



**Ana Cristina Tavares Nunes**

**Estudo de proposta alternativa para  
redução do impacto do uso de plástico no  
contexto ambiental no Brasil**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Valéria Pereira Bastos

Rio de Janeiro

Novembro de 2018



**Ana Cristina Tavares Nunes**

**Estudo de proposta alternativa para  
redução do impacto do uso de plástico no  
contexto ambiental no Brasil**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof<sup>a</sup>. Valéria Pereira Bastos**

Orientadora

Departamento de Serviço Social - PUC-Rio

**Prof. Fábio Fonseca Figueiredo**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

**Prof<sup>a</sup>. Andrea Teixeira Acioli Ferreira**

Departamento de Geografia e Meio Ambiente – PUC-Rio

**Prof. Márcio da Silveira Carvalho**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro,  
Novembro de 2018.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Ana Cristina Tavares Nunes**

Bacharel e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Faculdade Uni-Anhanguera de Goiânia/Goiás, em 2009. Pós-graduação em Análise e Gestão Ambiental pela Faculdade Araguaia de Goiânia, em 2014. Atuação em Projetos relacionados com a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

#### Ficha Catalográfica

Nunes, Ana Cristina Tavares

Estudo de proposta alternativa para redução do impacto do uso de plástico no contexto ambiental no Brasil / Ana Cristina Tavares Nunes; orientador: Valéria Pereira Bastos. – 2018.

116 f.: il. color.; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2018.  
Inclui bibliografia

1. Engenharia Civil e Ambiental - Teses. 2. Engenharia Urbana e Ambiental - Teses. 3. Resíduos plásticos. 4. Impactos ambientais. 5. Consumo consciente. 6. Embalagens sustentáveis. I. Bastos, Valéria Pereira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. III. Título.

CDD: 624

## Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade em ter realizado esse mestrado.

Ao meu marido, Marcelo, por acreditar em mim e sempre me incentivar e apoiar em todos os momentos, sendo minha força e meu refúgio, sou eternamente grata.

Aos meus pais, Neide e Paulo, por serem referência de amor e apoio.

Aos meus sogros, Solange e Marcelo, pela motivação e apoio em todos os momentos.

Um agradecimento especial a minha orientadora Valéria Bastos, que nunca mediu esforços e disposição em me ajudar em todos os momentos. Obrigada pela motivação, aprendizado e oportunidade.

A todos os professores e colegas, que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse mestrado e no aperfeiçoamento do meu conhecimento.

## Resumo

Nunes, Ana Cristina Tavares; Bastos, Valéria Pereira (Orientador). **Estudo de proposta alternativa para redução do impacto do uso de plástico no contexto ambiental no Brasil.** Rio de Janeiro, 2018. 116p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O novo sistema de consumo estabelecido pela sociedade moderna, atribuído pela cultura do desenvolvimento ilimitado, gerou um cenário insustentável com impactos ambientais evidentes. Esses impactos são manifestados pela ampla disseminação de resíduos, principalmente, os resíduos plásticos. Sendo assim, esse trabalho se fundamenta na discussão das implicações resultantes do consumo demasiado de embalagens plásticas no Brasil. Para tanto, parte-se da análise do mercado atual de plásticos, os setores envolvidos na fabricação e consumo de embalagens derivadas do produto, assim como das determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos. A qual preceitua a redução, o reuso e reciclagem dos produtos como princípio orientador de ações socioambientais corretas, além de apontar - como uma das formas de operacionalização do processo - a celebração de Acordos Setoriais como um instrumento legal para cumprir o princípio de poluidor-pagador, contando com a participação das cooperativas de materiais recicláveis como integrantes no processo da reciclagem desse setor. Consubstanciadas nesse contexto, a ideia é propor, no estudo, alternativas de consumo de embalagens menos agressivas e mais sustentáveis, apoiadas por uma revisão conceitual dos materiais plásticos oriundos de fontes renováveis, visando à construção de novas formas de uso do plástico que impactem menos o meio ambiente. Dessa forma, permitindo a construção de formas mais sustentáveis do uso mais consciente de embalagens de modo geral.

## Palavras-chave

Resíduos Plásticos; Impactos Ambientais; Consumo Consciente; Embalagens Sustentáveis.

## Extended Abstract

Nunes, Ana Cristina Tavares; Bastos, Valéria Pereira (Advisor). **Study of an alternative proposal to reduce the impact of the use of plastic in the environmental context in Brazil.** Rio de Janeiro, 2018. 116p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The current Brazilian economic development is associated with the stimulus to consumerism, which favors the waste and rapid disposal of products. This consumption trend is driven by the technological innovation of products, defined as a growth strategy established by companies. As a result, this system contributes to the intense generation of Urban Solid Waste (USW) and the exploitation of natural resources, which become increasingly scarce, generating clear environmental impacts.

These impacts are manifested by the spread of waste in the environment, especially plastic waste. Thus, the study aims to discuss the current market for plastics besides the impacts associated with the consumption of plastic packaging in Brazil. In addition, the National Solid Waste Policy from 2010 (NSWP/2010) is examined, which establishes the actions of reduction, reuse and recycling of products, with a focus on appropriate socio-environmental practices.

The NSWP / 2010 describes in its art. 6th: "(...) the recognition of reusable and recyclable solid waste as an economic good and of social value, generator of work and income and promoter of citizenship" (Brazil, 2010).

It establishes a means of the operationalization of compliance with the guiding principles process, as the use of Sector Agreements as a legal means to comply with the polluter-pays principle, relying on the participation of cooperatives of recyclable material collectors as part of the process of recycling.

Therefore, through a conceptual review of plastic materials from renewable sources, the idea is to propose less aggressive alternatives, regarding the consumption of plastic packaging in Brazil, considering more sustainable ways in the use of plastic products.

The concern regarding the increase of plastics production, and consequent generation of waste, is based on global plastics production data. In 2011, approximately 280 million tonnes were produced, promoting a growth of 9% a year since 1950 (Plastics Europe, 2012). In 2015, this production represented 322

million tonnes, by 2016 the amount was 335 million tonnes (Plastics Europe, 2017).

Information from the Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America PNSA 2015 proves that plastics production is increasing exponentially, with twice the production every 11 years since commencing commercial manufacturing in 1950. 2015 and 2026, it is estimated that the company will produce more plastics than it has been produced since the beginning, so that growth in production is accompanied by an increase in the accumulation of plastics, especially in the marine environment.

One of the most controversial impacts of plastics on the environment today is the concentration of plastics in the oceans, as much the floating plastic waste as the presence of microplastics. According to the survey, the estimate is that there are about 580,000 pieces of plastic per square kilometer in the seas. Faced with the facts, the permanence of plastics in natural environments is a global concern. The durability characteristic of plastic materials implies that it is retained for many centuries.

Plastics have different characteristics in their applications, representing a very broad field regarding their materials, composition and use (Abramovay, 2016). This flexibility brings benefits linked to the functional aspect in several areas of the industry, such as plastic packaging in general, food sectors, civil construction, automotive materials, machinery and equipment, among others. Final consumption in the plastic production chain in Brazil is 550,000 tons of post-consumption materials (ABIPLAST, 2017), which justifies such production of these materials to serve the various manufacturing segments.

For Abramovay (2016), in several segments plastics are reused, but recycling is still considered low. The most delicate sector regarding recycling applications is plastic packaging. The Ellen MacArthur Foundation Report (2016) points out the discussion on plastic packaging and its implications, arguing that it is a very useful product and at the same time quite complex, as regards its reuse and recycling, even though be part of the circular economy.

The discussion is directed to three main arguments, such as the minimization of the use of plastic packaging, improvement in the methods of public collection and scientific research that can contribute to practices of

destination and recycling. The Report highlights that most plastic packaging is used only once, generating negative impacts on the environment, considering the effective increase of its disposal in an inadequate way.

Besides the environmental context, the problem of inefficiency in plastic recycling directly affects the most fragile chain of the system, which consists of cooperatives of recyclable material pickers. Although the participation of waste pickers as part of the Brazilian recycling chain is explicit in the National Solid Waste Policy, the reality is that these workers are mostly in the way of informality. In addition, they face daily challenges of survival in the waste-disposal activity, once they are in vulnerable conditions in terms of safety, health, opportunities, health, among others.

One of the biggest obstacles related to recycling is still associated with the large quantity of waste that is not sent to the sorting sites, nor are they led to recycling, as established by law. Thus, although recyclable waste collectors perform a work that contributes to reduce the impact in the socio-environmental context, there is still the obstacle of the plastic waste being diverted in great volume and destined to inadequate places.

In addition, the Reverse Logistics instrument assigned in Law 12305/2010 in its art. 3rd as:

(...) An instrument of economic and social development characterized by a set of actions, procedures and means to enable the collection and restitution of solid waste to the business sector, for reuse, in its cycle or in other productive cycles, or other destination (Brazil, 2010).

This presents a challenge for Brazilian companies to comply with such legislation, this is due to the investment required to adapt their processes, coupled with high applied taxation.

In this sense, this study aims to contribute to the understanding of the complexity of environmental problems that involves the generation of urban solid waste in Brazil. In addition, foster inputs to encourage more efficient and transformative actions, which include the impacts of inadequate plastic waste disposal and balanced socio-environmental conditions. In this way, stimulating the connection of the sectors involved with waste management, especially the most vulnerable sector represented by the waste pickers.

Existing strategies regarding alternative bioplastic applications are discussed as a way of replacing conventional disposable plastics in packages. By offering the indication of less aggressive and more sustainable alternatives to packaging that are technically, economically and environmentally viable. Through the dissemination of new technologies and applications addressed in research, which help mitigate the recurring environmental impacts.

Therefore, globally the volume of bioplastics in the world market is about 18.3 million tons per year according to Euporean Bioplastics reference. Considering that the global market for conventional plastics and synthetic polymers is approximately 300 million tons per year, bioplastics represent only 6 percent of that total (European bioplastics, 2017).

The alternative approach to bioplastics refers to the discussion that its applications are still evolving, since they originate from various types of renewable raw materials (starch, maize, sugarcane, among others), with diverse properties such as biodegradability, compostability, biocompatibility, hydrophilia, among others. The characteristics and potentialities of applications are quite different (Hiratuka, et al., 2008).

With the intensification of studies and application improvement, bioplastics comprise a strong candidate for substitution of petrochemical polymers. Table 1 shows several applications of biopolymers, specifying where these materials can be implemented and which commercial products can be produced (Pradella 2006).

Table 1- Application of bioplastics

Polymer	Applications
Modified Starch and PCL Starch	Packaging: bags, trays, cutlery, plastic film; Agriculture; Others.
PLA	Packaging: food; Fibers; Fabrics.
PTT	Packaging: Fibers and films; Fibers and tissues; others.
PBT	Electrical-electronic.
PBS e PBSA	Packaging: bottles, bags, films; Agriculture; Others.
PHBs	Packaging: flasks, fast discards, films; Agriculture; Others.

Source: Adapted from Pradella (2006).

It can be seen in Table 1 that biopolymers have a greater potential for application in the packaging area, which are short-lived plastics. This is justified

by the poor performance in their mechanical properties, under ideal conditions they suffer degradation quickly. This favors its application in this segment, because they have characteristics of low mechanical performance and rapid discardability (Calegari & Oliveira, 2015).

The research consisted of analyzing and structuring data on plastics destined for recycling in two cooperatives of recyclable materials collectors located in Rio de Janeiro, which according to the Technical Report of the General Packaging Sector Agreement produced by CEMPRE are part of the Reverse Logistics System implemented by the Agreement, in the city of Rio de Janeiro. For this reason it was decided to know the reality regarding the collection and treatment of plastic waste, in addition to the monthly collection volume received and / or collected, and they are: Cooperativa Popular Amigos do MeioAmbienteLtda - COOPAMA and COOPER IDEAL, both located in the Barrio Maria da Graça in Rio de Janeiro.

In Rio de Janeiro, according to data from the Municipal Company of Urban Cleaning (COMLURB), the selective collection has been expanded since 2013, serving 113 neighborhoods. The Company collects about 1,700 t / month, equivalent to a population of 4,116,731 people attended by the selective collection (COMLURB). The Ciclossoft survey (2016) reveals that in Rio de Janeiro only 5% of the collected waste was recycled, the average volume collected by Selective Collection in this year was 2,783 tons / month, the population served accounted for 65% (CEMPRE, 2016).

The field research allowed to deepen the knowledge about the origin, volume and form in which the plastic waste arrives at the cooperatives, since, the reality in the practice was observed, including which the sorting mechanisms of the plastic materials are undertaken by the collectors and recyclable materials. Also, which are the ones of greater interest by the cooperatives, regarding the value added for commercialization and the difficulties pointed out, regarding the quantity of materials received for sorting.

Thus, through in situ work in the two cooperatives it was possible to verify quantitative data regarding the collected plastic waste, selected and reinserted the industrial production chain, a factor that aided us in the analysis, although we

recognize that it constitutes a sample in the reality of the recycling of plastic waste in Rio de Janeiro.

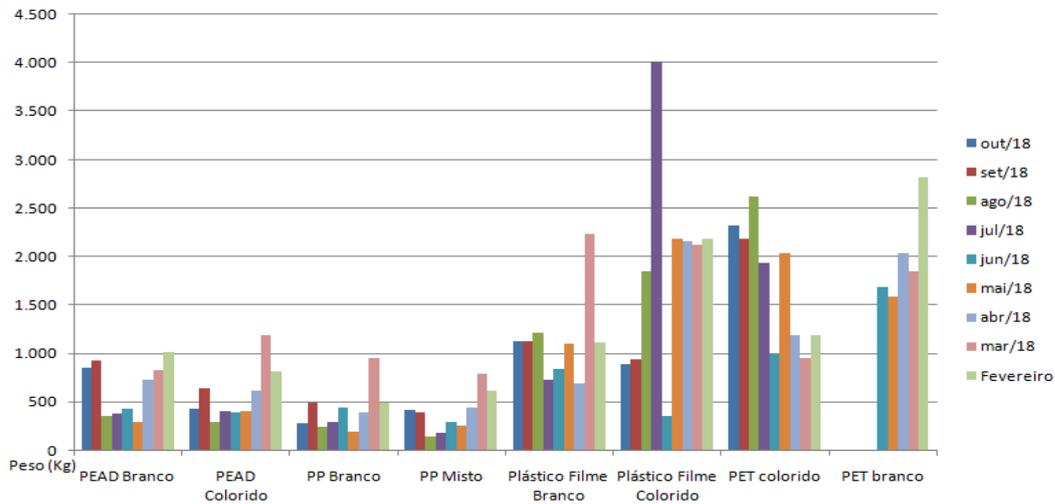


Chart 1- Quantitative of the volume of plastic materials of the COOPAMA cooperative - Feb. to Oct./2018.

Chart 1 represents the quantitative volume of plastic materials by type, referring to the months of February to October 2018 of the cooperative COOPAMA. It is observed that at the beginning of February, March and April presented a larger volume of material, with March being the month of greatest volume, the following months presented a smaller quantity.

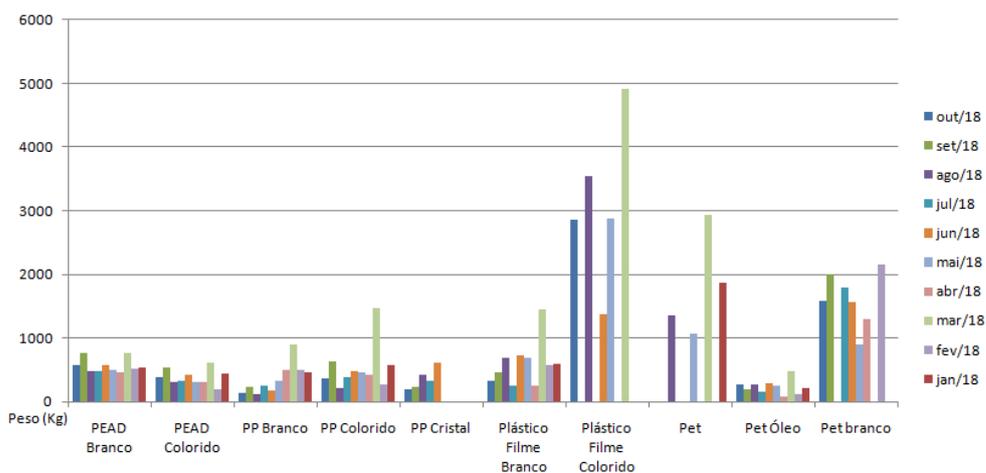


Chart 2- Quantitative volume of plastic materials of Cooper Ideal cooperative - Feb. to Oct./2018.

The Chart 2 presents the quantity of plastic materials by type, referring to the months of January to October 2018 of the COOPER IDEAL cooperative. It should be noted that the months of March and August represent the months of greater volume of material.

In both Charts 1 and 2 are presented the different types of plastics present in these cooperatives, which are represented by plastics, white HDPE, colored HDPE, white PP, mixed PP, white plastic film, plastic colored film, green and colored PET as well as the quantitative weight / kg of each material.

Considering the presented data, the comparison between Graphs 1 and 2, allows to conclude that the most collected plastic materials are plastic colored film, white and colored PET. Since white and colored PET has greater potential for economic gain by cooperatives. Therefore, analyzing the information, it is concluded that there is a large volume of plastic materials sent to cooperatives, which indicates a high consumption of plastic products by the population. This highlights the challenge in the correct handling of plastic waste.

As well as, it was possible to identify that the amount of plastic waste in relation to collection and sale undergo several variations depending on several factors, among them: the period of seasonality that directly interferes in the industry's interest in buying the material, the quality of waste, the quantity of material received / collected, as well as the number of cooperatives in the separation, collection and storage of waste.

Therefore, it is considered necessary practices that modify the current techniques of production of plastics, for solutions that attenuate the socioenvironmental impacts caused by their increasing production. The reduction of consumption, through environmental education, stricter laws and technological innovation regarding the manufacture of more sustainable plastics, as well as the active action of recycling are ways to combat this constant challenge.

## **Keywords**

Plastic waste; Environmental impacts; Conscious Consumption; Sustainable Packaging.

## Sumário

1. Introdução	18
2. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil	26
2.1. Algumas considerações	26
2.2. Resíduos plásticos e reciclagem	31
2.3. Os resíduos plásticos e suas especificidades: características, aplicações, consumo e degradabilidade	37
3. Política Nacional de Resíduos Sólidos e a importância da logística reversa	55
3.1. Principais requisitos	55
3.2. Logística reversa de embalagens no Brasil	64
3.3. Papel das cooperativas de materiais recicláveis	69
3.4. As cooperativas de catadores de materiais recicláveis e o seu potencial de coleta de materiais plásticos: o caso da COOPAMA e da COOP IDEAL	73
4. Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Como proposta alternativa de redução de consumo de plásticos no Brasil	81
4.1. Contextualização sobre sustentabilidade	81
4.2. Produtos Sustentáveis	82
4.3. Consumo Consciente	87
4.4. Bioplásticos como alternativa para redução dos impactos associados aos plásticos	90
5. Considerações finais	103
6. Referências bibliográficas	107

## Lista de tabelas e quadros

Quadro 1- Diversas classificações sobre obsolescência de acordo com vários autores	19
Tabela 1- Comparação entre os quantitativos de resíduos e suas destinações no Brasil	28
Tabela 2- Identificação dos polímeros sintéticos	38
Tabela 3- Tipos de plásticos convencionais mais importantes	39
Tabela 4- Classificação dos principais plásticos quanto a origem e degradabilidade	44
Tabela 5- Produção Mundial de Plásticos	56
Tabela 6 - Quantitativo de Resíduos Recicláveis Gerados	62
Tabela 7- Quantitativo de Resíduos Recicláveis Recuperados	62
Tabela 8- Índice de Recuperação dos Resíduos Recicláveis	63
Tabela 9- Quantitativo de municípios brasileiros com iniciativa de coleta seletiva	72
Tabela 10- Aplicações dos bioplásticos	96
Tabela 11- Principais bioplásticos no mercado e seus respectivos conteúdos renováveis	96
Tabela 12- Preferência de matérias-primas renováveis na fabricação de biopolímeros	100

## Lista de gráficos

Gráfico 1- Perfil dos Plásticos por tipologia	35
Gráfico 2- Composição Gravimétrica da coleta seletiva	35
Gráfico 3- Setores Consumidores de Transformadores de Plásticos – Ciclo de vida longo	49
Gráfico 4- Setores Consumidores de Transformadores de Plásticos – Ciclo de vida médio	49
Gráfico 5- Setores Consumidores de Transformadores de Plásticos – Ciclo de vida curto	50
Gráfico 6- Mercado de Polímeros no Brasil	51
Gráfico 7- Composição física da fração reciclável dos RSD gerados na Cidade do Rio de Janeiro em 2017	75
Gráfico 8- Total de plásticos arrecadados dos meses de fevereiro a outubro de 2018 – Cooperativa Coopama	77
Gráfico 9- Valores de arrecadação de venda dos materiais plásticos – Cooperativa Coopama	77
Gráfico 10- Total de plásticos arrecadados dos meses de fevereiro a outubro de 2018 – Cooperativa Cooper Ideal	78
Gráfico 11- Valores de arrecadação de venda dos materiais plásticos – Cooperativa Coopama	79

## Lista de figuras

Figura 1- Ciclo de produção dos polímeros	40
Figura 2- Fluxo do Sistema de Logística Reversa e os Principais Elos para Descarte e Destinação de Embalagens em Geral	67
Figura 3- Galpão da cooperativa Cooper Ideal	76
Figura 4- Galpão da cooperativa Coopama	76
Figura 5- Tipos de plásticos presentes nas cooperativas	79
Figura 6 - Processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis	85

## Lista de abreviaturas e siglas

<b>SIGLA UTILIZADA</b>	<b>NOME COMPLETO</b>
ABRE	Associação Brasileira de Embalagem
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
AS	Acordo Setorial
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ONU	Organização das Nações Unidas
ABIPLAST	Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico
SPI	The Society of the plastics Industry

# 1 Introdução

Com o transcorrer dos anos, mudanças nos padrões de consumo foram introduzidos na sociedade. Essas mudanças se fortaleceram pela inovação tecnológica na fabricação dos produtos, gerando artefatos cada vez mais atrativos para os consumidores. Sendo assim, esses produtos passaram a ter características ainda mais diversificadas em sua composição. E isso contribuiu para a geração acentuada de resíduos de difícil segregação e descarte inadequado, bem como para o efetivo aumento no volume de produção e consumo de forma desenfreada.

Essa dependência pelo consumo é um dos fatores que influenciam a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), que - na visão de Baudrillard (2007), Bauman (2008) e Leonard (2011) - tem controlado a sociedade moderna, com essa estruturação amplamente capitalista. Uma vez que despertam o desejo de compra de produtos na sociedade e posteriormente sua descartabilidade, de forma rápida, gerando os resíduos. Portanto, considera-se necessário conter a ganância pelo consumo, atribuída a essa nova sociedade, que relaciona o consumismo com satisfação pessoal (Souza, 2015).

Dessa forma, os produtos decorrem de processos com várias etapas, desde a aquisição da matéria prima, produção, uso e disposição. Conforme descrito na NBR ISO 14040/2001, a Avaliação do Ciclo de Vida dos Produtos é definida como: “(...) Compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida”. O que se torna uma importante ferramenta no que se refere à compreensão dos impactos ambientais ao longo de um sistema de produção.

O hábito do consumo sempre esteve presente na sociedade, mas a forma de consumo mudou consideravelmente, principalmente após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), com intenção de aprimorar a economia dos EUA, impulsionando cada vez mais o consumismo. Dessa forma, para manter o avanço próspero da economia, não era só preciso desenvolver novos mercados, mas também manter os existentes em crescimento. Logo, foram criadas técnicas de estímulo ao consumo, definidas como obsolescência técnica e programada, sob o

ponto de vista do produto e obsolescência percebida, sob o ponto de vista dos hábitos dos consumidores. Desse modo, a velocidade da descartabilidade dos produtos era vinculada ao crescimento da economia (Lebow, 2011).

Os tipos e definições de obsolescência são retratados por diversos autores - como Woolley (2003); Cooper (2004); Kazazian (2005); Packard (1963); Van nes, Crame, Stevels (1999). O Quadro 1 demonstra as diversas classificações em torno desse tema. Com base nessas informações, é possível destacar a abrangência dos aspectos técnicos retratados pelos autores sobre a obsolescência. Dentre os conceitos apresentados, destacam-se a qualidade material, a estrutura física do artefato e os aspectos tecnológicos (Souza, 2015).

Quadro 1- Diversas classificações sobre obsolescência de acordo com vários autores

Autores	Tipos de obsolescência	
Packard	Da tecnologia	
	Da qualidade	
	Do desejo	
van Nes, Cramer e Stevels	Técnica	
	Econômica	
	Ecológica	
	Estética	
	De recursos	
	Psicológica	
Woolley	Por declínio físico	
	Por declínio tecnológico	
	Pelos ciclos de moda	
Cooper	Absoluta	
	Relativa	Psicológica
		Econômica
		Tecnológica
Granberg	Funcional	
	Psicológica	
Heiskanen	Por falha	
	Por falta de satisfação	
	Por mudanças nas necessidades	
Kazazian	Objetiva	
	Subjetiva	

Fonte: As autoras, com base em COOPER, 2004; KAZAZIAN, 2005; PACKARD, 1963; VAN NES, CRAMER E STEVELS, 1999; WOOLLEY, 2003.

Fonte: Souza (2015) com base em COOPER; 2004, Razazian, 2005; Packard, 1963; Vannes et.al. 1999; Woolley, 2003.

Portanto, com base nas análises conceituais apresentadas, a obsolescência planejada se trata de uma estratégia criada pelas indústrias para estimular o consumo e a produção acelerada de artefatos. Ou seja, gradativamente, os produtos estão se tornando obsoletos com uma vida útil já predeterminada. Assim, os impactos gerados pela velocidade dessa obsolescência são enormes, favorecendo o desperdício e a geração excessiva de resíduos (Braungart & McDonough, 2013).

Essa estruturação amplamente capitalista, que prioriza o desenvolvimento econômico, passou a modificar os hábitos de consumo das pessoas. A necessidade em “adquirir o novo” ultrapassou os limites dos recursos naturais, contribuindo ainda mais para a poluição ambiental, sobretudo pelo grande volume de materiais descartáveis e resíduos com características diversas em sua composição. Tornando um entrave na forma de tratamento a ser adotada.

Dessa forma, o crescimento populacional e de consumo, juntamente com a forma de apropriação da nova tecnologia, possui um impacto direto na quantidade de geração de plásticos gerados pela sociedade atual. Integrando, assim, a expansão da cultura do descartável. De modo que as pessoas começaram a perceber o plástico análogo à modernidade, higiene e praticidade. Essas novas práticas resultaram no aumento exponencial da geração de resíduos descartáveis, como embalagens plásticas em geral.

