

Universidade Brasil
Campus São Paulo

JACQUELINE PAOLA ORTIZ MENDOZA

**A LOGÍSTICA REVERSA DO PLÁSTICO PÓS-CONSUMO E SEU
IMPACTO NO AMBIENTE**

THE REVERSAL LOGISTICS OF POST-CONSUMPTION PLASTICS AND ITS
IMPACT ON THE ENVIRONMENT

São Paulo, SP
2019

Jacqueline Paola Ortiz Mendoza

**A LOGÍSTICA REVERSA DO PLÁSTICO PÓS- CONSUMO E SEU
IMPACTO NO AMBIENTE**

Orientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Tagliaferro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos
créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais

São Paulo, SP
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

M4981 Mendoza, Jacqueline Paola Ortiz.
A Logística Reversa do Plástico Pós-Consumo seu Impacto no Ambiente/ Jacqueline Paola Ortiz Mendoza.
São Paulo – SP: [s.n.], 2020.
61 p.: il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Tagliaferro.

1.Desenvolvimento Sustentável. 2.Degradação Ambiental.
3.Resíduos Sólidos. I.Título.

CDD 363.70711

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

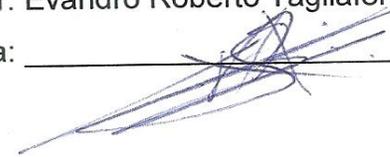
Título do Trabalho: “A LOGÍSTICA REVERSA DO PLÁSTICO PÓS-CONSUMO E SEU IMPACTO NO MEIO AMBIENTE”

Autor(es):

Discente: Jacqueline Paola Ortiz Mendoza

Assinatura:  _____

Orientador: Evandro Roberto Tagliaferro

Assinatura:  _____

Data: 27/fevereiro/2020

TERMO DE APROVAÇÃO

JACQUELINE PAOLA ORTIZ MENDOZA

**“A LOGÍSTICA REVERSA DO PLÁSTICO PÓS-CONSUMO E SEU IMPACTO
NO MEIO AMBIENTE”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Evandro Roberto Tagliaferro (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Junior (Universidade Brasil)



Prof(a). Dr(a). Edy Carlos Santos de Lima (Faculdade de Tecnologia de Jales)

Fernandópolis, 27 de fevereiro de 2020.

DEDICATÓRIA

À uma pessoa maravilhosa, que me ensinou a trilhar caminhos sempre com dignidade, obedecendo a meus princípios e valores, me incentivando e encorajando. De todo meu coração, à minha mãezinha querida Lorenza.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por preservar minha vida com saúde e cuidado, pela força e coragem que me proporciona a cada dia para superar os obstáculos. Toda minha gratidão!

À minha família e amigos, pela paciência e compreensão em minhas eventuais ausências. Em especial à minha irmã Noemi e à minha tia Aurora, pelo apoio e incentivo nesta caminhada.

Ao Prof. Dr. Evandro Roberto Tagliaferro, orientador deste trabalho, por sua dedicação, paciência e valiosas contribuições, sempre pronto a me ajudar.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. João Adalberto Campato Jr., Prof. Dr. Roberto Andreani Jr. e Prof. Dr. Edy Carlos Santos de Lima, pela participação e contribuições para esta dissertação.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, por todo aprendizado e conhecimento compartilhado.

À Srta. Ecreziana, da Secretaria de Pós-Graduação Stricto Sensu, por sua simpatia, atenção e cordialidade de sempre.

Aos colegas de sala, pelos momentos em que juntos, compartilhamos experiências e aprendizado durante o período do curso.

À Profa e amiga Eliana Vileide Guardabassio, por todo seu apoio, incentivo e contribuições para a consolidação desta dissertação.

Aos amigos e docentes Jefferson Ferreira, Esdras da Silva, Margareth Toscano, Roosevelt Nascimento, Marcela Hiluany e a todos aqueles que, de forma direta e/ou indiretamente, contribuíram para a realização desta fase da minha vida.

EPÍGRAFE

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seus semelhantes.”

Albert Schweitzer

A LOGÍSTICA REVERSA DO PLÁSTICO PÓS-CONSUMO E SEU IMPACTO NO AMBIENTE

RESUMO

O estudo objetivou apresentar a logística reversa do plástico pós-consumo e seu impacto no meio ambiente, adotando uma metodologia de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, visando apontar alguns dos impactos ambientais provenientes de seu descarte inadequado pós-consumo e indicar possíveis práticas de mitigação. A pesquisa identificou impactos como a poluição de rios, mares e oceanos, provocando a morte das espécies marinhas, a poluição dos solos, diminuindo o tempo de vida útil dos aterros sanitários e a poluição do ar, quando os resíduos plásticos são incinerados em lugares não regulamentados. Com o crescimento dos mercados, acompanhado de competitividade e novas tecnologias, o processo de industrialização e consumo do plástico também aumentaram e conseqüentemente a geração de resíduos. Essa evolução impacta diretamente na degradação do meio ambiente, causando inúmeros malefícios, sobretudo diante do descarte inadequado desses resíduos. Descartar os resíduos plásticos em local correto é um desafio para as indústrias. A pesquisa partiu do seguinte questionamento: Como mitigar os impactos ambientais do descarte inadequado do plástico pós-consumo por meio da logística reversa? Verifica-se a importância da implementação da logística reversa como ferramenta estratégica nas empresas, viabilizando a economia por meio de melhorias em seus processos organizacionais de planejamento e controle dos itens após consumo, com o objetivo de mitigar os impactos ambientais provocados pelo descarte incorreto dos resíduos e reaproveitar esses materiais descartados, evitando depósitos irregulares.

Palavras-Chave: Desenvolvimento sustentável. Degradação ambiental. Resíduos sólidos.

THE REVERSAL LOGISTICS OF POST-CONSUMPTION PLASTICS AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

ABSTRACT

The study aimed to present the reverse logistics of post-consumer plastic and its impact on the environment, adopting a qualitative, exploratory and descriptive approach methodology, aiming to point out some of the environmental impacts arising from its inadequate post-consumption disposal and to indicate possible mitigation practices. The research identified impacts such as pollution of rivers, seas and oceans, causing the death of marine species, pollution of soils, decreasing the useful life of landfills and air pollution, when plastic waste is incinerated in places that are not regulated. With the growth of the markets, accompanied by competitiveness and new technologies, the process of industrialization and consumption of plastic also increased and consequently the generation of waste. This evolution has a direct impact on the degradation of the environment, causing innumerable harm, especially given the inappropriate disposal of this waste. Disposing plastic waste in the right place is a challenge for industries. The research started from the following question: How to mitigate the environmental impacts of the inappropriate disposal of post-consumer plastic through reverse logistics? The importance of implementing reverse logistics as a strategic tool in companies is verified, enabling the economy through improvements in their organizational processes for planning and controlling items after consumption, with the objective of mitigating the environmental impacts caused by the incorrect disposal of waste and reuse these discarded materials, avoiding irregular deposits.

Keywords: Sustainable development. Ambiental degradation. Solid waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia Produtiva do Plástico	28
Figura 2 - Produção mundial de resinas termoplásticas em 2017	30
Figura 3 - Principais setores consumidores de transformados de plásticos no Brasil 2017	31
Figura 4 Áreas operacionais da logística empresarial	42
Figura 5 Principais ciclos de gestão de resíduos plásticos	49
Figura 6 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2018	50
Figura 7 Resíduos plásticos	50
Figura 8 Evolução do número de Planos de LR recebidos entre 2018 e 2019	53
Figura 9 Evolução do número de empresas situadas no Estado de São Paulo inseridas em Planos de LR entre 2018 e 2019	53
Figura 10 Evolução do número de empresas inseridas em Planos de LR entre 2018 e 2019	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronologia dos Plásticos	25
Quadro 2 - Principais resinas plásticas e suas aplicações	29

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABAS -	Associação Brasileira de Aerossóis e Saneantes Domissanitários
ABIPLAST -	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABRELPE -	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
APAS -	Associação Paulista de Supermercados
CDB-COP -	Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica
CEMPRE -	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB -	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMMAD -	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNUMAD -	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSCMP -	Council of Supply Chain Management Professional
DD -	Decisão de Diretoria
EVA -	Copolímero de Acetato de Vinil de Etileno
ODM -	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS -	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU -	Organização das Nações Unidas
PEAD -	Polietileno de Alta Densidade
PEBD -	Polietileno de Baixa Densidade
PET -	Politereftalato de etileno
PEV -	Pontos de Entrega Voluntária
PMMA -	Poli Metacrilato de Metila
PNMA -	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS -	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUD -	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA -	Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
PP -	Polipropileno
PS -	Poliestireno
PS -	Poliestireno
PVC -	Cloreto de Polivinilo

- RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
- SIMA - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente
- SINDIPLAST - Sindicato Indústria Material Plástico Estado São Paulo
- SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
- SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
- SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
- SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
- UICN - União Internacional para Conservação da Natureza
- WWF - World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Relevância do tema e atual estado da arte	16
1.2 Objetivo geral e objetivos específicos	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 A origem e a evolução das preocupações ambientais	19
2.2 A história do plástico	22
2.2.1 Cadeia produtiva do plástico	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Impactos ambientais provocados pelo plástico pós-consumo	33
4.2 Logística reversa	40
4.3 Logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos	44
4.4 Logística reversa do plástico pós-consumo	48
5. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1. INTRODUÇÃO

1.1 Relevância do tema e atual estado da arte

O ambiente de negócios tornou-se cada vez mais dinâmico e competitivo, o que leva a se observar profundas mudanças no processo econômico e produtivo global, com consequências diretas para as indústrias. Assim, com a internacionalização das economias e a crescente exigência dos consumidores, na constante busca por variedade de produtos e qualidade, as empresas se condicionam à renovação contínua em sua maneira de gerir seus negócios (SANCHES, 2000).

A logística é considerada como uma das mais antigas e inerentes atividades humanas, já que sua missão está em disponibilizar bens e serviços gerados por uma sociedade, nos locais, tempo, quantidade e qualidade em que são necessários aos utilizadores.

Assim, gradativamente, a logística tem sido introduzida como atividade empresarial na história das empresas, passando de uma simples área de estocagem de materiais a uma estratégica área no atual contexto competitivo empresarial.

A logística teve seu desenvolvimento como atividade empresarial a partir da Segunda Guerra Mundial, quando se destacou como suporte para novas tecnologias produtivas em indústrias. Em seguida, no sistema de produção *just-in-time* (ferramenta utilizada para eliminar perdas no processo de produção), com os fundamentos da qualidade total, em que se substitui a antecipação pela reação à demanda (LEITE, 2009).

Com a alta velocidade de resposta vivenciada no momento atual, é relevante a localização da logística de empresas fornecedoras, seu controle e o transporte de seu suprimento de componentes, em grandes ou pequenas quantidades, contratos de compra e venda, garantindo a qualidade dos componentes que são inseridos nas linhas de produção. Dentre outros aspectos, exige planejamento, operação e controle logístico em todos os níveis da organização. Desse modo, a logística empresarial torna-se fator de grande importância para o sucesso das empresas que decidem aplicar esse tipo de produção.

Segundo Leite (2009), define-se logística como a gestão de fluxos do negócio, porém o conceito atual engloba de maneira mais ampla esse sentido de fluxo, já que no passado as empresas a consideravam como a simples entrada de matérias-primas

ou a saída de seus produtos acabados. Atualmente, a logística moderna além de incluir todas as formas de movimento dos produtos e informações, abrange também o retorno de peças para reparo, embalagens e seus acessórios, produtos vendidos e devolvidos, produtos usados e pós-consumo a serem reciclados.

Nesse sentido, as indústrias deparam-se também com as transformações em questões sociais, políticas e ambientais. Cria-se então, um novo perfil, buscando uma postura comprometida com base no desenvolvimento sustentável, gerando novas perspectivas de negócios, sob uma ótica ambiental, baseada em ideias para aprimorar e inovar seus processos e produtos para o mercado.

O meio ambiente deve ser uma preocupação constante para as organizações industriais, já que estas são consideradas uma das principais causadoras na geração e aumento de resíduos. Torna-se então, relevante incluir em suas práticas de gestão o conceito de logística reversa.

A logística reversa propõe que o ciclo de vida dos produtos em sua cadeia produtiva seja ampliado, ou seja, não termine após sua utilização e descarte pelo consumidor. Trata-se do gerenciamento reverso à logística empresarial, onde o produto retorna desde seu ponto de consumo até seu ponto de origem (ALIGLERI, L.; ALIGLERI, L. A.; KRUGLIANSKAS, I., 2009).

Reflexões sobre o tema desenvolvimento sustentável vêm aumentando e tornando-se cada vez mais importantes dentro de um contexto global, visto a necessidade de se preservar o meio ambiente. Dessa forma, as indústrias se encontram inseridas neste cenário, onde é preciso ressaltar também a preocupação do setor empresarial com a sustentabilidade.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos ilustra bem a relação entre a sustentabilidade e a logística reversa e a define como instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (BRASIL, 2010).

A pesquisa partiu do seguinte questionamento: Como mitigar os impactos ambientais do descarte inadequado do plástico pós-consumo, por meio da logística reversa?

O estudo justificou-se pela importância da busca de ações e práticas ambientais desenvolvidas dentro das organizações, que possam minimizar os

impactos ao meio ambiente, em especial, ações relacionadas à logística reversa do plástico pós-consumo.

1.2 Objetivo geral e objetivos específicos

Objetivo geral

Apresentar a logística reversa do plástico pós-consumo e seu impacto no meio ambiente.

Objetivos específicos

1. Apresentar conceitos e características da logística reversa;
2. Apontar alguns dos impactos ambientais provenientes de seu descarte inadequado pós-consumo;
3. Indicar possíveis práticas de mitigação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico construído para a pesquisa aborda, inicialmente, um levantamento cronológico sobre a evolução das preocupações ambientais, os conceitos sobre a logística e a logística reversa, bem como a preocupação sobre os impactos ambientais provenientes do descarte inadequado dos resíduos plásticos de pós-consumo.

