



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ANA CLAUDIA DE FREITAS FERREIRA

**RESINAS PLÁSTICAS: A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM PLÁSTICA
PARA A SOCIEDADE E PARA O MEIO AMBIENTE**

**UBÁ, MG
2018**

ANA CLAUDIA DE FREITAS FERREIRA

**RESINAS PLÁSTICAS: A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM PLÁSTICA
PARA A SOCIEDADE E PARA O MEIO AMBIENTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação Engenharia de Produção da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Carlos Augusto Ramos dos Reis

**UBÁ, MG
2018**

RESUMO

Diante do imediatismo imposto pela globalização, as pessoas têm buscado cada vez mais alternativas para otimizar o tempo. Neste sentido, o plástico tem se tornado essencial na vida do ser humano, em termos de praticidade e facilidade, fazendo-se presente em diversos momentos no cotidiano do indivíduo. No entanto, à medida que o consumo aumenta, a produção de lixo cresce vertiginosamente. O plástico tem sido amplamente utilizado pelo homem e descartado no meio ambiente, acarretando sérios problemas ambientais. Este trabalho tem como objetivo elucidar questões relevantes sobre a importância da reciclagem deste material, além dos inúmeros benefícios que esta prática pode proporcionar, como a geração de emprego e renda e uma sociedade sustentável, mostrando que desenvolvimento e sustentabilidade não são antagônicos.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Plástico. Reciclagem. Sustentabilidade.

ABSTRACT

In the face of the immediacy imposed by globalization, people have increasingly sought alternatives to optimize time. In this sense, plastic has become essential in the life of the human being, in terms of practicality and ease, becoming present in various moments in the daily life of the individual. However, as consumption increases, consequently, garbage production is skyrocketing. Plastic has been widely used by man and discarded in the environment, leading to serious environmental problems. This work, therefore, aims to elucidate relevant questions about the importance of recycling this material, besides the innumerable benefits that this practice can provide, such as the generation of jobs and income and a sustainable society, showing that development and sustainability are not antagonistic.

Keywords: Development. Plastic. Recycling. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Plástico é um nome originário do grego "*plastikos*", que significa capaz de ser moldado. É um material de origem natural ou sintética, obtido a partir dos derivados de petróleo ou de fontes renováveis como a cana-de-açúcar ou o milho. Tem sua origem na indústria petroquímica, que transforma a nafta em insumos petroquímicos, que por sua vez são polimerizados em resinas (polietileno, polipropileno, poliestireno, policloreto de vinila, tereftalato de polietileno, copolímero de etileno, acetato de vinila, etc.), sendo estas utilizadas como matéria-prima principal no processo de transformação do plástico (ABIPLAST, 2014).

O mercado tem se tornado cada dia mais competitivo e as exigências, principalmente com que diz respeito à qualidade, durabilidade e custo dos produtos, tem aumentado em ritmo acelerado.

Os materiais plásticos são cada vez mais utilizados em substituição de diversos tipos de materiais como: aço, vidro, madeira. Estão presentes em praticamente tudo o que nos rodeia, como alimentos, bebidas, automóveis, eletrodomésticos, eletroeletrônicos, produtos farmacêuticos e médico-hospitalares. Com a capacidade multiuso, viabilizam a aplicação em novas soluções. Além disso, também são utilizados diversos produtos plásticos para uso cotidiano, como utilidades domésticas, brinquedos, decoração e produtos para construção civil.

O plástico é um material muito versátil, podendo ser empregado em vários segmentos industriais dependendo de sua característica, existindo hoje no mercado vários tipos dele, cada um com suas características especiais (ABIPLAST, 2014).

Como as características do plástico são propícias para inovação, as pesquisas sobre ele estão otimizando o desempenho de materiais já existentes e também gerando novas funcionalidades, agregando vantagens competitivas e sustentáveis, sob aspectos que incluem a redução do consumo de energia e de recursos naturais finitos. Soma-se ainda a crescente preocupação com os impactos ambientais e o descarte de materiais, que estimulam investimentos em desenvolvimento de novas tecnologias para reciclagem, assim como ações de conscientização (ABIPLAST, 2014).

Este trabalho objetiva mostrar a importância da reciclagem plástica, visando contribuir para a sociedade e o meio ambiente, primando a reutilização dos produtos Politereftalato de Etileno (PET), buscando também incentivar com o mesmo a coleta seletiva facilitando a geração de emprego e renda, mostrando os principais processos utilizados na reciclagem e reutilização do PET.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O plástico

Os produtos plásticos se tornaram essenciais em nossas vidas, já que estão presentes em vários itens utilizados em nosso dia a dia.

