

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso de Engenharia Ambiental

Amanda dos Santos Sousa

SOLUÇÕES PARA OS RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO

São Paulo

2017

Amanda dos Santos Sousa

SOLUÇÕES PARA OS RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Santo Amaro - UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Engenharia Ambiental. Orientador: Prof. Me. Renato Marco.

São Paulo

2017

DOS SANTOS SOUSA, AMANDA

Soluções para os Resíduos Plásticos Pós-Consumo / AMANDA
DOS SANTOS SOUSA. -- São Paulo , 2017

67 f.

TCC Graduação (Engenharia Ambiental) - Universidade de Santo
Amaro, 2017

Orientador(a): Renato Marco

1.Impactos Ambientais. 2.Sustentabilidade. 3.Resíduos Sólidos
Urbanos. 4.Tratamento de Resíduos . 5.Reciclagem de Resíduos
Urbanos . I.Renato Marco, orient. II.Universidade de Santo Amaro
III.Titulo

Amanda Dos Santos Sousa

SOLUÇÕES PARA OS RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS- CONSUMO

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Me. Renato Marco.

São Paulo, ___ de _____ de 2017.

Banca Examinadora:

Prof. Me. Especialista Renato Marco

Universidade de Santo Amaro

Prof.

Prof.

Conceito Final: _____

Ao Professor Gerson Alves. Que ao longo do Curso de Iniciação Técnica em meio ambiente me fez ter um novo olhar para o mundo, com os seus ensinamentos no ano de 2011. Eu posso dizer que a minha formação, inclusive pessoal, não teria sido a mesma sem a sua pessoa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu orientador Prof. Renato Marco, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pela ajuda financeira que me deram no período do curso, mesmo não concordando com as minhas escolhas.

Aos amigos de classe, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e vão continuar presentes em minha vida com certeza.

Ao meu companheiro de vida, Adilson Carlos Gonçalves por ter me dado força na hora que eu pretendia desistir.

E a mim, por mais que tenha me desanimado no percurso, que a vontade de desistir tenha aparecido, mantive a fé em mim mesmo.

*A responsabilidade social e a preservação ambiental significa um compromisso com
a vida.*

João Bosco da Silva

RESUMO

Os resíduos plásticos causam, no ambiente, impactos como o esgotamento de matéria-prima não renovável e o acúmulo de resíduos de difícil degradação. A maior parte dos plásticos é produzida a partir de petróleo, um recurso não renovável. As resinas plásticas apresentam diferenças na sua composição o que dificulta a sua reciclagem, pois, o processo de reciclagem não permite a mistura de duas ou mais resinas diferentes. Além disso, os plásticos podem causar danos à saúde dos seres humanos e dos animais, principalmente por causa dos aditivos químicos utilizados na sua fabricação e causando sérios danos no ambiente marinho. Os plásticos possuem várias aplicações, se destacando nos setores de embalagens, construção civil, automobilístico e de eletrônicos. A demanda crescente por esses produtos resulta no significativo aumento de geração de resíduos plásticos. São muitos os problemas socioambientais causados por esse resíduo. Devido ao seu material leve e a forma incorreta da destinação os resíduos plásticos acabam sendo responsáveis por inundações decorrentes do entupimento de sistemas de drenagem e de escoamento de águas. Os plásticos são facilmente transportados a longas distâncias pelo vento ou carregados pela água, acumulando-se principalmente nos oceanos, onde podem acarretar diversos impactos ambientais e econômicos, afetando os sistemas terrestres e de água doce, incluindo emaranhamento, ingestão por animais, bloqueio de sistemas de drenagem e impactos visuais. Identifica-se que as principais soluções para os problemas causados pelos resíduos plásticos após o consumo são disposições e tratamentos mais adequados, como a redução, reutilização, reciclagem, incineração e, por último, os aterros. Entretanto, sem que haja uma gestão adequada, a maioria desses resíduos é são enviadas para aterros ou lixões, ou dispostos irregularmente no ambiente, prejudicando a vida e a saúde de animais e dos seres humanos.

Palavras-chave: Impactos Ambientais. Sustentabilidade. Resíduos Sólidos Urbanos.

ABSTRACT

Plastic waste causes impacts on the environment such as the depletion of non-renewable raw material and the accumulation of wastes of difficult degradation. Most plastics are produced from petroleum, a non-renewable resource. The plastic resins present differences in their composition which makes their recycling difficult, since the recycling process does not allow the mixing of two or more different resins. In addition, plastics can cause harm to the health of humans and animals, mainly because of the chemical additives used in their manufacture and causing serious damage to the marine environment. Plastics have several applications, standing out in the packaging, civil construction, automotive and electronics sectors. The growing demand for these products results in a significant increase in the generation of plastic waste. There are many socio-environmental problems caused by this waste. Due to its lightweight material and improper form of disposal, plastic wastes are responsible for flooding due to the clogging of drainage and drainage systems. Plastics are easily transported long distances by the wind or carried by the water, accumulating mainly in the oceans, where they can have diverse environmental and economic impacts, affecting terrestrial and freshwater systems, including entanglement, animal ingestion, systems blockage drainage and visual impacts. It is identified that the main solutions to the problems caused by plastic waste after consumption are more appropriate provisions and treatments, such as reduction, reuse, recycling, incineration and, finally, landfills. However, without proper management, most of these wastes are either sent to landfills or dumps, or disposed irregularly in the environment, damaging the lives and health of animals and humans.

Keywords: Environmental impacts. Sustainability. Urban solid waste.

Lista de Abreviaturas

ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASTM	Sociedade Americana de Ensaios de Materiais
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
EA	Educação Ambiental
EPS	Poliestireno Expandido
GESAMP	Group Of Experts On The Scientific Aspects Of Marine Pollution
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IUPAC	Polietileno
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PA	Poliamida
PE	Polietileno
PET	Politereftalato de etileno
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PNRS	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
PP	Polipropileno

PS	Poliestireno
PU	Poliuretano
PVB	Polivinil butiral
PVC	Policloreto de Vinila
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SPI	Sociedade Americana da Indústria de Plásticos

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONCEITOS BÁSICOS	14
1 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 JUSTIFICATIVA	16
4 METODOLOGIA.....	17
5 O PLÁSTICO	18
5.1 A INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS NO BRASIL	18
5.2 A HISTÓRIA DO PLÁSTICO	19
5.3 CRONOGRAMA DA EVOLUÇÃO DO PLÁSTICO	21
5.4 ORIGEM DO PLÁSTICO	22
5.4.1 A CADEIA PETROQUÍMICA E O PLÁSTICO	22
5.5 ALGUNS CONCEITOS SOBRE A ESTRUTURA DO PLÁSTICO.....	24
5.6 PRINCIPAIS RESINAS PLÁSTICAS, SUAS PROPRIEDADES, APLICAÇÕES E EXEMPLOS.....	26
5.7 A IMPORTÂNCIA DO PLÁSTICO NO BRASIL E NO MUNDO	31
6 OS RESÍDUOS PLÁSTICOS E SEUS IMPACTOS.....	37
6.1 PRINCIPAIS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS PLÁSTICOS. ..	39
6.2 IMPACTOS AMBIENTAIS DOS PLÁSTICOS NO AMBIENTE MARINHO.....	41
6.2.1 O ACUMULO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS NO AMBIENTE MARINHO.....	41
6.2.2 A “ILHA” FORMADA DE RESÍDUOS PLÁSTICOS.....	44
6.2.3 IMPACTOS SOBRE OS SERES VIVOS	44
7 SOLUÇÕES	47
7.1. REDUÇÃO.....	48
7.1.1 CONSCIENTIZAÇÃO DA POPULAÇÃO.....	48
7.2 REUTILIZAÇÃO	49
7.3 RECICLAGEM	51
7.3.1 A ESPECIFICIDADE DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS.....	53
7.4 INCINERAÇÃO.....	55
7.5 ATERROS	58
7.5.1 ATERROS SANITÁRIOS.....	58
7.5.2 PROBLEMAS ALEGADOS PELA DISPOSIÇÃO DE PLÁSTICOS EM ATERROS.....	59
8 CONCLUSÃO.....	61
8.1 IMPACTOS POSITIVOS REGISTRADOS	61
REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi elaborado visando contribuir para a integração no conceito de impactos ambientais e sociais causados pelos resíduos plásticos pós-consumo e suas principais soluções para a diminuição desses impactos.

Devido à invenção do plástico, o mundo como conhecemos não seria possível sem essa criação. Esse material entrou em larga escala comercial para substituir outros materiais moldáveis que estavam ficando escassos, ou inviabilizavam a produção em escala industrial, como por exemplo: o marfim que é extraído de presas de elefantes.

O plástico mais parecido com o utilizado no século XXI foi a Parkesina que foi exposta em Londres na Inglaterra em 1862 pelo Inglês Alexandre Parkes. Com o passar dos anos o plástico entrou em várias áreas comerciais, barateando os produtos e possibilitando as vendas em larga escala, como as meias calças feitas de nylon que antes só eram fabricadas com algodão ou seda onde só mulheres da alta sociedade tinham acesso devido ao seu elevado preço.

Na área alimentícia foi uma evolução contra a perda dos alimentos, mantendo o produto fresco por mais tempo, e na medicina também pelas seringas plásticas descartáveis fazendo com que caíssem 80% das contaminações de AIDS por via de transfusão de sangue e drogas injetáveis.

Hoje o mundo está rodeado de plástico, sua presença está associada em diversos seguimentos e a cada ano sua demanda aumenta, entre 2015 e 2016 os principais produtores de resinas plásticas fabricaram juntos seis milhões de toneladas segundo a Plastics Europe.

Devido a sua fácil moldagem com calor e pressão, seu custo baixo, leveza, durabilidade, facilidade de reposição, fez com que esse material substitui-se vários outros como argila, cerâmica, vidro, ferro e entre outros. Mas as suas qualidades como produto, gera um grande problema como resíduo, devido ao seu grande volume no meio ambiente, pois a maioria dos resíduos plásticos descartados, não são biodegradáveis, ficando na natureza de 50 a 400 anos e seu descarte incorreto, ocasionado pela própria população, órgãos públicos e privados.

Os materiais plásticos causam, no ambiente, impactos cujas principais formas estão nos extremos de sua cadeia produtiva: o esgotamento de matéria-prima não renovável e o acúmulo de resíduos de difícil degradabilidade.

A maior parte dos plásticos é produzida a partir de petróleo, um recurso não renovável. A fabricação de plástico absorve cerca de 4% da produção mundial do petróleo.

Esse resíduo apresenta diferenças na sua composição o que dificulta a reciclagem, pois, o processo de reciclagem não permite a mistura de duas ou mais resinas diferentes.

Além disso, os plásticos podem causar danos à saúde dos seres humanos e dos animais, principalmente por causa dos aditivos e químicos utilizados na sua fabricação e causando também sérios danos no ambiente marinho.

Em 2010, entrou em vigor no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) que trata, entre outros, dos resíduos plásticos. A Lei estabelece estratégias para o desenvolvimento sustentável e impõe o sistema de logística reversa, além de tratar do ciclo de vida dos produtos e incentivar o reuso e a reciclagem de materiais, desmotivando a disposição em aterros sempre que haja outra destinação mais favorável ao meio ambiente e à economia de recursos.

Países desenvolvidos, como os Estados Unidos e os membros da União Europeia, já estão muito à frente nessas legislações, e buscam formas de tratamento dos seus resíduos cada vez menos impactantes. E no Brasil muitas empresas estão adotando a gestão ambiental como ferramenta para gerenciar seus resíduos e sempre que possível optar por fornecedores e prestadores de serviços que se preocupam com o meio ambiente e tenham medidas de controle de impactos e que estejam em busca de novas soluções, pois os resultados de prevenção são mais positivos do que apenas remediar.

Neste trabalho serão abordadas as principais soluções com as ações como redução, reutilização, reciclagem, incineração e disposições em aterros sanitários. A intenção é que o leitor ganhe um embasamento teórico sobre o plástico desde o berço até o túmulo e entenda as vantagens e desvantagens assim incentivando a análise de um produto como um todo.

A primeira parte do estudo é dedicada para descrever o plástico em si, seu significado, origem, surgimento, a indústria brasileira do plástico, a história, a cadeia de produção, as características das principais resinas que estão no mercado, sua importância no Brasil e no mundo e os principais setores consumidores do plástico.

O capítulo com o título: Os resíduos plásticos e seus impactos são dedicados a relacionar e descrever os principais impactos causados pela disposição incorreta dos resíduos plásticos, sendo eles ambientais sociais e político.

O capítulo 7 abordara as soluções para a diminuição de impactos aplicando a redução, reutilização, reciclagem, incineração e aterro.

Deste modo espera-se divulgar o uso destes materiais em pesquisas científicas e aplicações tecnológicas de maneira a contribuir para um desenvolvimento sustentável.

Conceitos Básicos

Coleta Seletiva: separação dos materiais que podem ser recicláveis, como papel, vidro, plástico, e o processo industrial da reciclagem.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral classificar e comparar as soluções para diminuição dos impactos ambientais e sociais causados pelos resíduos plásticos pós-consumo.

2.2 Objetivos Específicos

Com base no objetivo geral, foram definidos objetivos específicos:

1. Identificar e caracterizar a cadeia produtiva do plástico.
2. Apontar os principais impactos causados gerados pelo excesso e falta de tratamento dos resíduos plásticos.

3 JUSTIFICATIVA

Devido ao transtorno da falta de tratamento correto dos resíduos plásticos pós-consumo, essa pesquisa se justifica através do conhecimento das soluções para a gestão e destinação correta dos resíduos plásticos.

A vantagem para desse estudo é as formas de diminuição dos impactos ambientais e sociais causados pelos resíduos plásticos, sendo de utilidade para todos que convivem direta e indiretamente com esse resíduo.

A pesquisa oferece uma base desde a matéria prima dos plásticos, a cadeia produtiva e sua vasta aplicação mostrando também o seu benefício.

4 METODOLOGIA

O trabalho desenvolveu-se com base em revisão bibliográfica e levantamento sistemático da literatura científica disponível nos bancos de dados da SCIELO e GOOGLE ACADÊMICO, além de dados obtidos por meio de livros, teses e artigos.

