) from the Ligurian Sea (North-Western Mediterranean Sea). Marine pollution bulletin, 135, 303-310.

Parton, K. J., Godley, B. J., Santillo, D., Tausif, M., Omeyer, L. C. & Galloway, T. S. (2020). Investigating the presence of microplastics in demersal sharks of the North-East Atlantic. Scientific reports, 10(1), 1-11.

[86] Neto, J. G. B., Rodrigues, F. L., Ortega, I., Rodrigues, L. D. S., Lacerda, A. L., Coletto, J. L., ... & Proietti, M. C. (2020). Ingestion of plastic debris by commercially important marine fish in southeast-south Brazil. Environmental Pollution, 115508.

[87] Santana, M. F. M., Ascer, L. G., Custódio, M. R., Moreira, F. T. & Turra, A. (2016). Microplastic contamination in natural mussel beds from a Brazilian urbanized coastal region: rapid evaluation through bioassessment. Marine Pollution Bulletin, 106(1-2), 183-189.

[88] UNEP. Single-use plastics: A Roadmap for Sustainability, 2018. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>.

[89] UNEP. Single-use plastics: A Roadmap for Sustainability, 2018. Disponível em: <https://>

[www.unenvironment.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability](https://www.unenvironment.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability).

[90] Bouwmeester, H., Hollman, P. C. & Peters, R. J. (2015). Potential health impact of environmentally released micro-and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology. Environmental science & technology, 49(15), 8932-8947.

[91] Fries, E., Dekiff, J. H., Willmeyer, J., Nuelle, M. T., Ebert, M., & Remy, D. (2013). Identification of polymer types and additives in marine microplastic particles using pyrolysis-GC/MS and scanning electron microscopy. Environmental Science: Processes & Impacts, 15(10), 1949-1956.

[92] Toussaint, B., Raffael, B., Angers-Loustau, A., Gilliland, D., Kestens, V., Petrillo, M., ... & Van den Eede, G. (2019). Review of micro-and nanoplastic contamination in the food chain. Food Additives & Contaminants: Part A, 36(5), 639-673.

[93] Toussaint, B., Raffael, B., Angers-Loustau, A., Gilliland, D., Kestens, V., Petrillo, M., ... & Van den Eede, G. (2019). Review of micro-and nanoplastic contamination in the food chain. Food Additives & Contaminants: Part A, 36(5), 639-673.

[94] Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F. & Dudas, S. E. (2019). Human consumption of microplastics. Environmental science & technology, 53(12), 7068-7074.

[95] Toussaint, B., Raffael, B., Angers-Loustau, A., Gilliland, D., Kestens, V., Petrillo, M., ... & Van den Eede, G. (2019). Review of micro-and nanoplastic contamination in the food chain.

Food Additives & Contaminants: Part A, 36(5), 639-673.

[96] Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Koelmans, A. A., Besseling, E. & Foekema, E. M. (2014). Leaching of plastic additives to marine organisms. *Environmental Pollution*, 187, 49-54.

[97] Toussaint, B., Raffael, B., Angers-Loustau, A., Gilliland, D., Kestens, V., Petrillo, M., ... & Van den Eede, G. (2019). Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 36(5), 639-673.

[98] Microplastics in drinking-water. Geneva: World Health Organization; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

[99] Catarino, A. I., Macchia, V., Sanderson, W. G., Thompson, R. C., & Henry, T. B. (2018). Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental pollution*, 237, 675-684.

Dris, R., Gasperi, J., Mirande, C., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V. & Tassin, B. (2017). A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. *Environmental Pollution*, 221, 453-458.

Panko, J., Kreider, M. & Unice, K. (2018). Review of Tire Wear Emissions. *Non-Exhaust Emissions*, 2018, pp. 147-160, [www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128117705000078](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128117705000078), 10.1016/b978-0-12-811770-5.00007-8. Accessed 3 Dec. 2019.

Pauly, J. L., Stegmeier, S. J., Allaart, H. A., Cheney, R. T., Zhang, P. J., Mayer, A. G. & Streck, R. J. (1998). Inhaled cellulosic and plastic fibers found in human lung tissue. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 7(5), 419-428.

Wright, S. L. & Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: a micro issue? *Environmental science & technology*, 51(12), 6634-6647.

[100] Oßmann, B. E., Sarau, G., Holtmannspötter, H., Pischetsrieder, M., Christiansen, S. H. & Dicke, W. (2018). Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water research*, 141, 307-316.

[101] Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H. U. & Fürst, P. (2018). Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Research*, 129, 154-162.

[102] Mason, S. A., Welch, V. G. & Neratko, J. (2018). Synthetic polymer contamination in bottled water. *Frontiers in chemistry*, 6, 407.

[103] Kosuth, M., Mason, S. A. & Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PloS one*, 13(4), e0194970.

[104] Strand, J., Feld, L., Murphy, F., Mackevica, A. & Hartmann, N. B. (2018). Analysis of microplastic particles in Danish drinking water (p. 34). DCE-Danish Centre for Environment and Energy.