Foram levantadas informações a respeito da geração dos resíduos sólidos e sua destinação, em que se destaca a importância da implementação de ações e práticas desenvolvidas pelas empresas, em especial ações relacionadas à logística reversa na busca do desenvolvimento sustentável.

2.1 A origem e a evolução das preocupações ambientais

Os problemas ambientais provocados pela ação do homem surgem em decorrência da utilização dos recursos naturais necessários para a produção de bens e serviços. No entanto, isso nem sempre provocou a degradação ambiental, devido a uma escala reduzida de produção e consumo e da forma como os seres humanos compreendiam sua relação e interação com a natureza. Entretanto, considera-se o aumento da escala de produção, fator importante que impulsiona a exploração dos recursos naturais, o que aumenta a quantidade de resíduos no meio ambiente e conseqüentemente sua degradação (BARBIERI, 2011).

Com a Revolução Industrial, desde sua primeira fase na Inglaterra, no século XVIII, a invenção das máquinas, o surgimento da industrialização, o crescimento econômico desordenado, a utilização de grandes quantidades de energia e recursos naturais já demonstravam um quadro de degradação contínua ao meio ambiente. Grande parte das emissões ácidas, assim como gases de estufa e substâncias tóxicas são provenientes de atividades industriais desenvolvidas pelo mundo.

A industrialização trouxe vários problemas ambientais, como: a alta concentração populacional, devido à urbanização acelerada; consumo excessivo de recursos naturais, sendo que alguns não renováveis (petróleo e carvão mineral, por exemplo); contaminação do ar, do solo, das águas; e desflorestamento [...] (DIAS, 2009, p. 6).

A segunda fase ocorreu nos Estados Unidos, no final do século XIX e início

do século XX, com o surgimento de novas tecnologias, na aviação, no setor automotivo e na área da telecomunicação. Em uma terceira fase, em meados do século XX, também nos Estados Unidos, foi marcada pela utilização da informática. No final do século XX e início do século XXI a utilização da internet e avanços no setor das telecomunicações e computação, ocasionaram profundas mudanças tecnológicas, fortalecendo o mundo dos negócios (GUARDABASSIO, 2018).

Dessa forma, fatores como desenvolvimento tecnológico, a evolução das indústrias, o crescimento econômico e populacional, passaram a mudar o hábito das pessoas, levando-as ao consumismo. Com isso, recursos naturais cada vez mais são transformados em bens de consumo para satisfazer necessidades e desejos da população. A exploração desenfreada desses recursos para a produção industrial provoca sérias consequências para o meio ambiente e dentre estas, uma está relacionada com os resíduos sólidos.

A gestão responsável dos recursos naturais e a preocupação com os impactos ambientais tornaram-se um dos temas mais debatidos globalmente, sendo o desenvolvimento sustentável um dos maiores desafios mundiais. Assim, existe uma atenção cada vez mais acentuada de governos, pesquisadores, entidades não governamentais, empresas e consumidores quanto a posturas e práticas ambientais realizadas por indivíduos e instituições sobre suas responsabilidades aos danos causados ao meio ambiente.

Dias (2009), cita que foi a partir da segunda metade do século XX que se iniciou um movimento global, com o acontecimento de diversos encontros, conferências, tratados e acordos assinados por vários países, incluindo participação de comunidades de organizações não governamentais ambientalistas, na busca de alternativas e estratégias para a proteção do meio ambiente.

Em 1948, com sede na Suíça, foi fundada a União Internacional para Conservação da Natureza (UICN), onde se reuniram governos, organizações não-governamentais, comissões de cientistas e especialistas, com a missão, por meio de leis e políticas públicas de forjar e implementar soluções e desafios, para encorajar sociedades globais à conservação da natureza (GUARDABASSIO, 2018).

Ainda segundo a autora, em 1962, ocorreu a primeira denúncia sobre os impactos das ações humanas ao meio ambiente, acontecimento relatado pela bióloga e escritora Rachel Carson, o que gerou uma discussão sobre as questões ambientais por meio de sua obra intitulada “Primavera Silenciosa”.

Em 1968, na cidade de Roma, na Itália, reuniu-se um grupo de cientistas, educadores, humanistas, industriais e funcionários públicos de dez países, para tratar de assuntos relacionados ao uso indiscriminado dos recursos naturais do meio ambiente e propor mudanças globais para o futuro. Assim, formou-se o “Clube de Roma”. Em 1972, o grupo publicou o relatório denominado “Limites do Crescimento” (*Limits to Growth*) (DIAS, 2011).

Segundo Guardabassio (2018), em 1972, em Estocolmo, na Suécia, aconteceu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, onde foram discutidos temas como crescimento populacional, urbanização e tecnologia industrial e no final desse mesmo ano, com o objetivo de coordenar os trabalhos da ONU, em nome do meio ambiente global, foi criado o Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (PNUMA).

Em 1974, em Cocoyoc, no México, ocorreu um simpósio, organizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em que foram debatidos temas como explosão populacional, pobreza e a responsabilidade dos países desenvolvidos quanto a esses problemas, na busca de maneiras para construir o ecodesenvolvimento. O resultado desse encontro foi o documento conhecido como a Declaração de Cocoyoc, cujo objetivo foi construir uma nova percepção entre sociedade e natureza (DIAS, 2011).

Na década de 1980 entraram em vigor legislações ambientais específicas e as indústrias iniciaram trabalhos para desenvolver relatórios de impacto ambiental, com o objetivo de estabelecer exigências para emissões de efluentes; em 1987, no Canadá, foi criado o Princípio de Atuação Responsável (*Responsible Care*), com o objetivo de promover o manuseio seguro quanto à utilização de produtos químicos pelas indústrias; nesse mesmo ano, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) publicou o Relatório de Brundtland, documento de grande importância sobre a questão ambiental, que também define o desenvolvimento sustentável como ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais, sem comprometer necessidades das futuras das gerações (GUARDABASSIO, 2018).

Outro grande evento ocorreu no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992, foi a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio 92, Eco-92, a qual reuniu representantes de vários países, onde foi realizado um balanço tanto de problemas existentes quanto de

progressos realizados. A Agenda 21 foi um dos principais resultados dessa conferência, em que foram definidos compromissos ambientais para o século XXI (FERNANDES, PHILIPPI JR, SAMPAIO, 2017).

Em 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizou um evento onde reuniu 191 líderes de Estados-membros, que decidiram estabelecer uma agenda global de compromissos e assinaram a Declaração do Milênio, por meio do qual surgiram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), com o objetivo de mobilizar os governos e a sociedade na busca pela promoção da dignidade humana (DIAS, 2011).

Segundo Guardabassio (2018), em 2012, a Rio+20 buscou fortalecer os compromissos anteriores e renovar os objetivos e metas, incluindo a busca para o desenvolvimento sustentável. Após três anos de discussão, líderes de governo e estado, aprovaram, em 2015, o documento conhecido por “Transformando Nosso Mundo: Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, documento que corresponde a um conjunto de ações e diretrizes que orientam trabalhos das Nações Unidas e seus países-membros na busca do desenvolvimento sustentável. Com isso, a agenda contempla os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Entre os diversos danos causados ao meio ambiente, um está relacionado com os resíduos plásticos, que normalmente levam muito tempo para sua degradação espontânea, e quando queimados, produzem gases tóxicos (DIAS; TEODOSIO, 2006).

2.2 A história do plástico

Nas últimas décadas o plástico tornou-se material fundamental e cada vez mais presente no cotidiano da sociedade. É praticamente impossível imaginar a vida sem este material na realização das atividades diárias e com suas inúmeras utilidades. Além disso, por suas características de mudança em seu formato, o plástico serve de matéria prima para industrialização de diversos produtos.

A palavra plástico tem origem da palavra grega “*plástikós*” que tem como significado “dar forma ou adequado à moldagem”. De maneira geral, os plásticos são compostos orgânicos sintéticos, resultado de um processo conhecido como polimerização, que dão origem aos polímeros (NUNES E LOPES, 2014).

Segundo Nunes e Lopes (2014), o conceito de polímero foi criado em 1832, pelo químico alemão J. Berzelius, que buscou criar um termo para distinguir as moléculas orgânicas que apresentavam elementos químicos iguais e possíveis diferenças em suas propriedades químicas, a exemplo, os gases etileno e buteno.

A importância dos polímeros como material de transformação tecnológica no último século, resultou em profundas mudanças no estilo de vida das pessoas, já que plásticos, fibras sintéticas, borrachas, entre outros, têm revolucionado quase todos os setores da economia.

Os polímeros classificam-se de várias maneiras, podendo ser de origem natural, presentes na seda e o algodão, ou ainda sintéticos, como o poliestireno (PS) e o poli metacrilato de metila (PMMA). Dessa maneira, considera-se que grande parte dos tecidos vivos, compõem-se de materiais poliméricos (MAGRINI *et al.*, 2012).

Charles Goodyear trabalhou durante anos, na busca de modificar a goma de borracha e foi em 1839 que conseguiu desenvolver a borracha vulcanizada, através de uma mistura aquecida com goma de borracha e enxofre em pó que resultou em algo mais forte, resistente, menos sensível à temperatura e com maior flexibilidade comparado às experiências anteriores (PARENTE, 2006).

Porém, a história do plástico teve início a partir das descobertas de um empresário britânico conhecido como Alexander Parkes, que direcionou seus esforços no trabalho de transformação do colódio, uma espécie de filme fino e transparente, em um material industrial. Parkes possuía grande experiência com polímeros naturais, aqueles presentes em organismos animais e vegetais, assim, já havia desenvolvido trabalhos com a conhecida goma de borracha da época e suas propriedades químicas, dessa forma, entendia também da qualidade de plásticos naturais e suas limitações pesquisadas até o momento.

No ano de 1862, Parkes divulgou a descoberta de um novo material chamado parkesine, com características de formato sólido, plástico ou líquido. Com a ideia de vender seu novo material, em 1866 abriu sua empresa, porém não teve o sucesso esperado. Em seu trabalho misturou a piroxilina (celulose moderadamente nitrada) a diferentes óleos e solventes, e quando este último evaporava, o novo plástico apresentava a característica de encolher excessivamente. Assim, produtos que buscou desenvolver, como pentes por exemplo, não obtiveram a demanda que se esperava, o que levou sua empresa à falência (LOKENS GARD, 2013).

Os trabalhos e o desenvolvimento para novas descobertas continuaram. Em

1863, John W. Hyatt buscou ganhar uma recompensa oferecida pela companhia Phelan e Collander para quem conseguisse descobrir um material sintético que substituísse o então utilizado nas bolas de bilhar de marfim.

Hyatt pesquisou sobre o nitrato celulósico e se baseou na descoberta de Parkes sobre a combinação de piroxilina e cânfora, cujo resultado era um plástico com as características do marfim. Depois de algumas experiências com bons resultados, obteve sucesso e patenteou sua ideia em 1870, com o processo de fabricação de um material conhecido como celuloide (PARENTE, 2006).

Na mesma época Hyatt e seu irmão fundaram duas empresas, uma delas foi a Albany Dental Plate Company, onde aplicaram o material celuloide, no entanto, para os itens fabricados como dentaduras, o resultado não foi tão promissor, devido à mistura com a cânfora, que se tornava um gosto não agradável para o cliente e algumas também amoleciam perdendo o formato do produto. As bolas de bilhar apresentaram os mesmos problemas, comparado ao material utilizado anteriormente à sua descoberta, impedindo-o de competir mais intensamente neste mercado (LOKENSGARD, 2013).

Dessa maneira, Hyatt se dedicou na fabricação de outros produtos, utilizando o celuloide para substituir materiais córneos, que com facilidade imitava o marfim, com bons resultados caminhando para o sucesso de seu negócio e criou a Celluloid Manufacturing Company. Em 1874, já comercializava pentes e espelhos fabricados com celuloide e nas duas próximas décadas outros fabricantes de pentes também utilizavam o celuloide como material licenciado pelos irmãos Hyatt.

Segundo Lokensgard (2013), foi em 1907 que Leo H. Baekeland descobriu o primeiro material plástico sintético, a partir de uma reação química de fenol e formaldeído, nomeado baquelite. Este foi um marco de destaque na história do plástico, que diferenciou o material baquelite dos plásticos naturais modificados.

Baekeland identificou que sua descoberta possuía melhorias, assim poderia substituir o celuloide e a borracha dura, utilizada até a época, provando que a baquelite produzia bolas de bilhar com a mesma elasticidade e qualidade do marfim. Em 1909, registrou seu trabalho para a seção American Chemical Society, em Nova York.

Com a descoberta da baquelite, iniciou-se uma nova fase para o plástico, já que antes utilizava-se plástico de origem natural ou modificados. Com grande crescimento no mercado, em 1911, foi criada a General Bakelite Company.

Diferentemente do celuloide, a baquelite teve diversas aplicações e, nesse sentido, outras empresas iniciaram sua produção a partir de plásticos parecidos à baquelite, conhecidos como compostos fenólicos.

Em 1912 a empresa de John W. Hyatt, Albany Billiard Ball Company, também utilizou a baquelite na fabricação das bolas de bilhar. Dois anos depois, a Western Electric adotou resinas fenólicas. Em 1914, a Kodak em seus terminais de painés, em 1916, a Delco em seus sistemas elétricos, igualmente usaram compostos fenólicos. No período da Primeira Guerra Mundial, aviões e vários sistemas de comunicação usaram partes moldadas de compostos fenólicos. E em 1918 surgiu a utilização das resinas fenólicas para a fabricação de peças automotivas (PARENTE, 2006).

Nesse contexto, compreende-se a baquelite como um importante material que promoveria a sequência para o desenvolvimento da linha de novos plásticos. Em 1924, Herman Staudinger, um químico alemão, afirmou e mostrou através de suas teorias, que os polímeros são constituídos de moléculas lineares, formadas por pequenas unidades que possuem ligações químicas.