5 O PLÁSTICO

Antes mesmo de ser inventado, ele já existia na natureza. A palavra plástico – derivada do grego *plastikos*, flexível – define qualquer material capaz de ser modelado com calor ou pressão para criar outros objetos. Assim, resinas de certas árvores conhecidas desde a antiguidade são consideradas plásticos naturais, bem como o marfim, moldado desde o século XVII. Já o plástico artificial surgiu com a contribuição de vários inventores, cada um deles obtendo um pequeno avanço. (MUNDO ESTRANHO, 2011).

5.1 A Indústria de plásticos no Brasil

De modo geral, a indústria petroquímica brasileira e a de plásticos são compostas por muitos grupos estrangeiros, sejam proprietários ou apenas participantes no quadro societário. Dessa forma, desde sua fundação na década de 1970, houve a tendência natural de que tais indústrias trouxessem tecnologia do exterior. Paulatinamente, foram formados recursos humanos especializados e criados centros e laboratórios de pesquisa na área de polímeros (classe de materiais que abrange plásticos e borrachas) nas próprias empresas e também nas universidades. Atualmente, já há uma massa crítica de qualidade produzindo conhecimento e discutindo inovações científicas e tecnológicas no setor (ZANIN; MANCINI, 2015, p.34).

Desde a sua produção em larga escala, o plástico trouxe grandes avanços em vários setores e continua se desenvolvendo com a ajuda da tecnologia, trazendo benefícios com o a geração de empregos e resoluções de problemas. Mas o resíduo advindo desse material, em boa parte das embalagens descartadas, trouxe um problema ambiental.

A seguir será retratado a história da invenção dessa resina e seus polímeros mais utilizados no mercado.

5.2 A História do Plástico

Mesmo antes de ser inventado o plástico ele já existia na natureza, como o marfim que é moldado desde o século XVII, o material é obtido de dentes caninos de animais como, por exemplo, de elefantes, morsas e hipopótamos. (INNOVA,2017).

Antes do surgimento do plástico, os materiais moldáveis mais utilizados eram a argila e o vidro, sendo eles mais pesados e frágeis. (INNOVA,2017).

O plástico em si começou a ser produzido por volta de 1860 por Alexandre Parkes de origem inglesa, quando ele iniciou estudos com nitrato de celulosa, um tipo de resina que ganhou o nome de "Parkesina". Esse material era utilizado em estado sólido e suas características principais eram a flexibilidade, resistência a água, cor opaca e de fácil pintura. Em 1862 Parkes apresentou suas primeiras amostras na Exposição internacional de Londres, sendo considerado o material antecessor da matéria plástica, ponto central de uma grande família de polímeros dos dias de hoje. (INNOVA,2017).

Devido a matéria prima (marfim) de bolas de sinuca estar ficando mais rara a empresa Phelan and Collander no mesmo ano (1860) lançou um concurso em Albany/ Nova York (EUA), com o prêmio de dez mil dólares para quem conseguisse desenvolver um material que pudesse substituir o marfim. Com a produção de outras resinas como o do poliestireno, polietileno, PVC, poliamidas (Nylon) e poliéster, e também o avanço dos mecanismos de polimerização contribuiu para nos últimos anos, o nascimento de outros materiais plásticos com características físico-mecânicas e de alta resistência ao calor, os chamados tecnopolímeros ou polímeros para engenharia. (INNOVA,2017).

A partir de 1945, as matérias-primas plásticas foram incorporadas no mercado. Foi um fenômeno, pois, na época, o aço predominava. A substituição progressiva dos materiais tradicionais pelas novas substâncias sintéticas mudou o conceito de forma, ergonomia e utilidade dos objetos que o homem estava acostumado a manusear em seu dia-a-dia. Com a introdução do plástico no mercado mundial, novas demandas foram surgindo, como produtos descartáveis, artigos para o lazer, eletroeletrônicos entre outros. No setor de eletrodomésticos, por exemplo, a utilização do plástico está

em constante crescimento e com isso o tipógrafo americano John Wesle Hyatt (1837 - 1920), começou as pesquisas do marfim artificial que suprisse as expectativas da empresa. (INNOVA,2017).

Hyatt obteve sucesso em 1870, aperfeiçoando a celuloide: uma versão comercial do nitrato de celulosa com adição de piroxilina, cânfora, álcool, polpa de papel e serragem. Nasceu, então, a primeira matéria plástica artificial.

Neste mesmo ano foi inaugurada a primeira fábrica da nova matéria-prima, batizada de Albany Dental Plate Company, nome que provém do fato da celuloide ter sido utilizada primeiramente por dentistas. Três anos mais tarde (1872), a Dental Plate Company mudou para Celluloid Manufacturing Company. Esta foi a primeira vez que o nome celuloide foi registrado. Por sua facilidade de trabalho, a resina foi um sucesso e nos anos posteriores acabou definindo a nomenclatura das matérias plásticas que eram criadas a partir da celuloide. (INNOVA, 2017).

O cientista Hermann Staudinger iniciou estudos teóricos sobre as propriedades da estrutura dos polímeros naturais (celulosa e isoprene) e sintéticos. (INNOVA,2017).

Ele mostrou que os polímeros são constituídos de moléculas em forma de longas cadeias formadas a partir de moléculas menores, por meio da polimerização. Na época os cientistas acreditavam que os plásticos eram compostos de anéis de moléculas ligados devido a isso as teorias de Staudinger não foram bem aceitas e a discussão continuou por vinte anos. No período dos anos 30 nasceu o poliestireno (PS) que é formado a base e eteno e o benzeno, mas a produção comercial começou só em 1936 na Alemanha. Em 1949 foi inaugurada a primeira fábrica de PS, a Bakol S.A, em São Paulo. No início dos anos 60, F. H. Lambert desenvolveu o processo para moldagem de material PS expandido. O plástico substitui com vantagens uma série de matérias-primas utilizadas pelo homem há milhares de anos, como vidro, madeira, algodão, celulose e metais. (INNOVA,2017).

Atualmente, o plástico é considerado essencial para o progresso da humanidade. O aperfeiçoamento das tecnologias de transformação viaja na mesma intensidade da história dos polímeros. (INNOVA,2017).

5.3 Cronograma da Evolução do Plástico

- **1839 – Vulcanização**

O americano Charles Goodyear (1800-1860) criou o processo de vulcanização da borracha, que tornava o material natural mais durável, resistente às variações de temperatura, e também elástico, permitindo ser esticado, mas voltando ao formato original. (BRASKEM, 2012, p.8).

- **1862 – Parkesina**

Na Exposição Internacional de Londres, o inglês Alexandre Parkes apresentou a “parkesina”, precursora da matéria plástica – uma resina feita de celulose, flexível, impermeável à água, que podia ser moldada quando aquecida e mantinha a forma quando resfriada, e substituta da borracha. Não prosperou pelo alto custo de produção. (BRASKEM, 2012, p.8).

- **1870 – Ceuloide**

O americano John Wesley Hyatt (1837-1920) aperfeiçoou o celuloide, dando mais rigidez ao material. O propósito inicial era substituir o marfim nas bolas de bilhar, que vinha se tornando escasso pela popularidade do esporte, ameaçando elefantes. (BRASKEM, 2012, p.8).

- **1905 – Celofane**

O engenheiro têxtil suíço Jacques Brandenberger inventou o celofane a partir da celulose, na tentativa de criar uma película protetora impermeável para toalhas de mesa. (BRASKEM, 2012, p.9).

- **1909 – Baquelite**

O químico belga Leo Baekeland (1863-1944) deu início à revolução dos plásticos modernos ao criar o primeiro totalmente sintético e em escala comercial: a baquelite ou resina fenólica, dura, rígida e resistente ao calor após ser moldada. (BRASKEM, 2012, p.9).

- **1912 – PVB**

“São desenvolvidos os primeiros revestimentos e filmes com o Polivinil butiral (PVB), utilizado em laminação para vidros de segurança como para-brisa de automóveis.” (ABIPLAST, 2016, p.20).

- Décadas de 1930 a 1950 – Polimerização

Com o processo de polimerização, a produção de plásticos se diversifica em vários polímeros: neoprene, poliéster, Poliestireno Expandido (EPS), Isopor®, Policloreto de Vinila (PVC), vinil, poliuretano (PU), náilon, Politereftalato de etileno (PET), teflon, silicone, polipropileno (PP) e polietileno (IUPAC). (BRASKEM, 2012).

- 2010 – Plástico Verde

A Braskem inicia a produção da primeira resina plástica produzida do etanol de cana-de-açúcar no mundo. Apelidado de “plástico verde”, ele tem as mesmas propriedades do polietileno comum. (BRASKEM, 2012, p.9).

- 2000 a 2017 – Polímero a prova de bala.

Cientistas da Rice University, Texas - EUA, criam um novo super polímero que pode parar uma bala de 9 mm e selar o buraco deixado por ela. (ABIPLAST, 2017).

5.4 Origem do Plástico

A origem do plástico é advinda do petróleo, mas precisamente da Nafta e do gás natural que são separados no processo do refino, é um composto incolor e volátil, é utilizado como base de resinas, solventes e outros produtos. (BRASKEM, 2012).

5.4.1 A Cadeia petroquímica e o plástico

Constituída de produtores de primeira, segunda e terceira geração, baseada na transformação várias matérias primas ou insumos petroquímicos, desde a transformação de subprodutos do refino do petróleo bruto principalmente a nafta ou

gás natural, em bens de consumo e industriais utilizados para diversas finalidades. (BRASKEM, 2012).

A nafta e/ou gás passam inicialmente por um processo chamado craqueamento, que resulta nos petroquímicos básicos, tais como eteno, propeno e aromáticos. O tipo de matéria-prima empregado tem rendimentos variados e determina um mix diferenciado de produtos. (BRASKEM, 2012).

1º Geração: Produtoras de petroquímicos básicos, onde as centrais petroquímicas utilizam como matérias-primas o etano e propano/butano (ambos a partir 85% do gás natural), nafta e gasóleo (ambos do petróleo). Os principais produtos obtidos são: eteno, propeno, butadieno, benzeno, tolueno e xileno. (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

2º Geração: Produtoras de intermediários e resinas termoplásticas que produzem as resinas termoplásticas, por meio de processos de polimerização que utilizam eteno, propeno, benzeno, xileno e outros, para produção de polietileno, polipropileno, poliestireno, PVC, PET e outros. (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

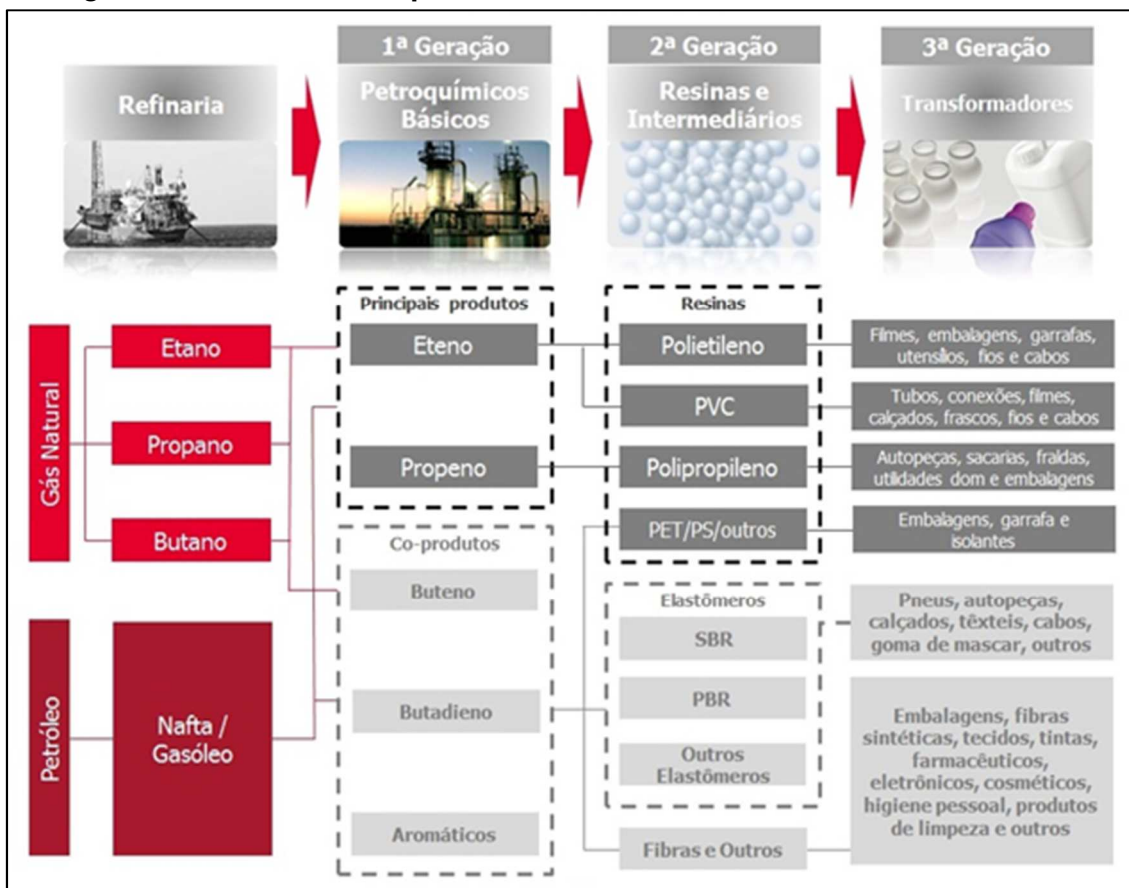
3ª Geração: Empresas de transformação de plásticos, que são os clientes da indústria petroquímica, transformam os produtos da segunda geração, e intermediam o refino de produtos básicos e intermediários (crackers) é conhecido como a primeira geração da petroquímica. (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

O esquema de processo começa com a extração do petróleo, depois vai para o refinamento onde ele passa por um processo de destilação fracionada que é separação de petróleo com o uso de calor em torres, na qual cada fração é liberada de acordo com a temperatura para quebra de moléculas maiores do óleo em moléculas menores (mais leves). (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

Depois dessa separação por volta de 7% do produto é destilada a Nafta, que é passada pelo processo chamado de craqueamento, que resulta nos petroquímicos básicos, tais como eteno, propeno, buteno, butadieno, benzeno, tolueno e xileno, depois ela passa por um processo químico chamado de polimerização. Para a otimização da logística desses suprimentos, as centrais petroquímicas normalmente

se encontram perto de suas fontes primárias. O fluxograma 1 mostra detalhadamente a cadeia petroquímica com seus principais produtos. (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

Fluxograma 1 - Cadeia Petroquímica



Fonte: (BRASKEM, 2017).

