



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
FACULDADE UNB DE PLANALTINA – FUP  
GRADUAÇÃO GESTÃO AMBIENTAL – GAM

**JOANA DE OLIVEIRA ALVES**

**Resíduos plásticos no ambiente marinho**

Brasília  
2023

**JOANA DE OLIVEIRA ALVES**

**Resíduos plásticos no ambiente marinho**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

**Orientadora:** Elaine Nolasco Ribeiro

Brasília  
2023

Alves, Joana

Resíduos plásticos no ambiente marinho/ Joana de Oliveira Alves. Brasília - DF, 2023.

52 f.

Trabalho de conclusão de curso --- Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Elaine Nolasco Ribeiro

1. Plásticos. 2. Resíduos Sólidos. 3. Materiais Recicláveis. 4. Coleta Seletiva, Joana de Oliveira Alves. Resíduos plásticos no ambiente marinho.

JOANA DE OLIVEIRA ALVES

## Resíduos plásticos no ambiente marinho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Planaltina--DF, 03 de julho de 2023.



---

Profa. Dra. Elaine Nolasco Ribeiro – FUP/UnB

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** IRINEU TAMAIO  
Data: 05/07/2023 10:38:34-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Prof. Dr. Irineu Tamaio – FUP/UnB

---

Profa. Dra. Tania Cristina Cruz – FUP/UnB

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho (in memoriam), à minha mãe, Maria das Graças. Minha eterna Rainha por toda dedicação, bondade, coragem o seu amor deixou marcas eternas no meu coração, de exemplo e caráter. Minha saudosa irmã, Raimunda.

Pois eu, sou o Senhor, teu Deus, eu te seguro pela mão e te digo: Nada temas, eu venho em teu auxílio, Isaias 41(13)

“A crise do plástico não começa quando ele chega ao mar. Começa, quando o óleo e o gás deixam a boca do poço.” Documentário: The Story of Plastic (2019).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelo meu corpo ser morada e templo do Espírito Santo a pedra angular da minha vida, por sua sabedoria diária, misericórdia, amor incondicional, direcionamento das minhas escolhas e conforto nos momentos difíceis.

Aos meus especialíssimos filhos Matheus e Maria, por todo apoio e amor durante minha trajetória. Obrigada por me proporcionarem alegria ser uma Mãe em constante evolução e tê-los- como filhos e também a meu pai Antônio Paulo e Antônio Alves.

Gratidão as colegas Thaisa, Helenice, Maria Liamara, Sara Lopes, Neuzeli Andade Ida e Solimar de Aquino. Em especial Tânia Maria de Aguiar, Jhennifer July por todo apoio a mim dedicado.

Especialmente a professora Tânia Cristina cruz, pelo amor, respeito e carinho infinito por seus alunos. E por todo entusiasmo, excelente trabalho social, belíssimo, humanizado, e inspirador para com todos os colegas do Curso, nos variados momentos de fragilidade, pela grata satisfação de tê-la na minha banca, Deus lhe abençoe. Ao Professor Irineu, pela sensibilidade e parcimônia, e a valiosa capacidade de provocar em nós e ternura e a dedicação de ser educador, obrigada por proporcionar a felicidade de estar na minha banca.

Ao professor Alexandre, por um aprendizado, especial e importante, pelas discussões ricas e calorosas. A professora Carolina Lopes que inspira amor, e respeito e dedicação. Ao professor Carlos Passos, grandiosas colaborações e sugestões, correções, e elaboração de TCC e apresentação. Aos professores, que contribuíram e tive a honra de cursar variadas disciplinas, ao longo do curso, Carlos Tadeu, Eduardo Castilhos, Antônio Nobre.

Agradeço minha orientadora, professora Elaine Nolasco, por ter aceitado e pela paciência ao acompanhar-me neste momento difícil e delicado a realização de sonho, conclusão do meu curso. A sua dedicação, amor, respeito foram essenciais, primordiais, pra eu enfrentar as dificuldades que iam surgindo ao longo do percurso, expresso minha gratidão para professor Irineu Tamaio, e a professora Tânia Cristina.

## RESUMO

A sociedade do consumo tem enfrentado dificuldades e desafios para destinação adequada dos resíduos sólidos, mas em especial os resíduos “plásticos”. Esse material compõe parte relevante de inúmeros setores, como eletroeletrônico, automotivo, construção civil, embalagem, saúde dentre outros produtos, com maior índice de aplicação no setor de embalagens em geral. A produção e uso indiscriminado dos plásticos é uma questão que preocupa a sociedade a nível mundial, pois a utilização desse material apresenta significativo crescimento e a perspectiva é de manter a trajetória. Uma revolução foi iniciada com a criação e desenvolvimento do plástico no século XX, sua elevada resistência, preço reduzido, maleabilidade, durabilidade, facilitou o acesso a toda a população. Devido ao uso indiscriminado dos plásticos, seus resíduos passaram a se acumular nos solos, ar, rios e oceanos, lagos, causando prejuízo para meio ambiente e a sociedade. A acumulação dos resíduos plásticos nos ecossistemas, em especial o marinho, juntamente com o gerenciamento inadequado tem afetado o meio ambiente. Alguns tipos de plásticos são compostos por substâncias perigosas, poluentes e de difícil degradação, sendo depositados nos oceanos na forma de micropartículas e/ou emaranhados de plásticos, fazendo dos mamíferos oceânicos vítimas fatais, por sufocamento e ingestão dos resíduos dos microplásticos. Os plásticos tem poluído mares, rios, oceanos, além de causar a extinção de vaiadas espécies de animais e peixes no ambiente aquático. De forma a combater esses e outros efeitos, o Brasil tem como marco regulatório a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), mudando a visão dos gestores e geradores acerca dos resíduos sólidos. Essa Lei é composta de objetivos e instrumentos que auxiliam na gestão de resíduos e, conseqüentemente, na redução da poluição por resíduos, inclusive os plásticos. Além de uma legislação mais rígida, a coleta seletiva e a reciclagem são fundamentais para que ocorra a redução dos impactos dos resíduos plásticos no ambiente, possibilitando a maior quantidade de materiais, destinados à reciclagem e minimizando sua destinação aos aterros sanitários. Dessa forma, conclui-se que devido ao grande impacto dos resíduos plásticos no ambiente, esses carecem de correta destinação, por meio de implantação de sistemas de coleta seletiva, triagem e retorno ao ciclo produtivo minimizando assim os impactos no ambiente marinho.

**Palavras chave:** Plásticos, resíduos sólidos, materiais recicláveis, coleta seletiva.

## ABSTRACT

The consumer society has faced difficulties and challenges for the proper disposal of solid waste, but especially "plastic" waste. This material makes up a relevant part of numerous sectors, such as electronics, automotive, civil construction, packaging, health, among other products, with a higher rate of application in the packaging sector in general. The production and indiscriminate use of plastics is an issue that concerns society worldwide, as the use of this material has shown significant growth and the perspective is to maintain the trend. A revolution was started with the creation and development of plastic in the 20th century, its high resistance, reduced price, malleability, durability, facilitated access to the entire population. Due to the indiscriminate use of plastics, their residues began to accumulate in the soil, air, rivers and oceans, lakes, causing damage to the environment and society. The accumulation of plastic waste in ecosystems, especially the marine one, together with inadequate management has affected the environment. Some types of plastics are composed of dangerous, polluting substances that are difficult to degrade, being deposited in the oceans in the form of microparticles and/or plastic tangles, making ocean mammals fatal victims, due to suffocation and ingestion of microplastic residues. Plastics have polluted seas, rivers, oceans, in addition to causing the extinction of many species of animals and fish in the aquatic environment. In order to combat these and other effects, Brazil's regulatory framework is Law No. 12,305/2010, which establishes the National Solid Waste Policy (PNRS), changing the view of managers and generators regarding solid waste. This Law is composed of objectives and instruments that help in waste management and, consequently, in the reduction of pollution by waste, including plastics. In addition to stricter legislation, selective collection and recycling are essential for reducing the impact of plastic waste on the environment, allowing for a greater quantity of materials to be recycled and minimizing their disposal in landfills. Thus, it is concluded that due to the great impact of plastic waste on the environment, these need to be properly disposed of, through the implementation of selective collection systems, sorting and return to the production cycle, thus minimizing impacts on the marine environment.

**Keywords:** plastic, solid waste, recyclable materials, selective garbage collection.



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Simbologia técnica associada aos plásticos.....	19
Figura 2 - Ingestão de resíduos plásticos por animais aquáticos no sul do Brasil.....	25
Figura 3 - Resíduos sólidos encontrados durante a triagem do trato digestivo dos animais necropsiados.....	27
Figura 4 - Quantidade estimadas de plásticos nas principais áreas marinhas em bilhões de itens.....	32
Figura 5 - Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil e regiões 2022.....	42
Figura 6 - Disposição final adequada x inadequada de RSU comparativo 2021 e 2022.....	43

## **LISTA TABELAS**

Tabela 1- Produção mundial de resíduos plásticos.....	29
---	----

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
2. Objetivos.....	13
2.1. Gerais.....	13
2.2. Específicos .....	13
2.3. Materiais e métodos.....	14
2.3.1 Delineamento da pesquisa.....	14
2.3.2 Levantamento de dados.....	14
2.4. Referencial teórico.....	15
2.4.1. Resíduos plásticos.....	15
2.4.2. Tipologia dos materiais plásticos.....	16
2.4.3. Classificação dos plásticos enquanto resíduos sólidos.....	20
2.5. Microplásticos no ambiente marinho.....	22
2.5.1. Produção dos resíduos plásticos.....	27
2.5.2. Impactos Ambientais dos resíduos plásticos.....	30
2.5.3. A legislação e os resíduos plásticos.....	34
2.6. A indústria e a reciclagem dos plásticos.....	36
2.7. A coleta seletiva e a reciclagem dos resíduos plásticos.....	38
2.8. Triagem.....	43
2.9. Economia linear e economia circular.....	44
3. Considerações finais.....	47
4. Referências Bibliográficas.....	48

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de resíduos sólidos é um ato inerente a espécie humana, desde o seu nascimento até a sua morte o ser humano produz resíduos diariamente. Com o passar dos anos, tendo em face a revolução industrial, o desenvolvimento tecnológico e o estabelecimento de um modelo de vida que preza pelo consumo de bens e produtos a todo o tempo, a geração de resíduos aumentou substancialmente, tornando-se um desafio para as grandes cidades o seu gerenciamento.

Como nos demais municípios brasileiros, a fim de organizar o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos e de limpeza urbana, logo após a inauguração de Brasília em 1960, foi criado o Sistema de Limpeza Urbana (SLU) (SLU, 2014), uma autarquia do Governo Distrital. Esta foi uma das primeiras instituições criadas no Distrito Federal, pelo Decreto nº 76, de 03 de agosto de 1961, com a denominação Serviço de Limpeza Pública (SLP). A migração de populações de outros Estados para Brasília aumentou significativamente, ocasionando assim maior geração de resíduos sólidos que cresceu a taxas imprevistas. Em meados de 1963, foi inaugurada primeira Usina de Tratamento de Lixo.