Os produtos plásticos sintéticos - consumidos em todo o mundo - são duráveis e de difícil degradação, demandando mais de 100 anos. Sendo assim, evidencia-se a importância do estudo em relação ao acúmulo desses materiais no meio ambiente e suas consequências (Franchetti, 2006).

Segundo a pesquisa referenciada pelo Relatório da Ocean Conservancy (2017), os oceanos recebem oito milhões de toneladas anuais de plásticos. Esse montante é comparado ao volume correspondente a um caminhão de resíduos abastecido de plásticos despejados no mar por minuto. Em torno de 90% do resíduo flutuante nas águas são plásticos. Além disso, estima-se que aproximadamente 99% das aves marinhas terão consumido esse resíduo até 2050.

Ainda sobre as informações supracitadas no relatório, a realidade atual é que para cada três quilos de peixes, há um quilo de plástico no ecossistema marinho. Diante desse cenário, se o consumo e o descarte continuar acelerado, a proporção será de um quilo de peixe para um quilo de plástico. O que configura uma preocupação eminente sobre tamanha dimensão dos impactos associados aos detritos plásticos. Sendo essa uma grave representação dos efeitos dos impactos causados pelo consumismo.

Nesse contexto, são evidentes os impactos ambientais associados ao crescimento da geração de resíduos plásticos e seus descartes incorretos. São vários os efeitos na fauna marinha, por ingestão de itens plásticos, emaranhamento e incrustação. Assim como os impactos atrelados ao novo modelo de fabricação de produtos, causando poluição nos ambientes naturais, inundações, toxicidade na vida aquática, fauna e flora, cada vez mais frequentes (Leitão, 2017).

De acordo com o estudo macroeconômico da embalagem referente à Associação Brasileira de Embalagem (ABRE) de 2017, no que se refere ao valor da produção, os plásticos expressam a maior participação, representando 38,85%. Seguidos pelo setor de celulose, 34,09%; metal, 18,15%; vidro, 4,44%; têxtil, 2,53%; e madeira, 1,95% - para fabricação de embalagens. Além disso, a produção física obteve um crescimento de 1,96% em relação aos anos anteriores (ABRE/FGV, 2017).

Nesse cenário, o estudo é caracterizado pela discussão das implicações resultantes ao consumo demasiado de embalagens plásticas no Brasil. Aborda-se as iniciativas que abrangem o setor de embalagens no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/2010 e do Acordo Setorial no caso do ramo de embalagens, de um modo geral, celebrado em novembro de 2015. Principalmente no que se refere às cooperativas de catadores de materiais recicláveis, que - segundo a legislação - deveriam participar ativamente do processo da reciclagem e de toda a cadeia produtiva da reciclagem das embalagens, dentre elas, os plásticos.

Dessa forma, apesar das informações referenciadas pelo Banco Mundial em seu Relatório sobre o desafio global de eliminação de resíduos, publicado em 2018, que tem como título: “O que desperdício 2.0: Panorama Global da Gestão de Resíduos Sólidos para 2050”, revelarem que mais de 15 milhões de pessoas em todo o mundo exercem a profissão informal como catadores de materiais recicláveis. Tal fator não se configura como mais um caminho para ampliar o processo de reciclagem, pois continuam trabalhando em condições de vulnerabilidade, em termos de acesso a melhores oportunidades de trabalho, no aspecto de segurança e salubridade, saúde, oportunidades, entre outras questões, além de vivenciarem o desafio de superar as barreiras para sobrevivência - em função da própria atividade de viver da catação de resíduos.

Essa afirmação ganha sustentação a partir das seguintes considerações referentes às condições de trabalho dos catadores:

[...] os dados apresentados demonstram a precariedade das condições em que vivem e trabalham os catadores de materiais recicláveis. Essas condições demandam uma forma específica de inclusão social pelo trabalho, na qual os catadores priorizam suas reivindicações em relação às suas necessidades de moradia, acesso aos serviços de saúde, educação e assistência social. Essas necessidades são condicionadas pela própria criação de condições de trabalho.

O trabalho de coleta de materiais recicláveis envolve um número considerável de equipamentos e procedimentos produzidos ou acessados pelos catadores, conhecimentos que devem ser usados diretamente na realização da atividade de coleta. É uma questão de tempo, de trabalho, de observação, de desenvolvimento e de aperfeiçoamento constantes. Tornar-se um catador envolve, além da força física disponível para o trabalho, o bom aproveitamento dessa mesma força para adaptação do corpo aos equipamentos e ao conhecimento dos materiais. É necessário reconhecer plásticos, papéis, metais, entre outros materiais, visto que estes apresentam valores diferentes e grande flutuação no mercado (Bortoli et al, 2016, p. 12-13).

Assim, embora esses trabalhadores executem um serviço que contribua para a diminuição do impacto no contexto socioambiental, no que se refere a melhoria no sistema de relação entre a sociedade e meio ambiente, os resíduos plásticos ainda são desviados em grande volume e destinados aos locais inadequados. Logo, um grande quantitativo desses resíduos ainda não são enviados aos locais de triagem e nem tampouco são conduzidos à reciclagem, conforme preceitua a legislação.

Diante desse quadro e considerando a importância de buscar alternativas para mitigação do aumento do volume de produção de plásticos no país, este estudo propõe construir algumas alternativas de substituição dos materiais plásticos tradicionais por soluções mais sustentáveis. Para tanto, fundamentou-se em uma pesquisa, inicialmente, com caráter de cunho bibliográfico e documental, na qual com embasamentos em literaturas de diversos autores nacional e internacional, bem como na legislação vigente no Brasil, além de alguns estudos aplicados e divulgados em periódicos e livros relacionados com o tema.

Portanto, além de uma apresentação de argumentos teóricos, buscou-se construir alguns apontamentos que possam indicar alternativas para a redução da produção e consumo de plásticos no país. Esses apontamentos podem ser definidos como, informações sobre a compreensão quanto as alternativas mais sustentáveis relacionadas ao consumo de plásticos e à adesão a essas alternativas. Bem como, incentivo às mudanças no comportamento do consumo de materiais plásticos pela

sociedade e ainda divulgação dos impactos recorrentes pela dispersão de plásticos no meio ambiente e de modo a promover a transformação de pensamentos e condutas na sociedade consumista.

Nesse sentido, o estudo visa promover um avanço na compreensão dos desafios da produção e consumo de plásticos pós-consumo no Brasil e da reciclagem desse material. O tema recomenda a abordagem de estratégias existentes quanto às alternativas de aplicação de bioplásticos como forma de substituição dos plásticos descartáveis convencionais em embalagens. Objetivando a indicação de alternativas de embalagens menos agressivas e mais sustentáveis e que sejam viáveis tecnicamente, economicamente e ambientalmente. Por meio da divulgação de novas tecnologias e aplicações abordadas em pesquisas, que ajudem a atenuar os impactos ambientais evidentes. Favorecendo a redução dos obstáculos atribuídos à gestão dos resíduos sólidos.

Como campo empírico, a pesquisa se referenciou em análise e estruturação de dados referentes aos plásticos destinados à reciclagem em duas cooperativas de catadores de materiais recicláveis, situadas no Rio de Janeiro, já que, de acordo com o Relatório Técnico do Acordo Setorial de Embalagem em Geral, produzido pelo CEMPRE<sup>1</sup>, ambas fazem parte do Sistema de Logística Reversa implementado pelo Acordo, na cidade sede, motivo pelo qual optamos por conhecer a realidade referente à questão da coleta e tratamento dos resíduos de plástico, além do volume de arrecadação mensal recebido e/ou coletado. E são elas: Cooperativa Popular Amigos do Meio Ambiente Ltda. - COOPAMA e COOPER IDEAL, ambas localizadas no Bairro Maria da Graça, no Rio de Janeiro.

O estudo se justifica pela necessidade de ações efetivas em relação aos impactos gerados pelo quantitativo de resíduos plásticos expostos no ecossistema e o período de permanência desses materiais no meio natural. Portanto, a ideia é apontar os impactos e buscar soluções transformadoras que integrem o sistema produtivo e os consumidores. Visando à minimização dos impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos de produtos de curto ciclo de vida, como caracterizada pelas embalagens, pretende-se contribuir com a consciência

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[http://separenaopare.com.br/wpcontent/uploads/2017/10/RELATORIO\\_FINALFASE1.pdf](http://separenaopare.com.br/wpcontent/uploads/2017/10/RELATORIO_FINALFASE1.pdf)>.

ambiental imposta pelo consumo excessivo, apontando melhores caminhos ao consumo de materiais plásticos, através da adaptação na compra por produtos mais sustentáveis pela sociedade atual.

E, para apresentação do estudo, esta dissertação estará organizada em cinco capítulos, sendo a primeira parte composta pela introdução, na qual serão apresentados os principais conceitos articulados ao tema, fundamentação teórica, objetivos, metodologia, relevância da pesquisa e, por fim, como o trabalho estará organizado.

O segundo capítulo apresentará a Política Nacional de Resíduos Sólidos sob a vertente do instrumento da Logística Reversa. Nesse campo, serão abordados os desdobramentos do Acordo Setorial de Embalagens em Geral, o papel das cooperativas de materiais recicláveis nesse contexto e a avaliação do perfil dos materiais plásticos arrecadados por duas cooperativas situadas no Rio de Janeiro, as quais constituem nosso campo empírico de investigação, sendo feito um levantamento de coleta de dados dos tipos de materiais plásticos recebidos e posteriormente encaminhados para a reciclagem.

Já o terceiro capítulo abordará o cenário dos Resíduos Sólidos no Brasil. Considerando a temática dos resíduos plásticos, esse campo argumenta os aspectos da reciclagem de plásticos, o consumo de plásticos no Brasil, as características dos materiais plásticos, as normatizações nacionais e internacionais de padronização dos materiais plásticos; bem como os impactos associados aos plásticos e ao consumo excessivo desses materiais e algumas ações mundiais de combate ao uso de plásticos descartáveis.

No quarto capítulo, terá uma contextualização voltada para o contexto do desenvolvimento de produtos sustentáveis, como forma de contenção ao consumo de materiais plásticos convencionais. Esse campo descreve o conceito acerca da sustentabilidade, produtos sustentáveis e consumo consciente. Considerando como proposta a substituição dos plásticos convencionais existentes de uso único pelos bioplásticos, destacando os principais bioplásticos estudados, as características desses materiais, suas vantagens e desvantagens.

Por fim, apresentou-se como considerações finais do estudo, os apontamentos e direcionamentos das melhores alternativas de controle quanto ao consumo de materiais plásticos. Além do posicionamento quanto à efetiva participação dos catadores de materiais recicláveis no processo de redução dos impactos relacionados aos resíduos plásticos. Serão indicados caminhos futuros na perspectiva da continuação da pesquisa apresentada.

## 2 Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil

### 2.1. Algumas considerações

Para a ampla compreensão dos resíduos plásticos, percepção dos seus impactos referente nas embalagens e seus efeitos sobre o meio ambiente, deve-se compreender também de forma mais abrangente a problemática que envolve o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Segundo informações do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, disponibilizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), a geração total de Resíduos Sólidos Urbanos, no Brasil, foi de 78,4 milhões de toneladas em 2017. O que corresponde a um total de 214.868 toneladas por dia, esse montante indica um crescimento de 1% em relação a 2016. Cada pessoa produziu cerca de 378 quilos por ano, o que representa um aumento na produção de resíduos sólidos.

De acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em relação ao crescimento populacional no Brasil, em 2017, estimou-se o índice de 0,77% de 2016 para 2017. O Brasil possui 207,7 milhões de habitantes nos 5.570 municípios. Sendo o município de São Paulo o mais populoso, com 12,1 milhões de habitantes, seguido pelo Rio de Janeiro, com 6,5 milhões. Sendo que aproximadamente 6.520.266 pessoas no município do Rio de Janeiro são atendidas por ações realizadas pelo Sistema de Logística Reversa da Coalizão Embalagens, sendo em Triagem (cooperativas e associações de catadores) e em PEV.

Quanto à geração per capita de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no ano de 2017, obteve-se um crescimento de 1% em relação a 2016. Já no que se refere ao total de resíduos coletados, representou 71,6 milhões de toneladas, apontando um índice de cobertura de coleta de 91,2%, caracterizando que 6,9 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e como resultado foram enviados para locais inadequados. O quantitativo de resíduos em 2017 apresentou um

aumento no que se refere aos resíduos direcionados para lixões, cerca de 13 milhões de toneladas/ano (ABRELPE, 2017).

Em relação à disposição final de R Os 3.331 municípios SU coletados, entre os anos de 2016 e 2017, os índices permaneceram com quase o mesmo quantitativo em referência aos locais inadequados e adequados, visto que aproximadamente 59,1% do coletado foi destinado a aterros sanitários, o remanescente, 40,9%, foi destinado a locais inadequados. E do total dos 5.570 municípios brasileiros, 3.352 ainda destinam seus resíduos para locais inapropriados, ou seja, lixões ou aterros controlados, simbolizando um total de mais 29 milhões de toneladas (ABRELPE, 2017).

Sendo assim, mais de 3.300 municípios ainda fazem uso de áreas irregulares de destinação dos resíduos coletados, e esses resíduos são enviados para locais que não possuem sistemas de proteção para evitar as contaminações e danos oriundos da degradação dos resíduos ao meio ambiente. Dessa forma, os impactos afetam diretamente o meio ambiente e a saúde das pessoas.

A região Nordeste do país se manteve, entre os anos 2016 e 2017, como a região com maior disposição final dos resíduos em lixões, fator que merece ser observado, considerando ser uma região que reúne um grande número de estados e municípios com grande concentração de bolsões de misérias, o que nos faz acreditar que o descaso público com a questão ambiental - aliado ao condicionante da pobreza - ainda é algo muito presente no cotidiano brasileiro.

Dessa forma, para caracterizar em números os quantitativos de resíduos e suas destinações, a Tabela 1 apresenta o total de resíduos gerados, coletados e os tipos de destinações em comparação aos anos de 2015, 2016 e 2017.

A disposição final dos RSU coletados - evidenciados na tabela - demonstra que houve um pequeno aumento do quantitativo de resíduos enviados para os aterros sanitários, se comparados aos índices de 2015, 2016 e 2017. A disposição inadequada permaneceu estável entre 2016 e 2017. Cerca de 3.352 municípios brasileiros encaminharam mais de 29 milhões de toneladas de resíduos, compreendendo 40,9% do coletado em 2017 para lixões ou aterros controlados.

Portanto, conclui-se que o quantitativo de resíduos com destinos impróprios ainda é bastante significativo.

Tabela 1- Comparação entre os quantitativos de resíduos e suas destinações no Brasil

Brasil	2015	2016	2017
Total de resíduos gerados	79,9 Mt.p.a	78,3 Mt.p.a	78,4 Mt.p.a
Quantidade de resíduos coletados	72,5 Mt.p.a	71,3 Mt.p.a	71,6 Mt.p.a
Quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários	58,7%	59%	59,1%
Quantidade de resíduos enviados para lixões ou aterros controlados	41,3%	41%	40,9%
Índice de cobertura de coleta	90,8%	91%	91,2%.
Quantidade de resíduos sem coleta	7,3 Mt.p.a	7 Mt.p.a	6,9 Mt.p.a

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2015, 2016, 2017).

Os dados da pesquisa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017) evidenciam que a situação do Brasil em relação à disposição de resíduos em lixões ainda apresenta alto índice de descumprimento da lei. O resultado do estudo demonstra uma expansão dessa realidade, de 2016 a 2017, quando o aumento foi de 3%. Bem como a propagação da produção de resíduos, que permanece acima de 200 mil/ton/dia, o que caracteriza que cada habitante gera mais de 1kg de resíduos por dia, e este montante acena com um alerta na perspectiva de cumprimento da lei na área de resíduos, pois demonstra a necessidade da criação de melhores alternativas na gestão dos resíduos.

Diante de tal realidade, muitos dos resíduos que são encaminhados para os aterros sanitários ou outros tipos de disposição poderiam ser reutilizados ou reaproveitados, antes de serem considerados como rejeitos. Logo, esses locais chegam a receber aproximadamente 115.801 toneladas/dia e 42.267.365 toneladas/ano, dos quais 12.909.320 toneladas/ano ainda são depositadas em lixões.

A inércia das políticas públicas na área dos resíduos sólidos ocasionou um avanço no crescimento de resíduos encaminhados para lixões e outros locais inadequados em 2017. O descaso em relação a gestão dos resíduos sólidos, ainda se perpetua com a postura dos setores do mercado produtivo, sociedade civil, setor privado e outros.

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a gestão dos resíduos deve ser realizada pelas prefeituras. Porém, grande parte dos pequenos municípios brasileiros possuem uma regularização não efetiva, embora apresentem um corpo normativo recomendatório. Os municípios de forma geral não possuem condições e capacidades institucionais de fazer desempenhar, por exemplo, um acordo setorial com a ABIPLAST, entidade que congrega as maiores empresas produtoras de embalagem de plástico no Brasil.

Tendo como estudo de referência os dados da pesquisa ABRELPE, o estudo indicou que - nos últimos cinco anos - foram destinados 45 milhões de toneladas de materiais recicláveis para os lixões. Evidenciando desperdício de insumos para a reciclagem, que se encontra em estagnação, apesar dos incentivos para potencial crescimento desse setor.

A política Nacional de Resíduos Sólidos, apesar de já ter oito anos de sancionada, ainda não está totalmente efetivada, e acreditamos que o principal motivo está direcionado aos setores envolvidos, guardando os devidos níveis de responsabilidade. Isto é, os setores público, privado e sociedade - tendo em vista que não incorporaram a importância da efetivação da lei - apresentam grande resistência em construir ferramentas eficazes na busca de solucionar os problemas constantes atribuídos à gestão de resíduos, e essa solução envolve participação ativa dos atores envolvidos através do comprometimento de todos com as inovações necessárias ao êxito.

Como já mencionado, os locais impróprios de disposição ainda são muito utilizados por vários municípios do país, receberam mais de 81 mil toneladas de resíduos por dia, ocasionando vários impactos ambientais. Esses impactos podem ser representados pela poluição do solo, água, ar, entre outras. A poluição do ar é caracterizada pela alta concentração de emissões de gases nocivos resultantes do processo de decomposição da matéria orgânica. A contaminação da água e solo pode ser atribuída ao chorume percolado proveniente da decomposição de resíduos, contaminando os locais próximos ao descarte.

Pelo fato desses locais inadequados de disposição dos resíduos não possuir nenhuma proteção no solo e cobertura, esses materiais ficam expostos a intempéries, proporcionando danos ao meio ambiente e aos habitantes próximos.

Provocando, assim, um sério problema de saúde pública, atribuída à proliferação de vetores e à propagação de transmissores de doenças.

Mesmo que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) promova avanços na elaboração de uma legislação específica, com diretrizes importantes no enfrentamento da problemática em que envolve o manejo dos resíduos sólidos, ainda assim, torna-se necessária uma efetivação na prática dos instrumentos que favorecem as atividades de reciclagem, reutilização e destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, além de propostas para mudanças de hábitos, priorizando o consumo sustentável (Brasil, 2010).

Destarte, mudanças no padrão de gerenciamento dos resíduos devem ser inseridas pelo poder público, articuladas com os demais setores, com a finalidade de obter maior efetividade, gerando, assim, práticas sustentáveis. De modo que novas práticas quanto à organização dos resíduos devem ser atribuídas para a não geração, reutilização, reciclagem, compostagem e aproveitamento energético. Ou seja, adotar o caminho de redução da quantidade de resíduos a serem dispostos e aumentar a quantidade a serem reaproveitados dentro da cadeia de produção e consumo (Zanin & Mancini, 2015).

Contudo, no Brasil, a introdução das formas de reutilização é pouco estimulada, apesar de estar explícito na Política Nacional de Resíduos Sólidos: “[...] O mercado de produtos, devem estar aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização e à reciclagem” (Brasil, 2010). De forma gradual, as embalagens retornáveis foram sendo substituídas pelas embalagens descartáveis, favorecendo a cultura do consumo, o aumento dos resíduos e descartes inadequados (Zanin & Mancini, 2015).

Logo, ações transformadoras são necessárias para conter a geração acelerada de resíduos. Essas ações devem ser realizadas através de práticas que transcendem as discussões para atividades realmente aplicáveis. Como a implementação da legislação pertinente, passível de penalidade pelo não cumprimento. Propagação das informações aos consumidores sobre os procedimentos após o uso dos produtos. Assim como desenvolvimento de materiais menos persistentes na natureza.

Portanto, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2017), conclui-se que o cenário da gestão de resíduos, se manteve paralisado em relação ao ano anterior, de acordo com o conjunto de informações de dados descritos sobre a percepção de melhoria em seu gerenciamento. Com uma tendência negativa em relação aos locais de destinação e volume de resíduo gerado. Comprovando que as aplicações, na prática, descritas na Política Nacional de Resíduos Sólidos não foram consolidadas, assim os impactos negativos estão presentes na maioria dos municípios brasileiros, em relação às atividades inadequadas na gestão dos resíduos.

## **2.2. Resíduos Plásticos e Reciclagem**

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos - lei 12.305/2010, os resíduos plásticos se enquadram na classificação de resíduos Classe II, ou seja, resíduos sólidos não perigosos, apesar de manifestar relevantes impactos no seu descarte inadequado no meio ambiente. Os plásticos apresentam um perfil de materiais bastante resistentes em sua composição e possuem componentes diversos, desse modo, a gestão desses resíduos se torna altamente complexa (Brasil, 2010).

Várias pesquisas mostram que a reciclagem é a melhor aplicação após o reuso dos resíduos, por ser a mais ambientalmente adequada de reaproveitamento dos plásticos convencionais, considerando, assim, uma das formas encontradas de solucionar a redução do descarte inadequado de plásticos presentes nos resíduos sólidos urbanos, como forma de reintroduzir o que seria descartado na cadeia produtiva.

Nesse sentido, as embalagens - segundo a lei 12.305/2010 em seu Art. 32, Inciso I, II e III - devem ser produzidas com materiais que possibilitem a reutilização e/ou a reciclagem. E os responsáveis pela produção devem garantir que sejam:

[...] “restritas em volume e peso às dimensões requeridas à proteção do conteúdo e à comercialização do produto; projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm; recicladas, se a reutilização não for possível” (Brasil, 2010).

Apesar das disposições atribuídas em lei, não é garantido que esses resíduos plásticos sejam encaminhados para reciclagem, pois muitas vezes são descartados nos próprios aterros sanitários, lixões, terrenos baldios, entre outros locais inadequados. Como já mencionado, no Brasil, a taxa de efetivação da reciclagem ainda é baixa, principalmente no que se refere aos plásticos, por serem resíduos de baixo custo comercial, grande volume e baixo peso, tornando-se um grande obstáculo para a solução desse tipo de resíduo (CEMPRE, 2016).

Sendo assim, essa situação remete a um problema a ser enfrentado globalmente sobre as possíveis soluções para os resíduos plásticos, além disso, existem diversas categorias de plásticos presentes nos resíduos sólidos urbanos, o que caracteriza uma grande dificuldade na segregação desses materiais, devido à variedade das resinas e características em cada tipo. Assim, para que a atividade de reciclagem e separação seja efetiva, é essencial a articulação com vários setores envolvidos, como: poder público, associação de produtores de embalagens, cooperativas de catadores de materiais recicláveis, indústrias de reciclagem, sociedade, ente outros setores (Zanin & Mancini, 2015).

Para Braungart & McDonough (2013), apenas o ato de reciclar os materiais não os transforma em produtos ecologicamente benéficos ao meio ambiente, principalmente se os materiais não forem planejados para serem reciclados. O processo da reciclagem demanda gasto energético e adição de aditivos químicos, que são utilizados para recompor o material e gerar um novo produto, e esse processo poderá gerar ainda mais impactos, assim como a utilização do produto reciclado, que vai gerar resíduos e implicará em uma nova solução.

A complexidade da efetivação da reciclagem também é vinculada às diferentes fontes de pós-consumo, pois os resíduos gerados apresentam perfis heterogêneos, provenientes de materiais sujos e contaminados. Devido à separação incorreta e com presença de sobras de alimentos nas embalagens, além disso, o processo de limpeza demanda uso de produtos químicos, dependendo do tipo de resíduo (Zanin & Mancini, 2015).

As técnicas de reciclagem de plásticos pós-consumo utilizadas no Brasil, descritas por Magrini et al (2012), consideram o reúso, reciclagem mecânica,

reciclagem química, reciclagem energética e incineração. Dentre esses métodos apresentados, cada um possui fatores favoráveis e desfavoráveis à sua aplicação.

Para o autor, o reúso pode ser considerado uma técnica de reciclagem, pois a reutilização permite que o material plástico aumente sua vida útil, porém, na prática, quando se trata de resíduos plásticos descartáveis, dificilmente esse material é reutilizado. Pelo fato de que esses resíduos apresentam características impróprias para a reutilização, principalmente no que se refere às embalagens, pois a característica de fragilidade faz com que esse material se deteriore com rapidez, pois esses materiais foram projetados para o uso único.

Em relação aos métodos de reciclagem supracitados por Magrini et al (2012), o processo da reciclagem mecânica é considerado o método mais utilizado. E se refere à técnica de quando o material é amassado, limpo, seco, fundido, extrusado e usado para produção de outro produto. O método da reciclagem química ocorre quando o material sofre transformação térmica, podendo servir como matéria-prima para outros materiais. E, quanto ao método da reciclagem energética, o resíduo plástico é queimado e utilizado como energia para gerar calor.

Já a incineração se trata de um método utilizado para queimar os resíduos em locais próprios, com intenção de reduzir o volume de resíduos. Porém esse método deve ter procedimentos adequados para que não cause impactos adversos através da emissão de gases poluentes. Sendo assim, os métodos de reciclagem visam à melhoria da gestão dos resíduos sólidos. E são designados como estratégias a evitar que os resíduos passíveis de serem reaproveitados possam ir para o aterro sanitário ou outros locais desfavoráveis.

Para Zanin & Mancini (2015), apesar das dificuldades na segregação e esforço da efetivação da reciclagem dos componentes, deve-se pensar em sistemas de reciclagem com mecanismos mais sustentáveis, como processos que não utilizam misturas de aditivos em sua composição e reciclar os resíduos com materiais com potencial para a reciclagem.

A proposta da reciclagem é significativa, mas precisa ser reavaliada quanto à adequação do tipo de material a ser reciclado. Por outro lado, a reciclagem como solução para os produtos descartáveis de uso único não exerce efeitos positivos,

visto que continua gerando resíduos de forma gradativa, sendo necessário repensar em outras soluções de tendências mais sustentáveis para esses tipos de produtos.

Ainda na visão de Zanin & Mancini (2015), a reciclagem só será efetiva se os materiais forem projetados para serem reciclados desde o início do processo produtivo dos produtos, no planejamento das etapas da produção, pois prolongar o tempo de vida dos produtos que não foram idealizados para esse fim implicará em gasto de energia, recursos e produção de materiais de baixa qualidade.