5.5 Alguns conceitos sobre a estrutura do plástico.

As estruturas do plástico são compostas de vários carbonos, por causa disso ele consegue fazer diferentes combinações químicas até consigo mesmo. Seus átomos são estruturados em moléculas menores chamadas de **monômeros**, eles se combinam entre si e com outros e formam as **macromoléculas**, com o processamento químico chamado **polimerização** essas macromoléculas combinadas dão origem aos **polímeros** que também se interligam. (BRASKEM, 2012).

Os polímeros formam longas cadeias, e suas propriedades variam em relação ao tamanho, à composição, à estrutura química e às interações moleculares existentes. É por isso que os plásticos são tão diferentes entre si. (BRASKEM, 2012).

Como foi visto anteriormente o plástico advém de duas fontes primárias distintas, segue as classificações dos polímeros. (ABIPLAST, 2011).

Naturais: os polímeros naturais são aqueles existentes na natureza na forma polimérica. (ABIPLAST, 2011).

Exemplos: algodão, madeira (celulose), cabelo, látex, caseína (leite). (ABIPLAST, 2011).

Sintéticos: são aqueles obtidos por meio de reações químicas. (ABIPLAST, 2011).

Exemplos: Polietileno (PE), PP, PVC, Poliamida (PA), entre muitos outros. (ABIPLAST, 2011).

Termoplásticos: são polímeros que não sofrem alterações na sua estrutura química durante o aquecimento/amolecimento e, portanto, podem novamente ser fundidos após o resfriamento. São recicláveis. (ABIPLAST, 2011).

Exemplos: PE, PP, PVC, PA, PC, PET, etc. (ABIPLAST, 2011).

Termofixos: Eles são rígidos e duráveis que quando aquecidos uma vez, mudam sua estrutura química e não podem ser fundidos novamente, são bastantes utilizados em bens duráveis como peças de automóveis, eletrodomésticos e aviões. (ABIPLAST, 2011).

Exemplos: PU (alguns tipos são termofixos), Fenol-formaldeído (baquelite), Melamina-formaldeído, resina poliéster e etc. (ABIPLAST, 2011).

Elastômeros: são conhecidos como borrachas, uma vez moldados não podem ser fundidos novamente, porém podem ser reaproveitados como cargas/enchimentos em outros produtos. (ABIPLAST, 2011).

Exemplo: borracha natural (látex) e borrachas sintéticas (SBR). (ABIPLAST, 2011).

5.6 Principais resinas plásticas, suas propriedades, aplicações e exemplos

Neste capítulo vamos relacionar as principais resinas utilizadas no Brasil e no mundo, suas propriedades físicas, aplicações no mercado e alguns exemplos de matérias que são produzidos e vendidos em larga escala. (ABIPLAST, 2011).

Quadro 1 - Principais resinas plásticas, suas características e principais aplicações

As principais resinas plásticas e suas aplicações		
Tipos de Resinas	Características	Principais Aplicações
Poli(cloreto de vinila) (PVC)	Material rígido e de alta densidade, com excelente estabilidade dimensional, resistência química e resistência mecânica. Contudo, por conta da rigidez, é de difícil processamento, requerendo a adição de quantidades relativamente elevadas de plastificantes. Apresenta baixa resistência térmica, mas tem características auto-extinguíveis em relação à chama. Apresenta boas propriedades de isolamento elétrico.	Encontra amplo uso na construção civil, em especial para confecção de tubos, conexões e isolamento de cabos elétricos, por conta das excelentes propriedades mecânicas, estabilidade dimensional e natureza polar, que permite a soldagem e a decoração de superfícies. Com a adição de plastificantes, encontra amplo uso para confecção de filmes flexíveis e embalagens para ampla gama de produtos, inclusive na indústria de produtos médicos e de alimentos.
Poli(etileno) de alta densidade (PEAD)	Por causa de sua alta densidade, é um material opaco. É mais fácil de ser processado, mais resistente e com melhores características mecânicas que o PEBD. É resistente a substâncias químicas, mas não a fortes agentes oxidantes.	Embalagens: bolsas, garrafas, caixas, embalagens de alimentos, para compostos químicos, frascos, rolhas, tampas, cápsulas. Eletrônico: isolante de fios, alambrados, bobina, suporte de lâmpadas, aparas, monofilamentos. Automobilístico: tubos, mangueiras, conexões de recipientes de combustível. Outros: correias, bandejas, material de pesca, tapeçaria, sacos.
Poli(etileno) de baixa densidade (PEBD)	Material com baixa condutividade elétrica e térmica e resistente à	Eletrônicos: isolante de fios, pequenas peças. Embalagens: sacos, garrafas, tampas,

	<p>ação de substâncias químicas. Possui variadas características mecânicas e suas propriedades são mantidas excelentes quando submetido a temperaturas inferiores a 60°C.</p>	<p>bolsas, tetrapak. Agricultura: película de revestimento, tubos de irrigação. Construção Civil: tubulações, mangueiras, tela de sombreamento.</p>
<p>Poli(propileno) (PP)</p>	<p>Homopolímero: possui resistência elétrica e mecânica. Pode ser esterilizado com raios gama e óxido de etileno. É resistente a altas temperaturas. Abaixo de 80°C tem boa resistência química a ácidos e bases. Torna-se frágil e quebradiço a temperaturas abaixo de 0°C. Copolímero: é transparente, mais flexível e resistente (exceto a resistência química) que o homopolímero. Quando modificado com borracha termoplástica, torna-se mais resistente. Possui alta resistência mecânica a baixas temperaturas.</p>	<p>Homopolímero - embalagens: películas de embalagens de alimentos, rafia, embalagens industriais, sacolas. Medicina: material hospitalar esterilizável, seringas. Outros: papel fotográfico, papel cartão, pasta de celulose. Copolímero – brinquedos, recipiente alimentar, caixas de uso industrial, garrafas, tampas, películas. Automobilístico: revestimento interno de veículos, freios, eixos de transmissão, painéis de instrumentos, para-choques e para-lamas. Material eletrônico e outros.</p>
<p>Polímero EVA (copolímero de etileno e acetato de vinila)</p>	<p>É um material flexível, que possui boa elasticidade e pode ser transparente. É resistente a várias substâncias químicas e possui boa resistência mecânica. Possui elevada resiliência a baixas temperaturas. Fácil de ser esterilizado.</p>	<p>Construção Civil: composição asfáltica, mangueiras flexíveis. Embalagem: sacaria industrial de alta resistência, filmes especiais. Outros: borrachas escolares, tatames de academia. Diversos usos em processos industriais. Brinquedos: tapetes macios, bonecos. Calçados: componente de palmilha de calçados e de solados em geral.</p>
<p>Copolímero de acrilonitrila butadieno e estireno (ABS)</p>	<p>O ABS pode ser utilizado sozinho ou combinado com outras resinas, como a poliamida (PA), policarbonato (PC) ou polibutileno (PBT). ABS: é resistente ao calor, tensão e impactos. Além disso, é um bom absorvente de</p>	<p>ABS – calçados: solas. Automobilística: peças decorativas, consoles, para-choque. Embalagens: garrafas de alta resistência. Brinquedos. ABS/PA – automobilística: grades, retrovisores, freios, amortecedores. Eletrônicos:</p>

	<p>umidade e é aplicado em peças que devem manter boa aparência, pois o ABS tem a capacidade de manter-se brilhante.</p> <p>ABS/PA: é resistente a impactos e contra hidrocarbonetos. Resiste a temperaturas até 180°C e é isolante acústico.</p> <p>ABS/PC: é resistente a luz UV e impactos. Pode ser moldado e texturizado de várias maneiras e é um bom isolante elétrico.</p> <p>ABS/PBT: é fácil processá-lo e é resistente a chamas e a impactos.</p>	<p>armações e revestimentos de ferramentas. Outros: monitores cardíacos, equipamentos esportivos.</p> <p>ABS/PC – Automobilística: para-choques e para-lamas, faróis, retrovisores, sistemas de ventilação. Peças Técnicas: caixas de conexão, peças elétricas, calorímetros.</p> <p>Eletrônicos: lâmpadas.</p> <p>Eletrodomésticos: secadores de cabelo, aspiradores de pó, cafeteiras. ABS/PBT – automobilística: consoles, painéis. Peças Técnicas: peças de máquinas de escrever e fotocopiadoras.</p> <p>Eletrodomésticos: lavadoras, secadores de cabelo.</p>
Poli(estireno) (PS)	<p>Cristal: é um isolante elétrico de alto peso molecular e baixa absorção de água. É brilhante, transparente e sensível à luz. Possui boa estabilidade térmica. Não é resistente a impactos.</p> <p>Expandido: é isolante térmico e acústico, e possui alta resistência mecânica. Perde suas propriedades a temperaturas superiores a 88°C. É resistente a ácidos, bases e sais e é inflamável. Possui baixa absorção de água. Alto e médio impacto: sensível à luz UV, pode ser translúcido ou opaco. É rígido e resistente a impacto, mas não é resistente a altas temperaturas. Pode ser extrudado, injetado e termoformado. São estáveis termicamente.</p>	<p>PS Cristal – embalagens: para alimentos, remédios e cosméticos. Brinquedos. Material de escritório, tecidos artificiais e instrumentos para o lar. PS Expandido – peças técnicas: isolantes, reforços, chapas. Embalagens: componentes de garrafas térmicas, embalagens de produtos agrícolas e industrializados. Reforço para automóveis e eletroeletrônicos, além do isopor. PS Alto e Médio Impacto – embalagens: de produtos farmacêuticos. Descartáveis: copos pratos, aparas. Eletrônicos: portas e gavetas de geladeira, placas de aparelhos eletrônicos.</p>
Poli(tereftalato de etileno) (PET)	<p>O C-PET é um material opaco, possui boa resistência mecânica, mas baixa resistência a</p>	<p>Embalagem: garrafas de bebidas, jarros, embalagem de alimentos, de cosméticos e de remédios, chapas, folhas,</p>

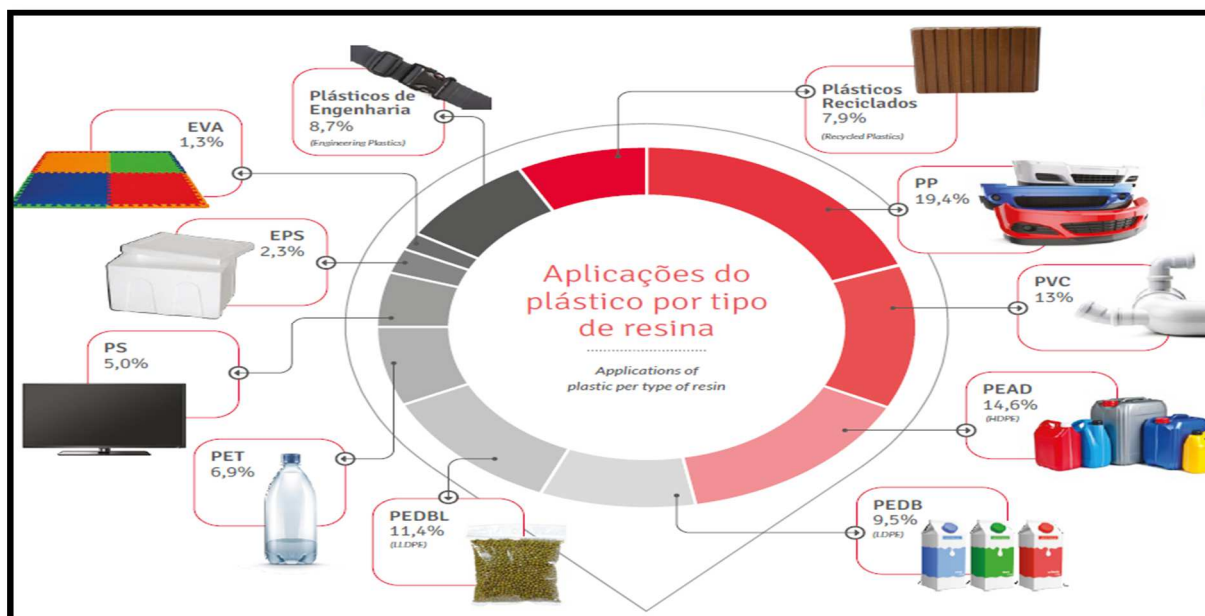
	<p>impactos. É impermeável a gases, mas absorve água. É resistente a vários produtos químicos diluídos, mas pouco resistente a bases, água quente, cetonas e halogenados. Não é recomendado o uso como isolante elétrico em altas frequências. O A-PET é transparente, mais resistente ao impacto e menos rígido. Resiste a hidrocarbonetos halogenados.</p>	<p>películas. Eletrônicos: peças de computador e engrenagens. Outros: aderente de tintas, botões, broches, bordados, toldos, velas, tendas. Medicina: tubos para hemodiálise, seringas. Peças Técnicas: telas para pneumáticos. Eletrodomésticos: revestimento de torradeiras, frigideiras, secadores de cabelo.</p>
Policarbonato (PC)	<p>Cristal: é um isolante elétrico de alto peso molecular e baixa absorção de água. É brilhante, transparente e sensível à luz. Possui boa estabilidade térmica. Não é resistente a impactos. Expandido: é isolante térmico e acústico e possui alta resistência mecânica. Perde suas propriedades a temperaturas superiores a 88°C. É resistente a ácidos, bases e sais. É inflamável e possui baixa absorção de água. Alto e médio impacto: sensível a luz UV, pode ser translúcido a opaco. É rígido e resistente a impacto. Não é resistente a altas temperaturas. Pode ser extrudado, injetado e termoformado. São estáveis termicamente.</p>	<p>PC reforçado – eletrônicos: transmissores, eletrodomésticos em geral. Outros: semáforos, lentes, conectores. PC de Alta/Média/Baixa viscosidade – embalagens: garrafas de água, leite, e frascos de remédios. Outros: CDs, núcleo de bobinas, calculadoras, lâmina de banners luminosos, películas, chapas, escudos da polícia anti-choque. Calçados: solas. Automobilístico: faróis, lanternas.</p>
Poliuretano (PU)	<p>Espuma flexível: o principal tipo é o poliéster. É mais elástico, não é rígido e possui poros. Espuma rígida: é um excelente isolante térmico devido aos radicais fluorados usualmente</p>	<p>Espuma Flexível – utilidades domésticas: colchões, assentos. Têxtil: ombreiras, peças de vestimenta. Embalagens: utilizado no transporte de máquinas, computador, peças de cristal, ferramentas, televisores.</p>