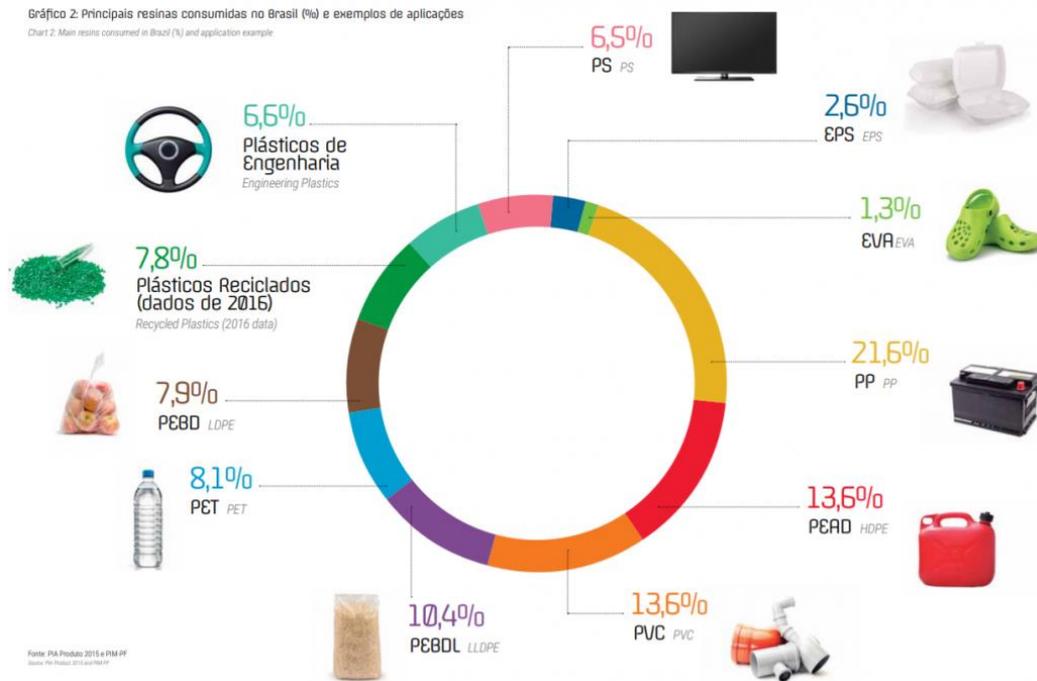
A popularização dos plásticos se deve, basicamente, ao seu baixo custo de produção, peso reduzido, resistência elevada e à possibilidade de seu uso na fabricação de peça nas mais variadas formas, tamanhos e cores.

A história do plástico é relativamente recente, com menos de um século. O ano de 1909 foi o marco inicial da história dos plásticos com a invenção da resina Baquelite pelo cientista Leo Bakeland. Nesta ocasião, o material substituiu o marfim na confecção de bolas de bilhar e podia também substituir algumas aplicações em madeira. Nesse ano, também como marco importante, foram produzidos copos descartáveis para atender uma lei americana que proibia o uso de xícaras comunitárias em trens, o que levou à redução da disseminação de doenças. A partir desse momento, foram descobertos vários novos materiais e aplicações de plásticos que simplesmente revolucionaram a sociedade. Ao longo das décadas, pode-se 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 (Estados Unidos da América) 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 Politereftalato de Etileno (PET) para confecção de tecidos bem como janelas de avião a partir do acrílico (ABIPLAST, 2014)

Existem no mercado vários tipos deles cada um com suas características especiais. As pesquisas sobre o plástico estão otimizando o desempenho de materiais já existentes e também gerando novas funcionalidades, agregando vantagens competitivas e sustentáveis, sob aspectos que incluem a redução do consumo de energia e de recursos naturais finitos. Soma-se ainda a crescente preocupação com os impactos ambientais e o descarte de materiais, que estimulam investimentos em desenvolvimento de novas tecnologias para reciclagem, assim como ações de conscientização. Neste contexto ressalta-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei representante do divisor de águas para se atingir o desenvolvimento da produção e consumo sustentáveis (ABIPLAST, 2014).

No GRÁF. 1 verifica-se o tipo de resina e sua porcentagem de uso.

Gráfico 1 – Principais termoplásticos consumidos no Brasil.