Dados da associação Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), dedicados à promoção da reciclagem, evidenciam que o consumo de resinas termoplásticas alcançou o marco de 6,5 milhões de toneladas no ano de 2012. E, no Brasil, a maior comercialização é o da reciclagem primária, que se trata da transformação de resíduos plásticos em produtos com características semelhantes aos produtos gerados por resinas virgens.

Em relação à reciclagem secundária, que corresponde ao tratamento de polímeros constituídos de materiais e resinas diversificadas, está em crescimento no mercado e exige melhor desempenho no processo de transformação, pois as tecnologias de inovação estão atuando nos processos de tratamento de diferentes tipos de plásticos para manter a compatibilidade, a resistência e qualidade dos mesmos (CEMPRE, 2013).

Apesar dos avanços da reciclagem no Brasil, em alguns setores específicos, ainda é insuficiente para conter a geração acentuada de resíduos plásticos e a deficiência da coleta seletiva. O gráfico 1 mostra o perfil de plásticos existentes no Brasil por tipologia e o gráfico 2 apresenta a Composição Gravimétrica da coleta seletiva de algumas cidades brasileiras no ano de 2016.

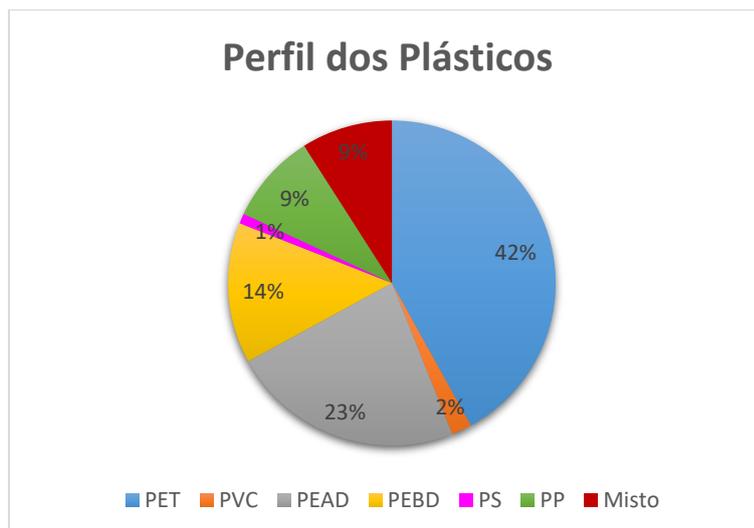


Gráfico 1- Perfil dos Plásticos por tipologia.

Fonte: Adaptado de CEMPRE/CICLOSOFT (2016).

Segundo a pesquisa CICLOSOFT (2016), entre os tipos de materiais coletados que compõem a coleta seletiva, os plásticos correspondem a 12% entre os tipos de materiais plásticos da composição gravimétrica da coleta seletiva, 42% são PET, seguidos de PEAD, PEBD, PP e Misto, PVC e, por último, PS, que serão esclarecidos mais adiante.

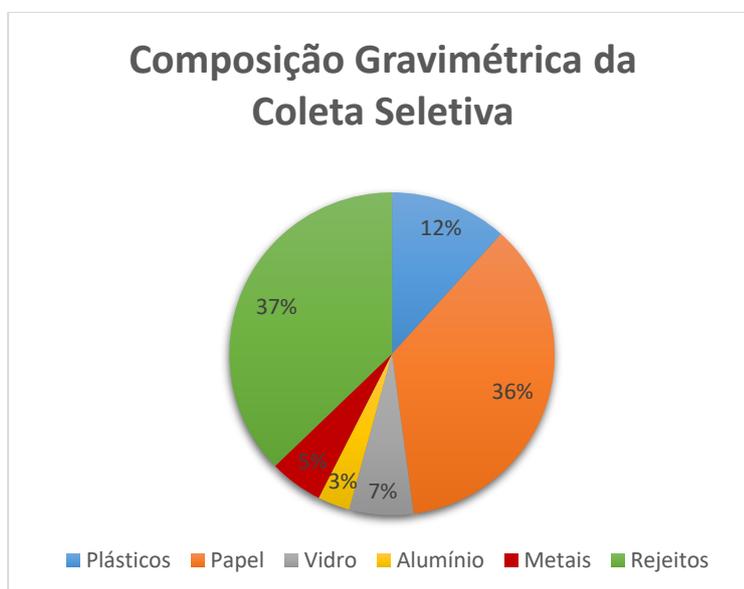


Gráfico 2- Composição Gravimétrica da coleta seletiva.

Fonte: Adaptado de CEMPRE/CICLOSOFT (2016).

Ao analisar a relação entre o consumo aparente das resinas e a geração de resíduos plásticos, é possível caracterizar os efeitos ambientais e a descartabilidade dos produtos, pois - baseado nessa análise – é possível identificar as diferenças entre o consumo e descarte de cada tipo de plástico, bem como os impactos gerados, visto que essa análise permite identificar uma importante ferramenta para avaliação desse tipo de resíduo (Zanin & Mancini, 2015).

O uso do mecanismo da reciclagem é relevante, principalmente em relação à atuação dos catadores de materiais recicláveis, porém apresenta carência quanto aos incentivos econômicos e efetividade na coleta seletiva. Para tanto, novas práticas de produção e consumo devem ser introduzidas, considerando a adesão aos produtos sustentáveis, articuladas com mudanças de conduta através do consumo consciente, tomando como ponto ideal a ser incorporado a proposta de redução imediata da geração de plásticos descartáveis, conduzindo para a introdução de novas tecnologias de produtos menos agressivos ao meio ambiente.

Além disso, os resíduos plásticos ainda são uma incógnita no que se refere ao seu gerenciamento, pois as informações de como manejar esses resíduos e como as pessoas podem atuar de forma mais consciente no consumo de plásticos ainda é insuficiente, bem como a atividade da reciclagem de plásticos, que enfrentam obstáculos quanto à sua utilização no mercado global (Magrini et al., 2012).

Em relação à compreensão pública sobre os materiais reciclados, os cidadãos ainda não possuem informação suficiente sobre os produtos reciclados. Além disso, não são atrativos no processo de compra, visto que as iniciativas de investimento na reciclagem dos produtos plásticos não acompanham o estímulo aos consumidores em adquirir os produtos reciclados. Assim como a qualidade e segurança no uso desses produtos, uma vez que não são informados sobre as adequações e restrições durante sua função (Magrini et al., 2012).

Segundo referências disponibilizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), apenas 9% dos 9 bilhões de toneladas de plásticos fabricados mundialmente foram reciclados, e atualmente as indústrias do setor buscam aperfeiçoamento no ramo de biopolímeros, com produtos de fonte renovável ou biodegradável (ONU, 2018).

A pesquisa desenvolvida pela ABRELPE, aplicada através de questionários nos estados brasileiros, sobre a percepção dos cidadãos em relação à reciclagem e resíduos, publicada em 2018, indicou que grande parte das pessoas estão mais conscientes da importância da separação dos resíduos e da realização da reciclagem. Porém, na prática, a maioria não realiza a segregação dos resíduos em casa, fator apontado pelo estudo, o qual ainda sinaliza que uma das causas é a carência de informações a respeito dos processos que envolvem a coleta seletiva (ABRELPE, 2017).

Os cidadãos brasileiros ainda não possuem a correta compreensão do que realmente é reciclagem, quais os procedimentos de separação que devem ser executados em casa, bem como que tais ações refletem na otimização do processo de gestão de resíduos e o efeito positivo sobre o meio ambiente.

Portanto, as iniciativas quanto às inovações da reciclagem devem ter empenho global, para que se torne um mercado de interesse para toda a sociedade, representadas por novas tecnologias, novos materiais, diversas formas de reinserir o produto reciclado, bem como a valorização da participação efetiva dos catadores de materiais recicláveis.

### **2.3.**

#### **Os resíduos plásticos e suas especificidades: características, aplicações, consumo e degradabilidade**

Para melhor compreensão dos impactos causados pelos produtos plásticos convencionais no meio ambiente, considera-se essencial entender as características, aplicações e estrutura, bem como as potencialidades e adversidades desse material tão contemplado na atualidade.

Os plásticos são classificados dentro da classe de materiais que se identificam como polímeros. Esses polímeros possuem diversas formas e funções, os sintéticos são aqueles aptos de serem moldados por ação de calor e pressão (Zanin & Mancini, 2015). Os tipos de resinas sintéticas mais identificadas - em produtos plásticos convencionais - estão descritos na Tabela 2, a saber:

Tabela 2- Identificação dos polímeros sintéticos

Sigla	Polímero
PET	Poli (etileno tereftalato)
PEAD	Poliétileno de alta densidade
PVC	Poli (cloreto de vinila)
PEBD	Poliétileno de baixa densidade
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno

Fonte: ABNT NBR 13230.

Anteriormente, a produção de plásticos era considerada um campo embrionário na indústria química, apenas alguns registros de atividades específicas, mas na atualidade esse campo industrial obteve um grande avanço, com intensificação na sua fabricação, gerando empregos e ampliação das atividades (Zanin & Mancini, 2015).

Como forma de demonstrar a dimensão da aplicabilidade das resinas plásticas, a Tabela 3 indica os produtos gerados pelas principais resinas plásticas, mostradas na Tabela 2. Dessa forma, pode-se identificar que a maioria das resinas apresentadas podem ser utilizadas para fabricação de embalagens plásticas.

Tabela 3-Tipos de plásticos convencionais mais importantes

Tipos de Plásticos	Características	Tipos de produtos gerados
<b>PET – Poli (tereftalato de etileno)</b>	Transparente, inquebrável, impermeável e leve.	Embalagens de bebidas, refrigerantes, outros alimentos, embalagens de óleos, produtos de limpeza, cosméticos e produtos farmacêuticos.
PEAD - Polietileno de alta densidade	Resistência química e excelente barreira contra a umidade, leve, impermeável e rígido.	Embalagens de produtos alimentícios, de limpeza, higiene e automotivos.
<b>PVC – Poli (cloreto de vinila)</b>	Excelente transparência, resistência química, estabilidade de longo prazo, resistência às mudanças de temperatura e estabilidade elétrica.	tubos e conexões, brinquedos, certos tipos de tecidos, cartões de crédito, caixas de alimentos e tanques das máquinas de lavar roupas.
<b>PEBD – Polietileno de baixa densidade</b>	Leve, transparente e impermeável.	Fios e cabos para televisão e telefone, filmes de uso geral, mangueiras, embalagens flexíveis, sacaria, tampas flexíveis, garrafas, fraldas e absorventes higiênicos.
PP – Polipropileno	Excelente resistência química, Brilhante, rígido e inquebrável	Acondicionamento e embalagem de alimentos.
PS- Poliestireno	Plástico versátil, impermeável, rígido, leve e transparente, mas quebra com facilidade.	Utilizados na fabricação de copos descartáveis, potes para iogurte, eletrodomésticos, produtos para construção civil e autopeças.

Fonte: Adaptado de Zanin & Mancini (2015).

Com a diversidade de resinas presentes nos componentes plásticos e a intensidade da produção, deve-se avaliar os impactos atribuídos a esses produtos, pois o efeito inerente ao processo de produção - desde a busca da matéria-prima, comercialização até chegar no consumo - compreende um tempo dispendioso. Bem como a vasta utilização dos recursos naturais, enquanto que o consumo é instantâneo, gerando resíduos e seu descarte imediato (Zanin & Mancini, 2015).

A matéria-prima fundamental dos plásticos são adquiridas através do petróleo, definidos como monômeros. Esses monômeros são formados por um aglomerado de compostos orgânicos. Dentre eles, o mais relevante são os hidrocarbonetos, os quais são obtidos através da nafta, definida como a fração líquida do petróleo. A nafta é utilizada como matéria-prima na obtenção do petróleo (Piatti, 2005).

A nafta (matéria-prima do petróleo) - quando vinculada ao processo de craqueamento térmico - origina várias substâncias, tais como o etileno, propileno, buteno, entre outras. Essas substâncias dão origem aos polímeros de segunda geração: o polietileno e o polipropileno (Piatti, 2005). A Figura 1 demonstra o ciclo de produção dos polímeros de forma simplificada.

O craqueamento térmico ou pirólise é o processo que provoca a quebra de moléculas por aquecimento a altas temperaturas, isto é, pelo aquecimento da substância na ausência de ar ou oxigênio a temperaturas superiores a 450°C, formando uma mistura de compostos químicos com propriedades muito semelhantes às do diesel de petróleo.

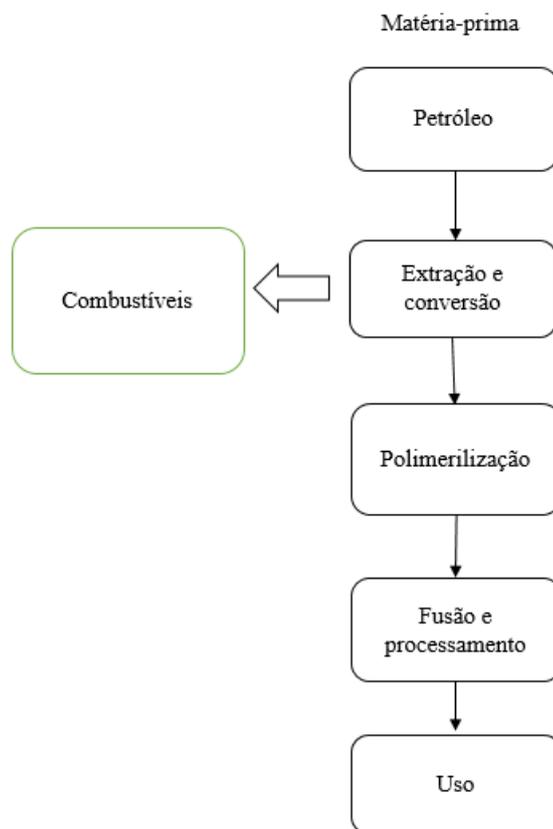


Figura 1- Ciclo de produção dos polímeros.

Fonte: Adaptado (Magrini et al, 2012).

Esses polímeros são alterados e transformados em produtos de consumo. A constituição dos plásticos ocorre através de reações denominadas de polimerizações, que são as reações químicas que formam os polímeros. Isto é, os polímeros são alterações químicas nas quais moléculas pequenas (monômeros) se unem para formar moléculas maiores (macromoléculas) (Piatti, 2005).

Outra característica dos plásticos é a capacidade de serem processados a temperaturas inferiores, equiparados a outros tipos de materiais. O que retrata baixo gasto de energia e conseqüentemente baixo custo de produção. Além de outras características, como baixa condutibilidade elétrica e térmica, além de alta resistência. Assim como suas resinas possuem a aplicabilidade de serem unidas a outras substâncias (aditivos), que originam novos atributos, tais como diferenciação na cor, cheiro, elasticidade e resistência (Piatti, 2005).

Segundo a Plastivida (Instituto Socioambiental dos Plásticos), referência em informações sobre os plásticos, apenas 4% da produção mundial do petróleo é empregada para aquisição dos plásticos através de técnicas ambientalmente corretas. Essa informação enfatiza que a fabricação dos plásticos ainda possui impactos durante sua aquisição, através de técnicas que não estão nos padrões ambientais corretos.

Os dados da Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico (Abiplast) informam que os tipos de resinas mais relevantes na produção com maior potencial de consumo são os polímeros: PP: 21,9%, PVC: 15,7%, PEAD: HDPE: 17,5% e LDPE: 10,6%, PEBDL: LLDPE 12,5%, PET: 7,2%, PS: 4,6%, EPS: 2,3%, EVA: 1,4%, Plásticos de engenharia: 6,2 %. Todas originadas do petróleo.

Sendo assim, o plástico ainda pode ser proveniente de matérias-primas naturais e renováveis, tais como a cana-de-açúcar, mandioca, fécula de batata, amido (encontrado no milho, batata, trigo e arroz), entre outras. Os plásticos originados de fontes renováveis podem ser substituídos por fontes não renováveis, como o petróleo (Telles et al., 2011).

Em relação à produção mundial de plásticos, mais de 1,7 milhão de toneladas foram fabricados em 2014 e simbolizaram cerca de US\$ 4,4 bilhões nos Estados Unidos. Como referência, o setor de produção de bioplásticos está em crescimento,

o que caracterizou um aumento de 20 a 30% por ano. Assim como os plásticos biodegradáveis, que contribuem com o não acúmulo de resíduos no ambiente e em locais de descarte (SPI, 2012).

Logo, verifica-se um consumo extenso de produtos plásticos por vários setores industriais. Dessa forma, com a alta demanda de artigos plásticos para fabricação de produtos, é necessária a aplicação de inovações tecnológicas para atender o atual consumo. Tendo, como exemplo, a implantação de produtos com materiais biodegradáveis e compostáveis, que atende às necessidades de consumo sem agredir o meio ambiente.

No que se refere à característica de biodegradabilidade dos plásticos, pode ser natural ou sintética. Sendo que é a estrutura química do plástico que determina a biodegradabilidade, e não a fonte das matérias-primas. Cada fonte apresenta características específicas de utilização e descarte pós-consumo. Com base nessa condição, é possível que matérias-primas biológicas e petroquímicas originem polímeros biodegradáveis. As terminologias dos diferentes materiais poliméricos, biodegradáveis sintéticos e de origem biológica serão esclarecidos mais adiante (Costa, 2013).

Para European Bioplastics (2017), a definição de degradabilidade é atribuída como um processo no descarte ao final do ciclo de vida, independentemente da origem da matéria-prima. A biodegradação acontece sem a inserção de aditivos artificiais. Esse processo necessita de condições ambientais controladas, tais como condições ideais de temperatura e umidade.

Os plásticos biodegradáveis podem ser originados de fontes renováveis ou não renováveis. Podem ser naturalmente produzidos por fontes renováveis, tais como: os polímeros PHA (Polihidroxialcanoatos), PHB (Polihidroxibutirato), PHH (Polidroxialcanoato) e polímeros do amido. Os polímeros sintéticos de fontes renováveis são representados pelo PLA (Polilactado). Já os polímeros sintéticos de fontes não renováveis são representados pelo PBS (Polibutileno succinato), PCL, PBSA e os aromáticos AAC, PET modificado, PBSA e PMAT (Bastos, 2007).

Os biopolímeros considerados como biodegradáveis de origem sintética são os PLA poli (ácido láctico) e PHA (Polihidroxialcanoatos), que são constituídos de celulose regenerada, amido e poliésteres lineares. O PGA poli (ácido glicólico),

PGLA poli (ácido glicólico-ácido láctico) e PCL poli ( $\epsilon$ -caprolactona). Os biopolímeros considerados não biodegradáveis são os PE (polietileno), PP (polipropileno) e PS (poliestireno) (Central Europe, 2014).

O potencial de degradação - apresentado por esses tipos de polímeros - pode ser instigado pela destruição através da ação de micro-organismos, tais como bactérias, fungos e algas - através de atividade enzimática. Os polímeros biodegradáveis produzidos naturalmente são provenientes das plantas, tais como amido, celulose e outros polissacarídeos (Magrini et al., 2012).

E os plásticos também podem ser produzidos através de síntese (polímeros sintéticos), tais como: Poli ( $\epsilon$ -caprolactona) – PCL, Poli (ácido glicólico) – PGA e Poli (ácido láctico) – PLA. Na qual ocorre a degradação no decorrer do tempo de exposição, durante esse processo podem ser gerados microrresíduos plásticos (Magrini et al., 2012).

Os microrresíduos plásticos citados, por sua vez, liberam substâncias químicas no ambiente, proveniente da constituição do material. Sendo assim o impacto é evidente com a dispersão de micromateriais e liberação de substâncias nocivas. Esse grupo de polímeros apresenta déficit em alguns atributos, tais como maleabilidade baixa, biodegradação a longo tempo e alta transparência.

Os plásticos descartáveis ou convencionais possuem grande desempenho em suas propriedades, tais como a durabilidade, resistência à agressão química e biológica. Após o seu descarte, por vários anos, suas características físicas e químicas se mantêm invariáveis. Assim, torna-se um grande problema pelo volume de resíduos descartados diariamente (Fechine, 2013).

No que se refere aos produtos de plásticos compostáveis, por ter origem biológica, não agredem o meio ambiente, pelo contrário, se dispostos adequadamente, geram um novo material, o composto orgânico, rico em nutrientes. Esses materiais podem também ser degradados naturalmente, sem deixar resíduos no meio ambiente. O processo de compostagem, definido como um método de biodegradação, compreende a acelerada degradação dos materiais através de técnicas próprias (Magrini et al., 2012).

Diante do exposto, os plásticos biodegradáveis e compostáveis são mais favoráveis à sustentabilidade que os plásticos sintéticos. Isso se fundamenta na

característica da não exposição e aglomeração no meio ambiente. Porém, na visão de Magrini et al. (2012), a degradabilidade também causa impactos negativos. Tais como desperdício de energia concentrada nos materiais, emissões de gases efeito estufa em sua decomposição e piora na qualidade do solo e água, quando em contato com os materiais degradados.

Mas esses efeitos negativos são decorrentes dos procedimentos aplicados na degradação. Sendo assim, deve-se avaliar as condições adequadas do meio para a correta realização da biodegradação. A característica de degradabilidade de um material não o confere ser ecologicamente correto. Essa avaliação depende do tipo de material e matéria-prima utilizada no processo de fabricação. Bem como o manejo adequado na biodegradação e compostagem sobre condições corretas de temperatura e umidade.

A Tabela 4 apresenta a classificação dos principais plásticos quanto à origem e degradabilidade em relação às fontes das matérias-primas.

Tabela 4- Classificação dos principais plásticos quanto à origem e degradabilidade

Tipos de Plásticos Plásticos Convencionais	Origem	Características de biodegradabilidade
PE	Não renovável	Não biodegradável
PP	Não renovável	Não biodegradável
PET	Não renovável	Não biodegradável
PVC	Não renovável	Não biodegradável
<b>Bioplásticos</b>	<b>Origem</b>	<b>Características de biodegradabilidade</b>
PBTA	Não renovável	Biodegradável
PCL	Não renovável	Biodegradável
PLA	Renovável	Biodegradável
PHA	Renovável	Biodegradável
PBA	Renovável	Biodegradável
Plásticos de Amido	Renovável	Biodegradável
PE (base etanol)	Renovável	Não biodegradável
PET (base etanol)	Renovável	Não biodegradável
PA	Renovável	Não biodegradável
PTT	Renovável	Não biodegradável

Fonte: Adaptado de European Bioplastics (2016).

Os plásticos nas versões biodegradáveis e compostáveis são mais adequados na aplicação em produtos descartáveis, ou seja, de curto ciclo de vida. Enquanto que as versões não biodegradáveis e não compostáveis são mais adequados na aplicação em produtos duráveis e recicláveis.

O desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis implica análises das muitas variáveis na trajetória que as certificam. Sendo necessário avaliar os questionamentos e mudanças no decorrer do processo de produção. É preciso inovações no desempenho tecnológico para se sobressair no mercado cada vez mais competitivo, no qual o interesse pelo ganho financeiro sobrecarrega os parâmetros ambientais.

Sendo assim, normas, legislações e certificações internacionais e nacionais foram introduzidas no mercado de produtos plásticos, para que se estabeleça um parâmetro ambiental nos produtos e minimize seus impactos durante a produção e o descarte no meio natural. Como consequência, as empresas que querem se sobressair no mercado precisam estar de acordo com as normas ambientais, e, assim, motivar o interesse do consumidor em adquirir seus produtos com uma pegada mais ecológica. Ou seja, produtos com maior capacidade de biodegradação, que utilizem elementos naturais, favoráveis na compatibilidade com a natureza.

A título de exemplo da normatização ambiental imposta em nível nacional, destaca-se a ABNT NBR 15448 – 1 e 2. Essa norma descreve os procedimentos sobre “Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis -Parte 1: Terminologia” e “Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis - Parte 2: Biodegradação e compostagem - Requisitos e métodos de ensaio”.

Essa norma classifica as embalagens como primárias, secundárias ou terciárias e após serem utilizadas podem ser consideradas descartáveis, renováveis ou reutilizáveis. Além disso, informa que as embalagens podem ser desenvolvidas considerando ser recicláveis, biodegradáveis, compostáveis ou não biodegradáveis como destinação final.

Outras normas importantes referentes aos padrões de critérios ambientais dos produtos são NBR ISO 14040, 14041, 14042, 1404. Essas normas referem-se ao Sistema de Gestão Ambiental, descrevem os princípios e a estrutura de uma

Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Como também descrevem os requisitos e os procedimentos necessários para a compilação e preparação das definições do objetivo e do escopo de uma Avaliação do Ciclo de vida (ACV), Avaliação do impacto do ciclo de vida e, por fim, requisitos e recomendações para conduzir a interpretação do ciclo de vida em estudos de ACV ou ICV (Análise do Inventário do Ciclo de Vida).

Dando seguimento, também há normas de certificações internacionais que podem auxiliar, como modelo, a elaboração das normas brasileiras, tais como: EN 13432 DIN/CETCO e EN 14995 (European Bioplastics). Essas duas normas definem a especificação técnica para a compostabilidade dos produtos de bioplásticos.

No que se refere à utilização de alimentos como base de matérias-primas renováveis para fabricação de bioplásticos, a Resolução nº 12 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA define padrões de identidade e qualidade para os alimentos e as características do amido e féculas, além de seus derivados. Assim como a descrição das propriedades físicas, químicas, microbiológicas, entre outras. Faz-se necessário ressaltar que os polímeros de amido se destacam por ser o material mais promissor utilizado no mercado.

Outra resolução, no contexto de aplicações dos materiais plásticos, é a n. 17 de 2008. Essa deliberação regulamenta a lista positiva de aditivos para materiais plásticos que são destinados à fabricação de embalagens e equipamentos em contato com alimentos.

Nos países da Europa e EUA, utiliza-se a rotulagem ambiental ou selos verdes como forma de distinguir quais são os produtos com menor impacto ambiental em produtos petroquímicos. Nos EUA, existem leis próprias que estimulam a compra de produtos de base renovável, tendo em vista ações mundiais que apoiam e priorizam o uso de produtos menos persistentes na natureza. No Brasil, ainda é fundamental legislações específicas quanto ao uso de bioplásticos e apoio em sua efetivação (Correa, 2018).

O uso dos plásticos biodegradáveis não significa uma resposta generalizada à redução do impacto ambiental provocado pelos plásticos. Mas uma opção em

potencial para diminuição dos efeitos propagados pelos plásticos tradicionais e não biodegradáveis. Neste estudo, a proposta é evidenciar o uso de bioplásticos em produtos descartáveis de curto tempo de vida, como em embalagens plásticas.

Os utensílios de plásticos são consumidos por vários ramos da indústria, tais como têxtil, alimentícia, automotiva, construção civil, artigos de higiene pessoal, alimentos, bebidas, máquinas e equipamentos, eletrônicos, entre outros. Ou seja, compreende-se uma alta demanda na produção de materiais plásticos para diversos objetivos e aplicações.