	<p>presentes em sua estrutura química. Pode ser processada com poliéter e poliéster.</p> <p>Espuma integral: pode ser flexível ou rígida, dependendo dos processos a que é submetida para mudar a sua densidade.</p> <p>Poliuretano termoplástico: é bastante elástico e possui características elastoméricas. É facilmente processado por causa da sua resistência química a altas temperaturas. Pode ser composto com PVC para melhorar as suas características mecânicas.</p>	<p>Automobilístico: assentos, cabeceiras, endosso, para-sol.</p> <p>Outros: esponjas de banho, filtros, fitas adesivas. Espuma Rígida – embalagem: transporte de equipamentos pesados.</p> <p>Construção Civil: isolante térmico de paredes, telhas, pinturas e janelas. Espuma Integral – automobilístico: assento de crianças, pedais, proteções laterais, revestimento interno.</p> <p>Calçados: solas de sapatos, botas de hockey. Poliuretano Termoplástico – automobilístico: cabos, juntas.</p> <p>Eletrônicos: tubos, fios, revestimentos. Peças Técnicas: containers, vasos, películas de alta resistência, peças e engrenagens de máquinas.</p> <p>Automobilístico: cabos, juntas, proteções. Eletrônico: revestimento de cabos e tubos.</p>
Resina Epóxi	<p>Possui alta resistência química e pode possuir alta resistência mecânica. Admite vários aditivos na sua composição, tornando suas propriedades e aplicações bastante específicos.</p>	<p>Automobilístico: anti-corrosivo de peças de automóveis.</p> <p>Eletrônicos: recobrimento de aparelhos eletrônicos, laminação de produtos elétricos.</p> <p>Outros: estabilizador de halogênios, composição no revestimento de máquinas marítimas, composição na carcaça do avião de guerra “Stealth” (asa tipo W).</p> <p>Construção Civil: composição de argamassa.</p> <p>Medicina: composto de reestruturação dentária.</p>
Resina Fenólica	<p>Foi o primeiro polímero completamente sintético a ser fabricado. Necessita cargas, para que não se torne quebradiço.</p> <p>Possui razoável resistência ao calor antes</p>	<p>Móveis: composição em aglomerado de madeira, revestimento de mesa e outros tipos de móveis (fórmica).</p> <p>Tecidos laminados de bobinas, rodas dentadas, polias.</p> <p>Utilidades para o lar: cabos de frigideiras e de painéis.</p>

	de sofrer alteração na sua estrutura química.	Revestimento de latas de alimento e de tubulações.
--	---	--

Fonte: (ABIPLAST, 2011).

Figura 1 - Porcentagem da aplicação do plástico por tipo de resina.



Fonte: (ABIPLAST, 2015)

5.7 A importância do plástico no Brasil e no mundo

Desde os primórdios a capacidade do homem em transformar recursos disponíveis em ferramentas e soluções para a sua sobrevivência a um planeta que lhe opunha às condições hostis.

A evolução das formas de transformação, inicialmente a partir dos recursos naturais diretamente disponíveis e depois com a síntese de novos materiais, dentre eles o plástico, fazem parte da história da evolução humana. Desde o século XIX existem registros de usos de resinas naturais que já possuíam algumas das características dos materiais plásticos sintéticos descobertos como citado posteriormente. (ABIPLAST, 2017).

O uso do plástico veio com o intuito de melhorias e até resolução de problemas como, por exemplo, no ano de 1909 nos Estados Unidos que a lei proibiu o uso de xícaras comunitárias nos trens devido à proliferação de doenças, que onde se começou a utilização de copos descartáveis, com isso os índices de doenças contagiosas reduzirão. Depois desse momento, foram descobertos vários novos materiais e aplicações de plásticos que simplesmente revolucionaram a sociedade. (ABIPLAST, 2017).

Ao longo das décadas, podemos acompanhar o crescimento do uso do plástico e a evolução de suas aplicações que trouxeram para a sociedade mais comodidade e praticidade. O auge do desenvolvimento da indústria petroquímica, e conseqüentemente da indústria de transformados plásticos, ocorreu nos períodos entre guerras e no 2º pós-guerra, quando Alemanha e EUA lideraram o progresso tecnológico e a descoberta de novos produtos petroquímicos e artigos plásticos, que foram difundidos pelo mundo. Assim, foram desenvolvidos produtos comerciais importantes, como a fibra de nylon e as fibras de PET para confecção de tecidos bem como janelas de avião a partir do acrílico. (ABIPLAST, 2017).

Devido ao material ser moldável, de uma boa durabilidade e versátil. O plástico acabou se tornando uma solução econômica e eficaz aplicável em diferentes atividades industriais como a fabricação de automóveis, eletroeletrônicos, móveis, alimentos, entre outros. Com o passar dos anos o processo e os produtos trouxeram benefícios para as organizações e o para o bem-estar social. (ABIPLAST, 2017).

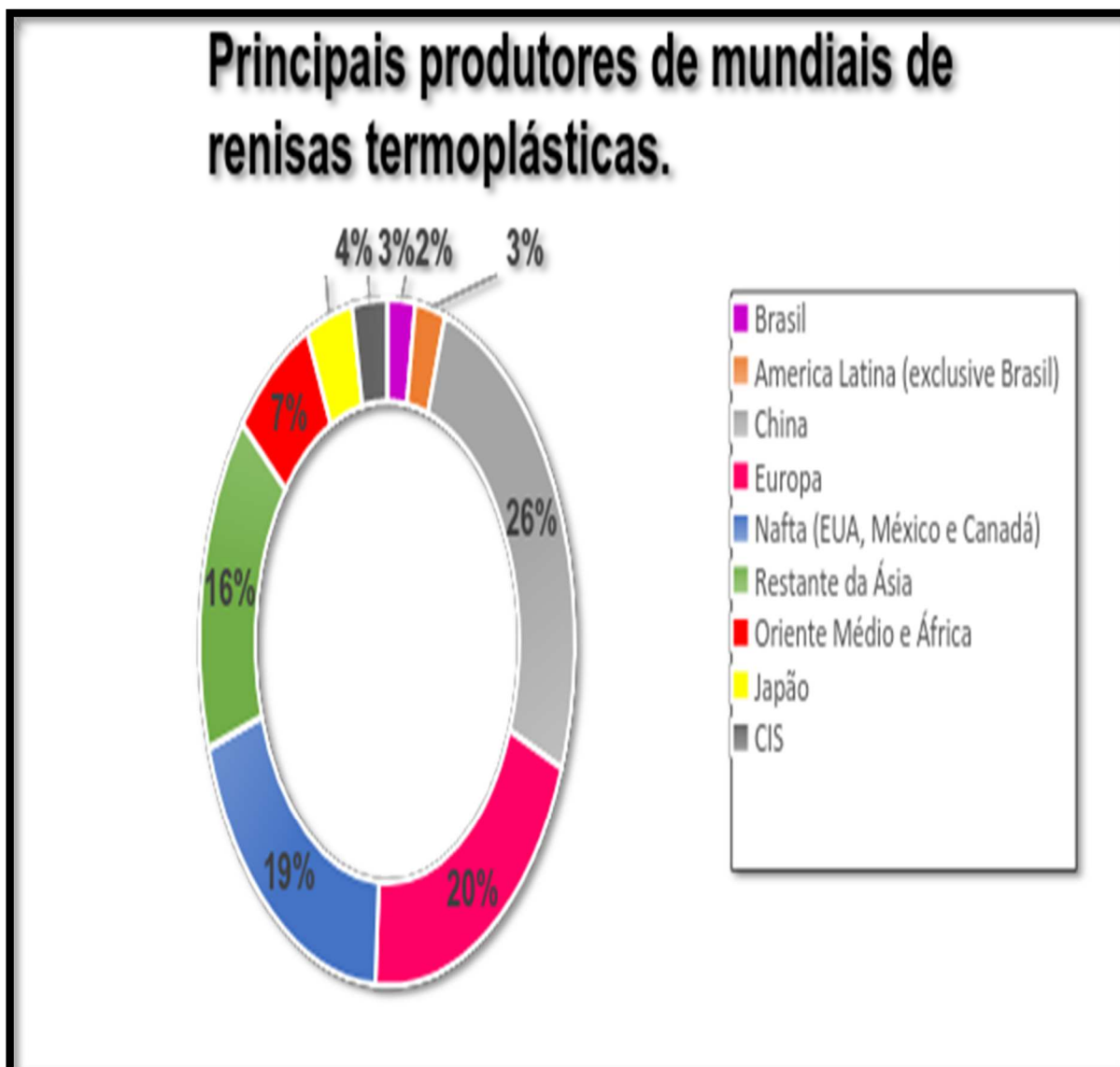
Segundo dados levantados da Plastics Europe (2015), os maiores produtores de resinas já chegaram a fabricar 260 milhões de toneladas de resinas desde 2014, e a China lidera essa produção com o percentual de 26% de toda a geração, sendo em torno de 67, 6 milhões de toneladas de matéria plástica.

Segue os gráficos 1 e 2 com os valores em percentual de toneladas, dados retirados do relatório da Plastics Europe de 2015.

A sigla CIS (Commnwealth of Independent States) que aparece no gráfico, compreende os países Armênia, Belarus, Cazaquistão, Federação Russa, Moldávia, Quigüistão, Tadjiquistão, Turcomenistão, Ucrânia, Uzbequistão, Geórgia e Azerbaidjão.

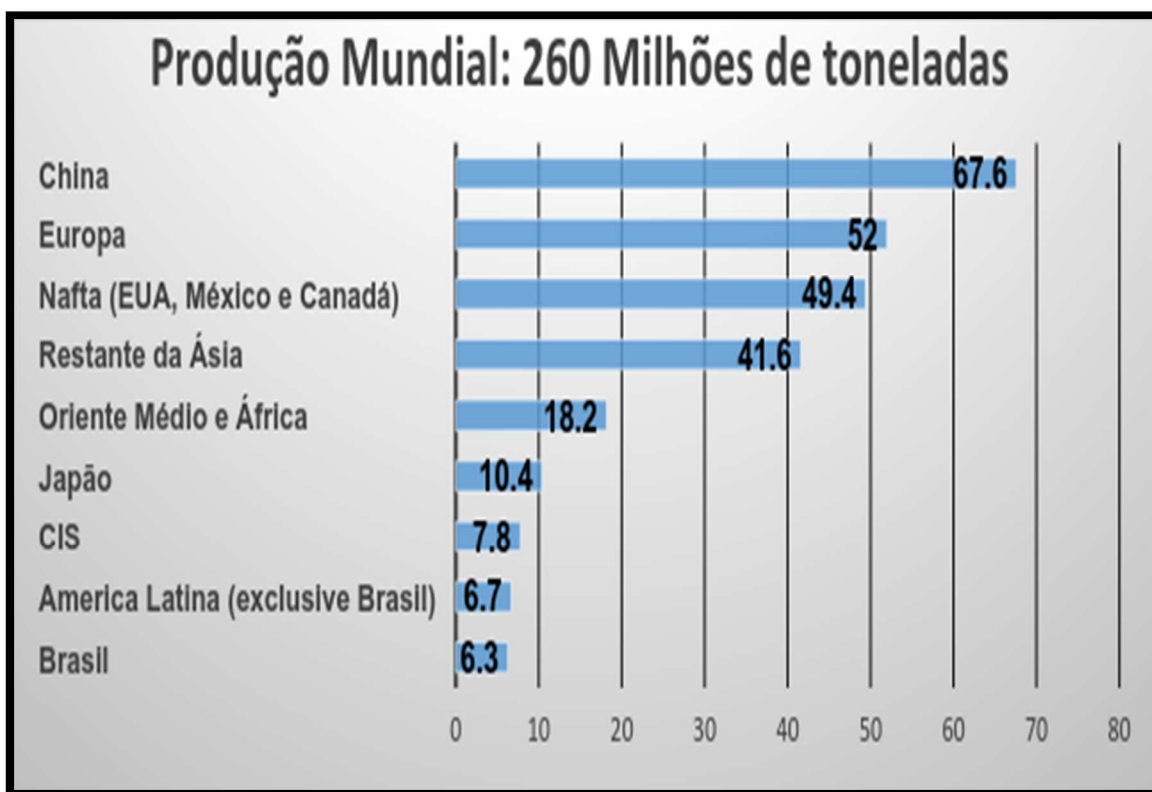
Europa: compreende os países da União Europeia, Suíça e Noruega.

Gráfico 1 - Principais produtores mundiais de resinas termoplásticas de 2014 (percentual)



Fonte: (PLASTICIS EUROPE, 2015).

Gráfico 2 - Produção mundial de resinas termoplásticas em 2014.



Fonte: (PLASTICIS EUROPE, 2015).

O segundo maior produtor de resina é a Europa (União Europeia, Suíça, e Noruega), com 20% e o bloco econômico NAFTA (composto por EUA, Canadá e México), com 19% em terceiro. (PLASTICIS EUROPE, 2015).

A América Latina representa 5% da produção mundial, sendo que o Brasil representa quase metade dessa produção concentrada em PE, PP, PVC, PET e as “resinas de engenharia” (PLASTICIS EUROPE, 2015).

O número utilizado para a produção mundial de resinas inclui resinas termoplásticas e poliuretanos mostrados no gráfico.