Tendo em vista a notoriedade que os resíduos sólidos assumiram mundialmente pelos seus impactos ambientais e volume produzidos, em 2010 o governo brasileiro promulgou a Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa Lei passou a reconhecer os resíduos sólidos como sendo um material reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, sendo alguns objetivos o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos e a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010)

No Brasil, conforme preconizado na Lei 12.305/10, tal abordagem envolve a implantação de sistemas de coleta seletiva pelos “serviços de limpeza urbana” dos municípios com a participação dos catadores de materiais recicláveis e de toda a população para a correta destinação desses resíduos. Nesse sentido, o presente estudo se propõe a fazer uma revisão bibliográfica sobre os impactos dos resíduos

plásticos no ambiente marinho e possíveis soluções para a sua correta destinação via coleta seletiva.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar os impactos dos resíduos plásticos no ambiente marinho e apresentar alternativas para a sua recuperação e correta destinação.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os tipos de plásticos mais utilizados na atualidade.
- Apontar os impactos ambientais do descarte irregular dos resíduos plásticos no ambiente marinho.
- Indicar as possibilidades de recuperação e aproveitamento dos resíduos plásticos.

## **2.3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.3.1 DELINEAMENTO DE PESQUISA**

Delineamento da pesquisa: a pesquisa ora proposta pode ser classificada quanto a abordagem como qualitativa, básica quanto à natureza, exploratória quanto aos objetivos, envolvendo em seus procedimentos aspectos de revisão bibliográfica e análise documental.

### **2.3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS**

Para alcançar os objetivos desse trabalho, os instrumentos e técnicas utilizados na coleta de dados foram: pesquisa em relatórios anuais disponibilizados em sítio eletrônico, modalidade da pesquisa caracterizada como trabalho teórico-empírico, pesquisa realizada através revisão bibliográfico acerca do tema por meio de busca nos sites especializados; realizada através de palavras chaves no google acadêmico, google, sites do governo, repositórios utilizando busca rápida por palavras-chave, sendo elas: resíduos sólidos, cooperativas materiais recicláveis, livros e artigos científicos teses, dissertações. No entanto” o estudo adotou a pesquisa documental a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados autênticos” (SANTOS, 2000).

## **2.4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.4.1 RESÍDUOS PLÁSTICOS**

Os plásticos se tornaram indispensáveis, eles são encontrados em diversos produtos do dia-a-dia das pessoas e incluem, desde sacolas, painéis de veículos, até smartphones. Mas quase metade de todos os produtos plásticos acabam como resíduos em menos de um mês e, apenas uma fração disso é reciclada (ATLAS DO PLASTICO, 2020). O plástico se tornou um dos materiais que mais poluem o planeta. Geyer et al. (2017) estimou que 8.300 bilhões de toneladas (MT) métricas de plásticos virgens haviam sido produzidas

Em relação ao total de resíduos plásticos, ao final de 2015 o número de resíduos gerados a partir de plásticos primários atingiu 5,8 bilhões de toneladas. Se forem considerados os plásticos reciclados, de origem secundária, esse número chega a 6,3 bilhões de toneladas, levando em conta o resíduo gerado entre 1950 e 2015. Dos 6,3 bilhões de toneladas, acredita-se que cerca de 800 milhões de toneladas foram incineradas, 600 milhões de toneladas, recicladas e, o restante, 4,9 bilhões de toneladas, descartadas e acumuladas nos aterros ou no meio ambiente (GEYER et al., 2017) Segundo a Braskem (2010), maior indústria petroquímica do Brasil e maior produtora de resinas termoplásticas das Américas, em seu relatório de sustentabilidade, a produção brasileira de resinas termoplásticas representa menos de 4% da produção mundial.

O termo plástico deriva da palavra grega “plastikus” e significa aquilo “que tem propriedade de adquirir determinadas formas sensíveis, por efeito de uma ação exterior”, sendo esta uma das suas características que o tornaram tão popular (PIATTI; RODRIGUES, 2005, p. 10-12). Este termo aplica-se a uma vasta gama de materiais, que na sua fabricação são possíveis de fundir, moldar ou aplicar como um revestimento (THOMPSON et al., 2009).

Os plásticos estão cada vez mais inseridos no cotidiano dos indivíduos. Observou-se aumento de vinte vezes na produção de plásticos desde o ano de 1964, gerando um total de 322 milhões de toneladas de plásticos em 2015. Além disso, estimativas indicam que essa quantidade poderá quase quadruplicar até 2050 (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016). O crescimento dos produtos plásticos se

destaca quando comparado com a maioria dos materiais produzidos pelo homem. Além disso, suas diversas aplicações se mostram cada vez utilizadas em inúmeros setores (GEYER et al., 2017; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016; PLASTICS EUROPE, 2016)

Esse material compõe parte relevante de inúmeros setores, como a agricultura, eletroeletrônico, automotivo, construção civil, embalagem e outros (produtos de consumo e de uso doméstico, mobília, esporte, saúde e segurança), sendo a maior aplicação no setor de embalagem, que representou 35,9% do volume total de plástico consumido no mundo em 2015. Somado às diversas aplicações, os plásticos possuem o benefício de possuírem baixo custo, além de serem leves e com elevado desempenho (PLASTICS EUROPE, 2016; WORLD ECONOMIC FORUM, 2016; GEYER et al., 2017). Existem diversos tipos de resinas para formação de plásticos que podem ser utilizadas em aplicações diferenciadas, dentre elas, pode-se citar o polipropileno (PP), poli (cloreto de vinila) (PVC) e o polietileno (PE) (ABIPLAST, 2015). Há grandes questões ambientais relacionadas à produção e ao consumo de plásticos em geral: a dependência em relação ao finito estoque de recursos fósseis, a emissão de gases de efeito estufa (GEE), os impactos ambientais e na saúde e a disposição desse resíduo sólido (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Plásticos são, geralmente, materiais sintéticos, derivados de petróleo e formados pela união de grandes cadeias moleculares chamadas polímeros (poly = muitos, meros = partes). As propriedades dos plásticos são definidas a partir do tamanho e da estrutura das moléculas desses polímeros (resinas) (PGIRP, 2009).

#### **2.4.2 TIPOLOGIA DOS MATERIAIS PLÁSTICOS**

Designação genérica; o nome ‘plástico’ não se refere a um único material. Assim a palavra metal não define apenas ferro ou alumínio. A palavra “plástico” caracteriza diversos materiais com estrutura, qualidade e composição diferente. As qualidades dos plásticos são tão variadas, que frequentemente substituem materiais tradicionais como a madeira e o metal.

Macromoléculas: todavia os plásticos têm algo em comum. Eles são compostos por enovelamento ou encadeamento de longas cadeias de macromoléculas (Makro=grande). Estas moléculas são compostas normalmente de



mais de dez mil elementos individuais estão ordenados um após o outro com perdas e um calor.

Definição: plásticos são materiais cujo elemento essencial é constituído por ligações moleculares orgânicas que resultam de síntese ou através de transformação de produtos naturais. Eles são, via de regra, deformáveis plasticamente por meio da manufatura sob determinadas condições (calor, pressão) ou foram moldados plasticamente.

Os polímeros são chamados monômeros. As matérias primas para manômetros são principalmente petróleo e gás natural. Teoricamente é possível produzir monômeros também a partir da madeira, carvão e até CO<sub>2</sub>, uma vez que o principal componente para fabricação é o carbono. Estes materiais não são, porém, usados pois a fabricação com o petróleo e o gás é mais barata. Alguns manômetros foram, por alguns anos, resíduos na produção de óleo de aquecimento. Atualmente, o elevado consumo de plástico torna necessária a produção deste lixo nas refinarias. (MICHAELI, HELMUT GREIF, 1995, p.17)

Em concordância com a Norma ABNT NBR 13230/2008, determina os símbolos para identificação das resinas termoplásticas utilizadas na fabricação de embalagens plásticas, há seis tipos de plásticos que ajudam na separação e reciclagem dos materiais.

A numeração separa o material em seis plásticos (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP e PS) e um sétimo, chamado “outros”, que representa produtos que são fabricados com a junção de diferentes tipos de resinas (itereftalato de Etileno).

PET (Politereftalato de Etileno)

É um dos tipos de plástico mais populares por ser transparente, ‘inquebrável’, maleável, impermeável e leve. Normalmente compõe frascos e garrafas para uso alimentício e hospitalar, cosméticos, filmes para áudio e vídeo e fibras têxteis

PEAD (Polietileno de Alta Densidade)

Conhecido por sua alta resistência, o polietileno de alta densidade suporta baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química. Está presente em embalagens de detergente e óleos automotivos, sacolas de supermercados, embalagens de produtos de limpeza, tubulação de esgoto, tampas, tambores para tintas, entre outros.

PVC (Policloreto de Vinil)

É muito utilizado por ser rígido, transparente (se desejável), impermeável, resistente à altas temperaturas e inquebrável. Muito encontrado em embalagens para água mineral, maioneses, sucos, perfis para janelas, tubulações de água e esgoto, mangueiras, embalagens para remédios, brinquedos, bolsas de sangue, material hospitalar, entre outros.

#### PEBD (Polietileno de Baixa Densidade)

Plásticos flexível, leve, transparente e impermeável. Está presente em sacolas para supermercado, filmes para embalar leite e outros alimentos; sacaria industrial; filmes para fraldas descartáveis; bolsa para soro medicinal; sacos de lixo, entre outros

#### PP (Polipropileno)

Plástico muito resistente a mudanças de temperatura. Utilizados em Caixas industriais, Lixeiras, Lixeiras para Coleta Seletiva, Pallets de Plástico, tubos para água quente, fios e cabos, frascos, caixas de bebidas, autopeças, potes, seringas descartáveis, utilidades domésticas, etc.

#### PS (Poliestireno)

O poliestireno possui características como leveza, capacidade de isolamento térmico, baixo custo, flexibilidade, e a maleabilidade sob a ação do calor, que o deixa em forma líquida ou pastosa. Muito utilizado em potes para iogurtes, sorvetes, doces, frascos, geladeiras (parte interna da porta), pratos, tampas, copos descartáveis, aparelhos de barbear descartáveis e brinquedos.

Outros tipos plásticos. O plástico não identificado na categoria do grupo dos seis tipos será incluso no número sete. Policarbonatos (PC) usados para construir produtos fortes e resistentes. (Azevedo, [2020?]).