Atrelados ao crescimento, inovação e os benefícios em suas propriedades estruturais, os plásticos vêm se sobressaindo no mercado, principalmente no setor de embalagens. Sua disseminação tem sido articulada na inovação do fabrico de diferentes produtos, substituindo os existentes de outros materiais. Por apresentarem característica como alta capacidade de resistência, atoxidade, baixo peso, transparência, maleabilidade e baixo custo (Costa, 2013).

No que se refere à produção física no segmento da indústria de embalagens, o plástico é o segundo mais usado para essa finalidade, correspondendo a 35% da produção em relação aos outros setores. O setor de papel, papelão e cartão ocupa o primeiro lugar com 40,5% na produção; seguidos do metal, com 15,1%; vidro, 8%; e madeira, 1,4% (ABRELPE, 2017).

Em 2015, a produção física de embalagens alcançou um quantitativo de 57,2 bilhões. O setor plástico representou a maior participação do valor da produção, 40,17% do valor total nesse ano, em relação aos demais setores. Em 2016, houve uma queda de 5,35% na produção de transformadores plásticos, se comparados ao ano de 2015 (ABIPLAST, 2016). Já em 2017, segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de plástico obteve um crescimento acumulado de 2,5% em relação a 2016.

Para Magrini et al. (2012), o consumo dos plásticos ainda atua como vantagem no setor da energia renovável e energia eólica, com a aplicação dos plásticos condutores, beneficiando a matriz energética mundial. A aplicação dos plásticos tem influência na melhoria da eficiência hídrica, quanto ao uso de tubulações produzidas por polímeros, que são leves e resistentes à degradação.

A expectativa favorável para as empresas responsáveis pelo setor está relacionada aos benefícios promovidos pelo material plástico, como mencionado por Costa (2013). E esses benefícios, por sua vez, estão vinculados às características funcionais habilitadas para satisfazer aos diferentes segmentos da indústria e dos consumidores (ABRE, 2017).

Sobre o Panorama Mundial da Indústria de Plásticos, a produção de plásticos passou de 1,5 milhão de toneladas em 1950 para 265 milhões de toneladas em 2010, evidenciando um crescimento de 9% ao ano na produção neste período. Já entre os anos de 2008 e 2009, em decorrência da crise econômica, houve um decréscimo na produção e consumo de plásticos (Plastics Eupore, 2011).

Enquanto que os dados atuais referentes à produção mundial de plásticos evidenciam um progresso do crescimento em relação aos anos anteriores. Em 2015, a produção mundial representou 322 milhões de toneladas. Em 2016, representou 335 milhões de toneladas e a produção de materiais plásticos neste ano foi de 280 milhões de toneladas (Plastics Europe, 2017).

Dentre os setores consumidores de plásticos, estão a construção civil representando mais de 25% do consumo. Seguidos dos setores de alimentos, 18,6%; artigos de comércio, 10%; automóveis e autopeças, 7,7%; máquinas e equipamentos, 5,7%; entre outros. Obtendo um consumo final na cadeia produtiva de plásticos no Brasil de 550 mil toneladas de materiais pós-consumo (ABIPLAST, 2017).

Dessa forma, a pesquisa expõe um alto percentual de diferentes tipos de consumidores, o que indica uma ampla demanda de produção e consumo. Com isso, é fundamental a reflexão acerca de mudanças na fabricação dos produtos, que devem ser empregados em seu sistema, por alguns setores industriais.

Os Gráficos 3, 4 e 5 indicam os principais setores consumidores de transformados plásticos, de acordo com o ciclo de vida dos produtos. Sendo que os produtos de ciclo de vida longa são os produtos com durabilidade acima de 5 anos, já os produtos de médio ciclo de vida com durabilidade entre 1 a 5 anos. Os produtos de curto ciclo de vida têm durabilidade de até um ano. O que caracteriza a versatilidade de aplicações e uso dos materiais plásticos (ABIPLAST, 2017).

### Setores Consumidores de Transformadores de Plásticos - Ciclo de Vida Longo

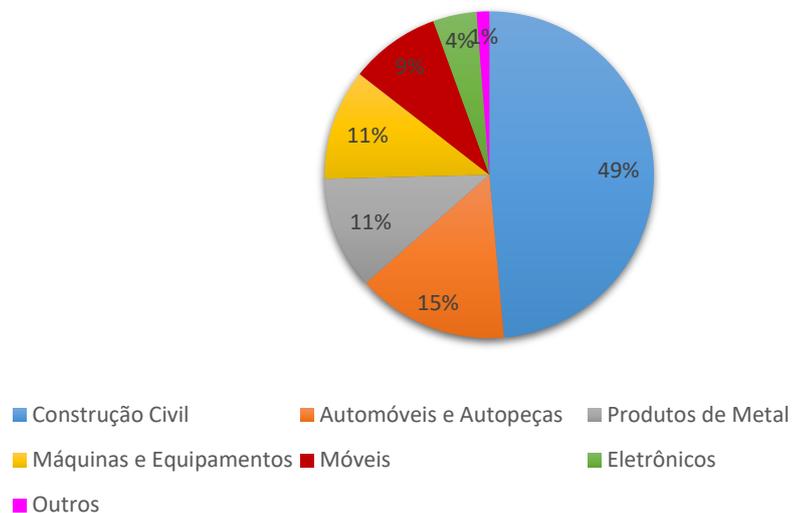


Gráfico 3- Setores Consumidores de Transformadores de Plásticos. Ciclo de vida longo.

Fonte: Adaptado Perfil Abiplast (2017).

### Setores Consumidores de Transformados Plásticos - Ciclo de Vida Médio

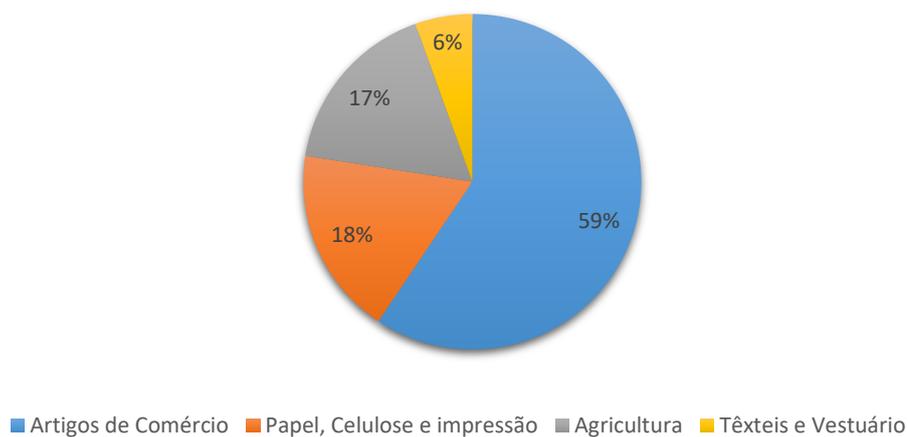


Gráfico 4- Setores Consumidores de Transformadores de Plásticos. Ciclo de vida médio.

Fonte: Adaptado de Abiplast (2017).

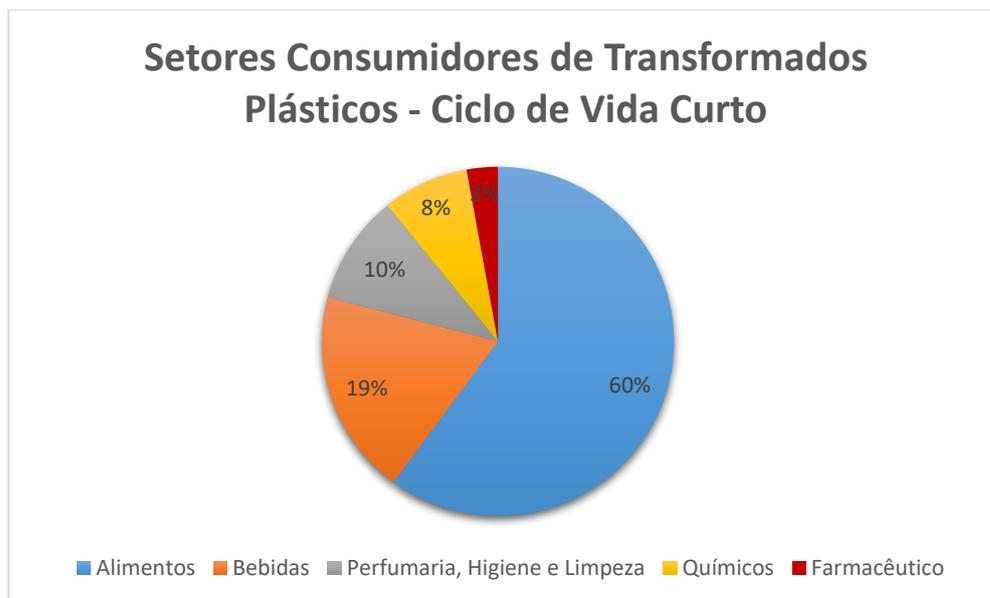


Gráfico 5- Setores Consumidores de Transformados de Plásticos. Ciclo de vida curto.

Fonte: Adaptado de Perfil Abiplast (2017).

O Gráfico 6 apresenta os setores do mercado de plásticos, no Brasil, que são fomentados pelas áreas de utilidades domésticas, agrícola, componentes técnicos, descartáveis, construção civil, embalagens e outros. Considerando que o setor de embalagens representa o maior percentual das áreas citadas, com 41% do mercado de plásticos.

Logo, o setor de embalagens plásticas apresenta uma manufatura superior aos outros setores do mercado de polímeros. Devido à grande utilização de plásticos na fabricação de embalagens, esse setor deverá se atentar aos quesitos sustentáveis que envolvem a carga de produção. Com a alta demanda, esse setor é significativo no favorecimento pela substituição de polímeros convencionais por polímeros de origem renovável (SPI, 2012).

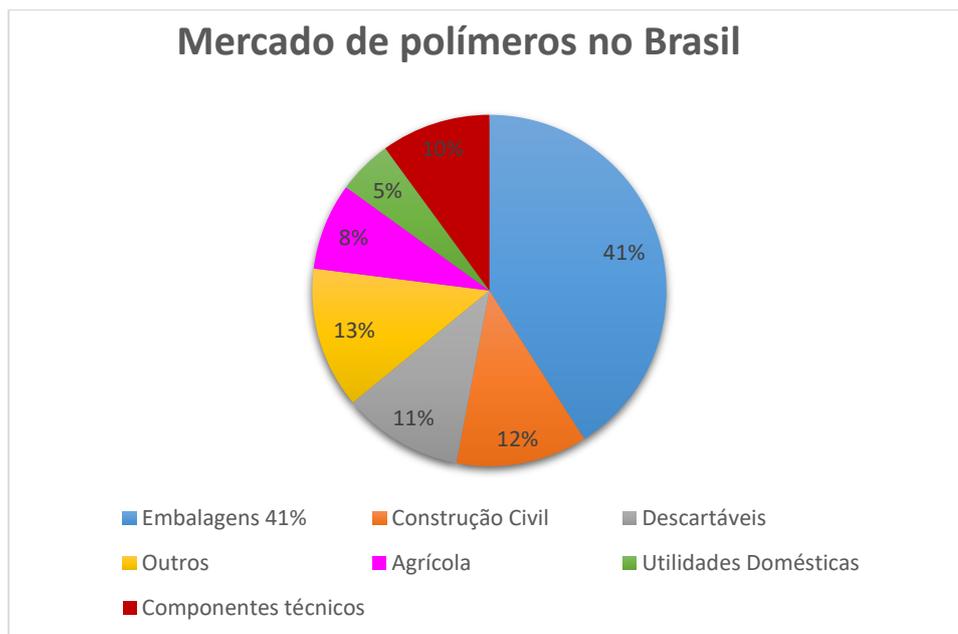


Gráfico 6- Mercado de Polímeros no Brasil.

Fonte: Adaptado de Abiplast apud Pradella (2006).

O resíduo plástico gera impactos em todas as fases da sua cadeia produtiva, mas o maior deles é no pós-consumo. Além da dificuldade em sua compactação, gerando um grande volume de lixo, a decomposição desses materiais pode levar até quatrocentos anos no meio ambiente (Magrini et al., 2012).

Em sua utilização, os plásticos possuem inúmeras vantagens, dentre elas, a durabilidade durante o uso, estabilidade estrutural, resistência à degradação, entre outras. Por possuírem essas atribuições, dependendo do tipo de plástico, é exigido um tempo considerável para se degradar, como já mencionado. Dessa forma, as vantagens atribuídas ao consumo de plásticos tornam-se uma grande desvantagem para o meio ambiente (Piatti, 2005).

A excessiva acumulação de resíduos plásticos faz com que os danos derivados desses materiais superem seus benefícios. Sendo assim, toda a sociedade deve procurar formas de minimizar o consumo. Os esforços devem ser atribuídos ao governo, produtores, consumidores para conter os danos já propagados desses materiais. O consumo de descartáveis tornou-se a marca da sociedade moderna e mudanças devem ser atribuídas a esse comportamento.

O sistema estabelecido pelas empresas, associado ao baixo custo dos produtos plásticos, estimula a compra pelos consumidores, que atribuem seu uso como prático, ou seja, uso e descarte rápido, sem que haja o ofício da limpeza após o uso. Os efeitos adversos desses materiais não estão somente associados ao descarte acumulado de resíduos, mas também no processo de fabricação dos mesmos. Bem como consequências relacionadas à saúde pública durante o uso, pela presença dos aditivos químicos usados em sua composição.

Ainda que os impactos sejam evidentes em relação às embalagens plásticas, causando danos nocivos à saúde das pessoas e ao meio ambiente, diante da exposição e composição química, é importante salientar que as indústrias de embalagens no Brasil possuem um peso relevante em relação à natureza econômica, e sua produção e faturamento vêm crescendo exponencialmente (ABIPLAST, 2015).

Sendo assim, torna-se ainda mais preocupante essa intensificação na produção de produtos plásticos. Considerando as perturbações ambientais no momento de desenvolvimento desses produtos, destacam-se a liberação de carbono, gasto de água e energia. Bem como a emissão de CO<sup>2</sup> e outros gases durante o processo, que são causadores da instabilidade do efeito estufa, contribuindo, assim, para o aquecimento global.

Além disso, um dos maiores impactos em discussão na atualidade, abordado em diversas pesquisas, se refere ao volume de plásticos existentes nos mares. E o principal problema vinculado a essa realidade são os microplásticos presentes em toda extensão dos oceanos. Essas substâncias afetam a fauna marinha servindo de alimento para esses animais, que sofrem de intoxicação por ingestão.

Como resultado, os efeitos danosos causam desequilíbrio em toda a cadeia alimentar até chegar no ser humano. Os microplásticos têm uma grande tendência à permanência e disseminação nos oceanos. Além de possuírem afinidade na adesão por poluentes persistentes orgânicos, que afetam diretamente todo o ecossistema e perda da qualidade ambiental (Silva, 2016).

Com os impactos recorrentes causados pelos plásticos, alguns países têm movimentado ações de redução de consumo desses materiais. Recentemente, várias

iniciativas têm chamado atenção com medidas de controle no consumo dos plásticos. Essas ações se devem principalmente devido à preocupação com intensificação dos impactos ocasionadas nos oceanos e as consequências catastróficas futuras que podem ocorrer, caso o consumo continue sendo acelerado.

A União Europeia e os Estados Unidos enfrentam problemas decorrentes dos resíduos plásticos, em razão da baixa quantidade de recuperação e reciclagem desses resíduos. E, por causa disso, algumas ações de eliminação quanto ao uso de utensílios plásticos descartáveis têm ocorrido como forma de mitigar os impactos ambientais (Correa, 2018).

De acordo com informações atuais presentes na mídia, a União Europeia tem sido cenário de adesão a várias mudanças referentes à geração de plásticos. Os países da União Europeia vislumbram que - até 2050 - só haverá plástico reciclado, além da proibição do uso de microplásticos. A maioria dos europeus se preocupam com os impactos ocasionados pelos plásticos no meio ambiente e querem compreender os danos que podem causar em sua saúde.

Em relação aos produtos descartáveis, está sendo estabelecida uma legislação específica de proibição aos países da União Europeia. Alguns produtos plásticos de uso único (descartáveis) serão proibidos e substituídos por produtos que não agridem o meio ambiente até 2021. Outros tipos de produtos plásticos deverão reduzir o consumo e serem substituídos por outros alternativos nos locais de venda, garantindo que esses produtos não sejam ofertados gratuitamente (Barbosa, 2018).

Muitas ações têm mobilizado a governança mundial, através do processo de denominação de leis, regras e regulamentos em escala global na luta contra os impactos dos resíduos plásticos no meio ambiente. Algumas empresas já têm estabelecido sistemas sustentáveis na execução dos seus produtos. Isso se deve às consequências alarmantes quanto aos impactos desses materiais no meio ambiente e nos seres vivos que dependem do equilíbrio ambiental para sua sobrevivência.

A maioria das ações internacionais atuam contra os plásticos descartáveis ou plásticos de uso único, e, no que se refere ao Brasil, está em tramitação o Projeto de Lei do Senado nº 92, de 2018, que determina o encerramento gradativo do uso de plásticos na fabricação de pratos, copos, bandejas e talheres descartáveis. A

intenção é que, em dez anos, o plástico seja substituído por componentes biodegradáveis em produtos que acondicionam alimentos destinados ao consumo.

### 3

## Política Nacional de Resíduos Sólidos e a importância da logística reversa

### 3.1.

#### Principais requisitos

Um dos maiores desafios na atualidade é a efetivação da gestão de resíduos sólidos no Brasil, no que se refere ao manejo e destinação adequados. O elevado consumo associado ao manejo e descarte inapropriados, juntamente com a aquisição de produtos com característica de descartabilidade, têm favorecido a geração de impactos ambientais cada vez mais expressivos. Nesse contexto, as embalagens plásticas são responsáveis por um dos grandes problemas ambientais, por estar presente em maior parte dos resíduos pós-consumo.

A preocupação com o avanço de produção dos plásticos - e conseqüentemente da geração dos resíduos plásticos - se sustenta com base em dados mundiais de produção de plásticos, representados pela Tabela 5. A produção mundial cresceu de 1,7 milhão de toneladas, em 1950, para 265 milhões de toneladas, em 2010. Destaca-se o aumento exponencial entre os anos 50 e os anos 70, sendo possível verificar que a produção de polímeros dobrou dos anos 70 para os 90, e triplicou nos anos 2000.

Em 2011, a produção alcançou aproximadamente 280 milhões de toneladas, promovendo um crescimento de 9% ao ano desde 1950 (Plastics Europe, 2012). Em 2015, essa produção representou 322 milhões de toneladas; já em 2016, o montante foi de 335 milhões de toneladas; enquanto a geração de produtos plásticos, neste ano, foi de 280 milhões de toneladas (Plastics Europe, 2017).

Tabela 5- Produção Mundial de Plásticos

Ano	Produção Mundial de plásticos Milhões/Ton.
1950	1,7
1976	47
1989	99
2002	204
2009	250
2010	265
2011	280
2015	322
2016	335

Fonte: Plastics Europe (2011, 2012, 2017).

Com relação ao consumo por segmento, as embalagens plásticas representam o segmento de maior demanda com 39,9%, seguida por: construção civil, 19,7%; automóveis, 10%; equipamentos eletroeletrônicos, 6,2%; produtos de lazer e esportes, 4,2%; agricultura, 3,3%; e outros, 16,7%. (Plastics Europe, 2017). O que caracteriza a alta demanda do setor de embalagens plásticas e conseqüentemente o grande volume de resíduos vinculados a embalagens plásticas.

Os dados do Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2017) reforçam que - entre os resíduos sólidos coletados - aproximadamente 1/3 é composto de embalagens. O que torna o setor responsável por grande parte da produção de resíduos no país, considerando um estudo de ampla importância sob as perspectivas dos impactos ambientais associados pela procura por embalagens plásticas.

Como forma de estruturação e orientações na melhoria da Gestão dos Resíduos Sólidos em todas as esferas administrativas, a PNRS/2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404, sancionado em dezembro de 2010, tem como finalidade dispor sobre princípios, objetivos e instrumentos da gestão dos resíduos sólidos no Brasil, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao seu gerenciamento, de forma a estabelecer as responsabilidades dos geradores, na perspectiva do poluidor-pagador e da responsabilidade compartilhada, que vai desde o poder público, empresariado até a sociedade.

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos é definido em seu art. 3º, pela legislação, como uma junção de práticas efetivas, direta ou indiretamente, conferidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento até a destinação e disposição final ambientalmente adequada. A destinação final ambientalmente adequada é definida como a destinação que envolve os processos de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, reaproveitamento, disposição final (PNRS, 2010). Ou seja, formas de tratamento empregado aos resíduos que ainda podem ser incorporados na cadeia produtiva, previamente à denominação como rejeito.

O termo rejeito é definido aos resíduos que após aplicação de todas as possibilidades de tratamento, através de mecanismos tecnológicos disponíveis, não possuem alternativa, a não ser a disposição final ambientalmente adequada (PNRS, 2010). A disposição final ambientalmente adequada se trata da distribuição dos rejeitos em aterros ou outras formas de distribuição, de acordo com as normas estabelecidas de precaução a possíveis impactos desfavoráveis (PNRS, 2010), referindo-se a formas de destinação que valorizam o resíduo e o conduz ao processo mais adequado.

A gestão de resíduos sólidos é uma questão ambiental de grande complexidade, em razão de que existe uma divergência do interesse público em ampliar ações que solucionam de forma determinante os problemas relacionados à disposição inadequada. Bem como no que se refere à geração saturada desses resíduos, pois tais ações demandam alto investimento econômico inicial na reestruturação do sistema de coleta e disposição. Além da priorização da educação ambiental em todos os segmentos públicos, privados e coletivos.

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) indica o que seria essa definição:

[...] “Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (Brasil, 1999).

A Política Nacional de Resíduos estabelece, em seu art. 8º, a responsabilidade dos produtores sobre seus resíduos pós-consumo, incluindo vários instrumentos, tais como: a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e a responsabilidade

compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A responsabilidade compartilhada dos produtos abrange os fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores e os responsáveis pelo serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, o compromisso em reduzir os impactos referentes à geração de resíduos, além da celebração de um Acordo Setorial que dê efetividade às ações, inclusive da participação das cooperativas de catadores de materiais recicláveis no processo de logística reversa dos resíduos (PNRS, 2010).

Nesse sentido, objetivando atender à determinação legal em novembro de 2015, foi assinado o Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral<sup>2</sup>, cujo proponente é o Ministério do Meio Ambiente e o Interveniante é o Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE. O referido Acordo visa atender os requisitos estabelecidos pela legislação, para assegurar a destinação final ambientalmente adequada das embalagens.

Sendo assim, os tipos de embalagens determinadas no Acordo são as embalagens de papel, papelão, plástico, alumínio, aço, vidro, ou por mistura de materiais. Além disso, o Acordo pretende contribuir com a ampliação da coleta seletiva no Brasil, fortalecendo as cooperativas de catadores de materiais recicláveis com o envio da maior parte dos materiais recicláveis (SINIR, 2015).

O sistema definido no Acordo contempla as cidades classificadas como sede e regiões metropolitanas, a saber: Belo Horizonte, Cuiabá, Recife, Curitiba, Distrito Federal, Fortaleza, Manaus, Natal, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo - estabelecidas na fase inicial (Fase 1). Tem-se como principais objetivos aumentar o índice de reciclagem de resíduos pós-consumo em 19,8% e reduzir as embalagens dispostas em aterros sanitários em 13,3%. Conforme estabelecido no Acordo sobre os resultados da meta na Fase 1 (2012 a 2017), o volume de embalagens dispostas em aterro reduziu 21,3% e a taxa de reciclagem aumentou em 29%.

A segunda fase (Fase 2) é definida como fase de ampliação, na qual são estabelecidos novos objetivos para as cidades previstas na fase inicial. A União

---

<sup>2</sup> Disponível em: < [http://separenaopare.com.br/wp-content/uploads/2017/10/RELATORIOFINAL\\_FASE1.pdf](http://separenaopare.com.br/wp-content/uploads/2017/10/RELATORIOFINAL_FASE1.pdf)>.

como parte determinante nesse sistema tem o papel de acompanhar e supervisionar o cumprimento do Sistema de Logística Reversa. Assim como assegurar a publicação do relatório do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR, na perspectiva da disseminação dos resultados da implementação das ações previstas no Acordo Setorial. Para instalação do sistema de logística reversa das embalagens, descrito no Acordo Setorial, são listadas algumas responsabilidades através da coalizão do sistema, e esta coalizão é definida como uma representação efetivada através de um grupo de empresas que desempenham ações de implementação do Sistema de Logística Reversa das Embalagens, que integram a parte seca dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

As responsabilidades elencadas no Acordo consistem na realização de pesquisas de dados em relação à composição, origem e fonte das embalagens, quantitativo de embalagens comercializadas e recuperadas, bem como a conscientização dos consumidores, apoio em infraestrutura e preparação dos cooperados, na preferência da atuação com esses atores sociais, além da organização de um mercado de embalagens secundárias (Brasil, 2015).

O Acordo Setorial, descrito no Relatório Técnico do Acordo Setorial de Embalagens em Geral (2015), tem por finalidade ampliar a reciclagem de embalagens dos resíduos sólidos urbanos. E, para efetivação desta finalidade, algumas ações foram elencadas no parágrafo terceiro do referido Acordo<sup>3</sup>:

[...] PARÁGRAFO TERCEIRO - A implementação efetiva das medidas elencadas no presente Acordo Setorial será realizada em duas fases distintas.

[...] Fase 1: A primeira fase consiste na realização das ações listadas, relacionadas ao Sistema de Logística Reversa de Embalagens pelas Empresas, prioritariamente nas cidades listadas.

[...] Fase 2: A partir dos resultados obtidos por meio da implementação da Fase 1, as Empresas analisarão os principais obstáculos e deverão traçar estratégias de implementação das ações do Sistema de Logística Reversa em nível nacional para a realização da Fase 2, que consistirá na ampliação das medidas previstas na Fase 1 para os Municípios a serem definidos numericamente e geograficamente com base nos critérios apresentados pelas Empresas.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <[https://www.coalizacaoembalagens.com.br/resources/site/arquivos/Acordo\\_embalagens.pdf](https://www.coalizacaoembalagens.com.br/resources/site/arquivos/Acordo_embalagens.pdf)>.

Sobre as metas a serem alcançadas - principalmente no que se refere à Fase 1 –, pretende-se promover a ampliação da capacidade produtiva das cooperativas nas cidades integrantes nessa fase, realização de ações necessárias para a obtenção de máquinas e equipamentos para as cooperativas participantes, bem como a capacitação dos catadores e catadoras dessas cooperativas, para melhor aproveitamento dos benefícios técnicos que lhe foram conferidos, visando à atuação em práticas e procedimentos essenciais em aprimorar a eficiência produtiva das cooperativas em todas as etapas de organização (Brasil, 2015).