5.8 Setores consumidores de plásticos no Brasil

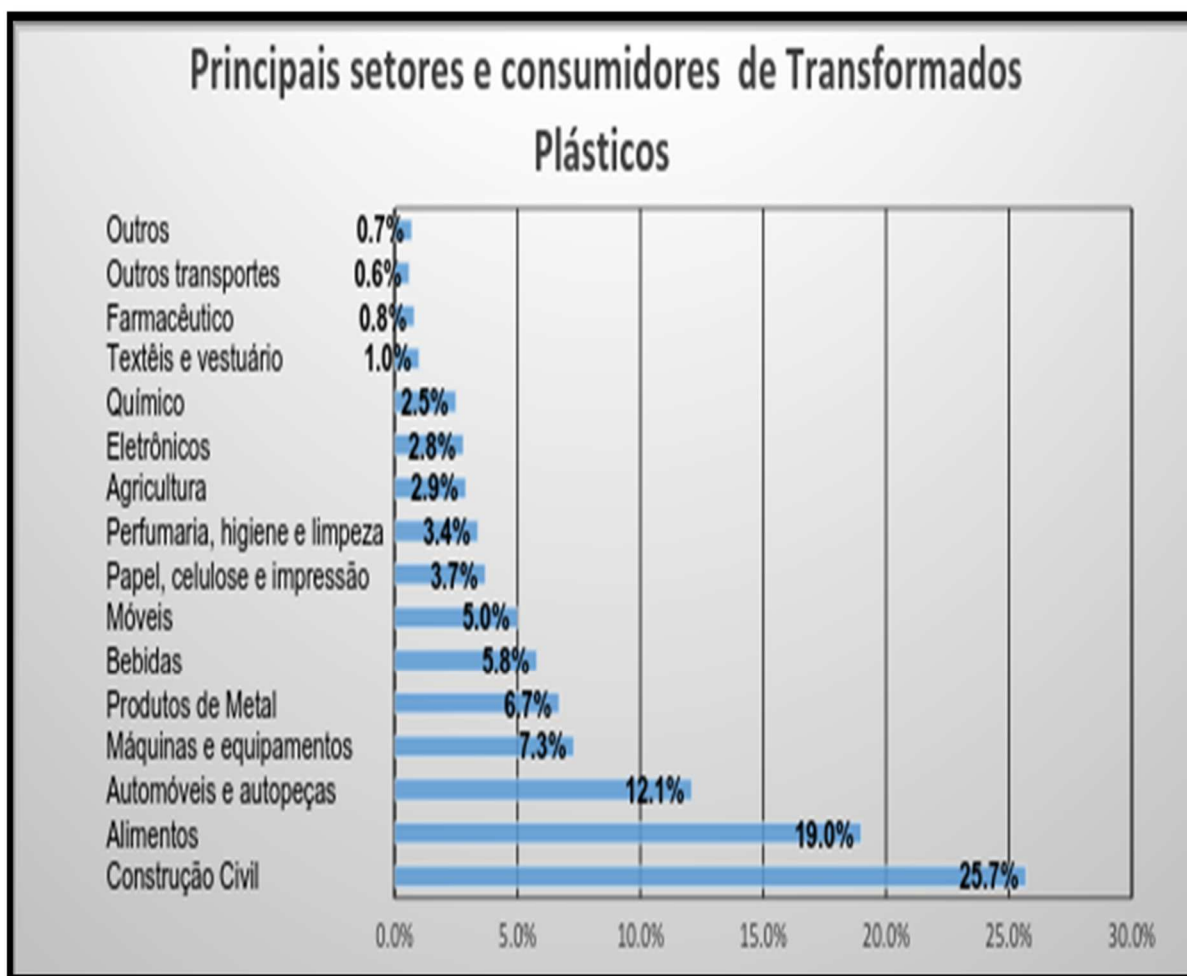
Os maiores setores que utilizam dos plásticos são as indústrias de construção civil com 25,7%. Segundo os dados de 2013 da tabela de usos e recursos, esses plásticos são utilizados em tubos, conexões, esquadrias, isolações acústicas e térmicas. Esses materiais são utilizados no setor também na redução do uso de concreto e conseqüente na diminuição no peso das estruturas, melhorando inclusive as características de segurança e resistência das construções. (IBGE, 2016).

Em Segundo lugar está o setor de alimentos com 19%, que são utilizados mais como embalagens proporcionando maior segurança alimentar, redução de desperdícios e aumento do tempo de prateleira (shelf life) pelas suas características de barreira física. Atualmente, as inovações e desenvolvimentos possibilitam a criação de novas embalagens, como as “embalagens ativas”, que interagem com o produto embalado proporcionando ainda mais proteção ao conteúdo. (IBGE, 2016).

O setor de Automóveis e peças tem uma porcentagem significativa de 12,1 % ficando em terceiro lugar na lista dos principais consumidores. Segue a tabela com a relação dos principais segmentos consumidores das resinas.

Segundo dados levantados pela Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), 95 % das resinas produzidas no Brasil são comercializados para empresas internas e só 5% das resinas fabricadas são exportadas. (IBGE, 2016).

Gráfico 3 - Principais setores consumidores de plásticos em 2013



Fonte: (IBGE, 2016).

6 OS RESÍDUOS PLÁSTICOS E SEUS IMPACTOS

Uma das razões que fazem os plásticos ser um dos materiais mais utilizados na indústria é a sua durabilidade e estabilidade estrutural, que lhes confere resistência aos diversos tipos de degradação (fotodegradação, quimiodegradação, biodegradação). Alguns tipos de plásticos, por exemplo, necessitam de séculos para se degradar. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Se a durabilidade dos plásticos é uma vantagem, por outro lado, representa um sério problema ecológico, pois são muito usados na fabricação de embalagens usualmente descartadas após utilização e que vão se acumulando ao longo do tempo na natureza, causando o acúmulo de resíduos de difícil degradabilidade provocando um forte impacto no ambiente. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Este material tornou-se um símbolo da sociedade de consumo descartável e é atualmente o segundo constituinte mais comum do lixo, e em segundo fica o papel. (ABIPLAST, 2015).

Segue o gráfico com a porcentagem dos principais materiais descartados no Brasil, segundo levantamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Gráfico 4 - Principais matérias descartadas no Brasil (em percentual)



Fonte: (IPEA,2012)

Os resíduos plásticos pós-consumo está diretamente associado aos resíduos sólidos urbanos (RSU) assim é necessário compreender de forma mais ampla o problema de gerenciamento de RSU. (MAGRINI,et al., 2012).

Os RSU são detritos gerados durante ou após a produção, a utilização e a transformação dos bens de consumo. Grande parte deste despejo é produzida nos grandes centros urbanos e são originárias de residências, escolas, indústrias e construção civil. Boa parte do dele é composta por materiais recicláveis e pode retornar à cadeia de produção, gerando renda para trabalhadores, diminuindo a degradação do meio ambiente e permitindo a obtenção de lucros expressivos para determinados setores industriais. (MAGRINI et al., 2012).

Para que isso ocorra, é necessário que haja uma política de gestão de resíduos; ou seja, um bom sistema de coleta seletiva e de reciclagem de lixo. Cidades que não praticam esse tipo de processo e simplesmente descartam os RSU em aterros sanitários contribuem com a degradação do ambiente e com consequentes danos à fauna e à flora. (MAGRINI et al., 2012).

A maioria dos materiais plásticos vendidos, inclusive as embalagens e outros bens-não duráveis, acaba virando resíduo plástico em menos de um ano ou em um único uso. Mesmo com o descarte rápido esse material que foi inservível para o consumidor que o descartou pode ser utilizado como fonte de matéria prima, podendo ser transformados em outros polímeros ou fonte de energia com a sua queima. (MAGRINI et al., 2012).

Mas no Brasil nem metade dos resíduos plásticos são reciclados, a maioria dele vai para lixões, aterros e até acabam parando em rios e no meio do mar devido a sua leveza e as correntes marítimas. (MAGRINI et al., 2012).

Conforme foi mencionado no texto, mesmo os resíduos serem considerados como não perigosos, a quantidade gerada acaba acarretando vários problemas devido ao seu mau gerenciamento, causando degradações na água e solo, a poluição visual, problemas sociais com lixões a céu aberto, diminuição da vida útil de aterros, ajudando em enchentes e alagamentos devido a sua leveza e volume, se espalhando em corpos d'água e causando adoecimento e morte da vida marinha. (MAGRINI et al., 2012).

O plástico é difícil de ser compactado e gera um grande volume de resíduo. Portanto, ele ocupa um grande espaço no meio ambiente, o que dificulta a

decomposição de outros materiais orgânicos. A durabilidade e resistência do plástico viram problemas após o descarte. Como é à prova de fungos e bactérias, sua degradação é extremamente lenta, podendo demorar mais de 100 anos. (ECYCLE, 2017)

6.1 Principais problemas socioambientais causados pelos resíduos plásticos.

Os resíduos plásticos não biodegradáveis, da sua grande maioria são de polímeros produzidos a partir do petróleo que é uma fonte de matéria-prima não renovável e demoram de 100 a 400 anos para ser novamente assimilado pela natureza. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Devido a sua grande utilização em embalagens, ele acaba contribuindo para o acúmulo de resíduos plásticos sem destino apropriado. Essa ação agride o meio ambiente de diversas formas, como por exemplo, a poluição visual, natural, atmosférica, causando doenças, e ajudando a proliferação de mosquitos e outros agentes transmissores de doenças perigosas. Os resíduos sólidos são uma característica comum do meio urbano contemporâneo, não só de grandes metrópoles como também de pequenos municípios. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Segundo o MMA (2017) as sacolas plásticas utilizadas em que é bastante utilizada pela população brasileira para o transporte de compras em estabelecimentos comerciais como supermercados e afins, 36 milhões de sacolas são utilizadas os dias no Brasil. Devido ao seu material leve e a forma incorreta de destinação ele acaba parando em córregos e bueiros, em época de chuvas ele tampona as saídas de água das ruas e córregos causando alagamentos e enchentes que propicia o adoecimento da população com doenças de veiculação hídrica. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Fazendo uma panorâmica a respeito desse resíduo, a probabilidade de causar danos ao meio ambiente é grande devido à questão do descarte inadequado dos resíduos pós-consumo e sua grande geração que cresce mais a cada ano. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Um exemplo claro desses impactos pode ser visualizado próximo ao centro do

Estado de São Paulo, pois o maior rio que cruza a cidade, o Tietê, está poluído pelos resíduos plásticos, toneladas de lixo flutuante, garrafas e sacolas, isopor e tantos outros, que descem pelo rio, nos períodos de temporal em São Paulo a quantidade de resíduos aumenta e flutua rio a baixo, causando inundações na cidade. O rio Tamanduateí que desemboca no rio Tietê também traz grandes quantidades de garrafas PET causando um impacto visual aos moradores e visitantes. (PIATTI; RODRIGUES, 2005).

Segundo a revisão de literatura relacionada com os impactos ambientais feitos pelo o Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), segue as questões mais levantadas sobre o assunto. (MAGRINI et al., 2012)

1. Os materiais plásticos expostos ao ambiente acumulam água e resíduos orgânicos, promovendo a disseminação de doenças como a dengue e outras. (MAGRINI et al., 2012).
2. A presença dos materiais plásticos, com baixo valor agregado, atrapalha a vida dos catadores e recicladores de lixo que trabalham nos aterros. (MAGRINI et al., 2012).

O efeito danoso (1) é obviamente uma deformação do conceito de disposição de resíduos, uma vez que os materiais não deveriam ser abandonados sobre a superfície simplesmente. Aceitar como válida a crítica (1) é aceitar como válida a disposição de resíduos no relento. De mais a mais, efeitos similares poderiam ser encontrados em outros materiais usados para produzir garrafas e potes, como vidros e latas. (MAGRINI et al., 2012, p.297)

Finalmente, o impacto negativo (2) tem conteúdo polêmico, uma vez que considera a atividade dos catadores nos aterros sanitários como social e economicamente relevantes e condiciona a solução do problema de disposição final dos resíduos à atividade dos catadores. Parece lícito considerar que a coleta seletiva dos resíduos exerce efeito muito mais pronunciado sobre a atividade dos catadores que trabalham no aterro sanitário do que a composição do resíduo propriamente dito. Idealmente, pode-se imaginar que os catadores não deveriam ter atividade relevante nos aterros sanitários, se todo o material útil já tivesse sido recolhido nas etapas anteriores do complexo processo de tratamento dos resíduos. É curioso observar ainda que os efeitos sociais e econômicos resultantes da presença dos aterros sanitários sobre as comunidades vizinhas foram considerados pouco importantes por vários autores. (MAGRINI et al., 2012, p.297)

6.2 Impactos ambientais dos plásticos no ambiente marinho

Os problemas causados pelo acúmulo de resíduos sólidos, inclusive os plásticos podem acarretar uma variedade de impactos ambientais e econômicos, nesta parte será abordado os principais danos que esse material está causando no ambiente marinho.

Duas das principais características que tornam os plásticos tão úteis são sua leveza e durabilidade; entretanto essas características podem tornar os resíduos plásticos, quando dispostos inadequadamente (quando são lançados na natureza, corpos d'água e solos, por exemplo), num possível problema ambiental.

Plásticos são facilmente transportados a longas distâncias das áreas de origem pelo vento ou carregados pela água, acumulando-se principalmente nos oceanos, onde podem acarretar uma variedade de impactos ambientais e econômicos (MAGRINI et al., 2012).

Plásticos descartados também podem afetar os sistemas terrestres e de água doce, incluindo emaranhamento, ingestão por animais, bloqueio de sistemas de drenagem e impactos estéticos. (MAGRINI et al., 2012).

6.2.1 O Acúmulo de resíduos plásticos no ambiente marinho.

Os oceanos cobrem dois terços da superfície terrestre, além de lagos e rios e outras vias navegáveis. Essas áreas a mais de dois milênios são utilizadas pelos homens como depósitos de resíduos desde efluentes líquidos sanitários ou industriais até as mais diversas classes de lixo, como plásticos, vidros e materiais radioativos ou tóxicos, acreditando-se no poder do oceano assimilar todos esses rejeitos. (MAGRINI et al., 2012).

Enquanto a ocupação terrestre de humanos era pequena, os seus materiais eram quase todo biodegradáveis, os impactos gerados eram de pouca significância. Mas nos últimos 50 anos, houve uma grande revolução na superfície do planeta, e

umas das mudanças que chamam mais atenção é a onipresença e abundância dos resíduos plásticos. Esse problema é cresce três vezes mais que o próprio crescimento populacional mundial, e incluindo a destinação inadequada de resíduos, ausência de políticas públicas apropriadas e má qualidade da educação ambiental. Se hoje foi decidida a paralisação completa desse impacto, os problemas potenciais causados pelos plásticos já espalhados pelos diversos ambientes do planeta continuarão ainda por muito tempo. (MAGRINI et al., 2012).

De fato, em tempos recentes, os cientistas acreditavam que devido a sua extensão geográfica, os oceanos tinham uma infinita capacidade de assimilar resíduos de todos os tipos. Mas, com o passar do tempo, esses rejeitos mudaram completamente e sua quantidade é bem maior, e a maioria deles são sintéticos de baixa degradabilidade. Dessa forma, a sociedade tem que se conscientizar dos possíveis problemas ambientais resultantes do acúmulo de materiais sintéticos no ambiente marinho. (MAGRINI et al., 2012).