Segundo Lokensgard (2013), o período entre 1935 e 1945 teve importante destaque para o desenvolvimento de muitos materiais plásticos, os quais receberam uma ampla utilização vivenciada na época. Foi um período em que a partir dos processos de polimerização, a produção do plástico se diversificou em uma grande variedade de polímeros.

Nos anos 50, os plásticos marcaram uma nova tendência na indústria de tecidos como poliéster, nylon, lycra. Nos anos 60, já eram utilizados para fabricação de móveis e diversos utensílios domésticos, além de surgirem como um importante material na produção e fabricação de componentes para naves espaciais. Nas décadas de 70 e 80, o plástico marca a música com suas fitas cassete, assim como os meios de transporte já utilizavam uma quantidade maior de plásticos em sua fabricação (SINDIPLAST, 2019).

Considerando a evolução histórica do plástico, elaborou-se o quadro abaixo:

Quadro 1: Cronologia dos Plásticos

Ano	Material	Exemplo
1868	Nitrato de celulose	Armações de óculos
1909	Fenol-formaldeído	Manopla de telefone
1909	Moldados a frio	Maçanetas e puxadores
1919	Caseína	Agulhas de tricô
1926	Compostos alquídicos	Suportes elétricos

1926	Analina-formaldeído	Placas de terminal
1927	Acetato de celulose	Escovas de dentes, embalagens
1927	Cloreto de polivinila	Capas de chuva
1929	Ureia-formaldeído	Luminárias
1935	Etil-celulose	Estojo de lanternas
1936	Acrílico	Escovas, <i>displays</i>
1936	Acetato de polivinila	Revestimentos de lâmpadas
1938	Acetato butirato de celulose	Tubos de irrigação
1938	Poliestireno ou estireno	Utensílios de cozinha
1938	Náilon (poliamida)	Engrenagens
1938	Acetal de polivinila	Camadas internas de vidros de segurança
1939	Cloreto de polivinilideno	Revestimentos de assentos de automóveis
1939	Melamina formaldeído	Talheres
1942	Poliéster	Casco de barcos
1942	Poliétileno	Garrafas flexíveis
1943	Fluorocarbono	Juntas industriais
1943	Silicone	Isolamento de motores
1945	Propionato de celulose	Canetas e lapiseiras automáticas
1947	Epóxi	Ferramentas e gabaritos
1948	Acrlonitrila butadieno estireno	Malas
1949	Compostos alílicos	Conectores elétricos
1954	Poliuretano ou uretano	Almofadas de espuma
1956	Acetal	Peças automotivas
1957	Polipropileno	Capacetes de segurança
1957	Policarbonato	Componentes de ferramentas
1959	Poliéster clorado	Válvulas e acessórios
1962	Compostos fenóxi	Garrafas
1962	Polialómeros	Guarnição de máquinas de escrever
1964	Ionômeros	Películas para acondicionamento
1964	Óxido de polifenileno	Guarnições de baterias
1964	Poliimida	Rolamentos
1964	Etileno-vinil acetato	Filmes flexíveis de grosso calibre
1965	Parileno	Revestimentos isolantes
1965	Polissulfona	Componentes elétricos e eletrônicos
1965	Polimetilpenteno	Sacolas de alimentos
1970	Poli(amida-imida)	Filmes
1970	Poliéster termoplástico	Componentes elétricos e eletrônicos
1972	Poliimidas termoplásticas	Sedes de válvulas
1972	Perfluoroalcóxi	Revestimentos
1972	Poliaril éter	Capacetes esportivos
1973	Polieterssulfona	Janelas de fornos
1974	Poliésteres aromáticos	Placas de circuitos
1974	Polibutileno	Tubulações
1975	Resinas de barreira de nitrila	Embalagens
1976	Polifenilsulfona	Componentes aeroespaciais
1978	Bismaleimida	Placas de circuitos
1982	Polieterimida	Recipientes refratários
1983	Polietercetona	Revestimento de cabos
1983	Redes interpenetrantes (IPN)	Boxes de banho
1983	Poliarilsulfona	Suporte de lâmpadas
1984	Poliimidassulfona	Conexões de transmissão
1985	Policetona	Peças de motores automotivos
1985	Poliéster sulfonamida	Cames
1985	Polímeros de cristal líquido	Componentes eletrônicos
1986	Policarbonato/blendas ABS	Componentes automotivos
1987	Poliacetileno de alta pureza	Condutores elétricos
1991	Poliétileno metaloceno	Filmes para embalagens
1992	Poliétileno linear de baixa densidade	Filmes para embalagens
1992	Poliestireno sindiotático	Componentes elétricos de paredes finas
1992	Polipropileno sindiotático	Componentes interiores automotivos
1992	Copolímeros de olefinas cíclicas	Componentes de ferramentas
1998	Copolímeros etileno-estireno	Brinquedos
1998	Nanocompositos	Peças para caminhões
2001	Ligas transparentes de poliéster/policarbonato	Óculos de sol

Fonte: Lokensgard (2013).

2.2.1 A cadeia produtiva do plástico

A utilização da tecnologia aplicada à inovação e ao desenvolvimento do plástico tem revolucionado o mundo moderno. A cada dia surgem novos materiais poliméricos em diferentes setores industriais como automobilístico, eletrônico, aviação, construção civil, calçados, entre outros.

A grande flexibilidade das propriedades que os materiais plásticos apresentam é o fator considerado fundamental para compreender sua versatilidade nas mais diversas aplicações e seus benefícios em todo o ambiente que rodeia as pessoas e suas atividades diariamente (MAGRINI *et al.*, 2012).

O plástico é um derivado de materiais naturais e orgânicos e tem como principal matéria prima, o petróleo. A cadeia produtiva do plástico tem início com o processo de refino do petróleo bruto, em que ocorre a extração de vários insumos, sendo um deles, a nafta. Na sequência, acontece a Primeira Geração Petroquímica, quando a nafta irá passar por um processo produtivo conhecido como craqueamento, para obtenção de diversos insumos petroquímicos como tolueno, xileno, cumeno, propeno, eteno, entre outros (BRASKEM, 2012).

A Segunda Geração Petroquímica constitui o processo de transformação desses insumos, através de reatores e outros componentes químicos, que realizam a polimerização, isto é, produzem as resinas termoplásticas. Nestas duas primeiras gerações petroquímicas se originam os diversos tipos de plástico, como polietileno, polipropileno, poliestireno, EVA, PVC.

Na Terceira Geração Petroquímica estão os transformadores de plástico, que são os fabricantes que produzem os mais diversificados produtos para posteriormente destiná-los ao mercado consumidor ou ainda, comercializá-los para outras indústrias na composição de produtos para diversos setores (ABIPLAST, 2013).

Dessa forma, compreende-se que as indústrias fabricantes geradoras da matéria-prima básica e as resinas termoplásticas, estão representadas nas duas primeiras gerações petroquímicas. As indústrias que fabricam os produtos plásticos e possuem maior heterogeneidade relacionado a seus processos produtivos, representam a última geração petroquímica (Figura 1).

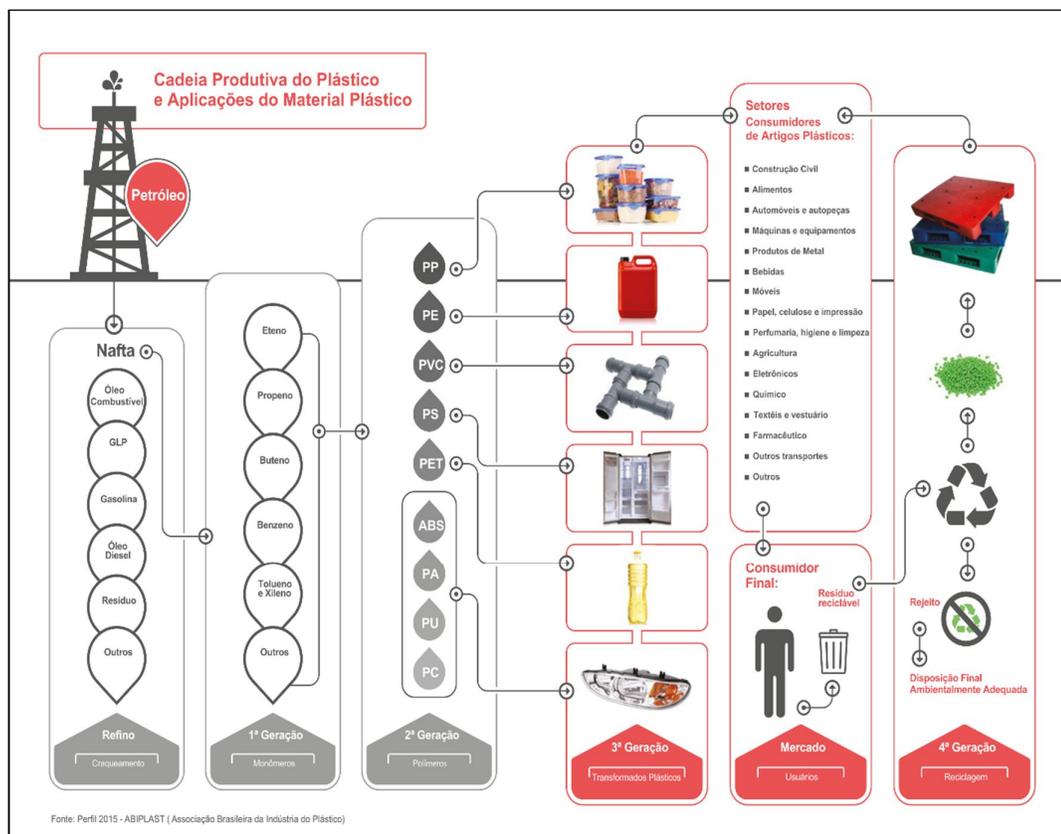


Figura 1: Cadeia Produtiva do Plástico
Fonte: ABIPLAST (2015).

Os polímeros plásticos podem ser classificados em dois grupos, em relação ao comportamento de fusão: termoplásticos e termorrígidos (termofixos). Os termoplásticos, quando colocados a um aumento de temperatura e pressão, apresentam a capacidade de amolecer, podendo, assim, ser moldados e quando solidificados, adquirem o formato do molde em que foi colocado. Esse processo de moldagem pode ter inúmeras repetições. São exemplos: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Policloreto de vinila (PVC), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS), Politereftalato de etileno (PET), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), entre outros.

No entanto, os termorrígidos ou termofixos são polímeros que quando colocados a altas temperaturas e pressão, amolecem e fluem, adquirindo assim o formato do molde em que foram colocados. Porém, quando ocorre o processo de solidificação e é retirado do calor ou da alta temperatura, o polímero passa por um processo conhecido como cura, que resulta em uma reação química irreversível, tornando-o rígido, o que impede que estes materiais sejam moldados novamente, se

posteriormente forem colocados ao um novo aquecimento. São exemplos: baquelite, resina epóxi, poliésteres insaturados (NUNES e LOPES, 2014).

O Quadro 2 apresenta as principais resinas plásticas e suas aplicações.

Quadro 2: Principais resinas plásticas e suas aplicações

Tipos de resinas	Características	Principais Aplicações
Politereftalato de etileno (PET)	Possui boa resistência mecânica, mas baixa resistência a impactos, boa transparência. Resistente à vários químicos diluídos, mas pouco resistente a bases, água quente, cetonas e halogenados.	Garrafas de bebidas, frascos de fármacos e cosméticos, fibras, cordas, toldos, embalagens de alimentos, de cosméticos e de remédios.
Poliétileno de alta densidade (PEAD)	Caracteriza-se como o polímero mais simples quimicamente. Material opaco, apresenta boa resistência a substâncias químicas, mas não a fortes agentes oxidantes.	Garrafas de iogurte, rolhas, mangueiras, embalagens de alimentos, tampas, bombonas, tanques de combustível.
Policloreto de vinila (PVC)	Conhecida também como vinil, é uma resina versátil, se caracteriza pela capacidade de assumir formas rígidas ou flexíveis em função de aditivos. É leve e impermeável; isolante térmico, elétrico e acústico; é considerado quimicamente inerte e resistente a fogo e interperies.	Filmes, laminados, solados de calçados, brinquedos, embalagens de remédio, mangueiras, tubulação de água e de esgoto, fios e cabos, cateteres e bolsas de soro.
Poliétileno de baixa densidade (PEBD)	Material com baixa condutividade elétrica e térmica, é resistente à ação de substâncias químicas. Possui variadas características mecânicas e suas propriedades são mantidas quando submetido a temperaturas inferiores a 60°C.	Sacos de lixo, tampas, frascos de soro, embalagens do tipo longa vida (<i>Tetrapak</i>), tubos de irrigação, tubulações, mangueiras, telas de sombreamento.
Polipropileno (PP)	Possui resistências elétrica e mecânica a altas temperaturas. Abaixo de 80 graus tem boa resistência química a ácidos e bases. Possui fácil coloração e moldagem; tem baixa absorção de umidade.	Filmes de embalagens de alimentos, rafia, sacolas, fraldas, seringas, material hospitalar esterilizável, para-choques, brinquedos, caixas de uso industrial.
Poliestireno (PS)	É um isolante elétrico e térmico, rígido, leve, resistente a impactos, ácidos, bases e sais. Na sua forma expandida (EPS) é conhecido como isopor.	Embalagens para alimentos, remédios e cosméticos; bandejas de supermercado, copos e pratos descartáveis, portas e gavetas de geladeira.
Copolímero de etileno acetato de vinila (EVA)	É um material flexível, que possui boa elasticidade. Resistente a várias substâncias químicas e com boa resistência mecânica; elevada resiliência e fácil de ser esterilizado. É considerado um substituto do couro.	Palmilha de calçados e solados, tatames, mangueiras flexíveis, composição asfáltica, brinquedos.
Copolímero de acrilonitrila	O ABS pode ser utilizado sozinho ou combinado com outras resinas, como a	Solas, garrafas de alta resistência, retrovisores, lâmpadas, faróis de

butadieno estireno (ABS)	poliamida, policarbonato ou polibutileno. É um termoplástico rígido e leve, com alta capacidade de manter-se brilhante, resistente ao impacto e ao calor. Oferece acabamento em cores vivas.	automóveis, cafeteiras, lavadoras, equipamentos esportivos, computadores, celulares.
Policarbonato (PC)	Semelhante ao vidro, porém altamente resistente a impactos, fogo, ácidos e sais, isolante elétrico e boa estabilidade térmica.	Frascos, lentes, calculadoras, CDs, lanternas, faróis, escudos da polícia antichoque, coberturas para telhados.
Poliuretano (PU)	Como espuma flexível ou rígida é leve, com elasticidade e densidade variadas e resistente a altas temperaturas.	Colchões, assentos, cabos de automóveis, ombreiras, esponja de banho, prancha de surfe.
Resina Epóxi	Possui alta resistência química e mecânica; rigidez e impermeabilidade, isolante térmico e elétrico.	Revestimento de cabos e máquinas, composição de argamassa, composto de reestruturação dentária, anticorrosivo de peças de automóveis.
Resina Fenólica	Foi o primeiro polímero completamente sintético a ser fabricado. É considerada uma resina leve, rígida, com boa resistência ao calor.	Fórmicas, polias, cabos de painéis, revestimento de latas de alimentos e de tubulações.