A decomposição do BPA não acontece, quando entra em contato com o solo significa que este produto químico será persistente no solo e acabará por entrar nos corpos d'água, contribuindo para a poluição aquática e meio ambiente. Além disso, o plástico número 7 raramente é reciclado. Jornais (2 a 6 semanas), embalagens de papel (3 a 6 meses) fósforos pontas de cigarros (2 anos), chicletes (5 anos) e nylon (30 anos), tampas de garrafas (100 a 150 anos) latas de alumínio (200 a 500 anos), isopor (400anos), plásticos (450 anos) fraldas descartáveis comuns (450 anos), guardanapos (3 meses) pilhas (100 a 500 anos), sacos e copos plásticos (200 a 450 anos) garrafas e frasco de vidros tempo indeterminado. (Pedagogia ao Pé da Letra, 2013).

A produção mundial cresceu de 1,7 milhão de toneladas, em 1950, para 265 milhões de toneladas, em 2010. Destaca-se o aumento exponencial entre os anos 50 e os anos 70, e é possível observar como a produção de polímeros dobrou dos anos 70 para os 90, depois da qual os valores de produção praticamente triplicaram nos anos 2000. Apesar da crise econômica, um material onipresente, faz parte do cotidiano da vida moderna. Inventado a mais de 100 anos, virou símbolo da sociedade consumista.

Figura 1 — Simbologia técnica associada aos plásticos



Fonte: APACK EMBALAGENS (2021).

Em relação aos grupos dos bioplásticos, com origem renovável, porém não biodegradável, este inclui polímeros como o polietileno (PE), o poli (tereftalato de etileno) (PET), poliamida (PA), poli (tereftalato de trimetileno) (PTT), o poliuretano (PU), entre outros. Já os bioplásticos, de origem renovável e biodegradáveis, englobam polímeros como poli (ácido láctico) (PLA), polihidroxialcanoato (PHA), poli (succinato de butileno) (PBS), compostos de amido. Por fim, no terceiro grupo, composto por polímeros de origem fóssil e biodegradáveis, encontram-se polímeros como o poli (butileno a dipatoco- tereftalato) (PBAT) e policaprolactona (PCL) (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2016a). Ao observar o mercado de plásticos

convencionais, os bioplásticos possuem uma baixa representatividade, correspondendo a cerca de 1% do total de plásticos produzidos anualmente (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2016a).

A produção dos plásticos em larga escala teve início em meados de 1950 e hoje, são indispensáveis para a vida moderna, possibilitando maior segurança em hospitais, com o uso de descartáveis; implantação de órgãos artificiais em seres humanos; melhoria no desempenho dos produtos; acessibilidade de produtos até lugares remotos, entre diversas outras vantagens. Desde a década de 1960, a produção mundial de plásticos foi multiplicada por vinte, tendo atingido 322 milhões de toneladas em 2015 - só nos últimos dez anos, foram produzidos mais plásticos do que durante todo o último século -, prevendo-se que duplique nos próximos 20 anos (UNEP, 2020a; UNIÃO EUROPEIA, 2018). Com base nos dados do ATLAS DO PLÁSTICO (2020), os maiores produtores de bioplásticos são, Ásia (55 %), Europa (19%), América do Norte (16%), América do Sul (9%) e a Austrália/Oceania (1%). Tendo a sua maior parte usado em embalagens rígidas e flexíveis, têxteis e automotivos/transportes.

### **2.4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS PLÁSTICOS ENQUANTO RESÍDUOS SÓLIDOS**

Nesta perspectiva, Spinacé e de Paoli (2005, p. 70) indicam que: A reciclagem de forma sistemática é uma das soluções mais viáveis para minimizar o impacto causado pelos polímeros ao meio ambiente. Vários aspectos motivam a reciclagem dos resíduos poliméricos contidos nos resíduos sólidos urbanos, a economia de energia, a preservação de fontes esgotáveis de matéria-prima: a redução de custos com disposição final do resíduo, a economia com a recuperação de áreas impactadas pelo mau acondicionamento dos resíduos, o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução de gastos com a limpeza e a saúde pública e a geração de emprego e renda.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 12980, de 1993, define resíduos sólidos como: “material desprovido de utilidade pelo seu possuidor”. (ABNT, 1993) Entretanto, segundo a Norma Brasileira (NBR) 10004, de 2004, resíduos sólidos perigoso: a classificação é dada como:

Classe I Perigosos - causam problemas gravíssimos no meio ambiente, devido as suas características como toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade: lâmpadas fluorescentes, óleos lubrificantes.

Classe II - A Não Perigosos Não-Inertes - são aqueles que menos agridem o meio ambiente, podendo ser combustíveis, biodegradáveis e solúveis em água, tais como: restos de alimentos, papel e podas de árvores.

Classe II B - Não Perigosos Inertes – são aqueles que ao serem submetidos aos testes de solubilização, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, ou seja, a água permanecerá potável quando em contato com os resíduos sólidos.

De acordo com a Lei 12.305 de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS), os resíduos podem ser classificados como:

Aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.).

Cintra e José (2017) destacam os resíduos citados pneus, pilhas e baterias, embalagens e resíduos agrotóxicos lâmpadas fluorescentes, de mercúrio e de vapor de sódio e óleos lubrificantes são produtos que devem fazer parte da logística reversa. Declaram os autores (Cintra e José, idem, p. 147) a logística reversa é “o processo que responsabiliza as empresas e estabelece uma integração de municípios na gestão do lixo. [...] os produtores têm que prever como se dará a devolução, a reciclagem daquele produto e a destinação ambiental adequada”. É importante ressaltar que a logística reversa e uma maneira eficiente para diminuir quantidade de resíduos no meio ambiente, e evitar danos irreversíveis, mesmo com o comprometimento do poder público o destino final dos resíduos ainda provoca danos de acordo com Silva e Takemori-Silva (2006).

Sobre os riscos, declara Beck, aquilo que prejudica a saúde e destrói a natureza é frequentemente indiscernível à sensibilidade e aos olhos de cada um e, mesmo

quando apareça a olhos nus, exigirá, segundo a configuração social, o juízo comprovado de um especialista para a sua asserção objetiva. Muitos dos novos riscos (contaminações nucleares ou químicas, substâncias tóxicas nos alimentos, enfermidades civilizacionais) escapam inteiramente à capacidade perspectiva humana imediata. Cada vez mais estão no centro das atenções ameaças que com frequência não são nem visíveis ou perceptíveis para os afetados, ameaças que, possivelmente, sequer produzirão efeitos durante a vida dos afetados, e sim na vida de seus descendentes (BECK, 2011, p. 32).

## **2.5 MICROPLÁSTICOS NO AMBIENTE MARINHO**

A National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) define como resíduos marinhos ou detritos marinhos qualquer material que não pertença de forma natural ao ambiente marinho. Assim, resíduos plásticos, definido como material sólido que tenha sido processado e fabricado, quando descartados incorretamente no ambiente marinho e/ou costeiro (GALL; THOMPSON, 2015, p. 170; UNEP) são considerados detritos.

A incidência de resíduos plásticos no ambiente marinho é motivo de preocupação severa, visto que o impacto desses detritos é prejudicial à vida marinha e, conseqüentemente, à nossa. Além disso, a sua capacidade de transportar contaminantes tóxicos e perigosos tornam o seu potencial de impacto negativo ainda maior (GALL; THOMPSON, 2015, p. 170).

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. 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. Os três principais polímeros que formam os microplásticos são polietileno (PE), polipropileno (PP) e poliestireno (PER) (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p. 59).

Os microplásticos são pequenos plásticos que podem não ser facilmente visíveis ao olho humano, não há padrões científicos para o tamanho dos microplásticos, e as suas definições variaram em diferentes estudos, a partir de diâmetros compreendidos entre < 1mm a < 10mm (MOLCARD et al., 2003). Uma ampla gama de detritos plásticos pode ser identificada como meso e microplásticos. Lancados muitas vezes no oceano a partir de uma diversidade de fontes, que são divididas em fontes terrestres e fontes marinhas. 80% do total de detritos de plástico têm origem em terra, enquanto o resto (20%) são de fonte marinhas (SAAD et al., 2015, p. 17) No entanto, não existe comprovação cientificamente definida sobre o tamanho dos microplásticos.

No entanto é possível observar que os impactos relacionados à poluição por resíduos plásticos no ambiente marinho vão desde a modificação no habitat físico desse ecossistema, danos biológicos diretos na vida marinha e impactos químicos, como também à saúde e demais aspectos da vida cotidiana dos seres humanos (PAWAR et al., 2016, p. 45-50). O 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 microplástico afetam nossa saúde. O que se sabe, é que nossa exposição ao microplástico e seus potenciais riscos devem aumentar com o crescimento projetado na produção de plástico. Os indivíduos tem sido 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). 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 humana (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p. 60).

É muito difícil identificar o lugar de origem dos detritos, pois esse material pode adentrar no oceano por diferentes fontes marinhas e terrestres, podendo viajar longas distâncias<sup>47</sup> (GALGANI et al, 2013, p. 1057). Isso porque, os padrões de

movimentação do lixo nesse ambiente estão diretamente relacionados às condições climáticas e oceânicas, tais como o vento, correntes marítimas, movimento das ondas, dinâmica das marés, entre outros fatores. Ainda, a utilização do solo e as atividades econômicas e sociais próximas às zonas costeiras também podem influenciar nesses padrões de movimento (RECH et al, 2014, p. 67). Milhões de toneladas de resíduos plásticos estão se acumulando em escala global nos principais ecossistemas terrestres e, principalmente, aquáticos. Dessa forma, é de extrema relevância a existência de uma gestão projetada especificamente para lidar com os plásticos quando estes chegam ao seu fim de vida e se transformam em resíduos. (GEVER et al, 2017, p. 01). A incidência de resíduos plásticos no ambiente marinho é motivo de preocupação severa, visto que o impacto desses detritos é prejudicial à vida marinha e, conseqüentemente, à nossa. Além disso, a sua capacidade de transportar contaminantes tóxicos e perigosos tornam o seu potencial de impacto negativo ainda maior (GALL; THOMPSON, 2015, p. 170).

O caráter irreversível da poluição por resíduos plásticos no ambiente marinho pode se dar, tendo em vista que os danos causados à biodiversidade marinha não podem ser restaurados, sem contar as possíveis conseqüências aos seres humanos - em que pese as incertezas científicas que rodeiam o problema (MORRISSEY, 2019, p. 05)

Na Figura 2 pode-se observar o efeito dos resíduos plásticos em duas toninhas (*Pontoporia blainvillei*), espécie de golfinho criticamente ameaçada de extinção, com registro de ingestão de plástico. Os indivíduos das fotos foram encontrados em Bombinhas (SC), em 11/09/2016, e em Laguna (SC), em 08/02/2018, (IWANICKI; ZAMBONI, 2020).