Além do estabelecimento e cooperação entre indústria/comércio, com a implantação e efetivação dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) em locais estratégicos, de modo a fortalecer e expandir o quantitativo de cooperativas nas regiões. Objetiva-se amplificar a cadeia de reciclagem no Brasil, através do volume de materiais reintegrados na cadeia produtiva promovida pelo Acordo Setorial de Embalagens (CEMPRE, 2017). Além do incentivo em campanhas de conscientização da prática da correta segregação dos resíduos.

Os PEVs são definidos como locais onde os materiais recicláveis são depositados pela população, sendo caracterizado como uma extensão ao sistema de coleta seletiva. Nestes locais, são recebidas as embalagens pós-consumo em geral. Os PEVs têm por objetivo fortalecer a ligação dos setores envolvidos, principalmente fabricantes/comerciantes, para que a reciclagem seja intensificada, cumprindo as medidas técnicas e operacionais instituídas no Acordo Setorial (CEMPRE, 2017). No tocante à Fase 2, as empresas deverão analisar os métodos de implementação das práticas descritas no Sistema de Logística Reversa. Essa análise é desenvolvida a partir das dificuldades listadas nas ações já realizadas, visando melhorias com base nos resultados fundamentados na Fase 1.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu artigo 3º, Inciso I, define o Acordo Setorial como: (...) “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).

Sendo assim, através do Acordo Setorial, os fabricantes, importadores e distribuidores de embalagens têm o propósito de cooperarem entre si para que a

destinação final das embalagens comercializadas seja apropriada, visando contribuir com uma resposta sustentável no ciclo de vida dos produtos (Batista, 2015).

O cumprimento das recomendações do Acordo Setorial é estabelecido através de práticas formalizadas pelas empresas, apoiadas pelo crescimento da taxa de materiais reciclados e reintegrados. Retornando, assim, ao processo produtivo e desviados dos aterros sanitários. Essas práticas formalizadas compreendem a doação de equipamentos para as cooperativas de materiais recicláveis, capacitações, instalações de PEVs, compra de material reciclável, ações de organização e comunicação (CEMPRE, 2017).

As instituições signatárias do Acordo correspondem a 20 associações representantes dos setores de papel, papelão, plástico e alumínio, que integram a Fase 1 do acordo. No total, são 3.786 empresas participantes. Segundo informações referenciadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a meta definida pelo Acordo Setorial previa a recuperação de pelo menos 24,8% das embalagens de alumínio, papel, papelão e plásticos, a partir do ano de 2012, além do aumento de 20% no índice de recuperação da fração seca dos resíduos sólidos urbanos.

As Tabelas 6, 7 e 8 informam os resultados das quantidades de embalagens geradas para cada tipo de material e as quantidades recuperadas entre 2012 e 2017. Tendo como referência o setor plástico, de 2012 a 2017, a Tabela 3 apresenta uma redução do quantitativo de resíduos gerados por esse setor. Porém, ainda assim, a geração total de resíduos plásticos é bastante elevada diante dos efeitos que esses resíduos representam no meio ambiente. Os demais setores representados pelo papel e alumínio também obtiveram uma redução em sua geração (ABRELPE, 2017).

Tabela 6- Quantitativo de Resíduos Recicláveis Gerados

Resíduos Recicláveis Gerados T/DIA	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plástico	24.9733	26.046	25.369	23.111	20.985	21.153
Papel/Papelão	24.233	23.814	23.673	22.122	21.647	21.851
Alumínio	1.110	1.165	1.101	1.109	928	941
Total	50.316	51.025	50.143	46.242	43.560	43.945

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2017).

A Tabela 7 informa os resíduos recicláveis recuperados de 2012 a 2017. Tendo como referência o setor plástico, os dados demonstram uma redução do quantitativo de resíduos plásticos recuperados. Em relação aos demais setores, papel e alumínio, a pesquisa indica um aumento do quantitativo de resíduos recuperados. O que torna uma preocupação eminente quanto aos resíduos plásticos expostos no ambiente.

Tabela 7- Quantitativo de Resíduos Recicláveis Recuperados

Resíduos Recicláveis Recuperados T/DIA	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plástico	1.872	1.964	1.860	1.784	1.716	1.738
Papel/Papelão	9.827	10.699	10.874	11.030	11.000	11.437
Alumínio	765	739	829	844	809	821
Total	12.464	13.402	13.563	13.658	13.525	13.969

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2017).

A Tabela 8 representa os índices de recuperação dos resíduos recicláveis. As informações indicam um baixo índice de recuperação dos plásticos, apenas 8,2% em 2017. Em relação aos anos anteriores, os índices de recuperação dos resíduos plásticos se mantiveram estáveis. O maior índice de recuperação se trata do resíduo de alumínio; em sequência, o papel/papelão; e, por último, os plásticos.

Tabela 8- Índice de Recuperação dos Resíduos Recicláveis

Índice de Recuperação dos Resíduos Recicláveis	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plástico	7,5%	7,5%	7,3%	7,7%	8,2%	8,2%
Papel/Papelão	41%	44,9%	45,9%	49,9%	50,8%	52,3%
Alumínio	69%	63,4%	75,3%	83,6%	87,2%	87,2%

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2017).

Contudo, em comparação aos dois últimos anos, 2016 e 2017, os índices de recuperação dos resíduos mencionados se mantiveram estagnados. Os dados informam que não houve progresso na recuperação de materiais. Portanto, no tocante a embalagens em geral, os dados realçam que apesar das intenções de mudança através de acordos, disseminação de informações, proposta para aplicação da logística reversa, divulgação dos instrumentos da legislação em vigor, entre outros, ainda assim os dados disponibilizados não são positivos, pela tamanha proporção dos impactos atribuídos às embalagens em geral, apesar das ações realizadas pela Coalizão de Embalagens, para a redução de embalagens destinadas aos aterros sanitários e a locais inadequados (CEMPRE, 2017).

De acordo com Massote & Demajorovic (2017), o Acordo Setorial aborda todas as embalagens de forma semelhante. E essa abordagem similar na caracterização das embalagens, na visão do autor, não é positiva, visto que é fundamental discriminar as características de cada tipo de material incorporado nas embalagens e o cenário do mercado atual em cada segmento.

No que se refere à comercialização das embalagens, a tipologia do material - conferida ao peso/volume - afeta o potencial de negociação de venda pós-consumo. Desse modo, a reciclagem de alguns materiais, tais como os plásticos flexíveis e/ou descartáveis, é desfavorável do ponto de vista econômico, pelo baixo peso e grande volume em relação aos outros materiais (Massote, 2014).

Considerando a necessidade de priorizar a qualidade do material coletado com potencial para reciclagem, e não somente o volume a ser encaminhado às cooperativas, verifica-se a necessidade de uma melhor atuação na incorporação das embalagens, principalmente no que se refere à representação das embalagens sustentáveis nos processos produtivos.

Uma vez que o Acordo Setorial das embalagens atua sob as perspectivas econômicas, em relação às despesas da logística reversa das embalagens em geral. Sendo pouco discutida a vertente de melhorias no reaproveitamento de embalagens e a matéria-prima que lhe são conferidas. O Acordo enfatiza os aspectos positivos na cadeia da reciclagem, principalmente as mais desenvolvidas, ou seja, com maior potencial para comercialização (Massote & Demajorovic, 2017).

Na visão de Massote & Demajorovic (2017), o AS das embalagens prioriza as ações coletivas, para que as empresas cumpram a legislação, sem enfatizar ações individuais para solucionar os impactos atribuídos às embalagens em circulação no mercado. Muitas embalagens encaminhadas às cooperativas não são comercializadas, pela complexidade do seu material e acabam virando rejeito.

A Lei 12.305/2010 esclarece, no art. 3º, Inciso XII, quais seriam os padrões sustentáveis a serem inseridos na fase de produção e consumo, a “... produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras” (Brasil, 2010). Bem como produção de embalagens com materiais que assegurem a reutilização e reciclagem (Brasil, 2010).

Portanto, consideramos necessário enfatizar ações que incentivem o setor empresarial para além do aspecto de disputa no mercado, mas que levem em conta os aspectos sustentáveis, propondo modificações na elaboração das embalagens, que só deverão ser implantadas e se apresentarem em destaque sob a redução de custos e do impacto ambiental. Assim, a legislação carece de maior rigidez quando se trata dos impactos provenientes das embalagens e quanto às soluções vinculadas a essa problemática.

### **3.2. Logística reversa de embalagens no Brasil**

Segundo o artigo 3º, inciso XII, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a logística reversa é definida 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, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (Brasil, 2010).

Sobre esse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos também esclarece as ações que devem ser efetivadas no gerenciamento dos resíduos sólidos, abordando a reciclagem como atuação prioritária no processo. Em seu Artigo 3º, a reciclagem é definida como o processo de modificação dos resíduos, através de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, visando à geração de novos produtos (Brasil, 2010).

A efetivação da logística reversa - através do Acordo Setorial - poderá ser instituída pelo Poder Público ou pelos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes dos produtos e embalagens, descritos no Decreto nº 7.404/2010, em seu art. 18, como:

[...] os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos referidos nos incisos II, III, V e VI do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2010, bem como dos produtos e embalagens referidos nos incisos I e IV e no § 1º do art. 33 daquela Lei, deverão estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante o retorno dos produtos e embalagens após o uso pelo consumidor (Brasil, 2010).

É importante ressaltar que esses agentes são responsáveis por organizar e executar os sistemas de logística reversa, por meio do retorno dos produtos e embalagens pós-consumo.

O sistema de logística reversa de embalagens, firmado no Acordo Setorial de Embalagens em Geral, identificou práticas estabelecidas em 732 municípios brasileiros, o que corresponde a 63% da população do Brasil (CEMPRE, 2017). Essas ações de logística reversa - acordadas no Acordo Setorial - visam intensificar melhorias no quantitativo de geração dos resíduos, pela prática da reciclagem dos resíduos e redução de geração de rejeitos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos especifica que as embalagens devem ser fabricadas com materiais que permitam a reutilização ou a reciclagem. O sistema de logística reversa integra as “embalagens existentes na parte seca dos resíduos sólidos urbanos, com exceção das embalagens perigosas descritas na legislação”. Contemplando sua efetivação técnica e econômica, como também o grau e a dimensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente (Brasil, 2010).

Sendo assim, a logística reversa de embalagens no Brasil funciona como um sistema integrado, em que cada setor da cadeia produtiva deve cumprir com seu papel, nas fases de retorno das embalagens, destinação, reintegração e reciclagem. Considerando que a segregação na fonte geradora pelos consumidores é um passo essencial para que todas as fases seguintes sejam consolidadas (CEMPRE, 2017).

Para tanto, nota-se um avanço nos incentivos para a aplicação da logística reversa, através da reciclagem e reaproveitamentos das embalagens, que são fundamentados em três principais motivações. Tais como: questões ambientais, concorrência e minimização dos custos no processo de produção. As questões ambientais estão vinculadas ao cumprimento da legislação, que responsabiliza o gerador pelo retorno e impacto dos seus produtos no meio ambiente. Evidenciando a substituição de materiais poluentes em seus processos. Como também o crescimento da conscientização ambiental por parte dos consumidores (Lacerda, 2002).

No que se refere à concorrência, é importante que as empresas se diferenciem na distribuição dos seus serviços e apliquem uma estrutura que englobe o retorno dos produtos. Quanto à minimização dos custos, a atividade de logística reversa pelas empresas tem proporcionado benefícios econômicos. Esses ganhos são através de iniciativas de reaproveitamento de materiais durante a fabricação dos produtos e aperfeiçoamento nos mecanismos de logística reversa. Dessa forma, práticas de incentivo à aplicação da logística reversa têm otimizado o sistema de gestão dos resíduos sólidos (Lacerda, 2002).

As primeiras pesquisas sobre logística reversa se iniciaram entre os anos 70 e 80, apenas com intenção de reciclagem dos materiais pós-consumo. Na década de 90, a temática se fortaleceu no meio empresarial, como consequência de grandes fluxos de produtos no mercado. A partir de então, estudos foram estimulados para aplicação da logística reversa nas empresas (Leite, 2009).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos possui instrumentos inovadores que favorecem mudanças nos sistemas logísticos e de produção das empresas. Por meio da procura de novas tecnologias de reaproveitamento dos produtos e expertise no desempenho dos processos (Brasil, 2010), mas, apesar do aparato legal, temos assistido a uma lenta efetivação dos processos que a legislação preceitua.

Também é fundamental ressaltar que a logística reversa é o campo que controla o fluxo dos produtos pós-consumo, tendo como finalidade o retorno dos mesmos para o seu ciclo produtivo, em forma de insumos, com a finalidade de adicionar valor ao longo da cadeia ao que seria descartado. Esse mecanismo de retorno é caracterizado por Leite (2009) como canais de distribuição reversos pós-consumo, assim a logística reversa é vista pelo autor como um significativo instrumento operacional, que reduz o impacto ambiental ao longo do ciclo de vida de um produto, já que atribui valor aos materiais através do reaproveitamento (Leite, 2009).

No entanto, na visão de Leite (2009), existem alguns entraves na aplicação da logística reversa, como os custos com transporte e tratamento dos resíduos, e embora sua visão seja anterior à implementação da legislação, instituída em 2010, o autor continua tendo razão, visto que sinaliza que - mesmo após sua validação - grande parte das empresas ainda não está preparada para executar de forma estruturada o sistema de logística reversa, principalmente pelos entraves apresentados, apesar do avanço quanto ao interesse de aplicação das práticas desse instrumento no campo empresarial, ponto que procuramos apresentar com o fluxograma abaixo:



Figura 2- Fluxo do Sistema de Logística Reversa e os Principais Elos para Descarte e Destinação de Embalagens em Geral.

Fonte: CEMPRE, Acordo Setorial, Anexo III (2017).

A Figura 2 caracteriza o sistema de logística reversa e suas etapas desde a produção até o retorno ao consumidor. Após o descarte do resíduo pelo consumidor, existem três processos de coleta do material reciclável. Esses processos são realizados pela coleta porta a porta de responsabilidade da prefeitura, a coleta através dos PEVs - distribuídos em pontos estratégicos - e a coleta desempenhada pelos catadores de materiais recicláveis. Após a coleta nos locais de destinação, esses resíduos são encaminhados para as cooperativas de catadores de materiais recicláveis para o processo de triagem do material, e em seguida são encaminhados às recicladoras, que processam o material promovendo a reciclagem (CEMPRE, 2017).

Esse é o processo mais comum de executar a logística reversa de acordo com os parâmetros adequados. No entanto, no Brasil, ainda existem algumas dificuldades na inserção da logística reversa de embalagens. Esses obstáculos estão associados a algumas questões, tais como problemas logísticos relacionados à coleta de embalagens, gestão ineficaz em relação à aplicação dos produtos reciclados, bem como a falta de interesse dos consumidores na compra por produtos reciclados e barreiras técnicas da reciclagem de alguns materiais, por apresentarem componentes de difícil segregação.

Essas dificuldades também se estendem pelas barreiras do fornecimento desses produtos, considerando que muitas indústrias não estão dispostas a reutilizar o material reciclado originário de seus próprios resíduos. Isso se deve às características físicas que os materiais reciclados apresentam, como a coloração escura, necessitando de alterações em suas propriedades através de aditivos químicos, o que contribui com a poluição ambiental e onera o processo produtivo. Além disso, deve-se levar em conta a parca presença da política pública de coleta seletiva no Brasil, fator que contribui para contaminação dos resíduos e prejudica a logística reversa de embalagens (Massote & Demajorovic, 2017).

Apesar de verificar intenções no que se refere à execução da logística reversa e no cumprimento da lei 12305/2010, ainda assim, não são suficientes para a solução dos impasses relacionados à sua aplicação, em decorrência do crescente consumo e geração de resíduos. A efetivação da logística reversa dificilmente será propagada, se as ações a serem executadas pelos agentes participantes não

estiverem articuladas de forma estruturada. É necessária uma fundamentação de forma precisa das diretrizes a serem concretizadas pelo instrumento estabelecido pela logística reversa.

### **3.3.**

#### **Papel das cooperativas de materiais recicláveis no Brasil**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, em seu art. 7º, indica como um dos seus objetivos a integração dos catadores de materiais recicláveis nas discussões sobre as práticas de responsabilidade compartilhadas pelo ciclo de vida dos produtos. Definindo-se pelo conjunto de obrigações por parte dos geradores de resíduos sólidos e dos responsáveis pela função pública de limpeza urbana e manejo de resíduos, de forma a reduzir a geração dos resíduos e rejeitos, além de proporcionar menor impacto ao meio ambiente.

Apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS preceituar benefícios no avanço do contexto social, com destaque na participação efetiva dos catadores e catadoras no processo de gestão integrada dos resíduos, ainda se torna necessário um comprometimento maior da gestão pública na busca da participação ativa desse segmento de trabalhadores, pois as iniciativas em termos de Brasil não ocorrem da maneira que preceitua a PNRS/2010.

Os catadores de materiais recicláveis têm um papel essencial no processo de segregação dos resíduos recicláveis, visto que a atuação desses trabalhadores afeta diretamente a eficiência no processo de segregação dos resíduos por tipologia, para, posteriormente, ter condições de ser classificado e inserido na cadeia de valor dos recicláveis. Essa etapa depende do trabalho manual desses catadores e catadoras inseridos nas cooperativas, haja vista que o uso da tecnologia de segregação não é eficaz nesse processo, porém a precariedade local em que esses catadores atuam dificulta a produtividade da atividade, assim como inviabiliza a manutenção e registro do controle das quantidades, tipos e formas de reciclagem de cada item selecionado.

A atividade de catação ainda é caracterizada por uma condição insalubre, penosa e perigosa, portanto, engloba vários riscos, tais como: físicos, patológicos, psicológicos e também ambientais, que afetam os comportamentos sociais dessas

pessoas (Bastos & Figueiredo, 2018). Isso porque além da natureza da atividade, os locais onde as cooperativas estão instaladas não oferecem condições essenciais e por vezes se tornam insalubres, aliados à precarização de equipamentos, pois muitas vezes são ineficazes, não atendem às especificidades das tarefas a serem executadas, com pouco manejo das ferramentas de trabalho, quando estas existem, além da ausência do uso de equipamentos de proteção individual – EPI, ponto alto na segurança de trabalho e que contribui para minorar os possíveis riscos.

Além disso, outros obstáculos são considerados, como a falta de capacitação técnica em relação ao gerenciamento e regulamentação da comercialização dos produtos recicláveis. Considerando que a maioria das cooperativas não possui gestão qualificada na administração operacional, financeira e de planejamento, dificultando o processo de repasse do material às recicladoras. Esses desafios se estendem durante a negociação dos seus materiais recicláveis, que muitas vezes são comercializados por intermediários.

Haja vista que as cooperativas não possuem documentação ativa (nota fiscal, pagamento de PIS e COFINS, entre outros tributos) para comercialização direta com as grandes recicladoras, o que favorece uma menor contribuição nos lucros da venda dos materiais, pois não conseguem chegar na ponta da negociação com as indústrias. Por outro lado, para que essa ligação de negócio seja construída, faz-se necessária uma maior estruturação da rede de cooperativas dentro da cadeia logística dessas organizações, pois na maioria das vezes são sucumbidas pelo empresariado que já domina a cadeia industrial produtiva por excelência.

Segundo Bastos & Figueiredo (2018), os catadores e catadoras contribuem para a construção de uma sociedade sustentável, considerando que o garimpo e seleção realizados por eles - em muito - contribuem para a diminuição do impacto no meio ambiente. Já que com o desvio dos materiais que seriam descartados na natureza e levariam décadas para a sua decomposição, ganham novas atribuições no processo de reciclagem e/ou reúso dos produtos, sendo assim, é notório que eles colaboram com a redução de maiores adversidades no meio ambiente.

No que se refere ao processo de segregação dos resíduos recicláveis no local de geração, isto é, pelos cidadãos geradores de resíduos, considera-se que não há efetividade no processo. Haja vista que o hábito de separação dos resíduos ainda

está em construção, necessitando ser solidificado. Para tanto, essa consolidação de práticas sustentáveis, desde a geração, deve ser fomentada através de políticas públicas de coleta seletiva e educação ambiental.

Como referência da importância das práticas da educação ambiental, a Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9.795/1999, aborda, no art. 5º, os seus objetivos fundamentais associados ao desenvolvimento da cidadania:

[...] I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos; II - a garantia de democratização das informações ambientais; III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social; IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania; V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade; VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia; VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade (Brasil, 1999).

Vê-se que tais ações interferem no cenário dos resíduos sólidos recicláveis, dentro dos aspectos da qualidade do material que será enviado para as cooperativas e o processo de reciclagem. Bem como práticas de cidadania que fortalecem a preservação ambiental e o pensar coletivo - contribuindo com os catadores, os quais dependem da comercialização desses resíduos para sua sobrevivência.

Segundo a referência do Compromisso Empresarial para Reciclagem - CEMPRE (2017), entre os anos de 2012 a 2016, cerca de 702 Cooperativas e Associações de catadores de materiais recicláveis foram beneficiadas, através de ações vinculadas à capacitação, gestão, estruturação e adequação, em atenção às fases e compromissos previstos no cumprimento do Acordo Setorial pelas empresas signatárias.

O suporte às cooperativas, ao ser realizado pelas empresas, objetiva o crescimento do processo de operacionalização das etapas de triagem e instalações de PEVs em várias regiões. Bem como o apoio no desenvolvimento de soluções técnicas, o que contribui para a reciclagem de embalagens e minimização de

matéria-prima utilizada, no intuito de valorizar a economia de recursos naturais e produção mais limpa (CEMPRE, 2015).

Para Pinheiro & Francischetto (2016), o mercado da reciclagem é vantajoso, tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico. Porém existe uma grande desigualdade associada aos atores envolvidos nesse processo. Visto que as empresas recicladoras possuem altos índices de lucros, já os catadores de materiais recicláveis, o principal integrante nesse processo, vivenciam uma realidade precária. Para o autor, apesar da Política Nacional de Resíduos incorporar a reciclagem como um mecanismo de inclusão, com a participação dos catadores, ainda assim, os cooperados têm ampla desvantagem em relação aos outros participantes da atividade.

A Tabela 9 apresenta o quantitativo de municípios brasileiros com iniciativa de coleta seletiva, tendo como dados de referência a pesquisa ABRELPE (2017). Em comparação aos anos de 2016 e 2017, a pesquisa indica um pequeno avanço das iniciativas de coleta seletiva entre os municípios brasileiros. Apesar disso, 1.647 municípios, no ano de 2017, ainda não promoveram nenhuma prática de coleta seletiva.

Tabela 9- Quantitativo de municípios brasileiros com iniciativa de coleta seletiva

Quantitativo de municípios brasileiros com iniciativa de coleta seletiva		
Ano	2016	2017
Sim	3.878	3.923
Não	1.692	1.647
Total	5.570	

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2017).

A Política Nacional destaca em seu Art. 44º, Inciso II, que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, no âmbito de suas competências, poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios em relação a: “(...) projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda” (Brasil, 2010).

Dessa forma, a Política incentiva ações de todas as esferas administrativas, que deveriam beneficiar os catadores de materiais recicláveis em suas atribuições. Portanto, para que o papel das cooperativas de materiais recicláveis seja reconhecido, a legislação deve ser aplicada de forma mais rigorosa e efetiva, garantindo que as ações sejam efetivas e inclusivas na busca de melhores condições de trabalho para todos os catadores e catadoras envolvidos no processo.

### **3.4.**

#### **As cooperativas de catadores de materiais recicláveis e o seu potencial de coleta de materiais plásticos: o caso da COOPAMA e da COOP IDEAL**

Consideramos importante - antes de entrar na análise do potencial de coleta de resíduos plásticos nas cooperativas, campo de nosso estudo - caracterizá-las, brevemente, para melhor entendimento a respeito de sua estrutura e capacidade de organização, pois foram selecionadas para o trabalho de campo por serem cooperativas contempladas para serem apoiadas pelo Acordo Setorial de Embalagens, celebrado em novembro de 2015, tanto na fase 1 como na fase 2, tanto no que diz respeito ao processo de capacitação de seus membros como no investimento em equipamentos e infraestrutura, assim como no acompanhamento na busca da efetiva estruturação da logística reversa.

A Cooperativa Popular Amigos do Meio Ambiente Ltda. - COOPAMA tem sua sede localizada na Rua Miguel Ângelo nº 385, bairro Maria da Graça, Rio de Janeiro, ocupando um galpão alugado para o seu o funcionamento. Tem documentação ambiental de acordo com a legislação, mas não possui terreno próprio e nem cedido pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana da cidade do Rio de Janeiro - COMLURB, fator que consideramos dissonante da lei 12.305/2010, no tocante ao apoio efetivo para que se tornem parceiros da gestão integrada de resíduos sólidos.

O universo da COPAMA é constituído por trinta e dois associados, funcionando como uma estrutura de rede de cooperativas, verificamos ainda - no trabalho de campo - que tem um espaço amplo para o desenvolvimento das atividades de separação, seleção, prensagem e armazenamento dos materiais

potencialmente recicláveis, portanto, tem potencial para recebimento de grandes volumes, podendo ser comercializado todo tipo de material.

Já a COOPER IDEAL, que embora tenha sua sede registrada oficialmente na Rua Almirante Midose, Lote 25 Quadra 41 - Jardim Gramacho - Duque de Caxias, a estrutura de trabalho física se localiza na Rua Miguel Ângelo nº 385, bairro Maria da Graça, RJ, e ocupa um galpão alugado para o funcionamento, o que dá a chancela de ser apoiada pela COMLURB.

Tem um universo de 12 associados, funcionando como uma estrutura de rede de cooperativas, e pudemos verificar ainda que - no tocante à documentação ambiental - a cooperativa possui documentação de acordo com a legislação, mas não dispõe de terreno próprio e nem cedido pela COMLURB. Porém o espaço é bem amplo para a atividade que desenvolvem, tendo boas condições de armazenamento e recebimento de grandes volumes, o que garante que possa ser comercializado todo tipo de material. Apenas registrando como dificuldade a necessidade da posse de caminhão para coleta de materiais doados, portanto, são reféns e dependentes do empréstimo do caminhão da prefeitura, mas para garantir a continuidade do trabalho, são obrigados a alugar veículos, o que impacta diretamente na lucratividade da cooperativa.

O sistema de coleta e recebimento de material potencialmente reciclável, implementado pelas cooperativas, se constitui através de diversas fontes, que vai desde doações de resíduos pós-consumo de empresas públicas ou privadas, assim como através da COMLURB pela via do Sistema de Coleta Seletiva da Cidade do Rio de Janeiro, que atende - na atualidade - 113 bairros da cidade, segundo dados do site da referida companhia, recolhendo 1.700 ton/mês, através do recolhimento porta a porta. O material é destinado para 22 núcleos de cooperativas de materiais recicláveis, cadastrados junto à COMLURB, que recebem - conforme a legislação - os materiais recicláveis da coleta seletiva.