A definição de detritos marinhos geralmente é definida como quaisquer resíduos produzidos geralmente inertes, que são introduzidos no ambiente marinho a partir de qualquer fonte, e na sua maioria são materiais plásticos.

Segundo os dados levantados pelo Coppe várias inspeções em localidades muito distantes em todo o mundo têm consistentemente demonstrado que, numa base de item por item, materiais plásticos normalmente compreendem de 60% a 80% dos detritos marinhos acumulados nas areias das praias. (MAGRINI et al., 2012).

Devido esse material apresentar alta resistência ao envelhecimento e baixa taxa de degradação biológica, os polímeros quando são expostos à radiação UVB na luz solar, as propriedades oxidantes da atmosfera e as propriedades do mar tornam essas matérias quebradiços, que acabam se quebrando em pedaços menores, mas para as moléculas dos polímeros serem absorvidas por completo, elas passaram por uma degradação ainda maior. Dessa forma, a eventual biodegradação de plásticos no meio ambiente marinho requer uma quantidade desconhecida de tempo. Entretanto, peças com maiores dimensões demoram ainda mais para se decompor, existindo por décadas, mesmo quando à luz solar direta, e durar até mais quanto protegidos da radiação UV sob água ou em sedimentos. Com exceção do poliestireno expandido,

plásticos demoram muito mais para se degradarem em água do que em terra, principalmente devido à exposição reduzida aos raios UV e às temperaturas mais baixas dos ambientes aquáticos. E isso propicia o rápido aumento na quantidade de lixo plástico no ambiente marinho. (MAGRINI et al., 2012).

Os detritos de plástico podem ser classificados em quatro categorias, diferenciadas pelo seu tamanho.

1. Microdetritos (*Microlitters*) são detritos de plástico finos, praticamente imperceptíveis, com uma faixa de tamanho de areia muito fina a sedimentos grossos, normalmente encontrados no sedimento marinho. Quando lavados, passam por uma peneira de 500 μm , mas ficam retidos em uma peneira de 63 μm . (MAGRINI et al., 2012, p.301).
2. Mesodetritos (*Mesolitters*) são os detritos de plástico na faixa de tamanho de 5 a 10 mm. Essa faixa é dominada por pequenos grânulos translúcidos e transparentes, em formato oval, arredondado ou em forma de bastonete. Mesodetritos também incluem fragmentos irregulares parcialmente degradados de plásticos da faixa de mesmo tamanho. (MAGRINI et al., 2012, p.302).
3. Macrodetritos (*Macrolitters*) são fragmentos de material plástico com até 10 cm de diâmetro, que são facilmente visíveis a olho nu. Esta categoria inclui artigos pequenos e fragmentos gerados a partir da quebra física de grandes objetos. (MAGRINI et al., 2012, p.302).
4. Megadetritos (*Megalitters*) são materiais que apresentam diâmetro acima de 10 cm e incluem fragmentos e peças visualmente identificáveis durante pesquisas de observação a bordo. Exemplos típicos são os flutuadores usados em operações de pesca, engradados e caixas, cordas e cabos de compensação e uma variedade de garrafas e recipientes de plástico (MAGRINI et al., 2012, p.302).

Segundo o Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), há aceitação comum de que 70-80% da poluição marinha tem origem terrestre.

Os resíduos acabaram virando casas para uma grande variedade bactérias, algas, animais e também acabam virando depósito de sedimentos e com esse peso o plástico acaba afundando e parando no mundo do mar. A mudança na presença, abundância ou natureza de detritos antropogênicos sobre o fundo do mar é muito menos investigado do que na superfície. Oigman-Pszczol e Creed (2007) observaram que no Brasil o plástico constitui uma proporção muito maior nos detritos no fundo do mar na região costeira do que na praia.

6.2.2 A “ilha” formada de resíduos plásticos.

Essa “ilha de lixo” contém uma grande quantidade de concentração de detritos marinhos, é um fenômeno que ocorre tanto no oceano pacífico, como no atlântico.

Os principais componentes dessas matérias flutuantes são pequenos fragmentos de plásticos, eles são muitos pequenos e não imediatamente evidentes a olho nu. (MAGRINI et al., 2012).

O oceano Pacífico é o maior do mundo e o norte desse oceano é o maior corpo de água no hemisfério norte. O Pacífico Norte se estende por várias regiões oceanográficas formadas por um sistema de circulação impulsionado principalmente pelo vento. (MAGRINI et al., 2012).

Complexas interações oceano-atmosfera no Pacífico Norte resultam em mudanças nas propriedades físicas e biológicas deste oceano em escalas de tempo sazonal a decadal. A complexa circulação oceânica do Pacífico Norte forma um sistema de giro rotativo. A direção do spin pode agregar itens passivos, tais como lixo marinho flutuante na superfície do oceano. (MAGRINI et al., 2012).

Existem diversas características nos oceanos que possibilitam a concentração de detritos marinhos, incluindo os vórtices e as zonas de convergência. As “ilhas de lixo” mais discutidas atualmente são encontradas nos seguintes locais: No pacífico leste, pacífico ocidental e no pacífico leste. (MAGRINI et al., 2012).

6.2.3 Impactos sobre os seres vivos

Essa grande quantidade de resíduos sólidos não gera só um impacto meramente estético, uma vez que tais resíduos podem exercer efeitos em animais, que ficam presos, ingerem, engasgam e podem morrer, além de serem observadas contaminações pelos seus aditivos. Apesar disso, não foram encontrados estudos que demonstrem a significância estatística desses eventos. (MAGRINI et al., 2012).

São bem comuns plásticos livres de massa d'água, ser colonizados por animais sésseis e servem de alimentos para a biota móvel. Esse modo de “transporte” pode ter amplas e importantes implicações ambientais e biogeográficas. Esses deslocamentos podem facilitar a deslocação e colonização de *habitats*, tanto marinhos quanto terrestres, por espécies invasivas e agressivas e prejudicar a ecologia local. (MAGRINI et al., 2012).

Os primeiros relatos de contaminação de animais por plásticos foram na década de 1960, quando foram encontradas carcaças de aves marinhas contendo pedaços de plásticos na costa da Nova Zelândia. Já foram reportadas mais de 260 espécies com hábitos alimentares distintos (filtradores, detritívoros, decompositores) que foram encontradas engasgadas, sufocadas, presas e imobilizadas por resíduos plásticos. Tais resíduos também foram encontrados em estômagos e cloacas de animais. Entre as espécies encontram-se invertebrados, aves marinhas, peixes, mamíferos e tartarugas. Só de aves marinhas, existem mais de 100 espécies conhecidas (registradas) por ingerirem e/ou ficarem presas a resíduos plásticos. (MAGRINI et al., 2012).

Esses casos de ingestão de plásticos por animais marinhos são registrados em todo o globo, as consequências da ingestão desses resíduos para os animais resultam em machucados, lesões epiteliais, úlceras, redução da capacidade de alimentação, reprodução e na qualidade de vida, possível contaminação por tóxicos contidos nos plásticos, entre outros. (MAGRINI et al., 2012).

Os animais confundem os resíduos plásticos com alimentos, os casos mais frequentes registrados são de tartarugas que confundem as sacolas plásticas com águas vivas, podendo as levar à morte por inanição e enfraquecimento, reduzindo a qualidade de vida e diminuindo a capacidade reprodutiva. (MAGRINI et al., 2012).

Outros casos bem frequentes são de aves marinhas que devido ao seu grande deslocamento, elas acumulam plásticos nos seus estômagos que acaba sendo usado como indicadores de mudanças nas quantidades e na composição de resíduos plásticos marítimos. Amostras de aves marinhas normalmente são coletadas a partir de aves mortas encontradas nas praias, em redes de pesca e através de materiais regurgitados por predadores que se alimentam destas aves. (MAGRINI et al., 2012).

Outro caso que está se tornando uma preocupação é a os micros fragmentos

plásticos nos ambientes, que podem ser ingeridos pelos invertebrados marinhos aonde não se sabe ainda a extensão dos problemas que podem ser causados nesses animais e no seu meio natural. (MAGRINI et al., 2012).

7 SOLUÇÕES

A PNRS veio com a pretensão de diminuir o percentual de resíduos e o volume de lixo que vai para aterros e acabar com os lixões. Para isso, ela estabeleceu a diferença do que é descartado entre resíduo e rejeito.

Há uma hierarquia em questão do tratamento: o primeiro deve ser reduzido, reutilizado e reciclado, e apenas o segundo é possível de ser disposto em aterro ou incinerado para a geração de energia.

Resíduo: Material ou bem descartado resultante de atividades de consumo.

Rejeito: Resíduos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Devido à imensa variedade de plásticos existentes no mercado e do grande volume descartado, a gestão de resíduos plásticos é complexa e a destinação escolhida irá depender de diversos fatores, como do tipo de polímero ou do produto descartado, dentre outros. (MAGRINI et al., 2012).

Para a resolução dos problemas que os resíduos plásticos pós-consumo está trazendo para o meio ambiente, a hierarquia de gestão de resíduos sólidos traz as principais soluções, segue a figura 2 com a relação de soluções colocadas em uma pirâmide invertida, sendo o topo a principal solução e a base à última alternativa.

Figura 2 - Hierarquia da gestão de resíduos em ordem decrescente de preferência.



Fonte: Adaptação (MMA, 2017).

7.1 Redução

A primeira opção mais desejável é da redução do uso de recursos, o que também gera uma redução na geração de resíduos.

A redução pode ser entendida como a redução do uso/consumo de produtos plásticos pelo consumidor ou redução na quantidade de resina plástica utilizada na indústria para a fabricação de seus produtos, a cada ano as embalagens estão sendo reduzidas e mantendo as suas funções.

Pois mesmos os plásticos sendo um verdadeiro símbolo da vida moderna, a tendência é a compra de produtos que causem menos danos ao meio ambiente e a sociedade, mas isso não quer dizer que precisamos adotar medidas radicais, com simples gestos pode-se se reduzir uma quantidade significativa e assim diminuindo os impactos gerados. (MAGRINI et al., 2012).

7.1.1 Conscientização da população

Uma das maneiras de reduzir a geração dos resíduos plásticos é a conscientização da sociedade, desde a pré-escola até os idosos, pois uma parte desse problema é de questão cultural e falta de informação da própria população. Mas para essa reeducação seja eficaz implicaria tempo e trabalho, e devido a isso os governantes não investem, tomando decisões imediatistas para a resolução do problema, mas acabam fazendo ações mais paliativas para tentar resolver o problema gerado naquele momento e não tentando o evitar.

Algumas formas de conscientizar a massa seria oferecer cursos, palestras e ter uma matéria obrigatória de sustentabilidades nas escolas e universidade. Segue algumas práticas para a redução de resíduos plásticos pós-consumo voltada para a população. (MAGRINI et al., 2012).

Segue algumas dessas formas de conscientização da população para a redução da geração de resíduos plásticos pós-consumo

1. Escolher levar, de casa, sua sacola ou carrinho, quando for às compras, e não utilize sacos plásticos ou de papel.
2. Nunca utilizar sacos de plástico se vai apenas comprar um ou dois produtos.
3. Evitar os pratos de plástico, produtos com embalagens de plástico ou com excesso de embalagens.
4. Escolher recipiente reutilizável para armazenamento e transporte de comida, permitindo o uso duradouro.
5. Não utilizar canudos, pois é um produto que você utiliza apenas uma vez e não é de real necessidade o seu uso.
6. Escolher frauda de pano ao invés de descartável, assim se economiza dinheiro e diminui bastante o impacto.
7. Evitar ou pelo menos limitar o uso de alimentos com embalagens plásticas, pois a maioria dessas embalagens não é reciclável e muitas vezes são de plásticos misturados e de difícil separação. (MAGRINI et al., 2012).

7.2 Reutilização

Reutilização: Significa aumentar a vida útil ou atribuir novos usos a algo que iria descartar devendo ser jogado apenas o que não pode ser mais reutilizado. Podendo ainda fazer doações de objetos que possam servir a outras pessoas. (MAGRINI et al., 2012).

O reuso de materiais plásticos é uma prática facilitada que decorre da durabilidade e resistência das resinas, dependendo, portanto, do tipo de polímero. A reutilização de plásticos pode ser feita de diversas maneiras e para os mais diversos fins. Eventualmente, após diversos ciclos de uso, os materiais plásticos começam a degradar-se e já não são úteis, devendo ser reprocessados. Chega-se então à terceira opção na pirâmide de hierarquia da gestão de resíduos, com a reciclagem (MAGRINI et al., 2012).

No Brasil, a reutilização não é incentivada (as embalagens retornáveis, por exemplo, são cada vez mais raras).

A reutilização de bens descartados são estratégias mais eficientes que a reciclagem, pois demandam menos energia para a conversão. Dobrar a vida útil de um produto significa diminuir pela metade o consumo de energia, o lixo e a poluição gerada. (MAGRINI et al., 2012).

E também contribui para a redução de consumo dos combustíveis fósseis, pois de 4 a 8% do petróleo é utilizado para fazer plástico, sendo que cerca de 50% desse montante é usado como matéria-prima e 50% é usado nos processos de produção) e reduz as emissões de CO₂, NO_x e SO₂ (MAGRINI et al., 2012).

O reuso acaba sendo mais natural que a reciclagem pois não requer qualquer investimento. O Tratado sobre Consumo e Estilo de Vida recomenda que a redução do consumo deva ser priorizada sobre a reutilização e reciclagem (MAGRINI et al., 2012).

Para minimizar as questões relacionadas à produção e destinação do lixo a participação da sociedade é de importância primária. Tendo em vista que a situação é alarmante, devido à extensão de seus problemas, o lixo deixa de se tornar um problema local e passa a ser um problema mundial. Por isso que o gerenciamento do lixo não pode ser apenas assunto de técnicos e engenheiros, mas, uma preocupação de toda a sociedade, incluindo-se a comunidade acadêmico/científica (MAGRINI et al., 2012).

Segue algumas formas de reaproveitamento dos resíduos que a população pode utilizar.

1. Se tiver que usar sacos de plástico, utilize apenas o número de sacos suficiente para acondicionar os produtos que adquire.
2. Preferir produtos com recarga: a utilização de recargas poupa matérias-primas e diminui os resíduos produzidos. A reutilização de embalagens de detergentes por meio de recargas estende a vida útil das embalagens e reduz a quantidade de matéria plástica necessária para a fabricação das embalagens. (MAGRINI et al., 2012).