Figura 2 — Ingestão de resíduos plásticos por animais aquáticos no Sul do Brasil





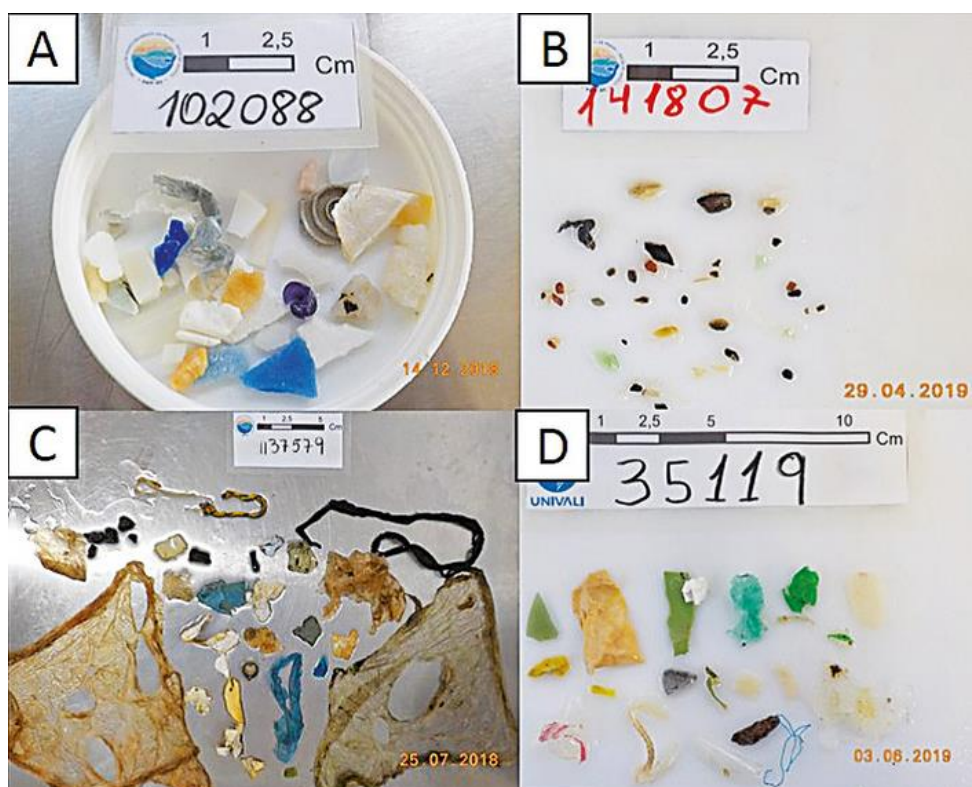
Fonte: Petrobras / Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática. Adaptado de Oceano livre de plástico (2020).

Um estudo brasileiro de Andrades et al. (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. 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. Portanto, a quantidade de espécies e indivíduos sendo impactados pela ingestão de resíduos plásticos está criticamente subestimada. O impacto da interação com resíduos plásticos 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 Zamboni, Ademilson, (2020) Nesse mesmo estudo, 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 dentre outros (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p, 55). 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. Resíduos sólidos encontrados durante a triagem do trato digestório dos animais necropsiados.

Segundo os autores Iwanicki & Zamboni (2020), foi analisado 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. (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p.53).

Figura 3 — Resíduos sólidos encontrados durante a triagem do trato digestório dos animais necropsiados.



Legenda: 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.

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.

### 2.5.1 PRODUÇÃO DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS

Entre 1950 e 2017, foram produzidas cerca de 9,2 bilhões de toneladas de plástico, isto é, mais do que uma tonelada por pessoa viva na Terra hoje. Representa uma média de 400 milhões de toneladas de plástico produzido ao ano, sendo que apenas 9% são recicladas (ATLAS DO PLÁSTICO, 2020). As embalagens representam mais de um terço de todo o plástico produzido.

Os sistemas de reciclagem não conseguem lidar com esse volume de resíduos. Um rápido olhar ao longo da história mostra que apenas 10% dos mais de nove

bilhões de toneladas de plásticos produzidos desde a década de 1950 foram reciclados. A melhor solução é fácil de apresentar, embora muito contestada: simplesmente não produzir tanto plástico. Governantes ao redor do mundo têm reconhecido a gravidade da poluição por plástico e aprovado leis e medidas para diminuir o uso de plásticos de uso único. 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. 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. Responsabilidade estendida do produtor: estabelecer regimes de responsabilidade estendida do produtor Incentivos municipais para substituir plásticos de uso único por alternativas renováveis. Políticas e diretrizes institucionais para que seus fornecedores substituam a compra de plástico de uso único por alternativas novos produtos promover a substituição dos produtos plásticos de uso único por alternativas renováveis entre comerciantes, atacadistas e varejistas em todo o país (IWANICKI; LARA, p.73, 2020). Empresas ajustem suas práticas, e novos negócios sejam criados para operar dentro de uma lógica de economia circular. 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.

Em 2018, o Brasil produziu uma média 79 milhões de toneladas de lixo, tornando-se um grande “aterro” na América Latina. Se se dê continuidade nesse ritmo, em 2030 bater-se-á o recorde de 100 milhões de toneladas por ano. Quando o desafio ambiental em pauta é a questão dos resíduos, grupos de sociedade civil vêm chamando a atenção de tomadores de decisão e da opinião pública para um vilão em especial: o plástico. Das 145 mil toneladas de resíduos diários produzidos e descartados indevidamente na América Latina e Caribe, 11,7% representam lixo plástico. No Brasil, das 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos produzidas por ano, 13,5% são de plástico, de acordo com dados da SELURB - Sindicato Nacional das Empresas de Limpeza Urbana.

Em 2018 o crescimento da indústria foi de 0,8%, produzindo aproximadamente 6,17 milhões de toneladas de produtos transformados. A grande questão é que a quantidade de derivados de plástico produzida não é devidamente tratada, e eis aqui a fórmula para levar o Brasil a ocupar o quarto lugar mundial quando o assunto é resíduo plástico (ATLAS DO PLÁSTICO, 2020). Na Tabela 1 é apresentado um panorama mundial da produção de resíduos plásticos.

Tabela 1 — Produção mundial de resíduos plásticos.

País	Total de lixo Plástico Gerado	Total Incinerado	Total Reciclado	Relação Produção e Reciclagem
Estados Unidos	70.782.577	9.060.170	24.490.772	34,60%
China	54.740.659	11.988.226	12.000.331	21,92%
Índia	19.311.663	14.544	1.105.677	5,73%
Brasil	9.885.081	0	145.043	1,28%
Indonésia	9.885.081	0	362.070	3,66%
Rússia	8.948.132	0	320.088	3,58%
Alemanha	8.286.827	4.876.027	3.143.700	37,94%
Reino Unido	7.994.284	2.620.394	2.513.856	31,45%
Japão	7.146.514	6.642.428	405.834	5,68%
Canadá	6.696.763	207.354	1.423.139	21,25%

Fonte: WWF / Banco Mundial (What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 (2019).

Mais preocupante ainda é o fato de que parte desse resíduo vai para o mar. No ranking dos maiores poluidores dos oceanos por plásticos, o Brasil ocupa a 16ª maior posição. O setor de turismo movimenta uma grande cadeia produtiva no Brasil, nos períodos de verão, a população flutuante das cidades litorâneas pode aumentar em 500%, de acordo com a Fundação de Economia e Estatística (ATLAS DO PLÁSTICO, 2020). Em períodos de maior intensidade turística, a produção de resíduos em cidades costeiras, sobretudo de plástico, chega mais que a dobrar. Ironicamente, as atividades turísticas, que dependem de um ambiente limpo contribuem para o lixo no mar (ATLAS

DO PLÁSTICO, 2020). Em entrevista para o site das Nações Unidas no Dia Mundial do Meio Ambiente Secretário-geral das Organizações das Nações Unidas (ONU), António Guterres disse que o mundo deve se unir para “vencer a poluição por plástico” e também que “nosso mundo está sendo inundado por resíduos plásticos prejudiciais”. Afirmou ainda que “todos os anos, mais de 8 milhões de toneladas acabam nos oceanos” (ONU, 2018). No entanto prevê-se que a presença de plástico nos oceanos a ingestão por várias espécies desses materiais tende a aumentar nos próximos anos. A natureza clama, já não é mais a mesma (GIDDENS, 2007, p. 42). O impacto das escolhas dos seres humanos ao longo de séculos deixou sua marca.

### **2.5.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS**

JAMBECK et al. (2015), estimaram uma possível contribuição de plásticos por país, provenientes dos resíduos municipais mal geridos para o ambiente marinho. Para o ano de 2010, foi estimada a geração de 275 milhões de toneladas de resíduos de plástico em países com costa, com 4,8 a 12,7 milhões de toneladas a entrar no oceano. Os mesmos autores estimam que esta quantidade duplique até 2025, se não se proceder a melhorias significativas nas gestões de resíduos (JAMBECK et al., 2015).

Relativamente a detritos com origem no oceano, acredita-se que os navios de pesca, militares, recreativos, comerciais de investigação, representam a maioria das fontes de poluição originando toneladas de detritos plásticos. Estes incluem redes de pesca, sacos de plástico, recipientes para alimentos e bebidas, e outros resíduos domésticos. As redes de pesca são um dos principais materiais plásticos encontrados nos oceanos e representam 50-90% de todos os resíduos marinhos (HAMMER et al., 2012, p. 5). Os resíduos de plástico causam um grande número de danos nos ecossistemas e aos organismos que neles habitam através de emaranhamento e ingestão (Hammer et al., 2012, p. 5). De acordo com Macfadyen, Huntington e Cappell (2009), foram registadas mais de 260 espécies vítimas de ingestão ou emaranhamento em detritos de plástico. Por exemplo, foi observado zooplâncton que exposto a fibras de microplástico continha deformidades nas antenas e carapaça resultantes de danos externos provocados por fibras (ZIAJAHROMI et al., 2014)

Um estudo publicado por Jambeck et al. (2015), estimou-se que a quantidade total de plásticos 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 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. Essa metodologia 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 final, 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. (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p. 51).

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. (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p. 51).

Imensidão azul, o oceano, um riquíssimo berço da biodiversidade. As cinco grandes bacias oceânicas interligadas - Atlântico, Pacífico, Índico, Ártico e Antártico - contém, juntas, 97% da água existente em nosso planeta. Todas as formas de vida, incluindo a nossa, dependem da própria saúde do oceano (CARLEY et al., 2013, p. 03).