Fonte: Adaptado de BRASKEM (2012).

Até a metade do século XX, (Figura 2), a produção mundial de polímeros não ultrapassava 35.000 toneladas. Porém, a redução do custo de produção e a variedade de poliolefinas obtidas em processos catalíticos permitiram que esses materiais assumissem importante papel no setor de industrialização de embalagens. Dessa forma, com a grande demanda de consumo no mercado, na virada do século, foram produzidas cerca de 200 milhões de toneladas de polímeros sintéticos (MANO; PACHECO; BONELLI, 2010).

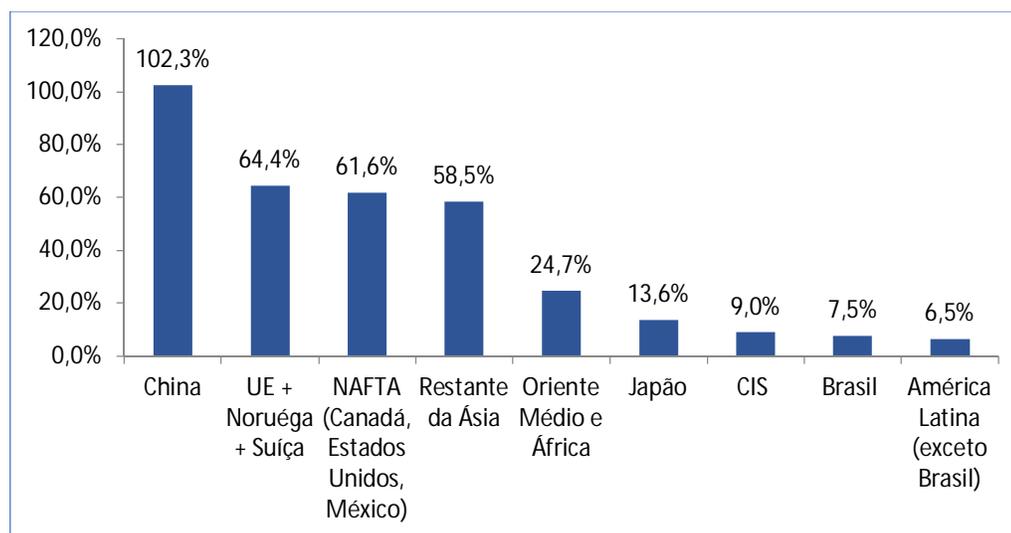


Figura 2: Produção mundial de resinas termoplásticas em 2017

Fonte: Adaptado de ABIPLAST (2018).

Assim, é possível observar que as resinas plásticas possuem inúmeras aplicações, obtendo cada vez mais espaço na indústria de transformadores de plástico e substituindo materiais como aço e alumínio (Figura 3).

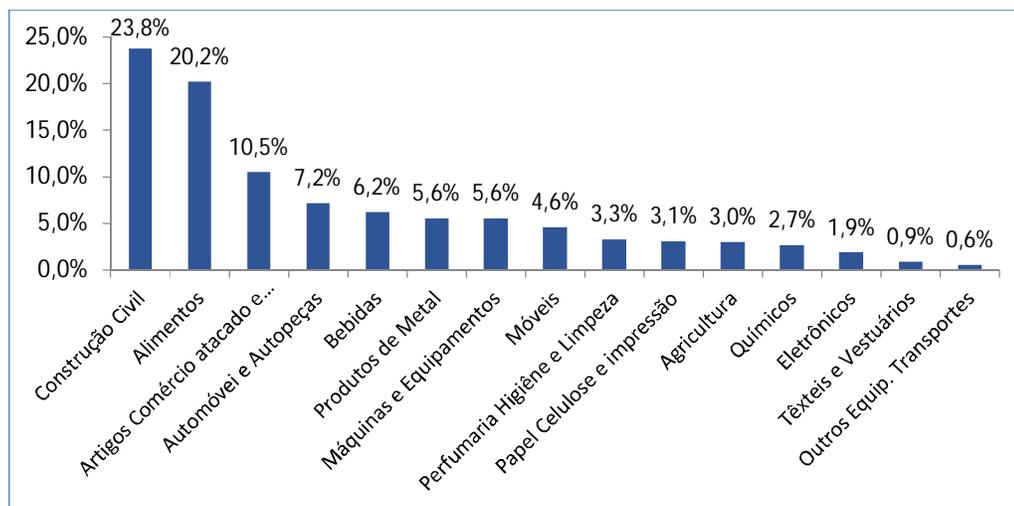


Figura 3: Principais setores consumidores de transformados de plásticos no Brasil 2017
Fonte: Adaptado de ABIPLAST (2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Estruturada a partir de bases bibliográficas, a pesquisa foi delineada por uma abordagem qualitativa, do tipo exploratória e descritiva.

Conforme Cervo, Bervian e Silva (2007), qualquer tipo de pesquisa, em qualquer área, se originará a partir de pesquisas bibliográficas, seja para o levantamento do estado da arte do tema a ser pesquisado, bem como para a fundamentação teórica e suas contribuições.

Segundo Gil (2010), a pesquisa exploratória tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, de maneira a explicitá-lo. Na maioria dos casos, a pesquisa exploratória pode ter a forma de pesquisa bibliográfica ou estudo de caso e a pesquisa descritiva tem o objetivo de descrever as características de uma população, fenômeno ou identificar possíveis relações entre variáveis.

A coleta de dados é o procedimento que envolve o levantamento de dados e informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa, é a fase que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e técnicas selecionadas, com a finalidade de efetuar a coleta de dados previstos (LAKATOS e MARCONI, 2019).

Para esta pesquisa foram utilizados dados e informações de caráter secundário, por meio de literatura científica, artigos acadêmicos, sobre os conceitos da logística reversa, os impactos provenientes do descarte inadequado do plástico pós-consumo e bases de dados estatísticos sobre resíduos sólidos, especificamente de plásticos.

Os dados e informações foram confrontados com a legislação vigente e demais relatórios técnicos e científicos.

O período do presente estudo da logística reversa foi de julho de 2018 a janeiro de 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Impactos ambientais provocados pelo plástico pós-consumo

O advento do plástico trouxe inúmeros benefícios para a sociedade. São materiais versáteis e ideais para uma série de aplicações industriais e de consumo das pessoas. Atualmente os materiais plásticos estão presentes em diversos ambientes. Encontra-se o plástico nos carros, brinquedos, televisores, computadores, DVDs, dentre outros (PLASTICS EUROPE, 2017).

Parece impossível viver sem as inovações que o plástico proporciona ao mundo moderno, visto ter se demonstrado indispensável para a evolução de qualquer segmento industrial. Magrini *et al.* (2012), descreveu que, por suas características como leveza e durabilidade, o plástico tem seu uso cada vez mais difundido. Por outro lado, tais características podem tornar os resíduos plásticos como a causa de um sério problema ao meio ambiente, quando dispostos inadequadamente.

Segundo Araújo e Cavalcante (2016), a invenção do plástico provocou mudanças significativas no cotidiano e no comportamento dos consumidores, de tal maneira, que materiais plásticos estão cada vez mais vinculados ao cotidiano das pessoas. Entretanto, as mesmas características que favorecem sua intensa utilidade, são as mesmas que influenciam seu acúmulo no meio ambiente.

Barbosa (2014), afirma que os impactos ambientais ocorrem desde o início da humanidade, assim o meio ambiente vem sendo alterado por meio de atividades antrópicas, seja pela busca do desenvolvimento tecnológico, a competitividade produtiva industrial, as conquistas sociais ou por uma melhor qualidade de vida das pessoas, porém sem uma devida análise à gestão e utilização dos recursos naturais.

Magrini *et al.* (2012, p. 241), descreveu que “por mais de dois milênios a humanidade tem descartado indiscriminadamente os seus resíduos através e ao redor das margens dos oceanos e mares, bem como nos lagos, rios e outras vias navegáveis”. É preciso compreender a responsabilidade e a conscientização da sociedade dos problemas ambientais, que muitos são resultado do acúmulo e incorreto descarte de materiais sintéticos.

Dentre os grandes impactos ambientais, a inadequada disposição dos resíduos sólidos, em especial, o plástico, ganhou destaque nos últimos anos. De acordo com a Resolução CONAMA nº 001/1986, impacto ambiental é definido como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

O descarte incorreto dos resíduos plásticos se identifica como uma das principais causas da degradação ambiental. Provoca a poluição de rios, mares e oceanos, conseqüentemente a morte de aves e inúmeras espécies marinhas, causa problemas à saúde das pessoas, danifica terras agrícolas, dentre outros (ONU, 2017).

Estima-se que em 2016, a produção brasileira de produtos plásticos foi de 5,8 milhões de toneladas. Em 2015, a nível global, produziu-se 8,3 bilhões de toneladas de plástico, sendo que desse montante, aproximadamente, 8 milhões de toneladas de plástico chegam aos oceanos todos os anos. Grande parte desses resíduos plásticos é composto de copos, sacolas, canudos, garrafas e microplásticos (partículas pequenas) que normalmente são utilizadas em produtos cosméticos (ONU, 2017).

Dessa forma, os resíduos plásticos são transportados com facilidade a grandes distâncias de suas áreas de origem, carregados pelo vento ou mesmo pela água, provocando um grande acúmulo de plásticos, principalmente nos oceanos, o que muito degrada o ambiente marítimo.

Segundo Magrini *et al.* (2012), nos últimos cinquenta anos, ocorreram profundas mudanças em relação à superfície do planeta, entretanto a que mais tem chamado a atenção de pesquisadores é a abundância de resíduos plásticos. Esse problema aumenta cada vez mais, em decorrência de um conjunto de fatores, como a destinação inadequada dos resíduos plásticos, a ausência de políticas públicas direcionadas ao problema e a baixa qualidade da educação ambiental.

Ainda segundo os autores, os plásticos em sua maioria, apresentam propriedades de alta resistência ao envelhecimento e baixa taxa de degradação. Alguns tipos de plásticos, podem levar séculos para se degradar. Além da poluição, seu descarte incorreto pode afetar sistemas terrestres e de água doce, a ingestão por animais, emaranhamento das espécies e a estética das paisagens.

Barbosa (2014), define a poluição dos resíduos sólidos como o grande impacto negativo ao meio ambiente. Dentre os resíduos inorgânicos, que são compostos por materiais de difícil decomposição, ou seja, não biodegradáveis, estão o plástico, borracha, vidro e papelão, sendo estes considerados resíduos que provocam o entupimento de galerias pluviais e esgotos, contaminação tóxica e a degradação ambiental e urbanística.

Para Mano, Pacheco e Bonelli (2010), o conceito de poluição é compreendido como qualquer modificação das características naturais do meio ambiente, que possa prejudicar a saúde, segurança ou bem-estar da população, causada pela introdução de toda substância artificial, de qualquer espécie, que seja estranha às propriedades do ecossistema.

Some-se a isto, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) instituída pela Lei 6.938/81, no Art. 3º, que conceitua a poluição como a degradação da qualidade do meio ambiente que resulta de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavorável a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Também define o agente poluidor como ser uma “pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.” (BRASIL, 1981).

A poluição no meio ambiente tornou-se um dos temas mais debatidos nos últimos anos, além da degradação da natureza, causa grandes desequilíbrios nos ecossistemas, e representa sérios problemas para a saúde das pessoas e dos animais.

De acordo com Santos (2017), a poluição ambiental divide-se em: poluição do **ar** que é a matéria ou energia presente na atmosfera, como fumaça e material particulado industrial, gases de combustíveis fósseis, queima de lixo e gases de escapamentos de veículos; poluição **das águas** é a matéria ou energia encontrada nos esgotos domésticos, agropecuários e industriais, compostos orgânicos e compostos químicos inorgânicos; poluição **do solo** são produtos químicos encontrados como herbicidas, pesticidas, resíduos sólidos, entre outros; poluição

sonora são as vibrações, ruídos que provém de atividades cotidianas das pessoas, tais como veículos, máquinas, equipamentos, construção civil; poluição **radioativa** é proveniente da energia nuclear ou atômica (resíduos nucleares) que podem contaminar ar, solo, água, a biota e alimentos; poluição **visual** são os elementos visuais em excesso, fixados em muros, postes, fachadas, tais como cartazes, faixas, banners que provoquem desacordo visual na paisagem.