7.3 Reciclagem

Como falado anteriormente o consumo do plástico tem aumentado de forma contínua. A reciclagem de material também, mas ainda o consumo é maior que a do material reciclado e a demanda de procura de material virgem, aumentaram gradativamente.

A reciclagem dos materiais contribui com a redução dos lançamentos de resíduos sólidos ao meio ambiente, em aterros sanitários e também nos lixões sem o mínimo controle adequado. Além disso, as atividades de reciclagem permitem que grande volume de rejeito seja novamente inserido no processo de produção, reduzindo potencialmente a demanda por material virgem, o consumo de energia e as emissões de CO₂. (MAGRINI et al., 2012).

Os materiais reciclados são originários da fase pós-industrial e do pós-consumo. Os plásticos originários do descarte industrial se caracterizam quase sempre pela homogeneidade, ausência de contaminação e com alto valor agregado. Mais de 95% dos rejeitos plásticos industriais são reciclados na própria fábrica, de maneira que esse problema pode ser considerado como resolvido. Os rejeitos originários do pós-consumo, por sua vez, encontram-se usualmente contaminados, misturados a outros materiais e apresentam mais baixo valor agregado. (MAGRINI et al., 2012).

A Sociedade Americana de Ensaio de Materiais (ASTM) conceitua a reciclagem de polímeros em quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária. A reciclagem primária converte os resíduos sólidos através de processos estabelecidos, a fim de transformar o resíduo pós-industrial em produtos com as mesmas características do polímero original.

Este tipo de reciclagem pode ser feito pela própria empresa que produz os rejeitos ou por outra empresa que utiliza estes resíduos como matéria prima para fazer outros produtos.

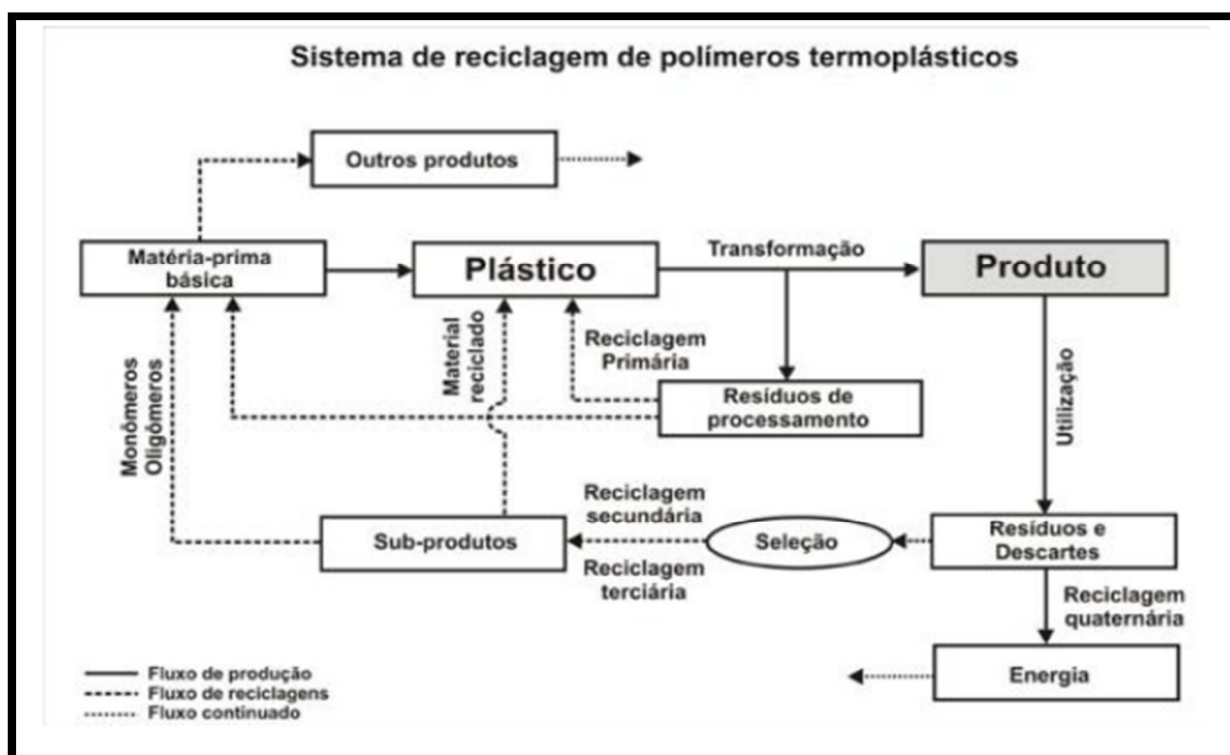
A reciclagem secundária utiliza diferentes polímeros pós-consumo no processo de conversão com a finalidade de obter-se um produto com características que não

seja necessariamente equivalente ao produto original. A terciária consiste na produção de insumos químicos ou combustíveis através de resíduos poliméricos.

A reciclagem quaternária emprega os resíduos poliméricos na recuperação de energia por incineração controlada. A reciclagem primária e secundária é também denominada reciclagem mecânica ou física, a terciária é conhecida como química e a quaternária como energética (MAGRINI et al., 2012).

As definições dos diferentes tipos de reciclagem de polímeros podem ser empregadas em um mesmo processo de produção, em diferentes etapas de acordo com o Fluxograma 2, que mostra de processo produtivo.

Fluxograma 2 – O Sistemas de reciclagem



Fonte: (MAGRINI et al., 2012).

O processo da reciclagem se divide em três etapas que são a coleta, produção e a venda. A coleta é tecnicamente chamada de coleta seletiva, é a etapa que recolhe e separa os resíduos que são depois encaminhados para as empresas recicladoras. Os materiais são melhores aproveitados quando bem separados (MAGRINI et al., 2012).

Existem algumas maneiras pelas quais o lixo reciclável sai da fonte geradora e chega às usinas de reciclagem. A coleta por um caminhão especial em dias predeterminados para recolher o material reciclável, não sendo aconselhável a distribuição de embalagens plásticas a população, por aumentar o lixo e encarecer o processo (MAGRINI et al., 2012) e a instalação de recipientes em parques, praças, locais de fácil acesso aos moradores. Os locais são chamados de PEV (Ponto de Entrega Voluntária) e geralmente possui quatro contêineres (MAGRINI et al., 2012).

A reciclagem de resíduos pós-consumo só existe no Brasil em razão, principalmente, da figura dos catadores, os quais, impulsionados pela crise do desemprego e da falta de alternativas de trabalho e renda, buscam nessa atividade sua sobrevivência e alimentam os negócios da reciclagem realizando boa parte do processo de coleta, classificação, separação e preparação dos materiais recicláveis para a comercialização. (MAGRINI et al., 2012).

A coleta seletiva em 1994, de acordo com o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), era adotada por somente 84 em 2014 esse número subiu para 927, mesmo com o aumento significativo esse valor é apenas 17% dos municípios do Brasil.

Na coleta seletiva, cada cidadão separa primeiramente seus próprios resíduos e, para funcionar plenamente, necessita de comprometimento da população, o que é promovido por projetos de educação ambiental. Já a coleta comumente adotada pela ampla maioria dos municípios brasileiros ocorre com todos os tipos de resíduos misturados. Tal procedimento aumenta o grau de dificuldade de separação e a impregnação de impurezas, especialmente restos de alimentos em outros resíduos recicláveis. (MAGRINI et al., 2012).

7.3.1 A especificidade dos resíduos plásticos

Os resíduos plásticos, se não forem convenientemente separados, podem comprometer as propriedades finais do produto reciclado em razão das variações físicas e químicas que apresentam entre si. As diferentes composições químicas e

estruturas que geram uma incompatibilidade que dificulta a mistura de diferentes tipos de plásticos, daí a necessidade de separação criteriosa. (ZANIN; MANCINI, 2015).

São pelo menos seis tipos principais de plásticos presentes nos resíduos, o que motivou a adoção voluntária de uma numeração específica de 1 a 6, normalmente inscrita dentro ou próximo ao símbolo da reciclagem, no fundo dos produtos ou nos rótulos. (ZANIN; MANCINI, 2015).

Essa numeração é adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sob o código NBR 13.230, e também pela Sociedade Americana da Indústria de Plásticos (SPI).

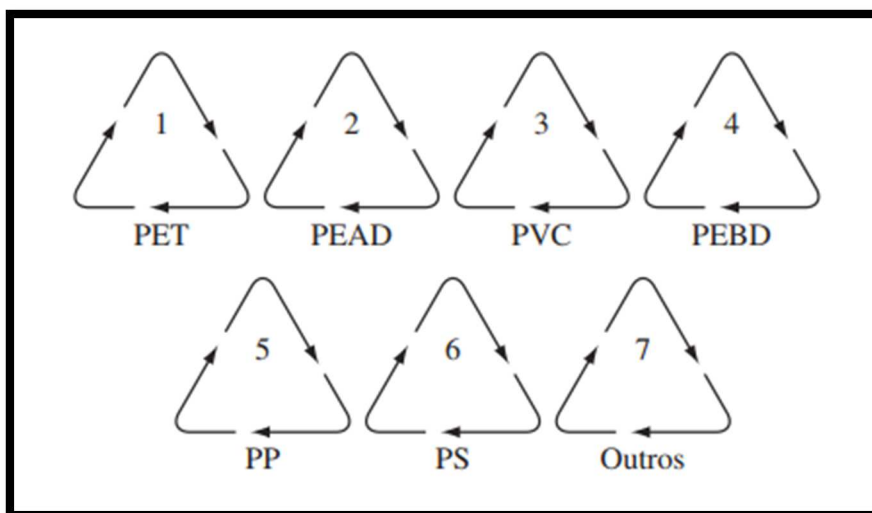
Segue a figura 3 com a nomenclatura das principais resinas empregadas e seus produtos mais frequentes nos RSU. O Número 7 também é usado, quando se trata de qualquer outro tipo de plástico ou de misturas.

- *Poli (tereftalado de etileno)* – PET ou PETE – garrafas de refrigerante, água, óleos comestíveis, isotônicos, etc.
- *Polietileno de alta densidade* – HDPE ou PEAD – embalagens de produtos alimentícios, de limpeza, de higiene pessoal, automotivos, filmes, etc.
- *Policloreto de vinila* – PVC ou V – tubos, conexões, mangueiras, filmes, garrafas de água, vinagre, embalagens de óleo, produtos de limpeza, higiene pessoal, doces (potes), etc.
- *Polietileno de baixa densidade* – LDPE ou PEBD – filmes, tampas, embalagens de desodorante, etc.

Geralmente é separado juntamente com polietileno de baixa densidade linear (LLDPE), cuja maior aplicação é o segmento de filmes.

- *Polipropileno* – PP – embalagens de água, vinagre, margarina, doces, filmes, tampas de refrigerante, embalagens de produtos de limpeza e higiene pessoal, etc.
- *Poliestireno* – PS – copos e outros descartáveis, embalagens de iogurte, bandejas, etc.

Figura 3 - Símbolos, números e siglas inscritos nos fundos das embalagens ou nos rótulos de produtos plásticos mais comumente encontrados nos resíduos urbanos.



Fonte: (ZANIN; MANCINI, 2015)

7.4 Incineração

A incineração é o processo de queima e descaracterização de resíduos sólidos, facilitando, assim, a sua disposição, já que ocorre uma drástica redução no volume do material final. Nos últimos 20 anos devido aos benéficos econômicos limitados de muitas técnicas de reciclagem, a utilização dos resíduos plásticos ganhou destaque na produção de energia. (MAGRINI et al., 2012).

Os sistemas de incineração modernos utilizam altas temperaturas, sistemas de controle de emissão de gases e controle de mistura dos resíduos, podendo assim lidar com resíduos de características físicas, químicas ou biológicas variáveis (MAGRINI et al., 2012).

Mesmo com as emissões de poluentes pela queima a incineração como

reciclagem energética pode ser uma alternativa para disposição de resíduos plásticos e também benefícios significativos.

Segue os benefícios segundo Brunner levantou em 1994:

- (i) Redução imediata do volume e massa do RSU (85-90% em volume);
- (ii) A planta de incineração pode ser construída nas proximidades das fontes geradoras do RSU, reduzindo custos decorrentes a transportes;
- (iii) O custo de implantação e operação pode ser compensado pela venda de energia;
- (iv) As emissões gasosas provenientes das plantas de incineração podem ser controladas, conforme exigências da legislação.

No entanto, a incineração também pode causar problemas, sendo frequentemente criticada pelas seguintes razões:

- (i) Alguns materiais não deveriam ser incinerados, porque apresentam alto valor agregado, porque não são bons combustíveis ou porque geram gases nocivos à saúde ou ao ambiente;
- (ii) Práticas operacionais pobres e a presença de cloro no RSU podem levar a emissões significativas de dioxinas e furanos, compostos reconhecidamente tóxicos;
- (iii) O controle das emissões de metais provenientes de resíduos inorgânicos que contêm metais pesados (tais como o arsênio, cádmio, cromo, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, etc.) é difícil;
- (iv) Os incineradores exigem elevados investimentos operacionais e de capital;
- (v) São normalmente necessários combustíveis complementares para alcançar elevadas temperaturas de combustão.
- (vi) O poder calorífico dos plásticos, conforme apresentado na Tabela 2, é de um modo geral elevado, o que os tornam uma conveniente fonte de energia. Calcula-se que a incineração de resíduos plásticos proporcione uma redução de 90-99% em volume, diminuindo, assim, o descarte em aterros. (MAGRINI et al., 2012).

Tabela 2 - Poder calorífico de alguns plásticos e outros combustíveis

Material	Poder Calorífico (MJ/KG)
Polietileno	43,3 - 46,5
Polipropileno	46,5
Poliestireno	41,9
Querosene	46,5
Gasolina	45,2
Petróleo	42,3
RSU	31,8

Fonte: Adaptação (MAGRINI et al., 2012).

A incineração já está sendo usada em diversos países com alternativa para o tratamento de RSU. Segundo LIU, LIU e LI (2006), a incineração na China é a opção de tratamento mais implementada. Conforme o site New Energy Foundation (NEF, 2011), o Japão é o país com o maior número de plantas de incineração de resíduos. Até o final de 1999, havia mais de 1900 plantas de incineração de resíduos nesse país, com geração combinada de 843 MW, suficiente para abastecer uma cidade de trezentos mil habitantes (o que atesta que a utilização do resíduo plástico para a geração de energia é ainda muito baixa). A meta japonesa para geração de energia por incineração de resíduos em 2010 foi ajustada para 4.170 MW.