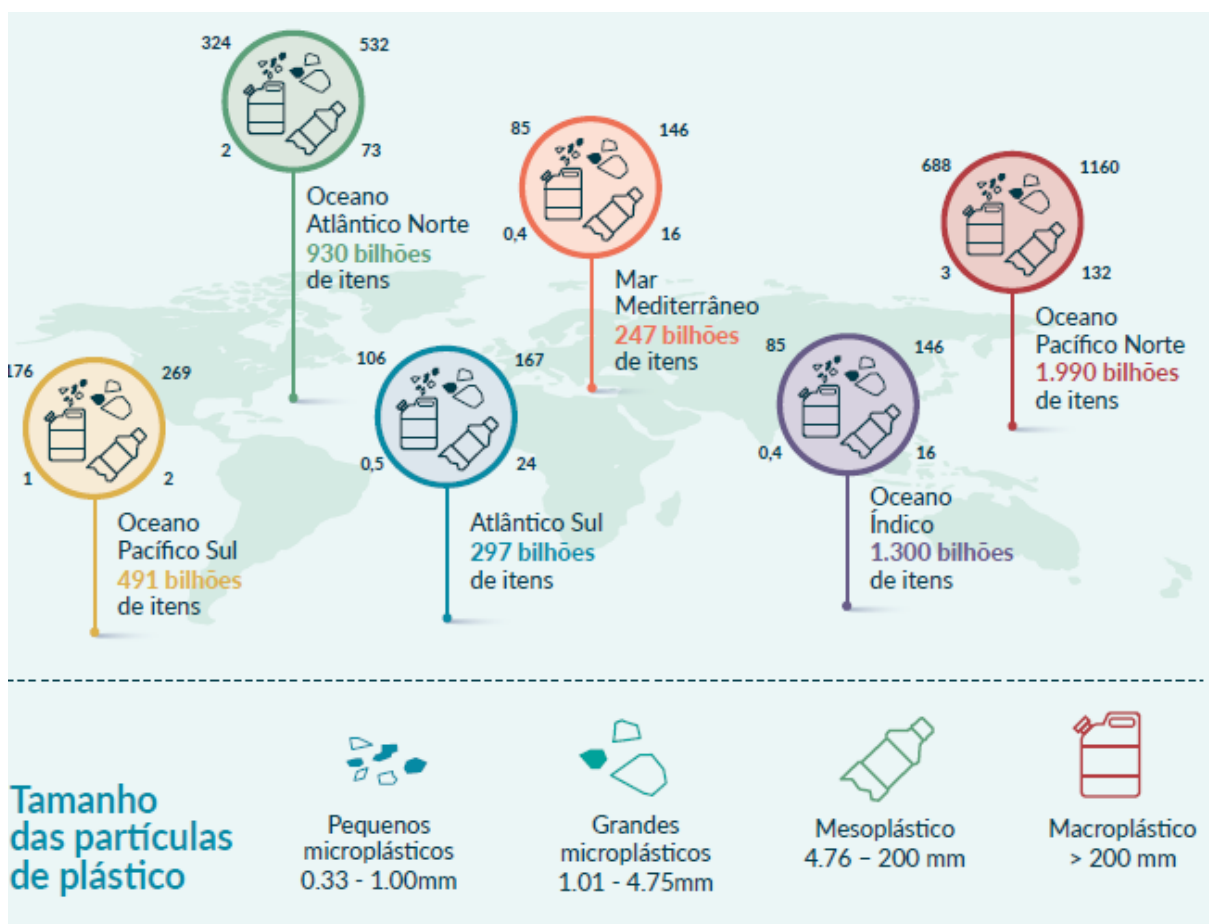
Rachel Carson, em sua obra “O mar que nos cerca”, de 1951, declarou: “o ser humano não pode controlar ou alterar o mar tal como tem subjugado e devastado os continentes em seu breve domínio sobre a terra” (p. 40). É interessante trazer à tona tais palavras, pois, mal sabia Carson que, na mesma época em que sua obra era lançada ao mundo, um novo material ganhava forma, aceitação e iria mudar em muitos aspectos a vida humana, inclusive, dos próprios mares - muito além daqueles que nos cercam. Esse material é o plástico (GEYER et al., 2017, p. 01)

Seguindo a ONU Brasil (2020), até 2050, os oceanos terão mais plásticos que peixes. Muitos desses plásticos colocados no comércio não possuem mercado para a reciclagem, em que muitas vezes são utilizados e rapidamente descartados. No mundo, em torno de 32% dos plásticos são descartados no meio ambiente, 40% em aterros sanitários, 14% são incinerados, 14% encaminhados para a reciclagem, e

apenas 2% dessa fração encaminhada para a reciclagem são efetivamente recuperados em produtos duráveis (FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL, 2020).

Os resíduos sólidos no ambiente marinho são provenientes de várias fontes. Os mares recebem resíduos que provêm de povoações costeiras, pesca e transporte marinho. O oceano Atlântico Norte 930 bilhões de itens, Pacífico Sul 491 bilhões de itens, Mediterrâneo 247 bilhões de itens, Atlântico Sul 297 Oceanos Pacífico Norte 1.990 bilhões de itens, Oceano Índico 1.300 bilhões de itens (PLASTIC ATLAS, 2019), conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 — Quantidades estimadas de plástico nas principais áreas marinhas (em bilhões de itens).



Fonte: Lebreton et al. (2014).

Não há uma definição padronizada e internacional para micro e nanoplásticos. Os eles 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 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, 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. 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. 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 suíno (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p.60). A população tem estado exposta aos microplásticos por meio da ingestão, inalação e possivelmente pelo toque e manuseio de materiais plásticos o dia todo. Os microplásticos contaminados, afetam a saúde da população humana e também dos animais que vivem no ambiente aquático e peixes entre outros.

No Brasil, os projetos de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) e da Bacia 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. 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. Entre os anos de 2015 e 2019 foram realizadas 29.010 necrópsias de tetrápodes marinhos (aves, répteis e mamíferos marinhos) encontrados ao longo das praias do Sul e Sudeste do Brasil (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p. 54), desses, 3.725 indivíduos, entre golfinhos, baleias, pinípedes, aves e répteis apresentaram algum tipo de detrito não natural em seus tratos digestórios. Aproximadamente 13% delas tiveram mortes sua morte diretamente associada ao consumo de materiais antropogênicos. Ainda, 85% dos indivíduos que ingeriram resíduos sólidos, inclusive plásticos, são espécies ameaçadas de extinção. (IWANICKI; ZAMBONI, 2020, p. 55). 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 (OCEANA, 2020).

### **2.5.3 A LEGISLAÇÃO E OS RESÍDUOS PLÁSTICOS**

Portanto, o aumento na produção de resíduos sólidos intensifica desafios a serem alcançados. A (PNRS) torna obrigação programa de destinação, adequadas, obrigações compartilhadas, poder público e sociedade. A gestão de resíduos sólidos é um assunto polêmico e exige mudança e diversas alternativas, que envolve, empresa, mercado, setor privado.

Em agosto de 2010, foi sancionada a Lei 12.305, que mudaria a visão que se tinha acerca dos resíduos sólidos, a lei institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), dispendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos. Em seu conteúdo, a lei reúne diversas medidas e instrumentos a serem adotadas sobre a gestão de resíduos sólidos e seus objetivos (BRASIL, 2010).

De maneira simplificada, a PNRS tem por objetivo principal evitar que os resíduos sólidos urbanos (RSU), possam afetar ao meio ambiente consequentemente

à saúde humana (BRASIL, 2010). Uma legislação como a Lei 12.305/10, assim como outras, exemplo da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), de Saúde Pública (Lei 8080/90), dos Recursos Hídricos (Lei 9.433/97), e a de Saneamento (Lei 11.445/07), normalmente explicita conceitos, adota princípios, cria instrumentos e fixa diretrizes para a área temática específica a que ela se dirige.

Na promulgação da PNRS já se destacava importantes gargalos, como o ritmo lento de ampliação da coleta seletiva ou a constatação de que os investimentos realizados pelos municípios brasileiros não seriam suficientes para cumprir a meta até a data original de 2014. A lei nº 12.305/2010 estabelece diretrizes gerais aplicáveis a todos os tipos de resíduos sólidos, salvo os radioativos, e cria novo modelo de gestão dos resíduos com oportunidades de desenvolvimentos econômico e social, além de determinar o encerramento dos lixões em até quatro anos e de fixar dois anos para a conclusão dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, a partir da sanção da lei (OLIVEIRA; GALVÃO, 2016).

É importante destacar a política nacional dos resíduos sólidos (PNRS), instituída pela lei 12,305/10, a apresenta um marco histórico, fornece um avanço tecnológico para solucionar problema ambientais envolvendo resíduos sólidos urbanos, e estabelecer mudanças significativas, princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes e metas e resultados a serem alcançadas. Acordo setorial: geradores, poder público, consumidores, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos são objetivos a serem alcançados, diminui a quantidade de resíduos sólidos descartados em locais inadequados dessa forma alcançar os objetivos em ação conjunta, cooperativas, empresas, Estado e municípios. A perspectiva do ciclo de vida dos produtos está relacionada a mudança nas organizações que se inicia na fabricação até descarte final. Logística reversa, De acordo com Oliveira (2012), a PNRS estabelece as diretrizes para que possamos dar uma destinação final aceitável aos resíduos sólidos, como uma forma de proteção ao meio ambiente.

Em seu art. 4º, a PNRS reúne o conjunto de princípios, objetos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A Política Nacional dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). em seu Art. 7º, informa que os seus objetivos.

I da saúde pública e da qualidade ambiental; II. Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; III. Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; IV. Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; V. redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos; VI. incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; VII. gestão integrada de resíduos sólidos; VIII. articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; IX. capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; X. regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira [...]

## **2.6 A INDÚSTRIA E A RECICLAGEM DOS PLÁSTICOS**

A reciclagem é uma atividade antiga, que já acontecia na antiguidade clássica quando, de acordo com Bosi (2008), era comum o reaproveitamento de utensílios domésticos e ferramentas de trabalho de ferro. Nas guerras do Império Romano, por exemplo, era comum esse reaproveitamento. Também de acordo com o autor, podemos dizer que a reciclagem, o reaproveitamento, sempre teve uma ligação com as pessoas mais simples, os mais pobres, à procura de sobrevivência. “[...] Mais próximo do nosso tempo, no período moderno, se fosse possível percorrer as ruas de Paris do século XVIII, ver-se-iam mascates circulando pela cidade à procura de trapos para abastecer a indústria de papel.” (BOSI, 2008, p. 16). No Brasil a indústria do plástico cresceu de forma desordenada nas últimas décadas contribuindo para diversos problemas ambientais. O plástico possui impactos ambientais que são

gerados na produção, consumo e no descarte. O plástico leva em média quatrocentos e cinquenta anos para se decompor e isso ocasiona poluição dos rios, mares, nos lençóis freáticos, no solo e na atmosfera no meio ambiente.