Segundo o diagnóstico dos resíduos recicláveis elaborado pela COMLURB (2017), o plástico é o material de maior representação, seguidos pelo papel e papelão, vidro e metal, conforme demonstra a Gráfico 7. No entanto não se tem clareza se todo material é destinado efetivamente para as cooperativas.

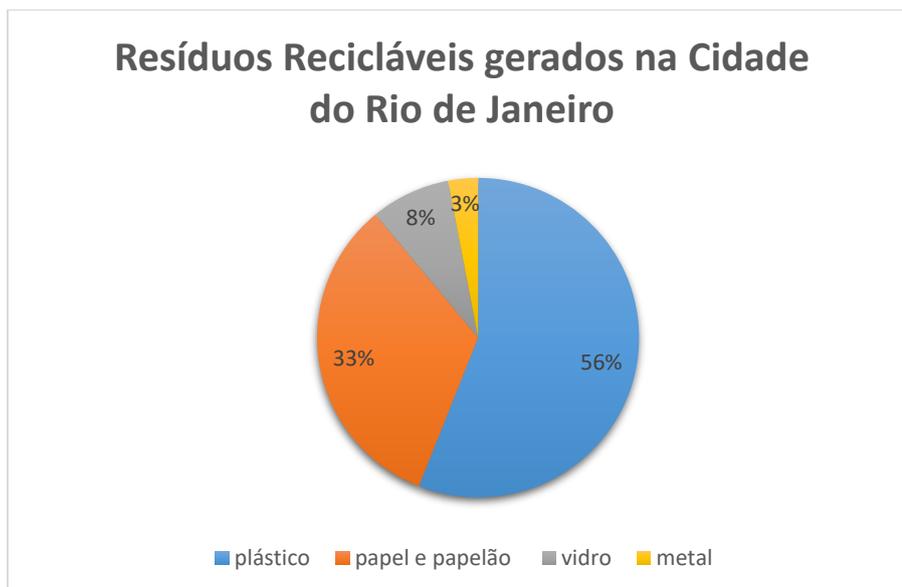


Gráfico 7- Composição física da fração reciclável dos RSD gerados na Cidade do Rio de Janeiro, em 2017.

Fonte: Quitaes et al. (2018).

A pesquisa de campo permitiu aprofundar o conhecimento sobre qual a origem, volume e forma em que os resíduos plásticos chegam às cooperativas, uma vez que foi observada a realidade na prática, inclusive quais os mecanismos de triagem dos materiais plásticos são empreendidos pelos catadores e catadoras de materiais recicláveis. E ainda quais são os de maior interesse pelas cooperativas, no tocante ao valor agregado para comercialização e quais as dificuldades apontadas no que se refere ao quantitativo de materiais recebidos para triagem.

Dessa forma, por meio do trabalho de campo nas duas cooperativas, foi possível levantarmos dados quantitativos a respeito dos resíduos plásticos arrecadados, selecionados e reinseridos na cadeia produtiva industrial, fator que auxiliou na análise, embora reconheçamos que se constitui como uma amostra da realidade da reciclagem de resíduos plásticos no Rio de Janeiro.



Figura 3- Galpão da cooperativa Cooper Ideal.

Fonte: O autor.



Figura 4- Galpão da cooperativa Coopama.

Fonte: O autor.

Consubstanciadas nas informações cedidas pelas cooperativas, nos foi possível identificar que a relação de arrecadação e venda dos resíduos sofrem inúmeras variações, dependendo com isto de vários fatores, entre eles: o período de sazonalidade, que interfere diretamente no interesse da indústria em comprar o material, a qualidade dos resíduos, o quantitativo do material recebido/coletado, pois o volume interfere no valor e processo de comercialização, além do número de cooperados no exercício da separação, coleta e armazenamento dos resíduos, entre outros fatores.

O Gráfico 8 demonstra o quantitativo de plásticos arrecadados pela cooperativa Coopama referente aos meses de fevereiro a outubro de 2018. A análise

indica que os meses de fevereiro e março representou maior arrecadação de materiais plásticos em relação aos demais meses. O mês de fevereiro representou um montante de 9 mil kg de materiais plásticos e o mês de março cerca de 11 mil kg com potencial para a venda. Reforçando assim, os meses de maior lucro na venda desses materiais representado pelo Gráfico 9, que corresponde ao valor de 12 mil reais.

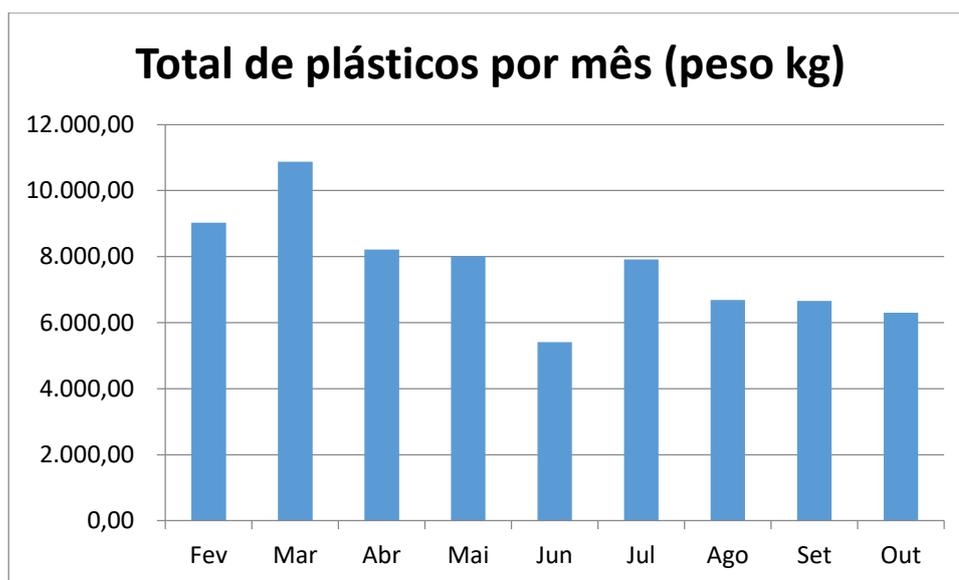


Gráfico 8- Total de plásticos arrecadados dos meses de fev. a out. /2018 – Cooperativa Coopama.

Fonte: O autor (2018).



Gráfico 9- Valores de arrecadação de venda dos materiais plásticos – Cooperativa Coopama.

Fonte: O autor (2018).

Essas variações nos quantitativos de materiais plásticos arrecadados entre os meses foram justificados por algumas dificuldades. Tais dificuldades foram apontadas pelos representantes das cooperativas abordadas como: a diminuição da frota dos caminhões de fornecimento dos materiais recicláveis pela COMLURB, de dezesseis caminhões para treze. Alguns ainda não chegam às cooperativas e são desviados para outros locais. Dessa forma, a falta de material afetou diretamente o montante final de saída dos materiais para o negócio. Outro obstáculo apontado se refere ao fluxo de cooperados que entram e saem das cooperativas, afetando o processo final de material agregado, pela carência de pessoal.

O Gráfico 10 demonstra o quantitativo de plásticos arrecadados pela cooperativa Cooper Ideal referente aos meses de janeiro a outubro de 2018. A análise indica que o mês de março representou a maior arrecadação de materiais plásticos em relação aos demais meses, com um montante de quase 14 mil kg de materiais plásticos. Reforçando assim, o mês de março como o maior lucro em potencial na venda desses materiais representado pelo Gráfico 11, correspondente a um valor de aproximadamente 14 mil reais.

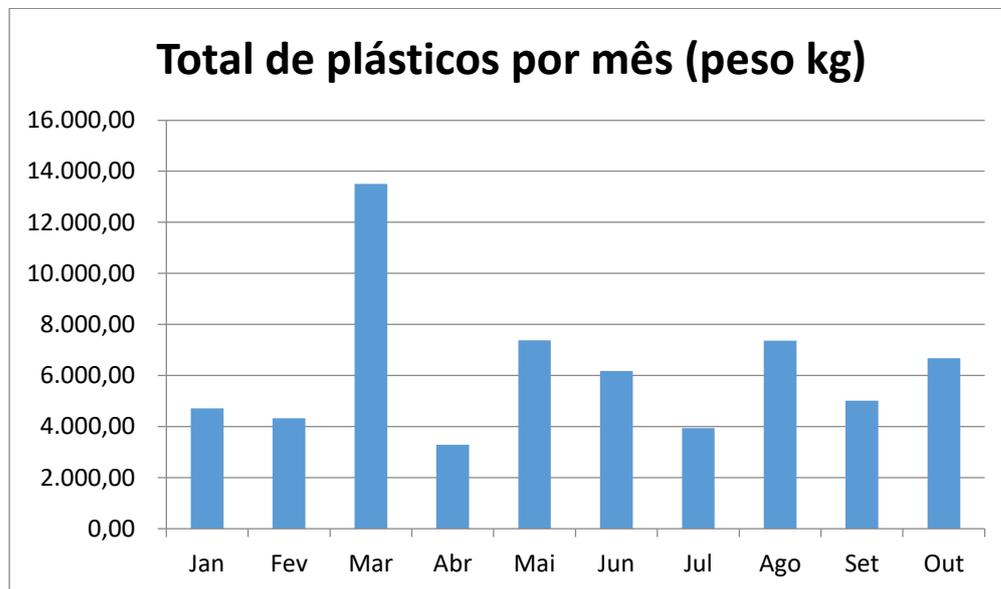


Gráfico 10- Total de plásticos arrecadados dos meses de fev. a out. /2018 – Cooperativa Cooper Ideal.

Fonte: O autor (2018).

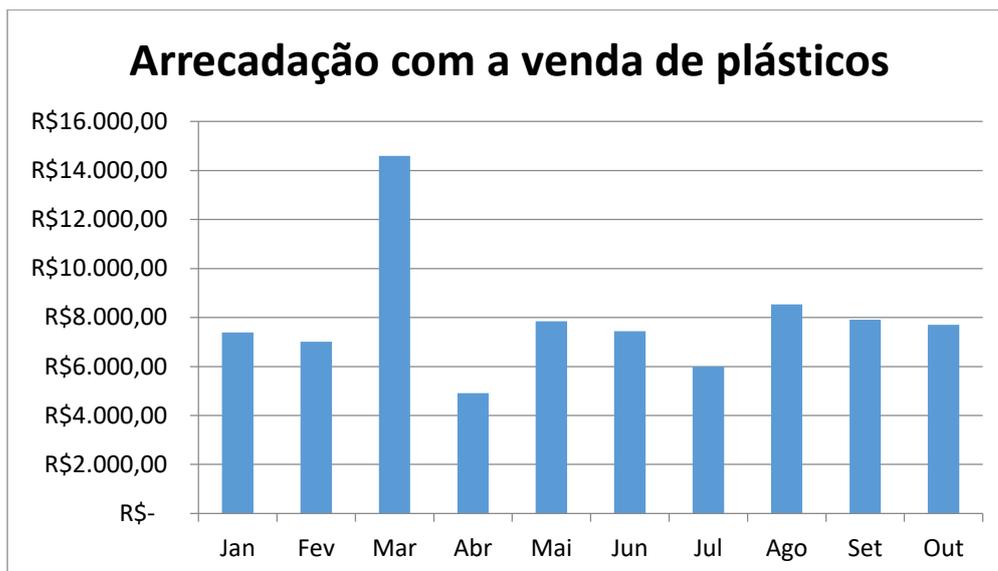


Gráfico 11- Valores de arrecadação de venda dos materiais plásticos – Cooperativa Cooper Ideal.

Fonte: O autor (2018).

Os tipos de plásticos de maior comercialização pelas cooperativas relacionadas são: o PET branco e colorido, representado pelo material com maior valor agregado, seguidos pelo PEAD Branco, PP Branco e Misto, PEAD Colorido, PP colorido, PET óleo, Plástico-Filme Branco, Plástico-Filme Cristal, Plástico-Filme Silcado e Plástico-Filme Colorido, representado pela Figura 5. No que se refere ao volume de material plástico comercializado entre janeiro e outubro, no geral, houve uma redução do quantitativo da maior parte dos materiais recebidos, acarretando o aumento do valor por kg de resíduo plástico vendido.



Figura 5- Tipos de plásticos presentes nas cooperativas.

Fonte: O autor (2018).

Portanto, diante da análise das informações, percebe-se que há um grande volume de materiais plásticos encaminhados para as cooperativas, o que indica um elevado consumo de produtos plásticos pela população. Isso evidencia o desafio na correta manipulação dos resíduos plásticos.

As diversas características e tipos de plásticos estudados, bem como a qualidade do material recebido nas cooperativas e a variação de valores, indicam uma dificuldade na negociação desse material para a reciclagem. Entende-se ser fundamental práticas que modifiquem as técnicas atuais de fabricação dos plásticos, para soluções que atenuem os impactos socioambientais, causados pela sua crescente produção, através de ações inovadoras, no tocante ao manejo dos resíduos plásticos e sensibilização em ações em prol da coleta seletiva e integração efetiva dos catadores de materiais recicláveis no processo.

## 4

# Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Proposta alternativa de redução de consumo de plástico no Brasil

### 4.1.

#### Contextualização sobre Sustentabilidade

Para compreender como o desenvolvimento de produtos sustentáveis pode contribuir como vantagem na estratégia de minimização da geração de resíduos e também, conseqüentemente, contribuir com a redução dos possíveis impactos ao meio natural, torna-se importante compreender o conceito de desenvolvimento sustentável.

A Comissão Mundial do Meio Ambiente, em 1987, produziu o chamado *Relatório de Brundland*, “Nosso Futuro Comum”. Esse relatório discutiu as conseqüências de estudos e discussões ambientais de anos, gerando como resultado o conceito de desenvolvimento sustentável. Definido como: (...) “aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem a suas necessidades e aspirações” (Boff, 2015).

Esse conceito continuou sendo amplamente discutido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992 (Eco 92). Nessa conferência, obteve-se como resultado a Agenda 21, que foi definida como um mecanismo de ações voltadas para a sustentabilidade. Através da justiça social, conservação ambiental e desenvolvimento.

Dessa forma, essas definições continuaram sendo abordadas, como na Conferência Rio+20, em 2012, na qual foi apresentada uma reflexão do progresso e regresso do desenvolvimento sustentável. Discorrendo sobre discussões de temas, como: sustentabilidade, economia verde e governança global (Boff, 2015).

Para Silva & Travassos (2008), ainda que as atividades de exploração, fabricação e aquisição sejam partes frequentes dos problemas ambientais, constata-se uma intenção de mudança na conduta por parte dos atores sociais. É notável o interesse no tocante às questões ambientais e à procura ao conhecimento das informações atuais, introduzindo as vertentes de sustentabilidade no cotidiano.

Já Lima (2002) afirma que a intensificação de impactos ambientais, que anteriormente eram entendidos como consequência do crescimento da globalização, no presente, aponta para uma nova perspectiva. As interferências ambientais passaram a estimular interesses aplicados ao conhecimento sobre as adversidades ao meio ambiente. Porém esse despertar ainda significou alterações expressivas no estilo de vida das pessoas e em relação às estratégias de consumo.

Para Manzini (2011), entende-se a sustentabilidade como um objetivo, ou seja, um propósito a ser alcançado, e não uma linha a ser seguida. O autor aborda que nem todas as ações propostas, no tocante ao meio ambiente, são efetivamente sustentáveis. Para essa avaliação, as propostas desenvolvidas devem atender a algumas condições que consideram se são verdadeiramente sustentáveis.

Os requisitos impostos pelo autor são baseados em premissas que devem estar articuladas com projetos de produtos de fontes renováveis. E também o não acúmulo de resíduos, sobretudo os resíduos que não são aptos à renaturalização, aqueles que ao se degradarem apresentam características aproximada ao aspecto natural, com menor interferência negativa no contexto ambiental. Bem como práticas individuais de controle quanto ao uso de recursos naturais (Manzini, 2011).

Para fortalecer, desenvolver e ampliar a sustentabilidade, é importante considerar produtos, serviços e atitudes diferentes das realizadas atualmente. Devem ser evidenciados novos cenários com ações baseadas em hábitos mais sustentáveis, de forma a incentivar meios de produção que correspondam à busca do bem-estar pelos atores sociais, aliados ao consumo mínimo de recursos naturais (Manzini & Vezzoli, 2011).

Desse modo, é importante ressaltar que com o avanço da produção de bens de consumo, um novo posicionamento direcionado para ações globais de sustentabilidade deve ser implementado, através de práticas participativas na gestão de resíduos com aplicação do desenvolvimento sustentável. A fim de que os cidadãos estejam motivados e se comprometam em apresentar soluções e propostas construtivas em relação aos obstáculos crescentes na gestão de resíduos (Jacobi, 2006).

Para Zanin & Mancini (2015), a inclusão da sustentabilidade, nesse contexto, retrata ações diferenciadas em diversas vertentes. Atuações do poder público, da cadeia produtiva e da sociedade do consumo, em relação à gestão de resíduos e à preservação da natureza. Exemplos dessas ações são fundamentados na eficácia da coleta, tratamento dos resíduos e disposição adequada de todos os componentes do produto.

Outra ação que retrata a sustentabilidade é caracterizada pela redução dos resíduos no processo de geração. Assim, novos comportamentos estão sendo inseridos na sociedade, desde a fonte geradora, proporcionando uma busca por mudanças no sistema de gestão e a priorização da manutenção do meio ambiente (Zanin & Mancini, 2015).

Para Manzini (2011), um sistema eficiente de produção e consumo deve estar inserido nas aplicações da ecologia industrial. De forma que os processos tecnológicos e naturais sejam introduzidos simultaneamente, incorporando processos produtivos que causam um menor impacto ambiental. Sendo assim, atribuindo também o processo da desmaterialização dos produtos, que se trata da redução de forma evidente da quantidade e intensidade de materiais, agregados ao produto dos serviços essenciais para atender ao bem-estar da sociedade.

Na visão de Manzini & Vezzoli (2011), as vertentes da eficiência, suficiência e eficácia estão fundamentadas de forma bastante significativa nas ações para esse novo cenário sustentável. Na linha da eficiência, integra-se a mudança técnica devida através de métodos de produção mais adequados. Desse modo, para atingir a sustentabilidade, deve-se incorporar produtos limpos e recicláveis no processo de produção.

Na linha da suficiência, integra-se a necessidade da mudança cultural atrelada ao consumismo, à inserção de produtos biológicos e biodegradáveis, que representam exemplos do percurso para essa mudança. A linha da eficácia é entendida como a solução mais possível, pois se trata do equilíbrio entre as outras duas vertentes. O percurso para atingir a sustentabilidade baseia-se na implantação de produtos e serviços ecoeficientes, que, por sua vez, são definidos como sistemas que utilizam o mínimo de material e recursos naturais nas técnicas de fabricação (Manzini & Vezzoli, 2011).

Portanto, a sustentabilidade se traduz em ações adotadas para que a Terra e seus recursos naturais sejam preservados, protegidos e seguros. Os consumidores devem adotar alternativas favoráveis ao meio ambiente, baseadas nas consequências das suas próprias escolhas. Assim, essas ações compreendem o equilíbrio de todas as relações da natureza.

#### **4.2. Produtos Sustentáveis**

Para a efetivação da sustentabilidade, é essencial incluir os produtos sustentáveis como parte do processo. Durante a elaboração e inclusão de produtos sustentáveis, devem ser analisadas as fases do ciclo de vida, assinalando, em cada fase, as possíveis adversidades e propósitos a serem alcançados em defesa da sustentabilidade. De modo que se tenha o propósito de alcançar a ecoeficiência, ou seja, o processo de produção, distribuição, uso e descarte, visando reduzir os impactos ao meio ambiente (Manzini & Velozzi, 2011).

O desenvolvimento de produtos sustentáveis, na visão de Tingstron & Karlsson (2006), é assimilado através das fases de um sistema de produção. Considerando que os consumidores conscientes incorporam um importante papel no desenvolvimento ambiental das empresas. De modo que esses consumidores forcem as empresas a inserirem em seu processo produtivo atribuições ambientais.

A Figura 6 indica as etapas no desenvolvimento de produtos sustentáveis. Dessa forma, o uso do produto e seu resíduo pós-consumo geram dois fluxos: o de materiais, que envolve o reúso ou reciclagem, encontrados na etapa de fabricação; e o segundo fluxo envolve a verificação das consequências ambientais atribuídas em cada etapa, visto que impulsiona maior compreensão do produto (Karlsson & Tingstron, 2006).

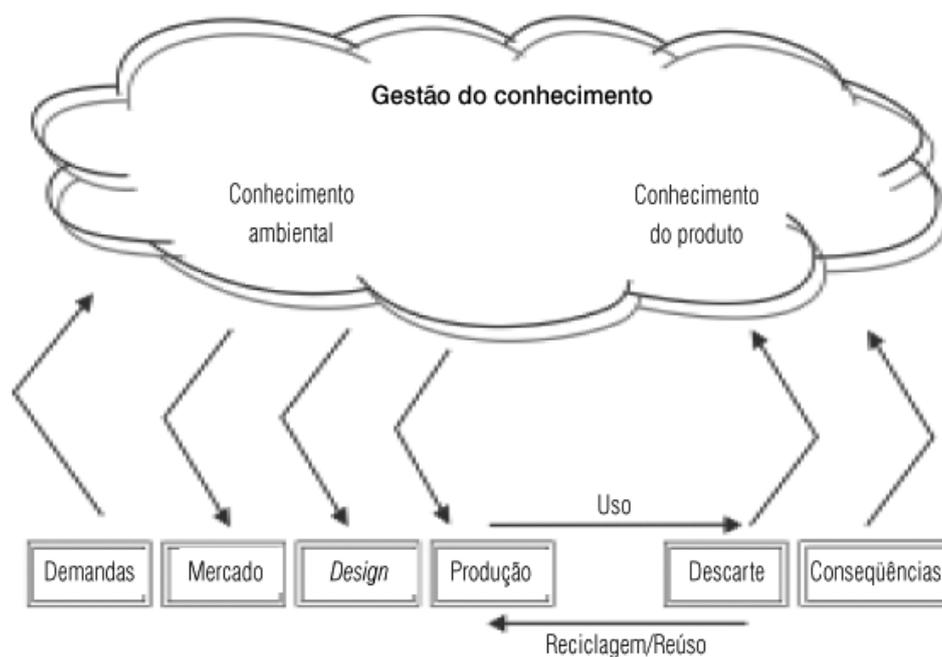


Figura 6- Processo de desenvolvimento de produtos sustentáveis.

Fonte: Tingstrom & Karlsson (2006).

Ainda na visão de Manzini & Velozzi (2011), existem algumas estratégias básicas de inclusão das condições ambientais necessárias para o desenvolvimento de produtos e dos serviços. Essas estratégias se resumem em reduzir o uso de recursos materiais e energia, seleção de recursos e procedimentos de menor impacto ambiental, esta escolha é extremamente importante. Bem como melhoria da vida útil dos produtos, extensão da vida dos materiais e facilidade de desmontagem.

Para Vezzoli (2010), a análise da sustentabilidade de um produto tem que ser verificada pela sua função, ao invés da análise do produto físico. Dessa forma, após estudos mais precisos em relação à sustentabilidade, a importância dessa análise foi conduzida considerando o design para inovação. Através de sistemas ecoeficientes e não apenas a avaliação do produto em si.

No que se refere aos plásticos, o grande diferencial se centraliza na origem da matéria-prima, principalmente os provenientes de recursos naturais. Os plásticos originados de materiais biológicos têm se tornado de grande relevância por não utilizarem fontes de origem petroquímica. Esses plásticos se degradam de forma mais acelerada e os processos que envolvem sua origem se apresentam de forma simples e limpa (Santos et al., 2014).

Nesse sentido, a título de exemplo de estratégia sustentável, a Braskem, empresa líder em produção de resinas termoplásticas, incluiu em sua fabricação o polietileno verde. Esse produto é produzido a partir da cana-de-açúcar, de origem 100% renovável e resulta da associação entre inovação, tecnologia e sustentabilidade (Braskem, 2016).

Frente às inovações de sustentabilidade, a empresa Braskem assume uma produção anual de 200 mil toneladas de Plástico Verde. A empresa já é responsável pela maior produção petroquímica das Américas, com uma produção anual superior a 20 milhões de toneladas de resinas termoplásticas e petroquímicos básicos. Atualmente, tem se destacado também como produtora mundial de biopolímeros, com fonte 100% renovável (Braskem, 2016).

A Braskem também aderiu ao compromisso voluntário de melhores práticas para redução de perdas de matérias-primas na produção de embalagens, em seus processos, até 2020. Além disso, aderiu aos compromissos setoriais de reutilização, reciclagem e recuperação das embalagens plásticas até 2040 (Braskem, 2018).

Como estratégia de inovação no mercado atual, algumas empresas que utilizam plásticos em seus produtos, preocupadas com os aspectos ambientais estão aderindo ao sistema de fabricação com processos sustentáveis. Pelo fato de que os alguns consumidores estão se tornando mais conscientes dos impactos dos produtos descartáveis e estão recusando produtos de uso único. Visto isso, muitas empresas de grande e pequeno porte já anunciaram substituições no sistema de seus produtos (ONU, 2018).

Com o objetivo de mudança nos padrões de produção e consumo por meio de práticas sustentáveis, considera-se essencial a participação mais atuante da administração pública nesse contexto. Através da imposição na legislação ambiental quanto aos critérios de qualidade ambiental, alerta-se os consumidores quanto à escolha de produtos menos agressivos ao meio ambiente e redução na geração de resíduos. Assim como imposição aos fabricantes quanto à produção de artefatos que gerem menos impacto ambiental em todo seu ciclo de vida.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art. 8º, Inciso VI, descreve como um dos instrumentos:

[...] A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos (Brasil, 2010).

E, no seu Art. 42, Inciso II, incentiva o “... desenvolvimento de produtos com menores impactos à saúde humana e à qualidade ambiental em seu ciclo de vida” (Brasil, 2010).

Portanto, para avaliar a sustentabilidade nos produtos, é importante detectar seus impactos. Para isso, o produto deve ser avaliado em cada etapa, todos os elementos que o envolvem, desde a aquisição da matéria-prima, etapas da produção, consumo, metodologia da produção e a geração de resíduos. Dessa forma, englobando-se as estratégias de análise do ciclo de vida.

### **4.3. Consumo Consciente**

Entendemos que a lógica do consumo consciente tem inúmeros sujeitos, dentre eles, o estado – o qual deve ter a responsabilidade de construir uma sociedade mais consciente dos seus deveres e obrigações, e uma das ações a serem desenvolvidas está centrada na proposta da educação ambiental.

A Política Nacional de Educação Ambiental, em seu art. 3º, evidencia a responsabilização do Poder Público pelo processo educativo mais amplo e o direito de todos à educação ambiental “... ao Poder Público, definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente (Brasil, 1999).