Para Silva; Santos; Silva (2013), o modelo de desenvolvimento, a modernização e as inovações tecnológicas facilitaram a vida das pessoas, o que ocasionou um elevado grau de consumismo na sociedade. Por outro lado, com o desuso e o descarte inadequado de resíduos sólidos, principalmente o plástico, resultou em um dos grandes desafios da humanidade, a poluição ambiental.

O constante aumento da população e o acelerado desenvolvimento industrial podem ser considerados como as duas principais causas da poluição ambiental. Em 1750, a população mundial era aproximadamente 750 milhões, em 1900 aumentou para 1,5 bilhão, em 1950 foi para 2,5 bilhões, chegando a 5,5 bilhões em 1990 (MANO, PACHECO e BONELLI, 2010).

Ainda segundo os autores, até 1970 o conceito de poluição era bem pouco comum na literatura. Foi no início desse período que a poluição ambiental se intensificou e começou a ser mais observada e percebida pela sociedade, grandes volumes de resíduos plásticos descartados, já se tornavam um problema para o meio ambiente.

Foi a década após o término da 2ª Guerra Mundial, a que marcou o desenvolvimento e a industrialização de novos produtos, em especial os conhecidos catalisadores, que mais tarde iriam provocar profundas mudanças na preservação ambiental, como o de Ziegler (1953), na Alemanha, e de Natta (1954), na Itália, atualmente denominados catalisadores de Ziegler-Natta, utilizados na produção de polímeros.

Dessa forma, foram fabricadas grandes quantidades de materiais plásticos, com características versáteis e de baixo custo, utilizadas na criação das mais diversas embalagens, para todo tipo de produtos (alimentícios, farmacêuticos, químicos, cosméticos). Entretanto, embalagens plásticas do tipo descartável tornaram-se um grave problema ambiental.

De acordo com Law (2017), foi nos anos 70 que cientistas relataram pela primeira vez a poluição provocada por resíduos plásticos. Porém, nos últimos anos o

fato atraiu maior atenção por parte da mídia, do público e inclusive cientistas de diferentes áreas de estudo, como a ciência de polímeros, a engenharia ambiental, a ecologia, a biologia marinha e a oceanografia.

Segundo o WWF (2019), a poluição do plástico representa uma ameaça para a natureza e para sociedade. Devido à má gestão dos resíduos plásticos, grande parte destes, é descartada na natureza, provocando a destruição da biodiversidade. Cada vez mais, macro, micro e nanoplásticos contaminam solos, águas doces e oceanos.

Além disso, a poluição por plástico prejudica os ecossistemas naturais e colabora com as mudanças climáticas, uma vez que aumentam as emissões de dióxido de carbono, devido à grande produção e incineração de resíduos plásticos em locais não regulamentados (WWF, 2019).

Conhecidos como detritos marinhos, também poluidores do ambiente marinho, são os resíduos sólidos que entram nos mares e oceanos, a partir de qualquer fonte, geralmente compostos especialmente de materiais sintéticos, que em sua maioria é material plástico. Esses materiais polímeros, com sua longa deterioração e expostos à radiação UVB na luz solar, juntamente com a água do mar, acabam se partindo em pedaços cada vez menores ou pequenas partículas (MAGRINI *et al.*, 2012).

Zanella (2013), destaca que a poluição marinha por plásticos é considerada uma das maiores preocupações ambientais da atualidade. Trata-se de uma realidade que tem provocado graves impactos no aspecto ambiental, econômico e também social. Barnes *et al.*, (2009) *apud* Pereira, Oliveira e Turra (2011) enfatizam que há décadas ambientalistas apontam que os materiais plásticos descartados no mar representam uma das grandes ameaças ao meio ambiente e cerca de 90% do lixo nos oceanos é constituído de plástico.

A degradação dos plásticos no meio ambiente está relacionada às alterações em suas propriedades químicas, poderá depender do tempo que ficará exposto à radiação ou a fatores como temperatura, pigmentação e outros originados das reações de polimerização. Some-se a isto, Mano, Pacheco e Bonelli (2010) descrevem que os refugos plásticos ficam acumulados no meio ambiente, já que são relativamente inertes à degradação ambiental. É comum tal degradação de resíduos plásticos no ambiente marinho e na agricultura.

No momento atual quando é intensa a utilização de produtos plásticos, torna-se importante também analisar as consequências poluidoras e os impactos nocivos

ao meio ambiente, advindos dessas tecnologias cada vez mais desenvolvidas no que diz respeito à produção de polímeros sintéticos.

De acordo com Araújo e Cavalcante (2016), o problema da poluição ambiental marinha gerada principalmente pelos resíduos plásticos, seu uso, descarte inadequado, posteriormente sua fragmentação e dispersão no mar, têm impactado diretamente sobre a vida dos animais marinhos, destruindo milhares de espécies a cada ano e em todos os oceanos.

O alto índice de resíduos plásticos nos oceanos e seu alto potencial para causar danos à fauna marinha foi tema debatido e reconhecido como um problema de âmbito global e descrito como uma das principais ameaças à biodiversidade marinha na 14ª Conferência das Partes da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB-COP-14, 2018).

Oceanos e mares também sofrem contaminação por meio de esferas plásticas, conhecidas como *pellets*, grânulos com aproximadamente 5 mm de diâmetro, que são utilizados como matéria-prima para a fabricação de diversos artigos de plástico. Estes são transportados em grandes quantidades e por vezes chegam às praias e ao mar devido às perdas nesse transporte (PEREIRA, OLIVEIRA e TURRA, 2011).

Deste modo, o plástico representa uma real ameaça no mar e coloca em risco toda a biodiversidade, já que a ingestão desses polímeros sintéticos pode causar a morte de milhares de espécies marinhas. Conforme Zanella (2013), são muitas as espécies que se conhecem por ter sido entrelaçadas ou ingerido pequenas partículas plásticas, como aves marinhas, tartarugas, focas, leões marinhos, baleias, peixes, entre outros.

Segundo o WWF (2019), a ausência de uma gestão eficiente dos resíduos plásticos é uma preocupação mundial urgente. Os resíduos plásticos mal administrados são abandonados sem coleta, descartados em qualquer lugar na natureza ou mesmo tratados em aterros sem a devida regulamentação.

Identificam-se como os principais impactos provenientes do descarte inadequado do plástico pós-consumo:

- I) **Impactos Ambientais:** a ingestão dos resíduos plásticos pelos animais, o que prejudica sua saúde, pois as espécies não conseguem mover o plástico em seu aparelho digestivo, resultando em obstruções internas, levando-os à morte; as toxinas que compõem os materiais

plásticos também se demonstram prejudiciais à saúde dos animais, pois prejudicam sua reprodução e o sistema imunológico (WWF, 2019).

O enredamento de diversas espécies marinhas em resíduos plásticos, que afetam organismos marinhos, habitats, ecossistemas, além de provocar graves lesões e a morte dos animais silvestres, incluindo mamíferos, répteis, aves e peixes. Esses enredamentos também provocam a morte de milhares de tartarugas marinhas, inclusive por meio de materiais e equipamentos e redes de pesca que são descartados inadequadamente (LAW, 2017).

Os habitats naturais também sofrem degradação e destruição com os resíduos plásticos encontrados em solos, rios e oceanos. Muitas vezes ocorrem vazamentos de substâncias e compostos químicos do plástico, que poluem e alteram as condições do solo.

II) Impactos Sociais: são provocados pelos resíduos plásticos que podem colocar em risco a saúde dos seres humanos, tal como a emissão de gases tóxicos provenientes de processos não regulamentados de resíduos, como a incineração, reciclagem ou mesmo a queima a céu aberto, que afetam a qualidade do ar, desta maneira agravam doenças respiratórias, aumentam o risco de doenças cardíacas e prejudicam o sistema nervoso humano (WWF, 2019).

Ainda de acordo com informações do WWF (2019), outro impacto provocado pela poluição plástica está no fato de pessoas ingerirem plástico por meio do consumo de alimentos contaminados com micro e nanoplásticos, provenientes do mar, como peixes, mariscos e ostras.

III) Impactos Econômicos: é possível identificar perdas como diminuição da pesca, a redução do suprimento quanto a demanda de frutos do mar, considerando a morte das espécies devido à poluição plástica nos oceanos. Além disso, se identificam perdas econômicas nas avarias das embarcações, pois os detritos plásticos provocam danos às hélices, causam o entupimento das tubulações e os sistemas de resfriamento de água (ZANELLA, 2013).

Dessa maneira, é possível compreender que as perdas ambientais, sociais e econômicas da poluição por resíduos plásticos são incalculáveis, trata-se de um grave problema que ameaça a Terra, globalmente. Torna-se necessário o desenvolvimento

de mais ações que demonstrem a conscientização da população, das empresa e do governo na conservação ambiental.

4.2 Logística reversa

Uma das discussões mais frequentes quanto ao tema gestão ambiental, trata de que maneira as indústrias podem tornar-se ecologicamente éticas e também produtivas; o desafio que se apresenta hoje às indústrias é o de desenvolver práticas para uma gestão empresarial eficiente e competente, considerando as vertentes de sustentabilidade sob os aspectos econômico, social e ambiental (LAZZARINI, 2017).

No cenário atual entre gestão empresarial, sustentabilidade e competitividade, tal desafio se torna ainda maior, pois exige novas posturas do setor industrial, em relação à difícil tarefa de mitigar os impactos ambientais.

A solução dos problemas ambientais, ou sua minimização, exige uma nova atitude dos empresários e administradores, que devem passar a considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar concepções administrativas e tecnológicas que contribuam para ampliar a capacidade de suporte do planeta. Em outras palavras, espera-se que as empresas deixem de ser problemas e sejam parte das soluções. (BARBIERI, 2008, p. 99).

Em qualquer lugar o mundo as sociedades são atendidas em suas necessidades diárias através da transformação de recursos naturais em produtos e bens de consumo. Quando esses produtos cumprem seu fim para os quais foram criados, acabam sendo descartados. Assim, esse ciclo de consumo acaba levando à deterioração do meio ambiente.

A quantidade de resíduo gerada mundialmente tem crescido muito e com seu mau gerenciamento tem provocado sérios danos ao meio ambiente, além de comprometer a saúde e o bem-estar da população. Dessa forma, o resíduo urbano com sua intensa produção, inevitavelmente acaba tornando-se um problema nas cidades gerado pelos resíduos sólidos (TADEU *et al.*, 2012).

Atualmente está evidente o intenso lançamento de variedades de produtos e modelos em todos os setores empresariais, observando-se também a redução no ciclo de vida mercadológico dos produtos, isso em virtude da introdução de novos modelos no mercado consumidor, tornando os anteriores obsoletos e ultrapassados e com isso, aumenta também a tendência à descartabilidade em nosso dia a dia.

Portanto, torna-se impossível ignorar as crescentes quantidades desses produtos de pós-consumo, em especial suas embalagens e os resíduos plásticos, cujo descarte incorreto, tem agravado os problemas ambientais, prejudicando o tempo de vida útil de aterros sanitários, a poluição e contaminação de rios, mares e oceanos, principalmente quando esses micro plásticos são ingeridos por peixes e outros animais marítimos.

Neste cenário, a logística reversa no mundo empresarial e nas sociedades pode ser observada como uma relevante ferramenta de gestão para as indústrias. O interesse pelo estudo dos canais de distribuição reversos envolve empresas de diversos setores, uma vez que suas atividades estão relacionadas na busca de práticas e ações direcionadas à preservação do meio ambiente e à sustentabilidade.

A logística reversa é compreendida como a área da logística empresarial responsável pelas atividades de planejamento, operação e controle do retorno de produtos de pós-venda e pós-consumo para seu correto destino (LEITE, 2017).

De acordo com Xavier e Corrêa (2013), a logística reversa trata dos fluxos reversos em relação aos fluxos diretos tradicionais na cadeia de suprimentos, ou seja, da ponta do consumo para o fabricante.

Conforme os autores, são exemplos de fluxos reversos materiais ou componentes de produtos após seu consumo, que são coletados e transportados para reutilizar, reciclar ou ainda reincorporados ao seu processo produtivo inicial, como é o caso das latas de alumínio, quando coletadas após seu uso, enviadas para o processo de reciclagem, se tornando novos itens de alumínio.

A logística reversa é considerada a quarta área operacional da logística empresarial, sendo como anteriores, a logística de suprimentos, de apoio à manufatura e de distribuição (Figura 4).

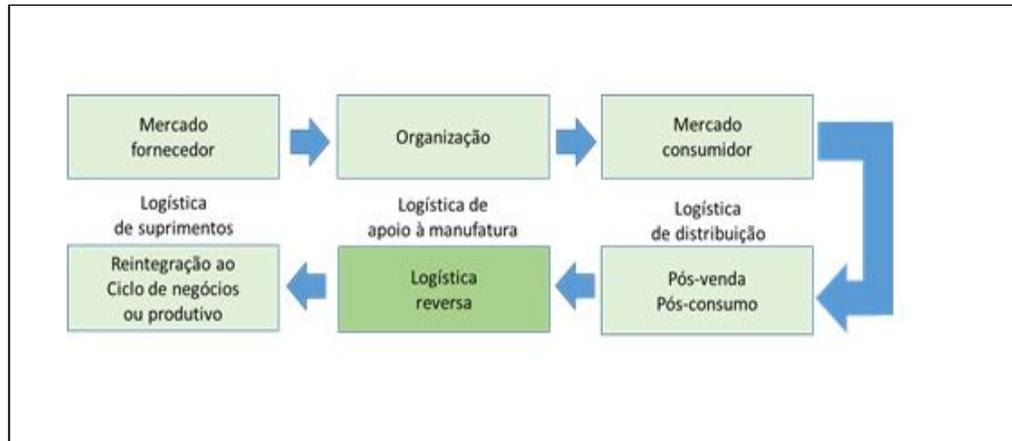


Figura 4: Áreas operacionais da logística empresarial
Fonte: Leite (2017).