Contudo, em 2018 foram gerados no Brasil cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Desse montante, 92% foram coletados junto aos locais de geração e somente 59,6% foram destinados em aterros sanitários (ABRELPE, 2019). Infelizmente, o Brasil recupera apenas 2,2% dos seus resíduos sólidos urbanos em unidades de triagem. Um valor muito abaixo de países desenvolvidos, por exemplo, em 2014 a Alemanha reciclou 67,3% entre compostagem e reciclagem de outros componentes do resíduo sólido. Outra destinação que reaproveita os resíduos sólidos urbanos que é a energia, enquanto na Europa existiam 492 instalações de transformação de resíduos sólidos em energia em 2017, no Brasil se observa uma ausência total (Mancini et al., 2021). Segundo Sousa et al. (2016) os principais fatores (água, energia), redução da poluição, redução da quantidade de lixo nos aterros (destinação correta do lixo) e estudos apontam ainda para a geração de empregos. Os brasileiros, mensalmente, jogam fora 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos, 30% poderiam ser reaproveitados, mas apenas 3% vão para a reciclagem. Muitas cidades do Brasil vêm adotando a reciclagem como uma das formas de diminuição da poluição no intuito de evitar danos ao meio ambiente e no panorama visual, fazendo que motivam a reciclagem são: preservação de recursos naturais (matéria prima, com que haja menos desperdícios. Em dez anos, o número de municípios que implantaram programas de reciclagem aumentou de 81 para mais de 900. Mas isso não representa nem 20% das cidades (IBGE, 2022). Somente no Brasil, o consumo aparente de transformados plásticos foi de 6,5 milhões de toneladas (ABIPLAST, 2019) e a projeção é que esse valor chegue a 7,8 milhões de toneladas em 2023.

A produção mundial cresceu de 1,7 milhão de toneladas, em 1950, para 265 milhões de toneladas, em 2010. Destaca-se o aumento exponencial entre os anos 50 e os anos 70, e é possível observar como a produção de polímeros dobrou dos anos 70 para os 90, depois da qual os valores de produção praticamente triplicaram nos anos 2000. Apesar da crise econômica, um material onipresente, faz parte do cotidiano da vida moderna. Inventado a mais de 100 anos, virou símbolo da sociedade consumista.

A técnica da reciclagem consiste em transformar estes materiais, por meio da alteração de suas características físico-químicas, em novos produtos, o que a diferencia da reutilização. Os processos de reciclagem de polímeros plásticos podem ser classificados em reciclagem mecânica (Primária e Secundária), Reciclagem química (Terciária), e reciclagem energética (Quaternária). Estudos de avaliação do ciclo de vida (ACV), demonstram que a reciclagem pode reduzir significativamente o impacto ambiental das embalagens plásticas (SHEN et al., 2010).

A reciclagem mecânica é um reprocessamento de materiais plásticos por meios físicos, como corte, trituração, lavagem etc. O polímero é separado dos possíveis contaminantes, tem seu tamanho reduzido, e, após feita a separação, limpeza e secagem, pode ser diretamente processado em produto final ou pellets para serem utilizados na produção de outros bens. (BESEN JACOBI; CHRISTIAN SILVA, p.221, 2021). Atualmente a reciclagem mais utilizada no mundo todo é a mecânica, além de ser o modelo preconizado como prioritário pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), pois permite utilizar metodologias de logística reversa, garantir que o conceito de economia circular seja estabelecido, priorizando a prevenção e adequado beneficiamento dos resíduos plásticos e sua reciclagem como coproduto (ABIPLAST, 2019).

Em meados da década de 1980, a crença de que a reciclagem resolveria o crescente problema dos plásticos de uso único foi disseminada no mundo ocidental e, no final da década, quase todas as garrafas de refrigerante e leite reutilizáveis haviam desaparecido, substituídas por plástico descartável. Essa abordagem de mão única da cadeia de suprimentos ajudou os produtores de alimentos e bebidas a consolidar mercados distantes, justamente quando os países em desenvolvimento estavam começando a seguir o modelo de desenvolvimento iniciado pelo mundo ocidental. Um estilo de vida descartável era um sinal de modernidade (ATLAS DO PLÁSTICO, 2020 p. 14). Os plásticos de uso único conquistaram diversas representações, as festas de faculdade estão repletas de talheres de plástico e os heróis da televisão vão para o trabalho com um copo de café descartável. Tais imagens se espalham pelo o mundo.

## **2.7 A COLETA SELETIVA E A RECICLAGEM DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS**

A coleta seletiva iniciou no século XX, com as primeiras práticas implementadas nos Estados Unidos e na Europa (EIGNHEER; FERREIRA, 2015.p. 677- 678; GALDERONI, 1999, p. 139). No Brasil foi noticiada na década de 1940. Há registros de iniciativa nas cidades de São Paulo (SP), Porto alegre (RS), e Pindamonhangaba (SP), na década de 1960 (GRIMBERG; BLAUT, 1998. p15). Mas a primeiras experiências sistematizadas e documentadas foi no bairro de São Francisco em Niterói (RJ) em 1985 (EIGNHEER; FERREIRA, 2015, p.677-678; CALDERONI, p.141). A experiência influenciou muitas outras cidades brasileiras (GRIMBERG; BLAUT, 1998, p.15).

A respeito da experiência de implantação da coleta seletiva no Bairro São Francisco, em Niterói/RJ, com mérito da ampla participação social, na fase de implementação da prática, residências da área foram alvo de visitas para a sensibilização dos moradores quanto à sua participação na coleta seletiva. A coleta seletiva foi iniciada em 100 casas e chegou a alcançar 1.200 casas, o que representou um terço do bairro, o trabalho era feito por quatro pessoas do bairro. Por mês eram vendidas aproximadamente 20 toneladas de materiais recicláveis (EIGNHEER; FERREIRA, 2015). Para Sabetai e Calderani (1996, p.141) a descentralização e caráter comunitário, privilegiando a pequena escala, foram características da experiência em Niterói. Além da experiência em Niterói, outras cidades brasileiras também são lembradas a partidas das iniciativas com coleta seletiva, dentre elas: Belo Horizonte (MG), Maceió (AL), Florianópolis (SC), Brasília (DF), Campinas (SP), São Paulo (SP), Embu (SP), Ribeirão Preto (SP) e Ribeirão de São Lourenço (SP) (EIGNHEER, 1998:1999).

No entanto, de acordo com Bosi (2008), no Brasil o processo de reciclagem se tornou viável graças ao recolhimento e a separação dos resíduos efetivada a baixo custo pelos catadores, que pouco recebem pelo seu trabalho, o que possibilitou a pequenos e grandes empresários da reciclagem investirem em tecnologia para efetivarem essa indústria. Desta forma, a renda dos catadores poderia ser maior, assim como poderiam ser melhores suas condições de trabalho, educação e saúde, se a cadeia de reciclagem fosse melhor estruturada no país para dar conta de todo os resíduos sólidos produzidos pós-consumo e, ao mesmo tempo, se houvesse um sistema de remuneração do trabalho dos catadores.

A coleta seletiva é o ato de recolher os resíduos, previamente segregados, conforme sua composição ou constituição, e é dever dos municípios à sua implantação, como menciona a PNRS (BRASIL, 2010).

Para o processo de reciclagem, a logística reversa é muito importante, uma vez que facilita o retorno dos materiais pós-consumo para que sirvam de matéria prima novamente, nos centros de produção (COLTRO; GASPARINA; QUEIROZ, 2008).

Em 2010, foram reciclados, no Brasil, 953 mil toneladas de plásticos (sendo 606 mil toneladas de plásticos pós-consumo e o restante de plásticos industriais), representando um crescimento de 2,5% em relação a 2009. Ainda assim, o ano de 2008 foi o que apresentou o maior valor de reciclagem já visto no país, tendo sido recuperadas 980 mil toneladas de plástico.

É possível afirmar a reciclagem de plásticos envolve vários setores da sociedade e dependerá produtores do compromisso de consumidores, trabalhadores do setor, governos e do mercado dos produtos reciclados.

Segundo Sousa et al. (2016) os principais fatores que motivam a reciclagem são: preservação de recursos naturais (matéria prima, água, energia), redução da poluição, redução da quantidade de lixo nos aterros (destinação correta do lixo) e estudos apontam ainda para a geração de empregos. Os brasileiros, mensalmente, jogam fora 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos, 30% poderiam ser reaproveitados, mas apenas 3% vão para a reciclagem. Muitas cidades do Brasil vêm adotando a reciclagem como uma das formas de diminuição da poluição no intuito de evitar danos ao meio ambiente e no panorama visual, fazendo com que haja menos desperdícios. Em dez anos, o número de municípios que implantaram programas de reciclagem aumentou de 81 para mais de 900. Mas isso não representa nem 20% das cidades (IBGE, 2022). Somente no Brasil, o consumo aparente de transformados plásticos foi de 6,5 milhões de toneladas (ABIPLAST, 2019) e a projeção é que esse valor chegue a 7,8 milhões de toneladas em 2023.

Algumas embalagens, apesar da indicação no rótulo de que são feitas de materiais recicláveis, na prática não conseguem ser recicladas. Isto porque não há um mercado comprador e indústrias de transformação para reintroduzir os resíduos na cadeia produtiva. Outras embalagens que têm comércio fácil nas regiões sul e sudeste, dificilmente serão comercializadas nas outras regiões, visto que em muitos casos o preço pago pelo resíduo não cobre o transporte até uma indústria recicladora.