Visto que, apesar das imposições descritas em lei da promoção e priorização da educação ambiental pelo poder público, o que presenciamos é a aplicação de um modelo econômico em desacordo com o consumo sustentável. Esse modelo atual favorece o consumo exacerbado e o desperdício. Diante disso, as ações explicitadas na legislação de construção de políticas públicas que orientem o consumidor e o comprometimento voltado para a conservação ambiental necessitam ser efetivadas.

Além disso, os consumidores devem ser alertados sobre as consequências do consumo excessivo e os efeitos sobre o meio ambiente. Haja vista que a atividade de compra e exploração de matérias-primas, de forma acentuada, produz efeitos negativos social, econômico e ambientalmente.

A Política Nacional de Educação Ambiental, em seu art. 2º, destaca que “a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (Brasil, 1999).

Algumas práticas globais, em relação ao consumo consciente, já foram estabelecidas através da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU). Essa agenda apresenta os 17 compromissos para o Desenvolvimento Sustentável. Do qual um dos objetivos globais apresentados, o Objetivo 12, é assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

O Objetivo de Padrões e de Consumo Sustentáveis tem por finalidade a implementação de um Plano global a cada dez anos sobre Produção e Consumo Sustentáveis. Além disso, tem o propósito de atingir a gestão sustentável e o uso eficiente de recursos naturais e reduzir o desperdício de alimentos até 2030. Bem como até 2020 atingir o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, durante o ciclo de vida dos produtos, de forma a reduzir os impactos de contaminantes sobre a saúde humana e meio ambiente.

E ainda tem o propósito de - até 2030 - reduzir a geração de resíduos através de ações de prevenção, redução, reciclagem e reúso. Bem como garantir que os cidadãos tenham acesso às informações importantes sobre conscientização para o desenvolvimento sustentável e adotem estilos de vida sustentáveis. Além disso, incentivar as empresas a adotar práticas sustentáveis, promover as compras públicas sustentáveis, apoiar países em desenvolvimento com suas capacidades científicas e tecnológicas no caminho de padrões mais sustentáveis de produção e consumo. E, por fim, desenvolver e implementar mecanismos de monitoramento dos impactos do desenvolvimento sustentável para o turismo sustentável. E reduzir os subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis.

A relevante contribuição de Mansini & Vezzoli (2002), mesmo antes da publicação da lei pertinente à gestão de resíduos, afirmava que os consumidores precisavam estar informados sobre as consequências que uma má escolha pode gerar sobre o meio ambiente. De forma que os consumidores deveriam estar orientados sobre o produto adquirido, considerando não só a redução extrema do consumo excessivo, mas o consumo de forma eficiente. Procurando dar preferência a produtos sustentáveis e com pouca embalagem, que contribuem para uma cidade mais limpa e atenta aos valores ambientais.

Na mesma vertente, Pinto (2016) argumenta que é fundamental que a sociedade moderna adote o consumo consciente, que se trata de um consumo com mais qualidade e de maneira responsável. Fundamentado em uma sociedade preocupada com o coletivo e que tenha comprometimento socioambiental. Tendo como direcionamento as mudanças no estilo de vida por interferência em seus comportamentos mais conscientes.

Por outro lado, o atual grau de degradação da situação ambiental global e a percepção dos impactos, além do avanço do conhecimento sobre as causas e efeitos, neste percurso, têm provocado o mercado. Ações para a promoção do desenvolvimento tecnológico para reduzir os efeitos adversos ao meio ambiente têm sido abordadas em diversos setores. Braungart & McDonough (2014) informa que a combinação entre desenvolvimento e os impactos nocivos é um dos temas atuais mais argumentados.

Para Lobato (2017), antes de introduzir as formas de reutilização e reciclagem, é essencial que se reduza o consumo. Evitar o consumo de embalagens, dispensar o uso de sacolas plásticas, evitar o consumo insustentável. Quando o consumo for indispensável, a melhor conduta é a reutilização dos produtos, seguido da reciclagem. Portanto, a prioridade é reduzir o consumo, pois assim a demanda e produção dos produtos diminuem, gerando menor quantidade de resíduos.

Por fim, quando a sociedade retém os esclarecimentos corretos sobre os materiais plásticos, reconhece suas adversidades pós-consumo e pratica o consumo consciente. Bem como compreende o processo do uso e descarte adequados. Essa sociedade passa a ser um agente atuante na conservação ambiental.

#### 4.4.

#### **Bioplásticos como alternativa para a redução dos impactos associados aos plásticos**

Os bioplásticos são definidos como tipos de polímeros originados de fontes renováveis, que integram a inovação tecnológica e sustentabilidade. Existem diversos tipos de bioplásticos com propriedades importantes, como a biodegradabilidade, compostabilidade, biocompatibilidade, hidrofília, entre outras. As características e potencialidades de aplicações são bastante distintas (Hiratuka, et al., 2008).

O início do mercado mundial de bioplásticos se destacou na década de 70, quando as indústrias introduziram a fabricação de plásticos biodegradáveis. Porém diversos impasses foram identificados, tais como problemas de eficiência, legislação e condicionantes para a utilização dos produtos, isso fez com que a produção desses polímeros tivesse uma redução. Tais impasses se estenderam na década seguinte, até que indústrias localizadas nos Estados Unidos e Europa produziram polímeros inteiramente biodegradáveis de boa qualidade (Fechine, 2013).

A procura para inserção dos biopolímeros no mercado iniciou-se com base em razões ambientais, sociais e econômicas. A alta nos preços do petróleo e gás natural motivou os produtores de polímeros a buscarem outras alternativas no fabrico dos seus produtos, tais como a produção de plásticos a partir de fontes renováveis. E essa iniciativa despertou interesses de empresas para a comercialização (Borschiver, et al., 2008).

E, assim, empresas como a Monsanto, norte-americana, a Cargill Dow Polymers, Biopol, entre outras, seguiram com a produção comercial de plásticos biodegradáveis de origem renovável. No entanto, na década de 90, foram introduzidos, no mercado, polímeros biodegradáveis de origem petroquímica, que se justificaram por apresentar melhor resistência em seu material. Além do menor custo na produção por utilizar matéria-prima não renovável (Fechine, 2013).

Um outro ponto bastante considerável no que se refere aos bioplásticos está relacionado com suas características de biodegradabilidade. Ou seja, em condições ideais, em ambientes microbiologicamente eficientes, eles se tornam

biodegradáveis e se decompõem em dióxido de carbono, metano e água, de forma relativamente rápida. E, assim, reduz-se os efeitos que seriam materializados pelas resinas de plásticos convencionais (Pradella, 2006).

Com a intensificação na busca de opções menos agressivas ao meio ambiente, as indústrias têm fortalecido a incorporação desses produtos em seu meio produtivo. Porém estudos advertem que seja elaborada uma análise precisa desses materiais quanto à sua biodegradabilidade e sobre se favorecem - de fato - o meio ambiente. O consumo responsável também deve estar inserido nesses produtos, prezando inicialmente pela não geração de componentes plásticos e possíveis soluções ambientalmente adequadas (Hiratuka, C. et al., 2008).

Os biopolímeros são produzidos através de fontes renováveis, como milho, cana-de-açúcar, celulose, amido e apontam para um ciclo de vida mais reduzido em relação ao plástico oriundo de fonte não renovável. Estes apresentam menor impacto ambiental devido aos seus componentes serem degradáveis por ação de micro-organismos (Vista et al, 2015).

Sendo assim, incorporam melhor alternativa em relação à produção de plásticos descartáveis de curto ciclo de vida, como é o caso das embalagens plásticas convencionais. Tendo em vista a preocupação ambiental que esses utensílios causam ao serem descartados diariamente, sem a adequada reinserção na cadeia produtiva. Pois o retorno pós-consumo desse tipo de material não atribui vantagem econômica e ambiental, como será esclarecido mais adiante.

Para Eisele et al (2015), a indústria da reciclagem, apesar de ainda necessitar de suportes, possui função essencial na cadeia produtiva dos bioplásticos, tanto quanto nos polímeros petroquímicos. E correspondem às seguintes fases: Entrada de matéria-prima, transporte e logística, produção e processamento, transformação e design, uso e manutenção, reúso e reciclagem.

Em nível global, o volume de bioplásticos no mercado mundial é cerca de 18,3 milhões de toneladas anuais. Tendo em vista que o mercado global de plásticos convencionais e polímeros sintéticos representa aproximadamente 300 milhões de toneladas anuais, os bioplásticos representam apenas 6% desse total (European

Bioplastics, 2017). Em 2016, a produção mundial representou menos de 0,75% do mercado de polímeros (European Bioplastics).

Mas com a evolução tecnológica e o aumento da demanda por esses produtos, influenciados pela preocupação ecológica, tem-se estimulado o mercado e o crescimento da produção de bioplásticos. Aproximadamente 85% dos plásticos gerados poderiam estar aptos para serem alterados e se tornarem bioplásticos (European Bioplastics, 2017).

No que se refere a estudos em nível global, a Associação Europeia European Bioplastics, responsáveis pelas pesquisas dos bioplásticos para as indústrias da Europa, apresentou uma definição para aplicação dos bioplásticos. O conceito definido pela Associação compreende vários tipos de materiais, bio-baseados, biodegradáveis ou as duas categorias.

Na representação da European Bioplastics (2017), os tipos plásticos apresentam quatro categorias de acordo com suas características. Os plásticos com características de biodegradabilidade, os plásticos originados de fontes não renováveis, os plásticos de origem petroquímica e os plásticos renováveis de origem vegetal.

Dessa forma, existem os polímeros biodegradáveis baseados em matéria-prima de origem renovável, que apresentam características de biodegradação. Os polímeros baseados em recursos renováveis, que não apresentam características de biodegradação. Os plásticos convencionais de origem fóssil (não renováveis), que não apresentam características de biodegradação. Por fim, os polímeros biodegradáveis de origem fóssil (não renováveis), que não apresentam características de biodegradação.

Conforme os dados mundiais da European Bioplastics, a produção de bioplásticos, em 2016, obteve um total de 4.16 milhões de toneladas. A produção de biodegradáveis corresponde a 23.2% e de não biodegradáveis ou biológicos corresponde a 76.8%. Em 2017, dos 2,05 milhões de toneladas de plásticos fabricados mundialmente, abaixo da metade tinham características de biodegradabilidade (European Bioplastics, 2017).

Uma vez que os polímeros de fontes renováveis forem identificados como viáveis economicamente e de forma significativa, poderá se considerar um avanço pelo interesse em sua comercialização. Estes poderão ser incorporados aos produtos finais de fabricação de plásticos e assim promover vantagens ambientais. E, ainda, se tornar um avanço como substitutos dos insumos químicos dos plásticos tradicionais.

No que se refere à capacidade de produção mundial de bioplásticos, a região da Ásia representa 56% na produção, seguidos da Europa com 18% e a América do Norte com 16%. Em 2017, 58% da produção mundial de bioplásticos foram destinados à fabricação de embalagens, seguidos do setor têxtil com 11%, bens de consumo com 7%, automóveis e transporte com 7% (European Bioplastics, 2017).

O ponto negativo desses materiais são os custos atribuídos na produção, que os torna muito dispendiosos. Os plásticos compostáveis e de origem biológica são bem mais caros que os tradicionais. Mas com a importância ambiental incorporada nesses produtos e a melhoria no processo de produção, para que os torne competitivos no mercado. Esses requisitos os impulsionará como grande potencial de permanência e substituição pelos plásticos tradicionais.

Ainda que os biopolímeros apresentem atributos relevantes, conforme relatado anteriormente, tais como biodegradabilidade e uso de recursos renováveis, os biopolímeros apresentam características estruturais diferentes dos polímeros convencionais, como maior fragilidade e decomposição acelerada. Bem como o custo adicionado aos produtos de origem biológica (Bastos, 2007).

Segundo dados do Insitute for Bioplastics and Biocomposites e o Nova-Institute, em 2018, a produção de bioplásticos alcançará a margem de 6,7 milhões de toneladas. O plástico PLA é considerado um grande influenciador na demanda de crescimento dos plásticos de base biológica e biodegradáveis, pelo fato do setor de embalagens ser o campo de grande aplicação dos bioplásticos.

Por fim, as preocupações ambientais associadas ao elevado índice de poluição levam à procura para elaboração de novos tipos de polímeros. Apesar dos desafios quanto à disputa competitiva no mercado, qualidade dos produtos e alto custo em sua comercialização, comparado aos plásticos tradicionais, ainda sim esses

produtos potencializam um alto ganho ambiental e uma alternativa eficiente no auxílio às adversidades ambientais.

O biopolímero tem sido apontado em algumas pesquisas como favorável na busca de alternativas para minimização dos componentes plásticos de origem fóssil. E conseqüentemente tem influência na forma de atenuar os impactos ambientais relacionados aos plásticos convencionais. Por outro lado, também tem sido apontado como desfavorável em sua utilização. Para tanto, a viabilidade do uso desses materiais depende do tipo de biopolímero a ser processado, bem como a matéria-prima utilizada no desenvolvimento do produto.

Sendo assim, as ações que visam conter os impactos provenientes de componentes plásticos vão além da incorporação dos biopolímeros nos produtos como forma prioritária. Essas ações devem estar associadas às práticas de redução do consumo, mudança de hábitos, integração da reciclagem, reutilização, entre outras práticas.

Quanto às atribuições dos bioplásticos, na visão de Magrini et al (2012), se requer importantes reflexões e algumas indagações, pois, para o desenvolvimento de biopolímeros, necessita-se da utilização de matérias-primas de base alimentar, como amido, milho, mandioca, entre outros. Com isso, assume-se uma reflexão de que esses produtos podem competir com os alimentos e ocupam terras de cultivo alimentar.

Já a concepção do autor quanto à utilização de biopolímeros, tendo como matéria-prima a cana-de-açúcar como alternativa da geração de produtos sustentáveis, é considerada pertinente. Pois o cultivo de cana-de-açúcar no Brasil ultrapassa 671 milhões de toneladas em 2018, sendo um dos maiores produtores mundiais. Dessa forma, a aplicação da cana-de-açúcar como fonte de matéria-prima, na fabricação de bioplásticos, é favorecida pelo contínuo avanço na produção dessa planta.

O Brasil é considerado um grande produtor de bioetanol de cana-de-açúcar, necessitando de conhecimento e capacidade para produção dos derivados do etanol. Tais como a produção dos bioplásticos de cana-de-açúcar, que são favorecidos por não competir com outras matérias-primas de base alimentar (Correa, 2016). Visto

que os bioplásticos são relatados por diversos autores como promissores para substituir os polímeros de origem petroquímica. Dentre os mais estudados, de acordo com a análise expressiva de estudos sobre o tema, são os polímeros obtidos de fontes renováveis (polímeros de amido, cana-de-açúcar, mandioca, entre outros).

Dentre os biopolímeros existentes, encontra-se os poliésteres de origem biotecnológica, como os Polilactanos (PLA), poliésteres de origem microbiana, como os PHAs e os biodegradáveis de origem petroquímica policaprolactonas (PCL), poliesteramidas, copoliésteres alifáticos e aromáticos (Calegari, 2015; Brito et. al., 2011; Bastos, 2007).

Os polímeros de amido são procedentes de cereais, como milho, trigo ou batata. Sua produção alcança 57 milhões toneladas/anuais e sua principal utilização é através da produção de embalagens. Esses bioplásticos podem abranger de 10 a 90% de amido, mas para que a degradação aconteça deve estar acima de 60%. Esses produtos são blendados com polímeros de alta performance para alcançar a qualidade mecânica necessária para várias aplicações (Bastos, 2007).

O poli (ácido lático) (PLA) se trata de um poliéster biocompatível e biodegradável, produzido pelo ácido lático através de fontes renováveis. Esse biopolímero possui propriedades similares ao PET originado de matéria-prima proveniente do plástico petroquímico. O valor atribuído aos produtos de bioplásticos ainda é superior aos produtos de plásticos de fontes fósseis. Apesar de que o interesse pelo alcance desses produtos e o aumento da produção tem favorecido a redução dos preços, mas ainda é inconstante (Bastos, 2007; Brito, 2011).

Os Polihidroxicanoatos (PHAs) são poliésteres produzidos por micro-organismos de fonte de carbono renováveis ou não renováveis. Existem diversos tipos de PHAs, mas o tipo com maior interesse comercial é o poli 3-hidroxiбутирато (PHB), por apresentar propriedades semelhantes ao polipropileno, mesmo com a estrutura química diversa (Bastos, 2007; Brito, 2011).

Os biopolímeros referenciados possuem diversas aplicações, tais como embalagens, fibras, frascos, garrafas, principalmente em produtos com curto ciclo

de vida. Sua atuação é abrangente nos setores da indústria farmacêutica, química, cosmético, alimentos, na área médica, entre outras (Bastos, 2007; Brito, 2011).

Com a intensificação dos estudos e melhoria de aplicação, os bioplásticos compreendem um amplo desempenho para substituição dos polímeros petroquímicos. A Tabela 10 apresenta diversas aplicações dos biopolímeros, especificando onde esses materiais podem ser implementados e quais produtos comerciais podem ser originados (Pradella, 2006).

Tabela 10- Aplicações dos bioplásticos

<b>Polímeros</b>	<b>Aplicações</b>
Amido modificado e Amido PCL	Embalagens: sacos, bandejas, talheres, plástico-filme; Agricultura; Outros.
PLA	Embalagens: alimentos; Fibras; Tecidos.
PTT	Embalagens: Fibras e filmes; Fibras e tecidos; outros.
PBT	Elétrico-eletrônicos.
PBS e PBSA	Embalagens: frascos, sacos, filmes; Agricultura; Outros.
PHBs	Embalagens: frascos, artigos de descarte rápido, filmes; Agricultura; Outros.

Fonte: Adaptado de Pradella (2006).

A Tabela 11 indica os principais bioplásticos disponíveis no mercado e o índice de biomassa aderido a cada tipo de biopolímero.

Tabela 11- Principais bioplásticos no mercado e seus respectivos conteúdos renováveis

<b>Polímeros de Base Renovável</b>	<b>Conteúdo Médio de Biomassa no Polímero</b>
Poliamida – PA	Aumento de 60%
Polietileno Adipato Tereftalato – PBTA	Aumento de 50%
Polibutileno Succinato – PBS	Aumento de 80%
Polietileno – PE	100%
Polietileno Tereftalato – PET	30 a 35%
Polihidroxialcanatos – PHAs	100%
Poliácido láctico – PLA	100%
Polipropileno – PP	100%
Policloreto de Vinila – PVC	43%
Poliuretano – PU	30%
Blenda de Amido	40%

Fonte: Correa (2016).

A ideia em fomentar o avanço na produção de plásticos constituídos de materiais biológicos objetiva a minimização dos efeitos prejudiciais causados pelos plásticos tradicionais. Visto que a intenção é integrar esses materiais em produtos que possuem restrito ciclo de vida, como as embalagens plásticas, em geral, que representam um dos materiais de grande acúmulo na natureza.

Na atualidade, as empresas utilizam a sustentabilidade como tática de sobrevivência e desenvolvimento estratégico. Dessa forma, são construídos novos modelos de produção, distribuição, articulação e consumo nos seus sistemas e atividades. E, como consequência, esses sistemas ampliam a oferta de produtos incorporados à preservação ambiental. Tendo em vista a inovação sustentável na adesão de produtos de matérias-primas renováveis.

Aproximadamente 40% da fabricação dos plásticos são destinados a aplicações em produtos de curto ciclo de vida, como embalagens descartáveis (Correa, 2018). Outra parte corresponde à produção de materiais usados na aplicação de bens duráveis de longo e médio tempo de vida, tais como: materiais estruturais e eletrônicos. O que ressalta a importância da produção de bioplásticos incorporados a utensílios de curto tempo de vida.

Como já retratado, as discussões das características de degradabilidade e suas diferentes fontes é um tema bastante questionado por diversos autores, pois o efeito da degradação dos resíduos no ambiente nem sempre está livre de consequências adversas. Para tanto, deve-se avaliar o tipo de matéria-prima inserida nos produtos, finalidade de uso e condições do meio.

A comercialização de biopolímeros de origem petroquímica levou a contestações do público ambientalista sobre o material gerado e suas propriedades, já que se trata de um material de origem não renovável com características de biodegradabilidade. No Brasil, existem várias empresas que produzem plásticos biodegradáveis, estas integram-se à Associação Brasileira de Polímeros Biodegradáveis e Compostáveis (ABICOM). Visto isso, acredita-se que a tendência é o progresso mundial na busca para o mercado desse tipo de biopolímero (Fechine, 2013).

Ainda que - como já mencionado anteriormente - a produção de biopolímeros tenha um elevado custo, tanto no produto final como no processo de fabricação, quando comparado aos polímeros convencionais, o aumento do consumo desses materiais estimula o mercado e conseqüentemente a redução dos preços desses produtos. Mas, para a efetividade no mercado, é necessário investimento nas linhas de produção, na tecnologia aplicada e no incentivo aos consumidores quanto à aquisição desses artefatos.

Para Fechine (2013), algumas pesquisas estão demonstrando a melhoria da estrutura desses polímeros, como exemplo a inclusão de fibras naturais, cargas minerais e blendas com misturas de tipos diferentes de polímeros biodegradáveis. Os estudos investigam formas de estabilizar os polímeros biodegradáveis durante seu processamento e uso, de forma que esses materiais tenham uma maior resistência a intempéries, sem perder a característica de biodegradabilidade.

A melhoria na aplicação dos biopolímeros está relacionada com a estruturação dos produtos, como a inserção de novos tipos de fontes naturais, estruturas com maior resistência a altas temperaturas, tais como blendas de PLA com melhores propriedades. Bem como formulação sem a adição de plastificantes, garrafas com alta barreira a gases, novos processos de fermentação na produção, entre outros (Fechine, 2013).

Dentre os materiais poliméricos, os polímeros de amido se destacam por ser o material mais utilizado no mercado. Aproximadamente dois terços do consumo mundial de bioplásticos estão atribuídos à matéria-prima de amido (Magrini et al., 2012). No que se refere à aplicabilidade dos polímeros biodegradáveis, o mercado mundial está aumentando suas variedades e especialidades para seu uso. O interesse está sendo ampliado como resposta no combate à poluição ambiental e escassez dos recursos naturais.

Para a empresa brasileira Braskem, o biopolímero tem o propósito de auxiliar não somente as recorrências dos impactos ambientais. Mas também em virtude do esgotamento das reservas de petróleo, usados na produção dos plásticos tradicionais de origem petroquímica. Dessa forma, o uso desses biopolímeros favorece a gestão adequada do lixo urbano (Braskem, 2012).

Fundamentado nas discussões referenciadas, é permitido constatar que existem bioplásticos com tipos de materiais e aplicações diversas. No que se refere a essa temática, o entendimento sobre os diversos usos ainda está em discussão no mercado, isso se justifica pelas várias relações nas áreas ambientais, econômicas e sociais, envolvidas no processo de fabricação e execução. Existem pontos positivos e negativos no emprego de materiais de fontes renováveis, mas sua utilização é o caminho encontrado pelas empresas de atualização e adesão ao mercado sustentável.

No que concerne ao empenho de mudanças quanto aos padrões no desenvolvimento dos produtos mais sustentáveis, toda a sociedade deve estar envolvida no processo de construção, para a busca por melhores alternativas e escolhas de produtos com menos plásticos. Essa melhoria deve ser estabelecida no início da fabricação, na opção de ferramentas ecologicamente corretas. E, para que esses materiais sejam concretizados em produtos comerciais, devem atingir os objetivos de aperfeiçoamento em suas características mecânicas, térmicas e fontes de matéria-prima com menor valor.

Os biopolímeros têm um maior potencial de aplicação na área de embalagens, tratando-se de plásticos de curto ciclo de vida. Isso se justifica pelo baixo desempenho em suas propriedades mecânicas, sob condições ideais sofrem degradação de forma rápida, o que favorece sua aplicação nesse segmento, por possuírem características de baixo desempenho mecânico e descartabilidade rápida (Calegari & Oliveira, 2015).

Dessa forma, os biopolímeros são apropriados para as funções de embalar, conter, proteger e armazenar - comprovando seu uso na representação das embalagens plásticas. Dando seguimento, Pradella (2006) apresenta alguns setores de comercialização de plásticos que potencialmente podem ser substituídos por bioplásticos, o que é demonstrado na Tabela 15. Tendo como destaque os setores de embalagens, construção civil e descartáveis, como as áreas com maior potencial de aplicação de biopolímeros. Fundamentado por se tratar dos setores com maior demanda por polímeros convencionais no mercado.

A Tabela 12 indica os tipos de matérias-primas e polímeros mais relevantes com potencialidade para fabricação de bioplásticos, de acordo com o grau de preferência que mais se adapta ao tipo de polímero e o perfil da matéria-prima.

Tabela 12- Preferência de matérias-primas renováveis na fabricação de biopolímeros

Tipo de polímero	Brasil			Mundial		
	Cana	Mandioca	Soja	Milho	Batata	Trigo
PLA	***	***	-	***	*	-
PA	***	**	-	***	***	**
PHA	***	**	***	**	*	*

Fonte: Adaptado de Pradella (2006).

- \*\*\* Preferência máxima.
- \*\* Preferência intermediária.
- \* Preferência mínima.
- Dificuldade técnica de produção.

Para Correa (2018), os polímeros renováveis - por possuírem atributo sustentável - têm um melhor potencial na transição pela substituição de polímeros não renováveis. Desse modo, os produtos descartáveis, como as embalagens, poderiam ser mais favoráveis ambientalmente se fossem constituídos por materiais de origem natural.

Apesar do progresso em relação ao desenvolvimento de biopolímeros e os aprimoramentos em sua base estrutural, ainda assim, apenas pequena parte do mercado domina a capacidade técnica para suas aplicações. Considerando que boa parte dos estudos se concentram em experimentos no campo acadêmico, sem intenções de aplicação comercial (Correa, 2018).

Pesquisas enfatizam que o desempenho dos bioplásticos em produtos de consumo terá maior relevância em 2030. A inserção de novos biopolímeros no mercado favorece o aperfeiçoamento da funcionalidade desses produtos. Ou seja, a melhoria nas características desses produtos beneficia suas novas aplicações.

De acordo com Correa (2018), muitas vantagens são apontadas no uso de bioplásticos renováveis como modelo de negócio. Tais como: otimização no mercado de bioplásticos no Brasil, aprimoramento de soluções inovadoras que provoquem a competitividade de bioplásticos renováveis, como também a integração de todos os atores envolvidos no processo de produção. De modo que essa articulação agregue valor em todas as fases da cadeia produtiva do material.

Bem como o auxílio no desenvolvimento de novas atribuições de negócios voltadas para ideias inovadoras em expertises, na área de bioplásticos, o incentivo na criação de políticas públicas e sistemáticas - que objetivam o auxílio no desenvolvimento da cadeia de bioplásticos no Brasil - deve ser implementado. E, ainda, especialmente diminuir a quantidade de resíduos plásticos provenientes de produtos descartáveis (Correa, 2018).