Na visão de Shibao, Moori e Santos (2010), a logística reversa integra suas atividades em cinco aplicações básicas:

- 1) Planejar, implantar e controlar de forma eficiente o fluxo de materiais e informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem;
- 2) Movimentar produtos na cadeia produtiva, desde a direção do consumidor final até o produtor;
- 3) Buscar métodos para uma melhor utilização de recursos, seja na redução do consumo de energia, seja na diminuição de insumos empregados, seja na busca de reaproveitar, reutilizar ou reciclar materiais utilizados;
- 4) Recuperar valor;
- 5) Assegurar a correta destinação após o consumo do produto.

Logo, é possível compreender que a logística reversa tem como principal objetivo mitigar os impactos ambientais, a redução da poluição e o desperdício de insumos, bem como a reutilização e a reciclagem de produtos após seu consumo.

Some-se a isto, organizações industriais, estabelecimentos comerciais e lojas realizam o descarte de grandes volumes de materiais, como papel, madeira, papelão, plásticos, entre outros tipos de resíduos, que por sua vez, podem ser reutilizados ou reciclados.

O Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP) (2013), principal órgão internacional desta área, define logística reversa como parte especializada da logística, com foco na movimentação e gerenciamento de produtos e materiais de pós-venda e pós-consumo, incluindo devoluções de produtos e sua destinação apropriada.

Assim, observa-se que a logística reversa, por meio de suas atividades operacionais, realiza o retorno de bens de consumo, de diversas naturezas ou seus materiais constituintes ao seu ciclo produtivo; além de objetivos econômicos, legais, ecológicos e responsabilidade empresarial, agregando valor ao negócio e à imagem corporativa. Planeja e controla os fluxos reversos, por meio de operações desde a coleta dos bens de pós-consumo e pós-venda, inspeção, seleção, classificação e reintegração ao ciclo.

A logística reversa é a área da logística empresarial, que planeja e opera suas atividades no sentido inverso, com o objetivo de garantir o retorno de produtos, materiais e peças, direcionadas corretamente, seja para um novo processo de produção ou para um novo uso (COSTA, MENDONÇA e SOUZA, 2014).

É possível identificar vários motivos que justificam o retorno de produtos dentro da nomenclatura de pós-venda e pós-consumo, podendo estar relacionado à qualidade como característica inerente ao item, reparos, consertos, embalagens retornáveis, interesse para reutilização e fim de vida útil.

Se por um lado, a logística empresarial compreende os canais de distribuição diretos ou também conhecidos como canais de distribuição, que envolvem as diversas fases e atividades em que os bens produzidos são comercializados e chegam ao consumidor ou ao cliente final. Por outro, os canais de distribuição reversos representam as etapas e os meios necessários para que uma parte destes produtos ou itens retornem ao seu ciclo produtivo, seja por motivo de ciclo de vida útil encerrado, defeitos de fabricação, pouco uso após a venda, reaproveitamento de embalagens, entre outros.

Segundo Leite (2017), existem duas classificações de canais de distribuição reversos, de pós-consumo e pós-venda, a seguir:

Canais de distribuição reversos de pós-consumo constituem o fluxo reverso de uma parte dos produtos e materiais que se originam do descarte, os quais posteriormente à sua utilização, podem retornar ao seu ciclo produtivo, e assim destacar-se em uma parte do subsistema reverso para reuso, remanufatura ou reciclagem.

A remanufatura compreende o canal reverso de partes dos produtos de pós-consumo que podem ser reaproveitadas, a partir de substituição de peças que o compõe, levando à reconstituição de um produto com a mesma finalidade de utilização. Já a reciclagem trata do canal reverso a partir da revalorização do material

extraído do produto ou o item a ser descartado, que poderá transformar-se em matéria-prima secundária e ser reintegrada ao ciclo produtivo.

Outra nomenclatura é a disposição final desses itens, que compreende o último ponto de destino desses materiais ou resíduos, que normalmente não possuem mais condição para revalorização.

Os canais de distribuição reversos de pós-venda constituem uma parte dos produtos que possuem pouco ou nenhum uso e necessitam fazer o fluxo no sentido inverso do consumidor ao varejista ou fabricante, por identificar algum problema geralmente relacionado à qualidade do produto ou por outros motivos, e dessa forma retornar ao ciclo do negócio.

Para Tadeu *et al.* (2012), fatores como a evolução dos sistemas de produção, de informação e de tecnologias, assim como preocupações com questões de ordem ecológica e ambiental, propiciaram o aparecimento de um novo comportamento do consumidor, agora com um perfil mais consciente e exigente, condicionando poder público e privado à adequação de uma nova tendência, o desenvolvimento de uma nova área da logística empresarial, denominado canal de distribuição reverso.

4.3 Logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Nas últimas décadas as empresas enfrentam um ambiente externo de intensas transformações. No aspecto ambiental estão cada vez mais condicionadas em atender normas e legislações como forma de mitigar os impactos ambientais com suas atividades de seus produtos e processos. Quanto a seus consumidores, nota-se o crescimento de uma clara consciência e um maior nível de informação relacionado aos problemas de ordem ambiental.

Após vários anos de discussão no Congresso Nacional Brasileiro, em 2 de agosto de 2010, foi aprovada a Lei n.º 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, regulamentada pelo Decreto n.º 7.404, em 23 de dezembro de 2010.

A PNRS é um marco regulatório para a gestão de resíduos sólidos e contém instrumentos e diretrizes importantes e necessárias para enfrentar problemas ambientais, sociais e econômicos que decorrem do inadequado manejo dos resíduos sólidos. A Lei objetiva regulamentar a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos no país.

No artigo 1º são apresentados os objetivos, princípios e instrumentos relacionados à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Além da responsabilidade compartilhada dos geradores, a política atribui a cada integrante da cadeia produtiva a responsabilização pela destinação ambientalmente adequada dos resíduos:

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

§ 1º Estão sujeitas à observância desta Lei 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 (BRASIL, 2010).

Um dos aspectos de grande importância contido na PNRS é a diferenciação entre “resíduo e rejeito”. O artigo 3º, inciso XV e XVI, distingue e identifica como “resíduo” todo produto ou material que já foi descartado, que de alguma maneira possa ser reaproveitado por diferentes processos e meios, do “rejeito” constituído de resíduos sólidos que não têm a possibilidade de reaproveitamento.

A PNRS também apresenta a definição para a reciclagem como:

Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (Inciso XIV).

Ainda nas definições contidas no referido artigo, a política aborda definições sobre a destinação final ambientalmente adequada de resíduos, incluindo a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético dos resíduos.

A disposição final ambientalmente adequada, inclui a distribuição organizada de rejeitos em aterros, considerando normas específicas de operação, de maneira que sejam evitados danos ou riscos à saúde pública e minimizando os impactos ao meio ambiente.

Quando os resíduos são recolhidos e encaminhados para tratamento, obtendo a redução da quantidade a ser disposta em aterro, possibilitando ainda o reaproveitamento dos materiais separados e seu encaminhamento para reciclagem, bem como realizando a própria reciclagem da matéria orgânica presente nos resíduos, também reduzindo assim a quantidade a ser enviada para a disposição final, proporcionado o máximo de reaproveitamento de materiais e sua reciclagem, atende-se as prerrogativas da PNRS (TAGLIAFERRO, 2018).

Nesse sentido, entre princípios e objetivos, como principais instrumentos estabelecidos pela Lei, destacam-se a obrigatoriedade da implantação da logística reversa e a responsabilidade compartilhada das empresas da cadeia de suprimentos que levou o produto ao mercado.

Conforme o artigo 30º da PNRS, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos deve ser implementada e encadeada pelos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, assim como os consumidores e titulares dos serviços públicos e de manejo de resíduos sólidos.

Assim sendo, com a responsabilidade compartilhada, aquele que coloca os produtos no mercado (fabricante, importador, distribuidor e consumidor), deve ter a responsabilidade de recuperar esses produtos após o seu consumo e promover seu correto descarte, a partir da logística reversa.

Somando-se isso, a Lei objetiva minimizar a quantidade de resíduos e rejeitos gerados, além disso, reduzir os impactos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando os resíduos são descartados incorretamente.

Desse modo, a logística reversa representa um importante papel, como instrumento para realizar o retorno dos resíduos descartados aos seus processos, uma vez que a Lei obriga as empresas a sua implementação.

A PNRS ilustra bem a relação entre a sustentabilidade e a logística reversa, já que deixa claro o compromisso dos fabricantes em relação ao ciclo de vida do produto, utilização pelo consumidor, responsabilidade do descarte e a reciclagem, e define:

Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

O artigo 32º aborda de forma relevante a área de plásticos, já que se refere ao setor de embalagens, onde determina que estas embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem sua reutilização ou a reciclagem e enfatiza que os responsáveis devem assegurar a reciclagem, caso não seja possível sua reutilização (parágrafo 1º, inciso III).

Portanto, deve ser de interesse para o setor de plásticos que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes se responsabilizem na implementação da logística reversa, com o objetivo de garantir o retorno dos produtos de pós-consumo,

independente das ações dos serviços públicos de limpeza e o manejo de resíduos sólidos (OLIVEIRA, 2012).

A PNRS trata a logística reversa com especial importância no artigo 33º, onde estabelece a obrigatoriedade de estruturar e implementar sistemas de logística reversa e define diretrizes para alguns setores e produtos específicos. Conforme descrito no parágrafo 1º, tais sistemas previstos na Lei, são estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, dentre estes, compreende:

As embalagens de agrotóxicos (inciso I), pilhas e baterias (inciso II), pneus (inciso III), óleos lubrificantes (inciso IV), lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista (inciso V), produtos eletroeletrônicos e seus componentes (inciso VI).

Segundo Leite (2017), a logística reversa constitui a essência da PNRS, visto que, quando implementada, planejada e executada adequadamente, poderá transformar o que antes era analisado como um problema, em oportunidade de ganhos para as empresas, além disso, tornando-se solução para atingir benefícios econômicos, de prestação de serviços, adequação às legislações e defender a imagem empresarial.

Para tanto, segundo o autor, uma das críticas à PNRS está no fato de estabelecer a obrigatoriedade da implementação da logística reversa somente a alguns produtos, dos quais já possuem legislações específicas e cadeias reversas designadas. Nesse sentido, dos seis setores apresentados pela Lei, como é o caso dos agrotóxicos e cadeia de retorno dos pneus, que aparentemente funcionam de maneira organizada e eficiente.

Por sua vez, ainda em concordância com a PNRS, ficou estabelecido o acordo setorial, conceito relacionado à economia circular, que objetivam reunir os envolvidos pelo fornecimento da matéria-prima, fabricação, comercialização e destinação final do produto, para que juntos encontrem soluções sustentáveis para o ciclo de vida do produto, na busca do consumo sustentável.

Acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010).

O acordo setorial é um “ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a

implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (SINIR, 2017).

Contudo, dentro do contexto ambiental, econômico e social, a logística reversa apresenta-se como ferramenta nas empresas, com o objetivo de desenvolver ações para o reaproveitamento de produtos e materiais após seu uso, aliviando os prejuízos causados ao meio ambiente, pelo alto volume dos bens de consumo fabricados nos processos produtivos industriais.

O conceito de logística reversa e sustentabilidade propõe um novo modelo de gestão de negócios, levando em consideração, os impactos ambientais e sociais, além das questões econômicas. Esta afirmação parte do princípio de que as organizações produtivas e as de serviços possuem atividades que podem ser nocivas ao meio ambiente em que vivemos (TADEU *et al.*, 2012, p.1).

Dessa maneira, o conceito sustentável no contexto empresarial torna-se fundamental para a busca de alternativas voltadas às práticas ambientais, onde o crescimento dos setores industriais e a proteção ao meio ambiente possam caminhar juntos.

4.4 Logística reversa do plástico pós-consumo

O descarte inadequado dos resíduos plásticos é considerado um dos principais problemas ambientais na atualidade e seus impactos resultam inclusive em consequências no aspecto econômico e social.

As modernas práticas do consumo acelerado geram uma intensa quantidade de resíduos plásticos. Segundo informações do Relatório do WWF de 2019, estima-se que em 2016 foram geradas quase 310 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos, 37% não foi tratado de forma eficiente, sendo enviados diretamente para aterros sanitários, onde será necessário muito tempo para sua decomposição, e 63% desses resíduos chegaram a um ciclo controlado de tratamento com baixo risco de provocar poluição plástica.

Os aterros sanitários, incineração e despejos são considerados os sistemas de gestão de resíduos plásticos que mais predominam, 15% desses resíduos foram tratados a partir de incineração industrial, emitindo 2,7 toneladas métricas de dióxido de carbono na atmosfera. Apenas 20% dos resíduos plásticos mundiais foram coletados para o processo de reciclagem (WWF, 2019) (Figura 5).