Os plásticos são divididos em duas categorias: os termoplásticos e os termofixos/termorrígidos. Os termorrígidos ou termofixos são aqueles que não derretem quando aquecidos, o que impossibilita a sua reutilização através dos processos convencionais de reciclagem. Ex: poliuretano rígido que são utilizados em isolamento acústico, isolamento térmico (gabinetes de geladeiras, telhas, paredes de frigoríficos, tubulações), boias, enchimento de embarcações para aumentar a flutuabilidade, etc. Muito utilizado na imitação e substituição de madeira e blocos estruturais, tais como molduras e mobília doméstica. Em alguns casos, estes materiais podem ser reciclados parcialmente através de moagem prévia e incorporação no material virgem em pequenas quantidades, como ocorre com os elastômeros (borracha) (RECICLOTECA, 2017).

Como exemplo, tem-se: Poliéster Insaturado (Plástico reforçado com fibra de vidro), Epóxi (Plástico reforçado com fibra de vidro), Fenólicas (Adesivos para abrasivos e rebolos, resinas para fundição, espumas isolantes antichama), Melamínicas (Laminados decorativos, Tintas de alta resistência) Poliuretanos (Espuma isolante, revestimentos anticorrosivos), Poliisocianurato (Espumas isolantes).

Conforme a configuração específica dos polímeros, eles se dividem em termoplásticos, termorrígidos (termofixos) e elastômeros (borrachas) (GORNI, 2003).

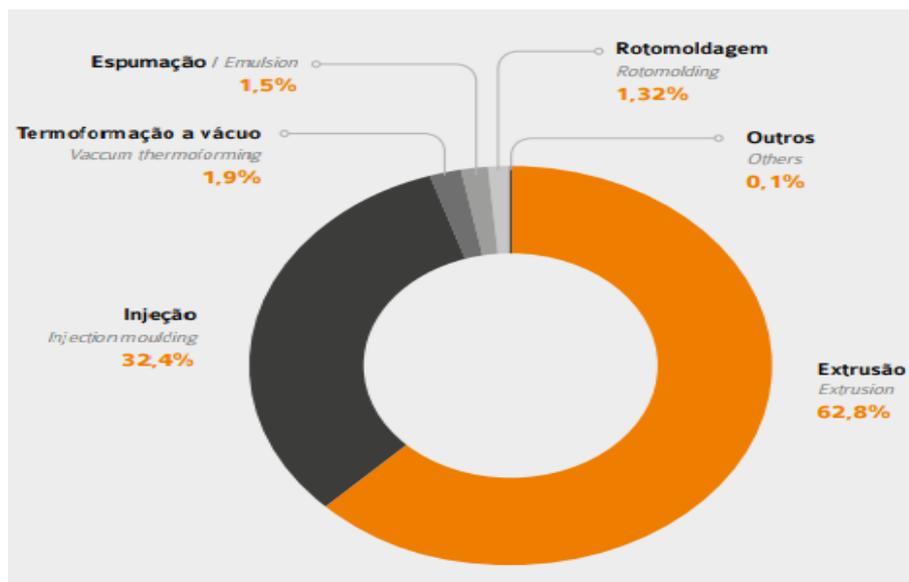
Os termoplásticos são os chamados plásticos e constituem a maioria dos polímeros comerciais. Sua principal característica é poder ser fundido diversas vezes e também podem dissolver-se em vários solventes, dependendo do plástico. E sua reciclagem é possível, uma característica bastante importante nos dias de hoje (GORNI, 2003).

A vantagem deste material está na remoldagem, pois estes plásticos podem ser reciclados várias vezes (SOUZA, 2017). A seguir alguns termoplásticos:

PET (Poliéster saturado – Embalagens, carpetes, monofilamento), PVC (Policloreto de Viníla – Tubos, Isolação de cabos elétricos, filmes de revestimento), PE (Polietileno – Filmes para Embalagens, artigos domésticos), PP (Polipropileno – Filmes para Embalagens, artigos domésticos, indústria automobilística), ABS (Acrilo Butadieno Estireno - eletrodomésticos, indústria automobilística), PMMA (Polimetil metacrilato ou Acrílico – Polímero cristalino usado em várias aplicações), PC (Policarbonato – Vidros blindados, Faróis de automóveis, indústria aeronáutica), PA (Poliamidas) – “Nylon” (Plástico de engenharia – Alta resistência mecânica e a temperatura), POM (Poliacetal – “Delrin” – Plástico de engenharia – (características lubrificantes), PTFE (Politetrafluoretileno) – “Teflon” – (Baixas características mecânicas, elevada resistência térmica e características lubrificantes)

Vários são os métodos utilizados na fabricação de produtos plásticos, mas os quatro principais são: extrusão, injeção, sopro e rotação. De forma geral, no caso das resinas termoplásticas, todos esses processos relacionados consistem basicamente de fundir as resinas, e transformá-las em um produto, a partir de um molde/matriz (ABIPLAST, 2012). No GRÁF. 2 a seguir, percebe-se que as extrusoras dominam o setor de transformação.