[105] Cox, K. D., Covernton, G. A., Davies, H. L., Dower, J. F., Juanes, F. & Dudas, S. E. (2019). Human consumption of microplastics. *Environmental science & technology*, 53(12), 7068-7074.

- [106] Liebmann, B., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsecs, T., Reiberger, T. & Schwabl, P. (2018). Assessment of microplastic concentrations in human stool: Results of a prospective study. Environment Agency Austria.
- [107] Lohmann, R., Booij, K., Smedes, F. & Vrana, B. (2012). Use of passive sampling devices for monitoring and compliance checking of POP concentrations in water. Environmental Science and Pollution Research, 19(6), 1885-1895.
- [108] Geyer, R., Jambeck, J. R. & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. Science advances, 3(7), e1700782.
- [109] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- [110] BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e dá outras providências.
- [111] EUROPEAN BIOPLASTICS. Bioplastics Market Data. European Bioplastics, nova-institute. 2019. Disponível em: <https://www.european-bioplastics.org/market/>. Acessado em 10 de março de 2020.
- [112] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. A Nova Economia do Plástico – Repensando o futuro do plástico, 2016. Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/NPEC-portuguese\\_1.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/NPEC-portuguese_1.pdf).
- [113] THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Directive (EU) 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. 5 June 2019. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>.
- [114] A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. (2018). THE EUROPEAN COMMISSION. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF).
- [115] Estrategia nacional para sustituir el consumo de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021. (2016). Ministerio de Salud Costa Rica. Disponível em: <http://estrategia.zonalibredeplastico.org/sobre-la-estrategia>.
- [116] Styrofoam Ban Information. (n.d.). Health Watch Antigua and Barbuda. Disponível em: <http://www.healthwatchantiguaandbarbuda.com/Styrofoam-Ban>.
- [117] Karasik, R., T. Vegh, Z. Diana, J. Bering, J. Caldas, A. Pickle, D. Rittschof, and J. Virdin. 2020. 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem: The Plastics Policy Inventory. NI X 20-05. Durham, NC: Duke University.
- [118] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Economia Circular. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acessado em: 7 de março de 2020.
- [119] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Economia Circular. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acessado em: 7 de março de 2020.
- [120] OCEANA. Just one word: refillables. How the soft drink industry can – right now – reduce marine plastic pollution by billions of bottles each year. January 2020. Disponível em: <https://oceana.org/publications/reports/just-one-word-refillables>.

[121] MILLER, S.; BOLGER, M.; COPELLO, L. Reusable solutions: how governments can help stop single- use plastic pollution. A study by the Rethink Plastic Alliance and the Break Free from Plastic Movement. 3Keel, Oxford, United Kingdom, 2019. Disponível em: <https://zerowasteurope.eu/downloads/reusable-solutions-how-governments-can-help-stop-single-use-plastic-production/>.

[122] MILLER, S.; BOLGER, M.; COPELLO, L. Reusable solutions: how governments can help stop single- use plastic pollution. A study by the Rethink Plastic Alliance and the Break Free from Plastic Movement. 3Keel, Oxford, United Kingdom, 2019. Disponível em: <https://zerowasteurope.eu/downloads/reusable-solutions-how-governments-can-help-stop-single-use-plastic-production/>.

[123] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Reuse - Rethinking Packaging, 2019. Disponível em: <https://www.newplasticseconomy.org/about/publications/new-plastics-economy-reuse>.

[124] MILLER, S.; BOLGER, M.; COPELLO, L. Reusable solutions: how governments can help stop single- use plastic pollution. A study by the Rethink Plastic Alliance and the Break Free from Plastic Movement. 3Keel, Oxford, United Kingdom, 2019. Disponível em: <https://zerowasteurope.eu/downloads/reusable-solutions-how-governments-can-help-stop-single-use-plastic-production/>.

[125] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Reuse - Rethinking Packaging, 2019. Disponível em: <https://www.newplasticseconomy.org/about/publications/new-plastics-economy-reuse>.

[126] MORAES, C. Especialistas ajudam empresas a correr atrás do lixo-zero. Folha de S. Paulo. Publicado em 12 de agosto de 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mpme/2019/08/especialistas-ajudam-empresas-a-correr-atras-do-lixo-zero.shtml>. Acessado em: 20 de março de 2020.

[127] MARCOS, M. A tamoios fabrica embalagens ecológicas que desafiam o mercado tradicional — e cresceu 30% ano passado. Projeto Draft. Publicado em: 20 de março de 2018. Disponível em: <https://www.projtodraft.com/atamoios-fabrica-embalagens-ecologicas-que-desafiam-o-mercado-tradicional-e-cresceu-30-ano-passado/>. Acessado em: 7 de março de 2020.

**OCEANA** Proteger os oceanos  
e alimentar o mundo

BRASIL.OCEANA.ORG



DOI: 10.5281/zenodo.4281201