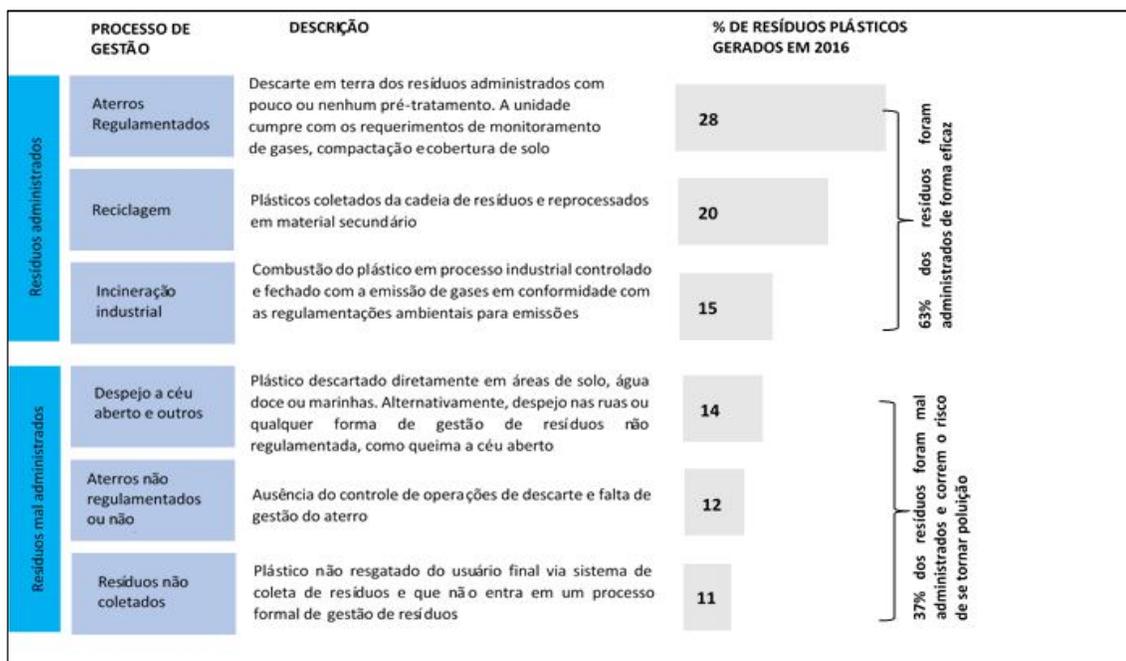


Figura 5: Principais ciclos de gestão de resíduos plásticos

Fonte: Adaptado de WWF (2019).

O relatório ainda afirma que 80% do plástico nos oceanos é proveniente da poluição terrestre, dessa maneira, essa poluição representa uma ameaça para a natureza e para sociedade. Devido à má gestão dos resíduos plásticos, grande parte destes, são descartados inadequadamente, provocando a destruição da biodiversidade. Cada vez mais, macro, micro e nanoplásticos contaminam solos, águas doces e oceanos.

De acordo com os números apresentados no Relatório da ABRELPE de 2019, estima-se que no ano de 2018, foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas de resíduos. Desse montante 92% (72,7 milhões) foi coletado e 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas em seus locais de geração. Entretanto, apenas 59,5% (43,3 milhões de toneladas) tem destino adequado em aterros sanitários, o restante 40,5% foi despejado em local inadequado por 3.001 municípios. Dessa forma, 37% (29,5 milhões de toneladas) de resíduos sólidos urbanos foram encaminhados para lixões ou aterros controlados (Figura 6), sendo que 27% (7,97 milhões de toneladas) correspondem a resíduos plásticos (Figura 7), os quais não possuem as ações necessárias para proteger a saúde da população e o meio ambiente contra danos e degradações.

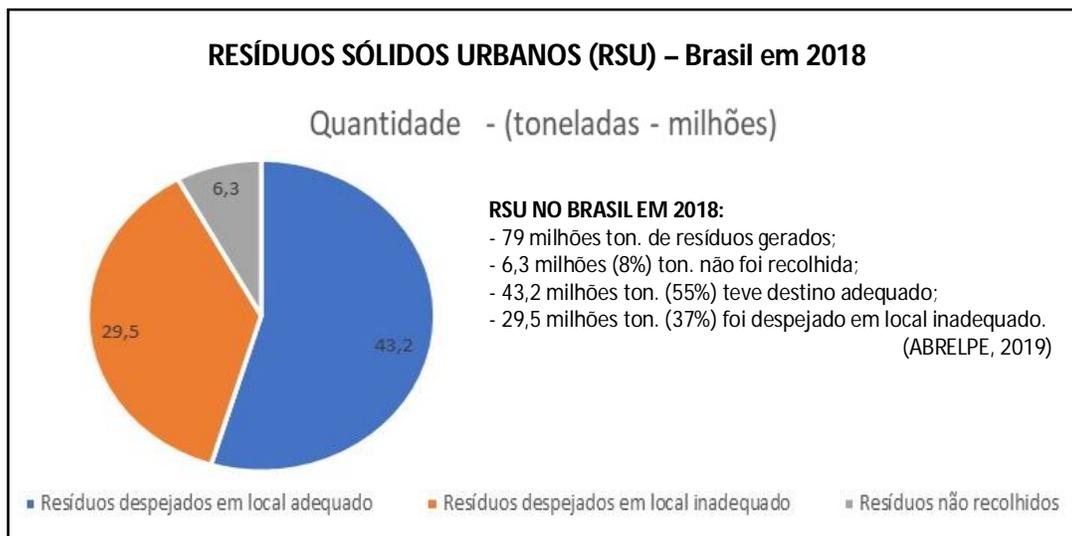


Figura 6: Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil em 2018
Fonte: Elaborado a partir de ABRELPE (2019).

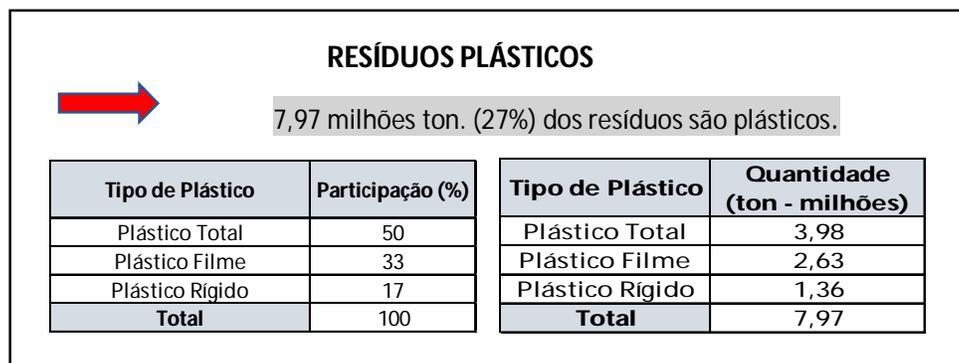


Figura 7: Resíduos Plásticos
Fonte: DAL PONT; VALVASSORI; GUADAGNIN, (2012).

Diante dos dados e informações sobre o descarte inadequado dos resíduos plásticos, o estudo constatou que uma das principais razões para as indústrias implementarem um sistema de logística reversa, em especial do plástico pós-consumo, é mitigar os impactos, buscando proteger o meio ambiente.

Do ponto de vista ético, as empresas precisam conduzir seus negócios com responsabilidade ambiental e incluir ao longo de sua cadeia produtiva práticas sustentáveis, bem como respeitar as normas e as legislações ambientais.

Nesse cenário, a logística reversa no mundo empresarial e nas sociedades pode ser observada como uma relevante ferramenta de gestão para as indústrias. Por meio de suas atividades operacionais, realiza o retorno de bens de pós-consumo, de

diversas naturezas ou seus materiais constituintes ao seu ciclo produtivo; além de objetivos econômicos, legais, ecológicos e responsabilidade empresarial, agregando valor ao negócio e à imagem corporativa.

Dentre os principais impactos com sua adoção, destacam-se:

- I) **Aspecto Ambiental:** aumento de vida útil dos aterros, economia de energia na fabricação de novos produtos, destinação ambientalmente adequada, minimização da contaminação do solo, do ar, das águas, economia dos recursos naturais;
- II) **Aspecto Econômico:** diferencial estratégico e competitivo para as empresas, reutilização do material para fabricação de novos produtos, minimização dos impactos das perdas com a diminuição da pesca;
- III) **Aspecto Social:** geração de empregos, possibilidade de educar o consumidor quanto à importância de práticas sustentáveis, minimização de risco à saúde dos seres humanos com a emissão de gases tóxicos provocados pela incineração não regulamentada destes resíduos (LEITE, 2017; WWF, 2019).

Apesar da importância da logística reversa do plástico pós-consumo, inexistem uma obrigatoriedade legal para sua implementação ou Acordo Setorial específico. No entanto, em 25/11/2015 foi assinado o Acordo Setorial para a implantação da logística reversa de Embalagens em Geral (SINIR, 2019).

O acordo setorial está relacionado com o princípio da Economia Circular, que propõe um modelo sustentável, em que recursos e produtos sejam continuamente reutilizados considerando as limitações dos recursos naturais. Ou seja, é um “modelo alternativo de sustentabilidade que busca manter o fluxo de materiais e produtos em sua maior utilidade e valor por meio do *redesign* dos produtos e novos modelos de negócios” (FGV ENERGIA, 2018).

Dessa maneira, é de total importância a intensificação dos acordos setoriais, para fortalecer a responsabilidade compartilhada e assim determinar as ações específicas para todos os envolvidos no ciclo de vida de cada produto lançado no mercado, em especial para o plástico após seu consumo.

Para tanto, aponta-se um caminho para o fortalecimento quanto à importância da preservação do meio ambiente e identifica-se o trabalho dos órgãos ambientais na reformulação de normativas e licenciamentos, tornando-os cada vez mais exigentes no que se refere ao gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias.

O Decreto Federal 9.177/2017 estabelece normas para assegurar a isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações imputadas aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos e suas embalagens sujeitos à logística reversa (CEMPRE, 2017).

A Decisão de Diretoria (DD) nº 114/2019/P/C, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 25.10.2019, regulamenta a exigência da comprovação de atendimento sobre a estruturação e implementação de sistemas de logística reversa, em que passa a condicionar a emissão ou renovação das licenças de operação (CETESB, 2019).

Conforme informações da CETESB, o ano de 2019, apresentou alguns avanços na implantação da logística reversa. Em outubro, no Estado de São Paulo, a CETESB e a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) firmaram dois Termos de Compromisso de Logística Reversa, considerados importante passo na consolidação da política estadual de resíduos sólidos.

O primeiro Termo, firmado com a Associação Paulista de Supermercados (APAS), onde comerciantes assumiram o compromisso a disponibilizar Pontos de Entrega Voluntária – PEVs, para a coleta de embalagens em geral e óleo comestível, que posteriormente serão destinados à reciclagem.

E o segundo, firmado com a Associação Brasileira de Aerossóis e Saneantes Domissanitários (ABAS), também em parceria com a APAS e adotou os PEVs com o setor de supermercados para realizar a coleta de embalagens de aerossóis.

Outras ações também foram divulgadas, um Termo de Cooperação Técnica com o Tribunal de Contas do Estado, com o objetivo de capacitar técnicos na gestão de resíduos sólidos, e outro Termo firmado com a Fundação Vanzolini, para desenvolver pesquisas e projetos em economia circular.

Assim, com a atual exigência da nova Decisão de Diretoria da CETESB que regulamenta e condiciona as empresas na comprovação de atendimento à implementação da logística reversa no licenciamento ambiental, alguns resultados podem ser observados, como o aumento do número de Plano de Logística Reversa recebidos pela CETESB, entre o ano de 2018 e 2019 (Figura 8).

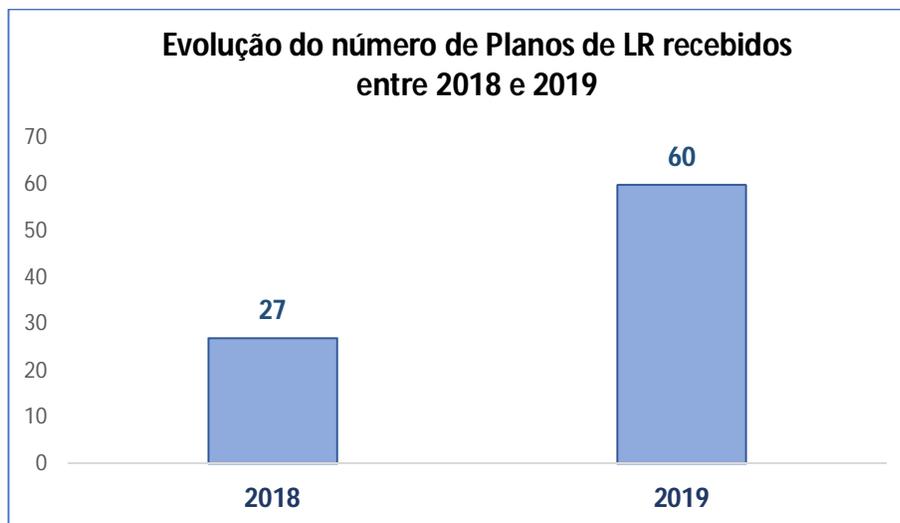


Figura 8: Evolução do número de Planos de LR recebidos entre 2018 e 2019
Fonte: Adaptado de CETESB (2020).

Em 2019, o número de empresas que aderiram aos Planos de Logística Reversa também apresentou um considerável aumento. O número de empresas instaladas no Estado de São Paulo, inseridas em planos de logística reversa, aumentou 44,8 %, entre os períodos dez/2018 e dez/2019 (Figura 9).

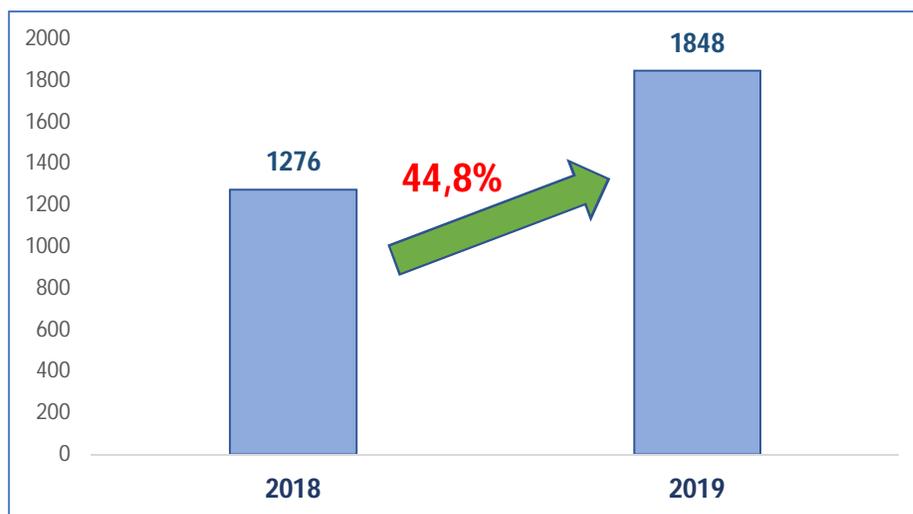


Figura 9: Evolução do número de empresas situadas no Estado de São Paulo inseridas em Planos de LR entre 2018 e 2019
Fonte: Adaptado de CETESB (2020).