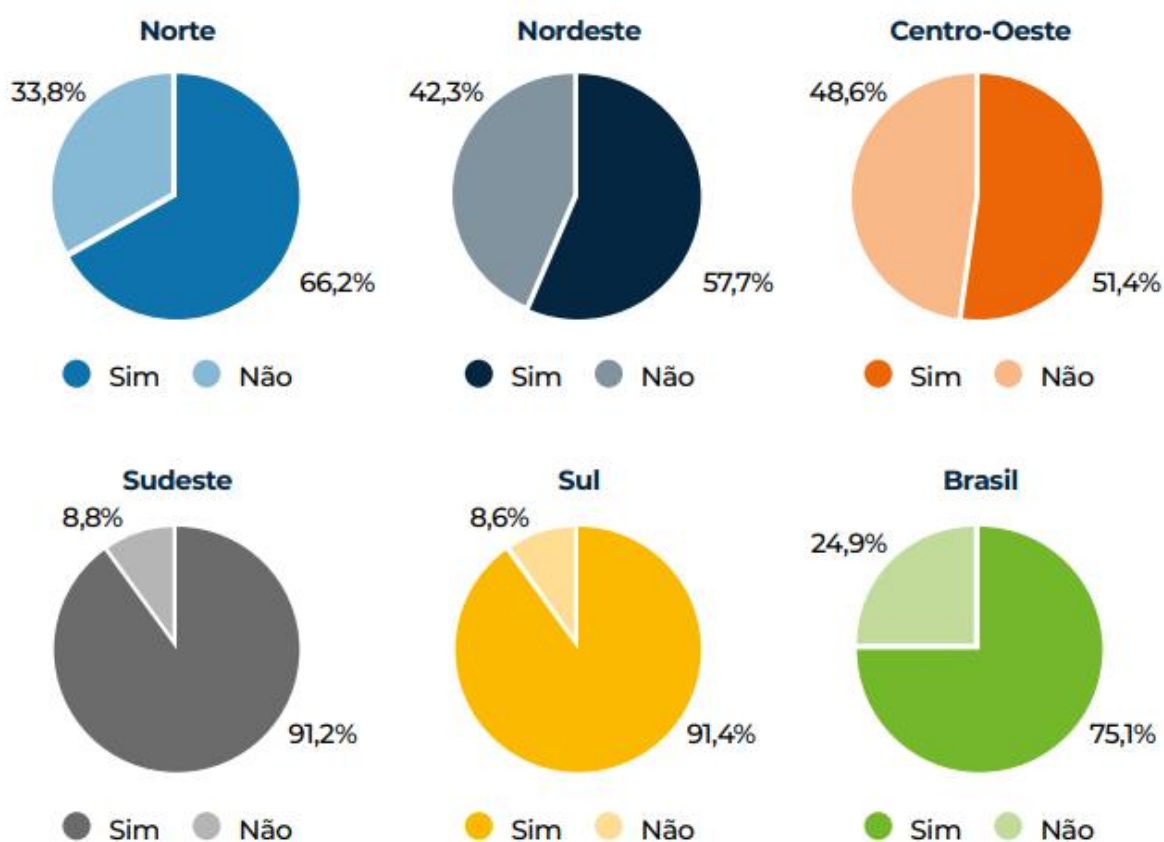


Há ainda as embalagens lançadas no mercado, mas que ainda não têm tecnologia disponível para transformação: são produtos não-recicláveis e por isso não deveriam ser produzidos. Muito do que é classificado como rejeito são, na verdade, embalagens que não foram reintroduzidas na cadeia produtiva. (ATLAS DO PLASTICO, 2020). A complexidade dos materiais plásticos dificulta a sua reciclagem. Mais especificamente, um produto plástico consiste não apenas no próprio polímero, mas também potencialmente em milhares de compostos químicos, dos quais muitos são conhecidos por serem tóxicos (DIAS, 2016).

Segundo Sousa et al. (2016) os principais fatores que motivam a reciclagem são: preservação de recursos naturais (matéria prima, água, energia), redução da poluição, redução da quantidade de lixo nos aterros (destinação correta do lixo) e estudos apontam ainda para a geração de empregos. Os brasileiros, mensalmente, jogam fora 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos, 30% poderiam ser reaproveitados, mas apenas 3% vão para a reciclagem. Muitas cidades do Brasil vêm adotando a reciclagem como uma das formas de diminuição da poluição no intuito de evitar danos ao meio ambiente e no panorama visual, fazendo com que haja menos desperdícios. Em dez anos, o número de municípios que implantaram programas de reciclagem aumentou de 81 para mais de 900. Mas isso não representa nem 20% das cidades (IBGE, 2022). Somente no Brasil, o consumo aparente de transformados plásticos foi de 6,5 milhões de toneladas (ABIPLAST, 2019) e a projeção é que esse valor chegue a 7,8 milhões de toneladas em 2023.

Segundo a (ABRELPE, 2021) número de municípios que apresentara alguma iniciativa de coleta seletiva foi de 4.183, representando 75,1% do total de municípios do país, a quantidade superior a 2020, que era 4.145 aumento 38 municípios que corresponde aumento de 0,07%, é importante destacar, porém, em muitos municípios as atividades de coleta seletiva ainda não abrangem a totalidade da população, podendo ser iniciativas pontuais. As regiões Sul e Sudeste são as que apresentam os maiores percentuais de municípios com iniciativa de coleta seletiva, com mais de 90% dos municípios com alguma iniciativa nesse sentido, ABRELPE, (2022) conforme demonstrado na Figura 5.

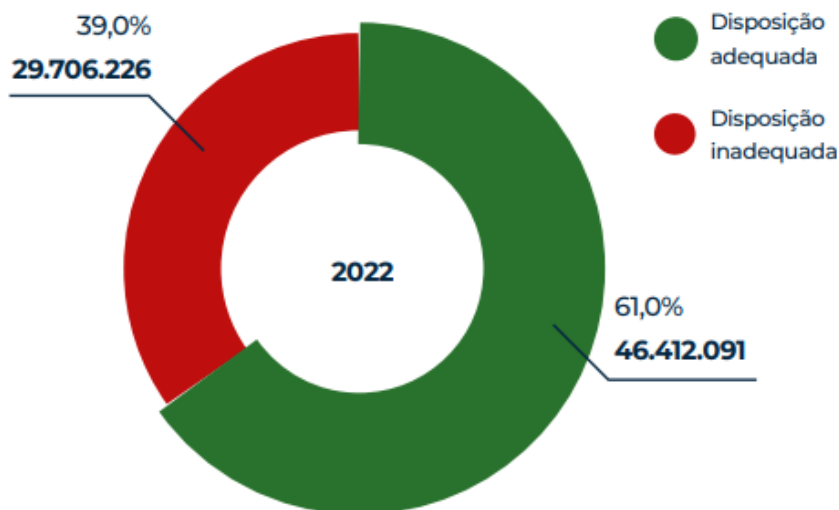
Figura 5 — Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil e regiões em 2022.



Fonte: ABRELPE (2022).

A disposição final é uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), desde que observadas as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. No Brasil, a maior parte dos RSU coletados (61%) continua sendo encaminhada para aterros sanitários, com 46,4 milhões de toneladas enviadas para destinação ambientalmente adequada em dois mil e vinte dois. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam 39% do total de resíduos coletados, alcançando um total de 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada e adequada. Conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 — Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil SRU-comparativo 2021 e 2022.



Fonte: ABRELPE, (2022).

## 2.8 TRIAGEM

A triagem é a separação dos resíduos sólidos urbanos coletados tanto de forma seletiva ou não, podendo ser realizada em unidades ou centrais de triagem. É parte importante do processo, já que permite uma melhor separação dos resíduos para posterior comercialização desses materiais que serão reintroduzidos aos ciclos produtivos (LELIS, 2007).

O método de cooperação entre indivíduos baseia-se na ação conjunta e no trabalho coletivo de pessoas associadas livremente com o intuito de obter melhores condições sociais, econômicas, morais e civis, prestando algum tipo de serviço (SOUZA, 2000). As primeiras cooperativas de materiais recicláveis foram formadas na década de 1990, promovendo novas relações entre os grupos de catadores. Ter essa visão compartilhada possibilita inúmeros benefícios, como a valorização e a profissionalização do trabalho do catador, possibilitando uma inclusão social dos catadores, promovendo uma melhor qualidade de vida e retirando esses catadores do cenário de lixões e aterros (DEMAJOROVIC; BENSON, 2007). As Cooperativas tem capacidade organizacional que estabelece conexão entre os que ofertam os materiais

recicláveis e os canais de reaproveitamento. As cooperativas selecionam e dão volume à operação de catação, o que aumenta a oferta de materiais recicláveis e diminui o custo do material ofertado pela logística reversa (GONÇALVES-DIAS; TEODÓSIO, 2006). As cooperativas possuem relações diretas com alguns agentes, que são: catador de material reciclável – o (a) trabalhador(a) que realiza a função de catar, selecionar e vender materiais recicláveis, como papelão, plástico, materiais ferrosos e não ferrosos, dentre outros; intermediário – organização que faz a compra e venda dos materiais recicláveis e também a coleta, pesagem, triagem, prensagem, trituração, armazenagem e transporte; indústria de reciclagem – empresa responsáveis pela transformação dos materiais recicláveis (AQUINO, CASTILHO; PIRES, 2009).

No que se trata do conceito de “cooperativa”, Bosi (2008) entende que o seu significado tem diferentes pontos de vistas; por isso, ele busca definir tal palavra a partir do ponto de vista jurídico, econômico e político. A cooperativa possibilita compras em comum a preços menores e vendas em comum a preços maiores. Sendo entidade econômica e política, a cooperativa representa os catadores perante o poder público e dele reivindica espaço protegido para armazenar e separar o material recolhido e financiamento para processar parte do material separado, agregando-lhe valor. A cooperativa é uma oportunidade de resgate da dignidade humana do catador e desenvolvimento da autoajuda e ajuda mútua, que permite constituir a comunidade dos catadores (SINGER, 1995, p. 89). Cooperativas amplia possibilidades de ganhos e proporcionando fortalecimento da classe social.

## **2.9 ECONOMIA LINEAR E ECONOMIA CIRCULAR**

Após a Revolução Industrial, predominou-se um modelo econômico de produção linear, no mundo, o qual é caracterizado pela extração de matéria-prima, transformação da mesma em produtos, consumo e o descarte pós uso. A economia linear é caracterizada pelo uso predatório dos recursos naturais e por seu grande potencial de crescimento econômico, e a mesma serviu de base para o desenvolvimento de diversos países até os dias atuais (SANTIAGO, 2015).

Esse modelo econômico tradicional não é mais compatível com a atual situação mundial, tendo em vista que a produção não respeita a finitude dos recursos naturais

e o controle da geração de resíduos sólidos, logo é considerada como uma economia que apresenta um alto grau de impacto ambiental (GONÇALVES; BARROSO, 2019). “Em oposição ao modelo linear, a Economia Circular se fundamenta em um processo cíclico no qual os resíduos são reinseridos no processo produtivo, seja como fonte de energia ou como subprodutos” (ASSUNÇÃO, 2019, p. 225). Além da redução dos impactos ambientais causados pela economia linear, o modelo circular apresenta uma estrutura consolidada, que garante também sua viabilidade socioeconômica, permitindo, portanto, com que esse sistema se perpetue por muitos anos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Entretanto como esse conceito surgiu há pouco tempo, o mesmo vem se atualizando, sendo que a Economia Circular se reinventa a cada ano que passa (SILVA; CAPANEMA, 2019). “A economia circular é um modelo de produção sustentável baseado em três princípios: eliminar resíduos e poluição desde o princípio; manter produtos e materiais em uso; regenerar sistemas naturais” (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017). O modelo é estruturado através de dois tipos de ciclos, sendo esses técnicos e biológicos. O primeiro, o técnico, possibilita a reinserção de materiais ou produtos na produção, através de instrumentos como a logística reversa e a reciclagem. O ciclo biológico por sua vez, possui como base a compostagem e a digestão anaeróbia, sendo esses instrumentos responsáveis pelo aproveitamento dos materiais e resíduos orgânicos no sistema produtivo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

A economia circular possibilita a intercomunicação entre todos os setores responsáveis pelo processo produtivo, dessa forma, aumentam as chances de reinserção dos constituintes do produto no sistema, tornando o mesmo mais viável economicamente e ambientalmente (AZEVEDO, 2015). Além disso, esse modelo possibilita transformar as despesas, provenientes da disposição final de resíduos sólidos, em lucro devido a reutilização dos materiais e insumos no ciclo produtivo.