Dessa forma, comprova-se que o Brasil está em uma condição privilegiada, no que se refere à disposição de matérias-primas compatíveis para a elaboração de materiais constituídos de bioplásticos. Visto que além de iniciativas em pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento de biopolímeros, há o acesso aos insumos para produção de baixo custo e as atividades de aprimoramento em pesquisa especializada no assunto. Considera-se, então, que o Brasil tenha competência de se tornar produtor e exportador de bioplásticos mundialmente (Costa, 2013).

Os potenciais benefícios na utilidade dos bioplásticos de base natural são notáveis, mas para um estudo preciso de suas vantagens atribuídas ao uso sob a perspectiva ambiental, é necessário estabelecer a avaliação do ciclo dos produtos, que serão utilizados para esse propósito. Os benefícios, em potencial, podem compreender a redução do uso de combustíveis fósseis, da pegada de carbono, do potencial de aquecimento global e ainda qualquer combinação entre eles (SPI, 2016).

Outro ponto relevante com relação ao avanço dos biopolímeros no mercado deverá ser atribuído à qualidade ambiental dos produtos, assim como as consequências dos efeitos gerados pelos produtos plásticos convencionais. Cada consequência oferece procedimentos diferentes da resolução da problemática e tipo de biopolímeros diversos.

Como estratégia de redução da contaminação imposta pela exposição e descarte dos resíduos plásticos no meio ambiente, a substituição de polímeros habituais por biopolímeros é apontada como uma estratégia promissora. Essa tática compreende a procura por caminhos que integram a sustentabilidade na modificação de materiais utilizados para a produção de produtos plásticos.

## 5 Considerações finais

A problemática dos resíduos sólidos é global, visto que os efeitos e os riscos ambientais se disseminam por todas as regiões e países do mundo. Principalmente no que se refere aos resíduos plásticos, em especial, àqueles presentes nos mares, que interferem nos serviços ecossistêmicos e comprometem a saúde das pessoas, consequências atreladas ao consumo excessivo, má gestão dos resíduos, aliadas aos dissonantes comportamentos coletivos e individuais não conscientes dos diversos segmentos corresponsáveis pela melhor gestão dos resíduos no planeta.

Não obstante as questões inadequadas já apontadas ao longo desse estudo, registramos que - apesar do mau uso - a utilização dos plásticos oferece muitos benefícios na estratégia de consumo, tais como: leveza, praticidade, baixo valor econômico, transparência, fácil manuseio, descartabilidade, flexibilidade, alta capacidade de transporte e peso, entre outras facilidades. Por esse motivo, os produtos plásticos têm sido substitutos de outros tipos de materiais de consumo, mas faz-se necessário que sua utilização seja de forma mais responsável, pensando em inúmeras alternativas de uso de forma socioambientalmente adequada e sustentável.

Desse modo, como resultado de seu uso tão propagado e do benefício em sua função, a maior parte dos resíduos produzidos cotidianamente é constituída desses materiais. Como consequência, grandes problemas ambientais têm sido contabilizados pelo seu descarte rápido e por sua decomposição ser bastante lenta, necessitando de iniciativas mais efetivas para conter esse avanço.

Além disso, esses materiais têm tido progresso na aplicação de diversos setores industriais, com isso inúmeros problemas relacionados às suas propriedades e geração de resíduos se associam a essa tendência. O grande volume de materiais plásticos gerados e o descarte pós-consumo são problemas evidentes. Tal como os danos à saúde, causados pelos aditivos químicos que compõem a fabricação desses produtos.

No que se refere à aplicação do instrumento da logística reversa da Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, é notório que sua efetivação e manutenção ainda enfrentam diversas barreiras, pois existem inúmeros condicionantes expostos ao longo do estudo, os quais evidenciam questões que vão desde o interesse do capital até as formas inadequadas de destinação, seja por desconhecimento, ausência de serviços ou outros interesses compreendidos pelos empreendedores e consumidores na articulação dos resíduos plásticos pós-consumo. Além dos custos incluídos com as etapas de implementação, que ainda são considerados como despesas desnecessárias, e não como investimentos em longo prazo.

Quanto à reciclagem de resíduos plásticos, conclui-se que sua consolidação é bastante complexa por obter baixo benefício econômico em sua comercialização. As grandes iniciativas referentes a esse setor só serão favoráveis se as ações forem totalmente articuladas com as associações e/ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis, população em geral, recicladores e poder público. De modo que todos atuem dentro das suas competências e responsabilidades, na busca por melhores soluções na gestão de resíduos.

De acordo com as análises dos dados das cooperativas estudadas e as vantagens atribuídas ao processo de reciclagem dos plásticos, consideramos que o PET é o polímero de maior benefício econômico na comercialização para fins de reciclagem e as sacolas plásticas de uso único são as de menor benefício econômico em relação ao interesse comercial. Sendo assim, a utilização de plásticos de origem biológica é atribuída como uma vantagem preeminente no setor de embalagens plásticas de uso único. O que justifica a importância da elaboração de produtos mais sustentáveis, que evitem sua perpetuação no meio ambiente.

Nesse sentido, consideramos que o grande problema imposto aos plásticos se trata do mau uso após o consumo, visto que as embalagens dos produtos vão parar no lixo e isso precisa ser modificado. Elas precisam retornar ao modo de produção, e com isso a economia circular, devendo fazer parte de toda a cadeia de produção das empresas responsáveis por esses artefatos. O resíduo deve estar inserido no sistema como parte do processo e os materiais naturais devem ser privilegiados e completamente recuperados na estratégia de produção.

Desse modo, as cooperativas de catadores materiais recicláveis se tornam essenciais no processo de melhoria, na eficiência da gestão de resíduos, considerando ser esse um segmento que tem condições de desempenhar um papel importante no contexto socioambiental, no que corresponde às atividades de separação, armazenamento, compactação e distribuição dos resíduos, além de garantir a sobrevivência do referido segmento.

Portanto, consideramos responsáveis por minimizar os impactos que os resíduos produzem no meio ambiente, já que - através da sua atuação - os diversos setores envolvidos na cadeia poderão se beneficiar, inclusive os recicladores, pois são beneficiados através do abastecimento de insumos para a reciclagem, mas não podemos deixar de registrar que apesar de ser uma atividade importante, ela está longe de ser reconhecida por todos os setores públicos e privados envolvidos no processo de gestão integrada dos resíduos sólidos.

Para tanto, com a crescente preocupação com o meio ambiente e com a questão de saúde pública referente aos resíduos sólidos, ainda consideramos que as políticas públicas - não somente as voltadas para o contexto ambiental, mas também as políticas transversais - se constituem como uma importante ferramenta para o atendimento das reais demandas na área, na busca de uma sociedade mais sustentável com maior eficiência na gestão de resíduos.

Já quanto às ações mundiais de combate ao uso indevido de produtos plásticos, constata-se um avanço na consciência pública e governamental, em nível global, das necessidades de mudanças ativas. Sendo necessária a concretização das iniciativas na elaboração de produtos ecologicamente adequados, que tenham fontes de matérias-primas renováveis, com proibições quanto ao uso de plásticos de uso único, portanto, iniciativas que demonstrem a preocupação com os impactos visíveis na atualidade.

A aplicação de produtos de origem renovável, contribui para a preservação dos recursos naturais, trazendo benefícios para toda a sociedade, que passa a viver em um meio ambiente mais equilibrado. Assim sendo, considera-se que os plásticos de uso único não são atribuídos como uma boa opção ambientalmente inteligente, visto que se faz necessário mais do que ações pontuais de mitigação dos efeitos já contabilizados pela poluição dos plásticos, pois o que devemos efetivar é a

incorporação de novos hábitos de consumo consciente, através de ações políticas socioambientalmente conscientes, as quais possam indicar reais caminhos de melhor uso dos produtos, com perspectiva de ampliar a oferta de produtos de origens renováveis.

## Referências bibliográficas

ABIPLAST. **Perfil do setor de transformação com segmentação de mercado em produtos plásticos**. 2017. Disponível em: <<http://file.abiplast.org.br/file/download/2018/Perfil-2017.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2017**. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/file/download/2018/relat%C3%B3rio\\_de\\_atividades\\_abiplast.pdf](http://file.abiplast.org.br/file/download/2018/relat%C3%B3rio_de_atividades_abiplast.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Aplicações das principais resinas plásticas**. 2014. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais\\_plasticos\\_para\\_site\\_vf\\_2.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais_plasticos_para_site_vf_2.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2018.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida – Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro, 2009.

\_\_\_\_\_. **NBR 15448-1**. Procedimentos sobre embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis - Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, 14 jan. 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 15448-2**. Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis - Parte 2: Biodegradação e compostagem - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 14 jan. 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR13230 de 11/2008**. Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. Rio de Janeiro, 2008.

ABRAMOVAY, R. **Desperdício e destruição na era dos plásticos**. Limites no uso, educação do consumidor e inovação tecnológica são caminhos para incluir estes materiais na economia circular. 2016. Disponível em: <<http://pagina22.com.br/2016/06/01/desperdicio-e-destruicao-na-era-dos-plasticos/>>. Acesso em: 10 maio 2017.

ABRE/FGV. Associação Brasileira de Embalagem- ABRE. **Produção física por segmento na de indústria de embalagens**. 2017. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/>> Acesso em: fev. 2017.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2015.

\_\_\_\_\_. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo, 2016.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017.

BARBOSA, V. Em guerra contra poluição plástica, UE propõe lei que mira descartáveis, 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/mundo/em-guerra-contra-poluicao-plastica-ue-propoe-lei-que-mira-descartaveis>>. Acesso em: 23 maio 2018.

BASTOS, C. R. **Embalagens compostáveis: uma estratégia para a redução de impacto ambiental**. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Programa de Pós-Graduação em Metrologia (Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BASTOS, V. P.; CANDIDO, A. Catadores de materiais recicláveis: quem são e como se reconhecem no atual contexto socioambiental da cidade do Rio de Janeiro? XXVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA PUC-RIO, Rio de Janeiro, 2018.

BASTOS, V. P.; FIGUEIREDO, F. F. Os desafios de efetivar a Política de Resíduos Sólidos brasileira: o caso do lixão de Jardim Gramacho. **REB. Revista de Estudos Brasileños**. v.5, n. 10, 2018.

BATISTA, V. F. As políticas públicas de coleta seletiva no município do Rio de Janeiro: Onde e como estão as cooperativas de catadores de materiais recicláveis? **RAP-Revista de Administração Pública**, n. 49, p. 141- 164. 2015.

BAUDRILLARD, J. **A sociedade de consumo**. Lisboa: Edições 70, 2007.

BAUMAN, Z. **Vida para consumo**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BIOMATER. **Soluções para um futuro próspero e sustentável**. Disponível em: <<http://www.biomater.com.br/>>. Acesso em: 12 set. 2017.

BOFF, L. **Sustentabilidade O que é – O que não é**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes. set., 2016.

BORSCHIVER, S; ALMEIDA, L. F. M; ROITMAN, T. Monitoramento Tecnológico e Mercadológico de Biopolímeros. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 256- 261, 2008, UFRJ.

BORTOLI, M. A.; REIS, C. N.; TELES, H. T. Condições de vida dos catadores de materiais recicláveis e estratégias de enfrentamento a exploração do trabalho. **Anais... 4º ENCONTRO INTERNACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL E 11º ENCONTRO NACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL**, Vitória, 2016. ISSN 2175-098X.

BRASIL. **Projeto de Lei do Senado nº 92 de 2018**. Disponível em <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/132457>>. Acesso em: 25 maio 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo Setorial Para Implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral Brasília**, DF 2015. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/component/content/article/63-logistica-reversa/130-acordo-setorial-para-implementacao-de-sistema-de-logistica-reversa-de-embalagens-em-geral>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Chamamento para a elaboração de acordo setorial para a implementação de sistema de logística reversa de embalagens em geral - Edital de Chamamento nº02/2012**. Disponível em: <<http://www.abras.com.br/pdf/editalembalagens.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.

BRASKEM. **Na Economia Circular, nada se cria, nada se desperdiça, tudo se transforma**. 2018. Disponível em: <<http://www.braskem.com/economiacircular>>. Acesso em: nov. 2018.

\_\_\_\_\_. **I'm Green – Plástico Verde**. Disponível em: <<http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/plasticoverde>>. Acesso em: out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Polietileno Verde (PE Verde)**. Março, 2012. Disponível em: <[http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Catalogo\\_PE\\_Verde.pdf](http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Catalogo_PE_Verde.pdf)>. Acesso em: mar. 2018.

\_\_\_\_\_. **Relatório Anual**, 2016. Disponível em: <<https://www.braskem.com.br/relatorioanual2016>>. Acesso em 12 set. 2017.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to cradle criar e reciclar ilimitadamente**. Editora: GG BR - Gustavo Gili, ano de edição: 2013. Copyright: 2008, tradutor para português: Frederico Bonaldo.

BRITO, C. F. et. al. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista eletrônica de materiais e processos**, Campina Grande. p. 127-139, v. 6, 2011.

BROWN, L. R. **Eco-economia: construindo uma economia para a terra**. Salvador: UMA, 2003.

CALEGARI, E. P; OLIVEIRA, B. F. **Biopolímeros**: Materiais promissores para substituição de polímeros petroquímicos. FOURTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATION OF DESIGN, ENGINEERING AND MANAGEMENT FOR INNOVATION. Florianópolis, SC, Brazil, out. 2015.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2013. São Paulo. Disponível em: <file:///C:/Users/marcelo/Downloads/o\_195a6bo8q14sdk6l1n6o1su1q0la%20(2).pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

\_\_\_\_\_. Relatório Técnico Acordo Setorial de Embalagens em Geral – Acordo Setorial para Implementação do sistema de logística reversa de embalagens em geral. **Relatório Final**, Fase 1, nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Ficha técnica do mercado de reciclagem de plásticos**. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos. Acesso: 12 dez. 2018.

CERTIFICATIONS for bioplastics: EN 13432, EN 14995 European Bioplastics.

CICLOSOFT. **Pesquisa Ciclossoft 2016**. Disponível em: http://cempre.org.br/ciclossoft/id/8. Acesso em ago. 2017.

COMISSÃO mundial sobre o meio ambiente e desenvolvimento (BRASIL). **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1988.

COMPROMISSO Empresarial para Reciclagem (Cempre). **Review 2013**: O contexto histórico, a evolução e as perspectivas do mercado de resíduos recicláveis no Brasil. Disponível em: <file:///C:/Users/marcelo/Downloads/o\_195a6bo8q14sdk6l1n6o1su1q0la.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. **Review 2015**: Um panorama reciclagem no Brasil. Disponível em: <file:///C:/Users/marcelo/Downloads/o\_1abo5n62k1ra0166j1hls1fa019eca%20(1).pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.

CORREA, C. A. Considerações sobre o desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis para bioplásticos a partir de fontes renováveis como alternativa aos plásticos de origem fóssil. I SEMINÁRIO INTERNACIONAL - OCEANOS LIVRES DE PLÁSTICOS. p. 126-143 UNISANTA **Bioscience**, v. 7, n. 6 – Edição Especial, 2018.

COSTA, A. C. P. **Análise da substituição de Polímeros Convencionais por Polímeros Biodegradáveis** – Um Estudo de Caso. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia de Produção. Marília, 2013.

DEMAJOROVIC, J; MASSOTE, B. Acordo Setorial de Embalagem: Avaliação À Luz da Responsabilidade Estendida do Produtor. **Revista de Administração de Empresas**. v. 57, n. 5, São Paulo, 2017.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Agenda 21**. Brasília, 02 ago. 1994.

ECYCLE. **Bioplásticos**: tipos de biopolímeros e aplicações. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/6397-bioplastico-bioplasticos-biopolimeros.html>>. Acesso: 20 fev. 2018.

EISELE, F.; PETRINI, M.; VACCARO, G. **Inovação sustentável na cadeia de suprimentos do plástico verde a partir da ótica do ciclo de vida do produto**. ALTEC. Inovação para além da tecnologia, 2015.

ENDRES, et al. **Bioverbunds**: tecnologia e ambiente combinados? 2012.

ESPECIFICAÇÃO técnica para a compostabilidade dos produtos de bioplásticos.

EUROPEAN BIOPLASTICS, **Bioplastic Materials**. 2017. Disponível em: <<https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **What are bioplastics? Material coordinate system of bioplastics**, 2016.

\_\_\_\_\_. **Bioplastics production capacities to grow by more than 400% by 2018**, 3 Dec. 2014. Berlin: EUROPEAN BIOPLASTICS - PRESS RELEASE. Disponível em: <<http://www.prnewswire.co.uk/news-releases/bioplastics-production-capacities-to-grow-by-more-than-400-by-2018-284599061.html>>. Acesso em: maio 2018.

\_\_\_\_\_. **Nova Institute**, 2017. Disponível em: <<http://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/>>. Acesso em: 23 out. 2017.

FECHINE, G. J. Polímeros biodegradáveis: tipos, mecanismos, normas e mercado mundial, 2013.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. **Relatório da Fundação Ellen MacArthur**. A Nova Economia dos Plásticos. The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics, 2016. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/news/new-plastics-economy-report-offers-blueprint-to-design-a-circular-future-for-plastics>>. Acesso em: out. 2018.

GOMES, M. H. S. C. et. al. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**: Perspectivas de cumprimento da lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulista e municípios da região do ABC. Rev. ADM. UFSM, Santa Maria, v.7, nov. 2014. P. 93- 110

GUARNIERI, P. **Logística Reversa** – Em busca do equilíbrio econômico e ambiental. Ed: Clube dos autores, 2. ed. 2013. Brasília – DF.

HIRATUKA, C. et al. **Relatório de acompanhamento setorial transformados plásticos**. Volume II. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e Núcleo de Economia Industrial da Tecnologia do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. – Unicamp, jun. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais dos municípios para 2017**. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16131-ibge-divulga-as-estimativas-populacionais-dos-municipios-para-2017>>. Acesso em: 18 out. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA de Transformação e Reciclagem de Material Plástico. **ABIPLAST Preview perfil 2016**. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/file/noticia/2017/folder\\_preview\\_perfil2016\\_separado.pdf](http://file.abiplast.org.br/file/noticia/2017/folder_preview_perfil2016_separado.pdf)>. Acesso em: abr. 2017.

JACOBI, P. Dilemas Socioambientais na Gestão Metropolitana: Do Risco À Busca da Sustentabilidade Urbana. **Revista Ciências Sociais**, n. 25 out. 2006. Disponível em: <<file:///C:/Users/marcelo/Downloads/6742-9644-1-PB.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

KAZA, S; YAO, P. B. T; WOERDEN, F. V. Banco Mundial. **Relatório sobre o desafio global de eliminação de resíduos, 2018**. Urban Development Series. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30317/9781464813290.pdf?sequence=10&isAllowed=y>>. Acesso em: nov. 2018.

LACERDA, L. **Logística Reversa Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002. Disponível em: <[http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica\\_Reversa\\_LGC.pdf](http://www.paulorodrigues.pro.br/arquivos/Logistica_Reversa_LGC.pdf)> Acesso em: 14 out. 2018.

LEITÃO, A. A poluição do meio marinho por detritos de plástico: visão geral. **Rev. Ecodebate**, 2017.

LEITE, P. R. **Logística Reversa – Meio Ambiente e Competitividade**. 2. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LEONARD, A. **The story of stuff**: the impact of overconsumption on the planet, our communities, and our health - and how we can make it better. New York: Simon & Schuster, 2010.

LIMA, G. F. C. **O debate da sustentabilidade na sociedade insustentável**. Revista Política e Trabalho. Setembro, 2002. Disponível em: [http://www.dm.ufscar.br/~salvador/homepage/pro\\_ciencias\\_2002/materialdistribuido/Educacao%20Ambiental%20e%20Meio%20Ambiente/texto\\_gustavo\\_REBEA\\_Sustentabilidade.pdf](http://www.dm.ufscar.br/~salvador/homepage/pro_ciencias_2002/materialdistribuido/Educacao%20Ambiental%20e%20Meio%20Ambiente/texto_gustavo_REBEA_Sustentabilidade.pdf). Acesso em 20 fev. 2017.

LOBATO, M. C. **Benefícios Econômicos e Ambientais Gerados pela Substituição dos Copos Plásticos Descartáveis por Copos Ecológicos nas Unidades da Vale S/A no Brasil.** Belo Horizonte, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.

MAGRINI, A. et al. **Impactos ambientais causados pelos plásticos:** Uma discussão científica a respeito dos fatos e dos mitos. 2. ed. Rio de Janeiro: E-Papers, 2012.

MANZINI, E. **Design Para a Inovação Social e Sustentabilidade Rio de Janeiro:** E-Papers, 2008.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis:** os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002.

MASSOTE, B. **Os limites da Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, para as embalagens plásticas flexíveis e laminadas:** Uma proposta de modelo conceitual. Dissertação de Mestrado. São Paulo, 2014.

NORMA ASTM D6400. Biodegradable Product Institute. Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2012.

OCEAN CONSERVANCY: The story of plastic is the story of all of us. Disponível em: <<https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/plastics-in-the-ocean/>> Acesso em: Janeiro 2018.

OLIVEIRA, M. C. B. R. **Gestão de Resíduos Plásticos Pós-Consumo: Perspectivas para a reciclagem no Brasil.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

ONU. **Relatório sobre previsões das perspectivas da população mundial.** 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/>> Acesso em: 20 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **ONU Meio Ambiente, Campanha Mares Limpos.** 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/governo-brasileiro-adere-a-campanha-mares-limpos-da-onu-meio-ambiente/>> Acesso em: 05 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **“O mundo está sendo ‘inundado’ por lixo plástico”.** 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/mundo-esta-sendo-inundado-por-lixo-plastico-diz-secretario-geral-da-onu/>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **O que as empresas estão fazendo para frear a torrente de plásticos?** 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/o-que-as-empresas-estao-fazendo-para-frear-a-torrente-de-plasticos/>> Acesso em: 29 jun. 2018.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Objetivo 12. Consumo e Produção Responsáveis.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>>. Acesso em: 05 out. 2018.

PADILHA, G. M. A. e BOMTEMPO, J. V. A Inserção dos Transformadores de Plásticos na Cadeia Produtiva de Produtos Plásticos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia** - jul. /set. – 99. Escola de Química, UFRJ.

PIATTI, T. M; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos: Características, usos, produção e impactos ambientais.** Universidade Federal de Alagoas, 2005.

PINHEIRO, P. T; FRANCISCHETTO, G. P. P. A **Política Nacional de Resíduos Sólidos Como Mecanismo de Fortalecimento das Associações de Catadores de Materiais Recicláveis.** Derecho y Cambio Social, 24p, 2016. Disponível em: <[https://www.derechoycambiosocial.com/revista043/A\\_POLITICA\\_NACIONAL\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS.pdf](https://www.derechoycambiosocial.com/revista043/A_POLITICA_NACIONAL_DE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf)>. Acesso em: out. 2017.

PINTO, M. R; BATINGA, G. R. O consumo Consciente no Contexto do Consumismo Moderno: Algumas Reflexões, 2016. **Revista Gestão.Org**, v. 14, n. 1, Edição Especial, 2016. P. 30-43. Disponível em: <<file:///C:/Users/marcelo/Downloads/PINTO%20e%20BATINGA%20-%20consumo%20consciente%20e%20consumismo.pdf>>. Acesso em: 12 maio. 2018.

PLASTICS EUROPE. **Plastics the facts.** An Analysis of Europe Plastics Production, Demand and Recovery for 2010, 2011.

\_\_\_\_\_. **Plastics the Facts.** An analysis of European plastics production, demand and waste data, 2017.

PLASTIVIDA. Instituto Socioambiental dos Plásticos. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/index.php/conhecimento/35-os-plasticos?lang=pt>> Acesso: 16 fev. 2018.

PRADELLA, J. G. C. **Biopolímeros e Intermediários Químicos.** Relatório Técnico nº 84396-205, Centro de Tecnologia de Processos e Produtos, Laboratório de Biotecnologia Industrial – LBI/CTPP, 2006.

QUITAES, B. R; et al. **Composição física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade do Rio de Janeiro, em 2017.** COMLURB (Companhia Municipal de Limpeza Urbana). Conresol, 2018. Gramado –RS.

RELATÓRIO Ocean Conservancy. Disponível em: <<https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/plastics-in-the-ocean/>>. Acesso: 22 out. 2018.

RESOLUÇÃO nº 12 Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA. Define os Padrões de identidade e qualidade para os alimentos e define as características do amido e féculas e seus derivados. CNNPA nº 12, de 1978. Disponível em: <<https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro4760/documento%201.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2018.

RESOLUÇÃO 17/2008. Dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Lista Positiva de Aditivos para Materiais Plásticos destinados à Elaboração de Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos. Resolução RDC nº 17, de 17 de março de 2008. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/2017/Res-RDC-17\\_17marco2008.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/2017/Res-RDC-17_17marco2008.pdf)>. Acesso: 27 mar. 2018.

SANTOS, B; COELHO, T. M; FILHO, N. A. **Produção de plástico biodegradável a base de amido modificado**. ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, Campo Mourão, out. 2014.

SILVA, L. S; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos metrópole**, 19 p. 27-47 10 sem. 2008

SILVA, P. P. G. **Contaminação e toxicidade de microplásticos em uma área de proteção marinha costeira**. São Carlos, 2016. Dissertação de mestrado. Universidade de São Carlos.

SOUZA, L. I. A. **Resíduo zero: estudo da proposta socioambiental de redução da geração de lixo na cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação de Mestrado, PUC-Rio.

SPI. **The Society of the Plastics Industry, Bioplastics Council**. Bioplastics Industry Overview Guide – Executive Summary, USA. 2012.

\_\_\_\_\_. **Bioplastics Simplified: Attributes of Biobased and Biodegradable Plastics**. 2016. Disponível em: <[http://www.plasticsindustry.org/sites/plastics.dev/files/Bioplastics%20Simplified\\_0.pdf](http://www.plasticsindustry.org/sites/plastics.dev/files/Bioplastics%20Simplified_0.pdf)>. Acesso em: maio 2018.

TELLES, M. R.; SARAN, L. M.; UNÊDA-TREVISOLLI, S. H. Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir da cana-de-açúcar. **Ciência & Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal**, v. 2, n. 1, p. 52-63, 2011.

TINGSTROM, J.; KARLSON, R. The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development. **Journal of Cleaner Production**, 2006.

VEZZOLI, Carlo. **Design de Sistemas para a Sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”**. EDUFBA, 2010.

VISTA, H. A. B.; SHIBAO, F. Y.; SANTOS, M. R. Produto sustentável: Equipamento de proteção individual fabricado com plástico verde. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n.1, 2015.

WILCOX, C; SEBILLE, E. V; HARDESTY, B. D. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. **Rev. PNSA** (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America). Set. 2015. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/112/38/11899>>. Acesso em: out. 2018.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos Plásticos e Reciclagem Aspectos gerais e tecnologia**. 2. Ed. São Carlos: Edufscar, 2015.