O número total de empresas inseridas nos planos de logística reversa, inclusive aquelas instaladas em outros Estados e que comercializam produtos no

Estado de São Paulo, aumentou de 2.179 no ano de 2018 para 2.869 em 2019 (Figura 10).

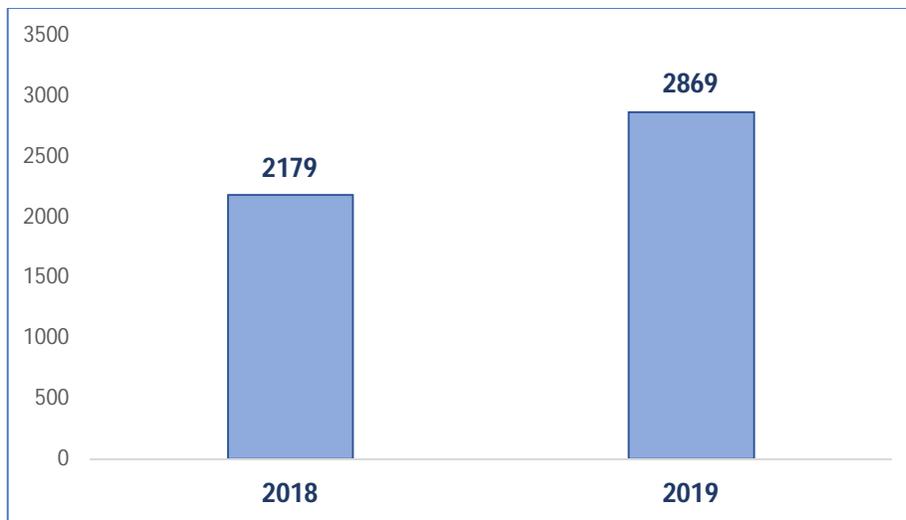


Figura 10: Evolução do número de empresas inseridas em Planos de LR entre 2018 e 2019
Fonte: Adaptado de CETESB (2020).

Com tais resultados, espera-se novos avanços na implementação de sistemas de logística reversa como prática nas indústrias. Em 2020, entrou em vigor a nova linha de corte de exigência de comprovação da logística reversa no licenciamento para empresas que possuam instalação com área construída acima de mil metros quadrados, que fabriquem ou sejam responsáveis pela importação, distribuição e comercialização de produtos como óleo comestível, produtos alimentícios, bebidas, higiene pessoal, perfumaria, entre outros, para a logística reversa de suas embalagens (CETESB, 2020).

Dessa maneira, mitigar os impactos ambientais do descarte inadequado do plástico pós-consumo, por meio da logística reversa, coloca-se como uma importante ação a ser implementada na busca pela maior sustentabilidade das atividades produtivas, colaborando para a melhoria da qualidade de vida da geração presente e futura.

5. CONCLUSÃO

A logística reversa apresenta-se como uma importante ferramenta de gestão para as indústrias, sobretudo na busca de ações para o desenvolvimento sustentável, por meio de soluções eficientes e inovadoras no comprometimento com a preservação dos recursos naturais.

O estudo identificou como principais impactos provenientes do descarte inadequado do plástico pós-consumo, no aspecto Ambiental: a poluição de rios, mares e oceanos, a ingestão dos resíduos plásticos pelos animais, o que causa a morte de diversas espécies marinhas; Social: gases tóxicos provenientes de processos não regulamentados de resíduos, como incineração ou queima a céu aberto, afetam a qualidade do ar, desta maneira, prejudicam a saúde dos seres humanos; Econômico: a poluição plástica nos oceanos provoca perdas como a diminuição da pesca e a redução do suprimento quanto a demanda de frutos do mar.

A implementação de sistemas de logística reversa nas indústrias possibilita mitigar os impactos ambientais, reduzir a poluição e o desperdício de insumos, economizar os recursos naturais, bem como promover a reutilização e a reciclagem de produtos pós-consumo.

Para tanto, destaca-se a necessidade de urgente regulação, com maior agilidade na efetivação e intensificação dos Acordos Setoriais que permitirão sua efetiva operação. Assim, como a compreensão e entendimento por parte do setor industrial quanto a sua responsabilidade pelo correto descarte de seus resíduos sólidos, em especial o plástico.

Promover mais intensamente programas de educação ambiental, buscando alcançar uma maior conscientização da população quanto ao seu papel como integrante e beneficiário do processo de melhoria das condições socioeconômicas e ambientais decorrentes da implementação da logística reversa do plástico pós-consumo, mostra-se como outra importante estratégia de gestão, que poderá causar impactos diretos junto aos *stakeholders*, possibilitando eventual celeridade às ações necessárias junto aos setores produtivos.

Espera-se com esse trabalho aguçar o interesse de outros pesquisadores para seu aprofundamento, por meio de análises práticas da aplicabilidade da logística reversa (estudos de caso), tão logo os acordos setoriais estejam finalmente

implantados e ativos, possibilitando a elaboração de inúmeros outros trabalhos, com obtenção de uma enormidade distinta de dados e resultados que poderão contribuir efetivamente para a formulação de diagnósticos e parâmetros de avaliação da eficiência da logística reversa junto ao mercado do plástico pós-consumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPLAST, 2013, **Perfil Plástico** - Indústria brasileira de transformação de material plástico 2013. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br>>. Acesso em: 19/jul/2019.

ABIPLAST, 2015, **Perfil Plástico** - Indústria brasileira de transformação de material plástico 2015. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2015/>>. Acesso em: 19/jul/2019.

ABIPLAST, 2018, **Perfil Plástico** - Indústria brasileira de transformação de material plástico 2015. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Relat%C3%B3rio_de_atividades_ABIPLAST_2018.pdf>. Acesso em: 20/set/2019.

ABRELPE **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2019** - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <[User/Downloads/PanoramaAbrelpe_-2018_2019%20\(2\).pdf](User/Downloads/PanoramaAbrelpe_-2018_2019%20(2).pdf)>. Acesso em: 14/nov/2019.

ALIGLERI, L; ALIGLERI, L. A.; KRUGLIANSKAS, I. **Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio**. São Paulo: Atlas, 2009.

ARAÚJO, M. C. B; CAVALCANTI, J. S. S. **Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos**. Curitiba, 2016. Disponível em: <<https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/511/280>>. Acesso em: 26/jul/2019.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BARBOSA, R. P. **Avaliação de risco e impacto ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº. 12.305/10**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 08/nov/2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº. 6.938/81**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 12/out/2019.

BRASKEM. **O Plástico no Planeta. 2012**. Disponível em: <http://file.abiplast.org.br/file/download/2017/Perfil_2016_Abiplast_web.pdf>. Acesso em: 20/mai/2019.

CBD-COP-2018. **Conferencia de Las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica.** Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/c/7a6d/7ffd/3a300a2bde77d33fe3d80c6a/cop-14-14-es.pdf>>. Acesso em: 30/set/2019.

CEMPRE. **Relatório Técnico Acordo Setorial de Embalagens em Geral 2017.** Disponível em: <<http://separenaopare.com.br/wp-content/uploads/2017/10/RELATORIOFINALFASE1.pdf>>. Acesso em: 14/nov/2019.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia Científica.** 6.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.** Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/blog/2019/10/28/logistica-reversa-e-as-alteracoes-da-decisao-de-diretoria-cetesb/>>. Acesso em: 19/nov/2019.

CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.** Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/blog/2020/01/08/avancos-da-logistica-reversa-em-2019-no-estado/>>. Acesso em: 04/fev/2020.

CONAMA. **Resolução 001/1986.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 03/ago/2019.

COSTA, L; MENDONÇA, F. M. de; SOUZA, R. G. de. O que é Logística Reversa. IN: SOUZA, R. G. de; VALLE, R. (Orgs) **Logística reversa: processo a processo.** São Paulo: Atlas. 2014. p. 19.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP), 2013. Disponível em: <https://cscmp.org/CSCMP/Academia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921>. Acesso em: 04/mai/2019.

DAL PONT, C. B.; VALVASSORI, M.L.; GUADAGNIN, M.R. **Estudo de Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos de Seis Municípios de Pequeno Porte do Sul de Santa Catarina, 2012.** Disponível em: <User/Downloads/567-Texto%20do%20artigo-1997-1-10-20170813%20(1).pdf>. Acesso em: 18/nov/2019.

DIAS, R. **Gestão Ambiental:** responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.

DIAS, R. **Gestão Ambiental:** responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2011.

DIAS, G. F. L. S.; TEODÓSIO, S. S. A. **Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem pet,** 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/prod/v16n3/a06v16n3.pdf>>. Acesso em: 06/nov/2017.

FERNANDES, V.; PHILIPPI JR, A.; SAMPAIO, C. A. C. **Gestão empresarial e sustentabilidade**. São Paulo: Manole, 2017.

FGV Energia. **Economia Circular e o Setor Energético**. 2018. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opinioao_junho_suzana_e_aline.pdf>. Acesso em: 03/fev/2020.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUARDABASSIO, E. V. **Gestão Pública de Resíduos Sólidos Urbanos na Região do Grande ABC**. São Paulo: Todas as Musas, 2018.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M, A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2019.

LAW, K. L. **Plastics in the Marine Environment**. Massachusetts, 2017. Disponível em <<https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-marine-010816-060409>>. Acesso em: 01/ago/2019.

LAZZARINI, W. Gestão empresarial, sustentabilidade e competitividade. IN: PHILIPPI JR, A.; SAMPAIO, C. A. C.; FERNANDES, V. (Orgs) **Gestão Empresarial e Sustentabilidade**. São Paulo: Manole. 2017. cap. 5. p. 73-99.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson, 2009.

LEITE, P. R. **Logística reversa: sustentabilidade e competitividade**. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LOKENS GARD, E. **Plásticos Industriais: teoria e aplicações**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MAGRINI, A. et al. **Impactos ambientais causados pelo plástico: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2012.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C. **Meio Ambiente, poluição e reciclagem**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NUNES, E. C. D.; LOPES, F. R. S. **Polímeros: conceitos, estrutura molecular, classificação e propriedades**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014.

OLIVEIRA, M. C. B. R. **Gestão de Resíduos Plásticos Pós-Consumo: perspectivas para a reciclagem no Brasil**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/maria_deoliveira.pdf>. Acesso em: 03/mar/2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **No Rio, especialistas buscam soluções para problema sistêmico do lixo nos oceanos 2017**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/no-rio-especialistas-buscam-solucoes-para-problema-sistêmico-do-lixo-nos-oceanos/>>. Acesso em: 03/ago/2019.

_____ **Governo brasileiro adere à campanha Mares Limpos da ONU Meio Ambiente.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/governo-brasileiro-adere-a-campanha-mares-limpos-da-onu-meio-ambiente/>>. Acesso em: 03/ago/2019.

PARENTE, R. A. **Elementos estruturais do plástico reciclado.** São Carlos, 2006. Disponível em: <http://web.set.eesc.usp.br/static/data/producao/2006ME_RicardoAlvesParente.pdf>. Acesso em: 01/jul/2019.

PEREIRA, F. C; OLIVEIRA, A. L; TURRA, A. **Gestão de Resíduos Sólidos no Ambiente Marinho:** pellets plásticos. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.globalgarbage.org/praiadownloads/V-SBO-2011/048.pdf>>. Acesso em: 20/mar/2019.

PLASTICS EUROPE, 2017, **Plastics – the Facts 2017. An analysis of European plastics production, demand and waste data.** Disponível em: <<http://www.plasticseurope.com>>. Acesso em: 29/jul/2019.

SANCHES, S. C. **Gestão Ambiental Proativa.** São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v40n1/v40n1a09.pdf>>. Acesso em: 06/nov/2017.

SANTOS, M. A. **Poluição do Meio Ambiente.** São Paulo: LTC, 2017.

SHIBAO, F, Y; MOORI, R. G; SANTOS, M. R. **A logística reversa e a sustentabilidade empresarial.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://sistema.semead.com.br/13semead/resultado/trabalhosPDF/521.pdf>>. Acesso em: 21/abr/2019.

SILVA, C. O; SANTOS, G.M; SILVA, L. N. **A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas:** estudo de caso. Santa Maria, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/8248/pdf>>. Acesso em: 21/abr/2019.

SINDIPLAST, 2019, **História do Plástico.** Sindicato da indústria de material plástico, transformação e reciclagem de material plástico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sindiplast.org.br/historia-do-plastico/>>. Acesso em: 02/set/2019.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Acordos Setoriais.** Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa>>. Acesso em: 15/nov/2017.

TADEU, H. F. B. et al. **Logística reversa e sustentabilidade.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TAGLIAFERRO, E. R. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares em São José do Rio Preto.** Estudo de Caso. XIV Fórum Ambiental, Alta Paulista - 2018. Disponível em

<<https://www.amigosdanatureza.org.br/eventos/data/inscricoes/3841/form222112851.pdf>>. Acesso em: 20/jan/2020.

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. **Sistemas de logística reversa**: criando cadeias de suprimento sustentáveis. São Paulo: Atlas, 2013.

WWF - World Wide Fund for Nature. **Solucionar a poluição plástica: transparência e responsabilização**. Relatório 2019. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/51804/1552932397PLASTIC_REPORT_02-2019_Portugues_FINAL.pdf>. Acesso em: 15/jul/2019.

ZANELLA, T. V. **Poluição Marinha por Plásticos e o Direito Internacional do Ambiente**. 2013. Disponível em: <http://www.cidp.pt/revistas/ridb/2013/12/2013_12_14473_14500.pdf>. Acesso em: 23/out/2019.