Com a necessidade de se enquadrar ao modelo econômico circular, diversos países vêm criando políticas públicas ambientais que estimulam a implementação desse sistema. Os países considerados desenvolvidos aderiram à Economia Circular de uma forma mais consolidada com relação às nações em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (ARAÚJO; VIEIRA, 2017). A implementação da Economia Circular em território nacional é estratégica para a aplicabilidade da PNRS, tendo em vista que

a lei apresenta princípios e objetivos que são condizentes com o modelo circular. Apesar da viabilidade, o país precisa avançar consideravelmente para mudar essa realidade, estruturada, predominantemente, sob o modelo econômico linear.

Tendo em vista o panorama dos resíduos sólidos no Brasil, os principais entraves para a implementação da Economia Circular em território nacional são: a baixa eficiência na segregação dos resíduos sólidos na fonte; pouca adesão à compra e consumo de produtos reciclados pelas empresas e consumidores; falta de políticas públicas que incentivem a Economia Circular e a dispersão geográfica das empresas que compartilham do mesmo ciclo econômico (ANDRADE et al., 2018 apud ASSUNÇÃO, 2019). É perceptível a complexidade do desafio que o Brasil deve enfrentar para a abdicação do modelo econômico linear, entretanto um caminho estratégico seria o investimento na educação voltada a temática da Economia Circular. A Educação Ambiental direcionada a população sobre a necessidade de se priorizar o consumo de produtos ecológicos, e de realizar o descarte correto dos resíduos sólidos, por exemplo, é fundamental, além disso o estímulo à produção de trabalhos acadêmicos sobre esse tema é de extrema importância (LAURINDO, 2016).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão e o gerenciamento dos resíduos plásticos têm falhado na correta destinação e disposição final desses resíduos no ambiente. Tem se estado diante de uma crise ambiental provocada pelo uso dos plásticos forma desordenada e conseqüentemente, pela disposição inadequada desses resíduos. As dificuldades enfrentadas pela sociedade para a destinação dos resíduos plásticos não são recentes, o plástico descartado e não recuperado, é um problema atual e vai 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.

O plástico continua a inundar nossos oceanos, mares, rios e praias. A indústria dos plásticos tem aumentado a cada ano as produções de variados tipos de plásticos e transformados o planeta contaminado por detritos plásticos, há uma lista de espécies marinhas afetadas, mamíferos, aves, peixes, e tartarugas, dentre tantos outros, estão sendo impactados pelo emaranhamento em redes de pesca ou pela ingestão do plástico. Este é resultado da fabricação e uso excessivos de plástico, principalmente os plásticos de uso único.

Sendo assim, diante dos impactos apresentados, as soluções indicadas para tais problemas podem ser desenvolvidas a partir de ações conjuntas a médio e longo prazo, entre cidadãos, governo e indústrias, por meio da educação ambiental e da coleta seletiva/reciclagem desses materiais. Algumas alternativas de gestão desses resíduos incluem, disposição e tratamentos adequados, reutilização/reciclagem, incineração e, por último a disposição final dos rejeitos em aterros sanitários. Ainda, os governos devem estabelecer padrões e metas de uso e descarte dos resíduos sólidos e plásticos, assim como aplicar leis que tratam sobre a disposição adequada de resíduos plásticos.

O maior empecilho à reciclagem no Brasil decorre da gestão inadequada dos resíduos sólidos plásticos. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída em 2010, é uma medida importante para redirecionar o descarte inadequado de resíduos, além de regulamentar e incentivar procedimentos para seu tratamento. Ações governamentais dos estados e municípios são necessárias, assim como a união entre governos e indústrias para o desenvolvimento de uma gestão eficiente.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST, Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico**. Perfil, 2019. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Perfil\\_2019\\_web\\_abiplast.pdf](http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Perfil_2019_web_abiplast.pdf). Acesso em: 23 abril 2023.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 8 jun 2023.

**Associação voltada à criação, à ampliação, ao desenvolvimento e ao fortalecimento do mercado de gestão de resíduos, em colaboração com os setores público e privado, em busca de condições adequadas à atuação das empresas**. Abrelpe. São Paulo. Disponível em: [abrelpe.org.br](http://abrelpe.org.br). Acesso em: 21 jun. 2023.

AVELINO, G. **A reciclagem química como alternativa ao tratamento de resíduos plásticos no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

BESEN, G. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. Tese de Doutorado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BESEN, G; JACOBI, P; SILVA, C. **10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável**. São Paulo, Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2021.

BESEN, G.; FREITAS, L.; JACOBI, P. (Orgs.). **Política Nacional de Resíduos Sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.



BIBLIOTECA VIRTUAL. **Conclusão de trabalho: um guia completo de como fazer em 5 passos.** 2020. Disponível em: <https://bibliotecavirtual.com.br>. Acesso em: 21 jun. 2023.

BOSI, A. P. **A organização capitalista do trabalho "informal": o caso dos catadores de recicláveis.** Revista Brasileira de Ciências Sociais, v. 23, n. 67, São Paulo, 2008.

DE ALVARENGA II, P. **A concretização da coleta seletiva com a inclusão social de catadores no percurso histórico das gestões administrativas na cidade de São Paulo.** Tese (Dissertação de Mestrado) - Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

EMBALAGENS, APACK. **Conheça os 7 tipos de plástico: diferença entre citação curta e citação longa nas normas da ABNT.** 2021. Disponível em: <https://www.apack.com.br/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Introdução à Economia Circular.** O que é a Economia Circular? Conceito. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acesso em: 3 mai. 2023.

**Fechamento do Lixão da Estrutural: exemplo a ser seguido no mundo,** Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2023

GALL, C.; THOMPSON, C. **The impact of debris on marine life.** Marine Pollution Bulletin, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

GEYER, R; JAMBECK, J; LAVENDELAW, K. **Production, use, and fate of all plastics ever made,** Science Advances, n. 3, 2017.

GUADAGNIN, M; CADORIN, S; NUNES, L; CONTO, D. Planejamento e Gestão Territorial: A Sustentabilidade dos Ecossistemas Urbanos. **Capítulo 10: cadeia cinza**

**da reciclagem: mapeamento da rota de materiais recicláveis pós-consumo em Criciúma e região.** Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.

GUIMARÃES, V; SILVA, K. **Impactos socioambientais do plástico descartável: estudo de caso nas redes de fast food em Dourados/MS.** Revista Realização, Mato Grosso do Sul, 2020.

HEINRICH BOLL STIFTUNG (Org.). **Atlas do Plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos.** Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: Acesso em: 23 jun. 2023.

JACOBI, P. R. (Orgs.). **Política Nacional de Resíduos Sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos.** São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.

OLIVEIRA, J. Decomposição leva tempo: entenda o processo. **Ecycle**, 2020. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/decomposicao/>. Acesso em: 22 jun 2023.

Oliveira, M. C. B. R. **Gestão de resíduos plásticos pós-consumo: Perspectivas para a reciclagem no Brasil.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2012.

OLIVEIRA, P; CRUZ, S. **Gaseificação: processo alternativo para a recuperação energética e eliminação de resíduos sólidos urbanos.** Monografia (Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento Ambiental). Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016.

O lixo nosso de cada dia: O lixo na natureza. **Pedagogia ao Pé da Letra**, 2013. Disponível em: <<https://pedagogiaaopedaletra.com/o-lixo-nosso-de-cada-dia-o-lixo-na-natureza/>>. Acesso em: 14 de julho.

**Operation Clean Sweep: Manual de Manuseio de Pellets.** Disponível em: [https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/05/manual\\_manuseio\\_pellets.pdf](https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/05/manual_manuseio_pellets.pdf). Acesso em: 01 jun. 2023.

**Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2020.** Disponível em: [abrelpe.org.br](http://abrelpe.org.br). São Paulo, Abrelpe, 2020. Acesso em: 19 jun. 2023.

**Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2021.** Disponível em: [abrelpe.org.br](http://abrelpe.org.br). São Paulo, Abrelpe, 2021. Acesso em: 20 jun. 2023.

PERTUSSATTI, C. **Gestão Ambiental de resíduos plásticos no Brasil: Subsídios para uma Diretriz Nacional.** Trabalho de Conclusão de Curso em Gestão Pública. Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2020.

**Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** MMA, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano\\_nacional\\_de\\_residuos\\_solidos-1.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf). Acesso em: 13 maio 2023.

**Plásticos: o que são e tendências sustentáveis.** PROPEQ, 2020. Disponível em: <https://propeq.com/post/plasticos-tendencias>. Acesso em: 20 abril 2023. Oliveira, M. C. B. R.

**Relatório do Diagnóstico de Resíduos Sólidos Distrito Federal (2014).** Disponível em: [https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/relatorio\\_2014.pdf](https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/relatorio_2014.pdf). Distrito Federal, 2015. Acesso em: 23 maio, 2023.

RODRÍGUEZ, C. **Poluição por resíduos plásticos no oceano: o dever jurídico de aplicação do princípio da precaução para impedir os danos ao ambiente marinho.** 2021. Tese (Pós-Graduação em Direito) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

SCHLOSBERG, D.; WILSON, S.; CADOTTE, K.; PONDER, M. **THE STORY OF PLASTIC.** Estados Unidos: Pale Blue Dot Media, 2019. P&B.

**Serviço de limpeza urbano do lixão da estrutural: exemplo a ser seguido no mundo.** Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br>. Acesso em: 21 jun. 2023.

SHEN, L.; WORRELL, E.; PATEL, M. **Open-loop recycling: A LCA case study of PET bottle-to-fibre recycling.** Resources Conservation Recycling, v. 55, p.34, 2010.

Símbolos de reciclagem e destinação de resíduos: aprenda como fazer para seu trabalho acadêmico. **Blog meu resíduo.** 2021. Disponível em: <https://meuresiduo.com/>. Acesso em: 21 jun. 2023.

STIFTUNG, H. **Atlas do Plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos.** Rio de Janeiro, Fundação Heinrich Boll, 2020.

**The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics.** World Economic Forum, 2016. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics/>. Acesso em: 10 maio 2023.

**Um ano de operação do aterro sanitário e tudo pronto para fechar o lixão.** Relatório de Atividades. SLU – 2017. Disponível em: [https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/relatorio\\_2014.pdf](https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/relatorio_2014.pdf). Distrito Federal, 2017. Acesso em: 26 maio 2023.

ZAMBONI, A. **Um oceano livre de plástico.** BRASIL OCEANA, 2021. Disponível em: <https://brasil.oceana.org/>. Acesso em: 21 jun. 2023.