Um fator limitante à incineração é o teor de água contido nos resíduos, pois vários estudos mostram redução dramática da eficiência de combustão devido ao aumento da umidade dos resíduos (por causa do alto calor latente de vaporização da água), bem como a sua influência na emissão de gases como o CO, SO₂, NO e NO₂. Numa pergunta relevante no contexto da sustentabilidade diz respeito ao processo mais vantajoso para o processamento de resíduos plásticos: a incineração com recuperação energética, a reciclagem mecânica ou a reciclagem química. MORRIS (1996) realizou a análise de conservação de energia das diferentes técnicas e verificou que a reciclagem mecânica economiza mais energia do que a produzida na incineração de resíduos sólidos urbanos em 24 de 25 resíduos. Isto ocorre porque o aquecimento do RSU consome aproximadamente 15% da energia intrínseca

disponibilizada pela queima dos materiais. Portanto, sob esse ponto de vista, é muito difícil recomendar a técnica de reciclagem energética como uma solução apropriada para os resíduos plásticos pós-consumo. (MAGRINI et al., 2012).

7.5 Aterros

Os aterros são áreas feitas para serem depósitos de lixo no modo que sejam isolados os resíduos do ambiente em torno, principalmente do contato com os lençóis freáticos.

É considerado a última e pior solução para a disposição de rejeitos plásticos, dentre todas já citadas. Comparando com as alternativas, essa solução promove o aumento da emissão dos gases efeito estufa, do consumo de água limpa, da acidificação e da eutrofização, dentre outras consequências indesejadas. (MAGRINI et al., 2012).

Em relação aos fatos levantados, mesmo que não se aprove a disposição pura e simples dos resíduos em aterros, é considerado questionar que prejuízos ambientais poderiam ser associados a essa prática. Pois, apesar de não ser econômica nem ambientalmente correta, essa prática é usual.

7.5.1 Aterros Sanitários.

Os aterros são uma maneira de resolver o problema da disposição dos resíduos sólidos. Os materiais são acumulados em áreas predeterminadas (usualmente numa depressão natural ou artificial do terreno, justificando a ideia usual de um aterro) e isolados do resto da sociedade .

A depender do tipo de resíduo depositado e do tratamento que o resíduo recebe, os aterros podem ser classificados de diferentes maneiras.

Os aterros destinados ao tratamento do lixo residencial podem ser de quatro

tipos. Os aterros não controlados (ou lixões) são aqueles que não apresentam controle de acesso, de constituição de resíduo, de lançamento nem de compactação e não contam com sistemas de impermeabilização de base, de cobertura, de drenagem de gases nem de drenagem de percolados (chorume). Os aterros controlados são aqueles que apresentam controle restrito de acesso, de constituição de resíduo, de lançamento e de compactação e contam com sistemas de impermeabilização de base, de cobertura final e de drenagem de gases. Os aterros sanitários são aterros controlados que também contam com sistemas de cobertura diários, queima de gases e drenagem e tratamento de percolados. Finalmente, os aterros sanitários que contam com sistema de monitoramento e ajuste de umidade, do pH e da atividade bacteriana são chamados de biorreatores. (MAGRINI et al., 2012).

A construção em si de aterros sanitários gera grandes impactos ambientais com o a recuperação das áreas degradadas pela disposição dos RSU, o período de recuperação pode ser extremamente longo, por causa da lenta acomodação do solo e da lenta degradação dos produtos nele acumulados. E também os aterros ocupam grandes áreas, resultando em impacto econômico significativo com a compra e ocupação de terrenos. (MAGRINI et al., 2012).

7.5.2 Problemas alegados pela disposição de plásticos em aterros

Segundo o levantamento do Instituto Alberto Luiz Coimbra foram identificados os seguintes potenciais problemas relacionados à disposição dos resíduos plásticos em aterros.

1. Materiais plásticos diminuem a vida útil de aterros, pois suas propriedades impermeabilizantes atrapalham a decomposição dos resíduos;
2. As propriedades impermeabilizantes dos plásticos prejudicam a circulação de gases nos aterros sanitários, atrapalhando a degradação de outros materiais;

3. Materiais plásticos ocupam volume muito pronunciado, ajudando a reduzir o volume útil do aterro sanitário para degradação dos demais materiais orgânicos;
4. Materiais plásticos se degradam muito lentamente, reduzindo a vida útil do aterro sanitário;
5. Plásticos não degradáveis (ou lentamente degradáveis) impedem a operação de compostagem;
6. A presença dos materiais plásticos no resíduo destinado aos aterros sanitários aumenta os custos de transporte, por causa do volume ocupado: Conforme a relação levantada pelo Instituto é evidente que os impactos negativos estão associados à operação dos aterros e não ao ambiente. Exemplo disso são os itens do 1 ao 5, sendo a causa um problema econômico mais sério que o ambiental devido as áreas de ocupação.

Não há dados científicos bem estabelecidos em relação dos resíduos plásticos diminuírem a vida de aterros, pois em nos projetos dos aterros sanitários não são considerados os teores de matérias plásticos nos RSU e sim dois índices técnicos fundamentais: o índice de compactação (que dá uma medida da eficiência de ocupação do volume pelo resíduo) e a estabilidade da pilha de resíduos (que é uma medida do ângulo de acúmulo da pilha de resíduos formada). Quanto maiores os índices de compactação e o ângulo crítico de acúmulo, maior a capacidade do aterro sanitário.

Não houve também dados científicos independentes sobre o admitido efeito negativo dos plásticos sobre as taxas de degradação dos materiais orgânicos. Sobre o efeito danoso de número 6, é mais associado a fatores econômicos que ambientais, sendo que todos os efeitos do 1 ao 6 podem ser minimizados com as atividades de anteriores mencionadas (redução, reutilização, reciclagem e incineração). Os efeitos operacionais negativos podem também ser mitigados com o uso posterior dos resíduos plásticos acumulados no aterro para produção de combustíveis ou geração de energia. (MAGRINI et al., 2012).

8 CONCLUSÃO

Os plásticos possuem várias aplicações se destacando nos setores de embalagens, construção civil, automobilístico e de eletrônicos, como foi apresentado na primeira parte. Devido a suas diversidades de resinas, de serem baratas, de material leve e duradouro.

A produção do plástico cresce a cada ano, as indústrias de plásticos da China, União Europeia e Estado Unidos são as que mais produzem plásticos no mundo, elas juntas já produziram 169 milhões de toneladas de resinas termoplásticas e poliuretanos.

A demanda crescente por esses produtos resulta no significativo aumento de geração de resíduos plásticos. As disposições e tratamentos mais adequados são a redução, reutilização, reciclagem, incineração e, por último, aterros. Entretanto, sem que haja uma gestão adequada, a maioria desses resíduos é enviada para aterros ou lixões, ou dispostos irregularmente no ambiente, prejudicando a vida e a saúde de animais e dos seres humanos.

8.1 Impactos positivos registrados

Olhando para os impactos sociais e econômicos da reciclagem no cenário mundial, pode-se considerar que os ganhos sociais são importantes.

Um deles é que a reciclagem e a utilização de materiais reciclados estimulam diretamente o aproveitamento e a renovação de recursos para gerações futuras. Essa preocupação está expressa no mais recente documento da Organização das Nações Unidas (UN, 2011), que indica a necessidade de que as economias aumentem suas taxas de reciclagem. Embora não se concentre nas atividades de reciclagem de plásticos, a essência de todo o documento aponta para a importância de aumentar as atividades de reciclagem de materiais de uma forma geral.

Nesse contexto econômico, a reciclagem pode contribuir para reduzir os

prejuízos globais para a economia do país. Além disso, a cadeia da reciclagem do lixo traz várias vantagens socioambientais:

- (i) A coleta seletiva elimina possíveis pontos de destinação inadequada de resíduos plásticos;
- (ii) Diminuição dos riscos de contaminação do ar proveniente da queima de plásticos;
- (iii) Redução do volume de lixo coletado, promovendo o aumento da vida útil do aterro sanitário;
- (iv) Redução do gasto de energia e utilização de matéria proveniente de petróleo;
- (v) Menor preço para o consumidor dos produtos produzidos com plástico reciclados;
- (vi) Absorção de mão de obra, promovendo geração de emprego e renda.

A problemática do aumento do lixo nos leva a refletir sobre a importância de se estabelecer uma mudança de comportamento voltada para a reciclagem de materiais.

A Educação Ambiental (EA) é o instrumento mais eficaz para se estabelecer uma postura sustentável e ambientalmente consciente em nosso País. Dentre os vários tipos de reciclagem, o trabalho “não vai pelo ralo” desenvolvido pela EMLUR retifica a preocupação socioambiental da autarquia.

A atuação de educadores ambientais em comunidades acarreta em prognósticos positivos, pois a característica de mobilização existente nessas localidades é um facilitador de todo processo de aprendizagem. Apesar, de poder existir uma possível inicial resistência por parte dos catadores informais da região.

A gestão integrada entre o poder público e os antigos catadores vem para incluir essa parte da população que contribui para uma disposição adequada dos resíduos sólidos. A instalação planejada e paulatina desta nova realidade, na qual a coleta seletiva é um dos elementos, é a estratégia mais eficaz por parte do poder local na disposição deste processo. A utilização da EA potencializa os resultados positivos na preservação da natureza e conseqüentemente na promoção de um mundo mais sustentável.

Pois, a disseminação do conhecimento estimula o poder de argumentação e

acarreta num aumento da consciência crítica dos cidadãos. Essa EA crítica é um instrumento de gestão, pois intervêm no meio e provoca uma mudança social e comportamental. Sua forma de abordagem depende de diversos fatores e deve ser percebida pelo educador durante o processo de reconhecimento dos problemas e necessidades da população envolvida. O educador deve ser um investigador e sociabilizador. Ele deve se envolver com o meio e com os representantes da comunidade, para que assim possa ganhar sua confiança e promover otimizações no resultado pretendido.

Portanto as principais ações como redução, reutilização, reciclagem, incineração e disposições em aterros sanitários que por sua vez significa algo ainda maior, como parte de um conjunto de procedimentos que visem à redução dos impactos ambientais associados aos plásticos.

Outra coisa importante também é a revisão de valores, e questionar um mundo em que o mercado e o consumo assumiram papéis preponderantes e impactantes, trazendo consigo a conhecida crise ambiental.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Conceitos básicos sobre materiais plásticos**. 2011. Disponível em: <file:///F:/2 TCC/TCC/Fontes/materiais_plasticos-slides.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2017.

ABIPLAST. **REFIL 2015**. São Paulo: Abiplast, v. 1, 2016. Anual. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/site/publicacoes>. Acesso em: 7 jun. 2017.

ABIPLAST. **REFIL 2016**. São Paulo: Abiplast, v. 1, 2017. Anual. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/site/publicacoes>. Acesso em: 07 jun. 2017.

BARNES, D.K.A. ; F.G. RICHARD, F. ; THOMPSON, C. ; BARLAZ, M. **Accumulation and Fragmentation of Plastic Debris in Global Environments**. Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences, n. 364, p. 1.985-1.998, 2009.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de Agosto de 2010. Brasília, 02 ago. 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 18 maio 2017.

BRASÍLIA. Ipea. Governo Federal. **Diagnósticos dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. Brasília: Ipea, 2012. 82 p. Disponível em: <http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em: 18 set. 2017.

BRASKEM. **O PLÁSTICO NO PLANETA: O uso consciente torna o mundo mais sustentável.** Rio de Janeiro: Planeta Sustentável, 2012. Anual.

COLTRO, Leda; GASPARINO, Bruno F.; QUEIROZ, Guilherme de C. **Reciclagem de Materias Plásticos: A Importância da Identificação Correta.** Polímeros: Ciência e Tecnologia. São Carlos, v. 18, p.119-125, 2008. Anual. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414282008000200008> . Acesso em: 13 jun. 2017.

ECYCLE. **Água: riscos à saúde, impactos das embalagens e cuidados no consumo.** 2017. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/35/1370-como-consumir-a-agua-de-maneira-sustentavel.html>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

EUROPEN ASSOCIATION OF PLASTICS RECYCLING AND RECOVERY ORGANISATIONS. Bélgica. **Plastics - the Facts 2015: An analysis of European plastics produtin, demand and waste data.** Bélgica: **Plastics Europe, 2015.** 30 p. Disponível em: <file:///C:/Users/AMANDAOUSA/Downloads/PLASTICS_THE_FACTS_2015_FINAL_30pages_14122015.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2017.

INNOVA (São Paulo) (Org.). **História do Plástico.** 2017. Disponível em: <www.innova.ind.br>. Acesso em: 17 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de Contas Nacionais 2010 - 2014.** 52. ed. Rio de Janeiro, 2016. 74 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98781.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017

MAGRINI, Alessandra et al (Ed.). **Impactos Ambientais causados pelos plásticos: Uma discussão abrangente sobre mitos e dados científicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2012. 364 p.

Ministério do Meio Ambiente. **Saco é um saco**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/saco-e-um-saco/saiba-mais>>. Acesso em: 15 out. 2017.

MUNDO ESTRANHO. **Como foi inventado o plástico**. 2011. Disponível em: <<https://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-foi-inventado-o-plastico/>>. Acesso em: 19 ago. 2017.

PADILHA, Gabriela M. A.; BOMTEMPO, José V. (Org.). **A Inserção dos Transformadores de Plásticos na Cadeia Produtiva de Produtos Plásticos**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, p.86-91, set. 1999. Disponível em: <<http://revistapolimeros.org.br/files/v9n4/v9n4a13.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreria (Org.). **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió: Edufal, 2005. 51 p. (Conversando sobre a Ciência em Alagoas). Disponível em: <[file:///F:/2TCC/TCC/Fontes/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais\(1\).pdf](file:///F:/2TCC/TCC/Fontes/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais(1).pdf)>. Acesso em: 18 maio 2017

RYAN, P.G. et al. **Monitoring the Abundance of Plastic Debris in the Marine Environment**. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, n. 364, p. 1.999-2.010, 2009.

ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro Donnini (Ed.). **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerias e tecnologia**. 2. ed. São Carlos: Edufscar, 2015. 138 p.