Gráfico 2 – Processos produtivos utilizados na transformação do plástico.



Fonte: PIA produto, 2012. IBGE – ABIPLAST.

A China, reforçando sua estratégia de elaborar políticas industriais diversificadas e voltadas para o mercado externo, ganhou posição de destaque na produção mundial de artigos plásticos, representando 23,9% da produção mundial do setor, seguida por União Europeia (com 20,4% de participação) e o bloco econômico NAFTA (Tratado Norte-Americano de Livre Comércio), composto por EUA, Canadá e México, com 19,9%. O Brasil está ganhando espaço em termos mundiais, porém, a participação ainda é pequena em relação à dimensão do país, 2,0% no volume produzido mundialmente.

2.2 Reciclagens dos plásticos

Um problema relacionado aos resíduos plásticos é o tempo de degradação, estes resíduos levam muito tempo para sofrerem degradação espontânea, e quando queimados, produzem gases tóxicos (dioxinas e furanos). Por isso, o excesso deste material no solo prejudica muito o ambiente (MANO, BONELLI, 1994; apud ZANIN, MANCINI, 2004).

A reciclagem surge como uma das vias para reduzir este tipo de material aterrado no solo, que causa poluição, prejudica, inclusive, o tempo de vida útil dos aterros sanitários e, conseqüentemente, ocupa mais espaço físico urbano (DIAS & TEODÓSIO, 2006).

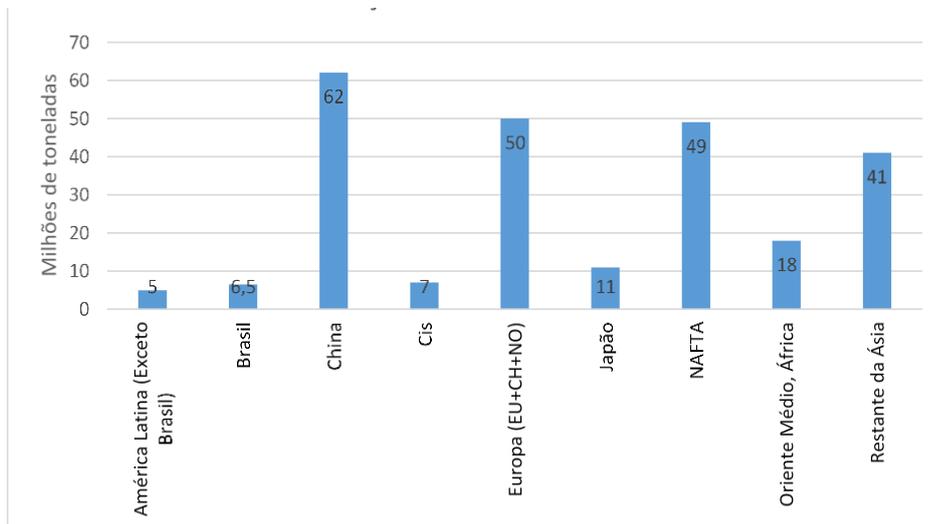
De acordo com uma pesquisa realizada pela ABIPLAST, 2013, estima-se que são retirados do meio ambiente, por ano, aproximadamente 805 mil toneladas de resíduos pós-consumo, que dão origem a mais de 725 mil toneladas de materiais plásticos reciclados. Diversos produtos podem utilizar resina reciclada em sua composição, de acordo com as normas apontadas pelos órgãos competentes como INMETRO (O Instituto Nacional de

Metrologia, Qualidade e Tecnologia), ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e outras. Obedecendo a legislação, muitas empresas desenvolvem linhas de produtos com apelo ecológico e optam por utilizar a resina reciclada.

Os principais consumidores de plásticos separados do lixo são as empresas recicladoras, que reprocessam o material, fazendo-o voltar como matéria-prima para a fabricação de artefatos plásticos, como conduítes, sacos de lixo, baldes, cabides, garrafas de água sanitárias, e acessórios para automóveis. De acordo com o CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem (2017) é possível economizar até 50% de energia com o uso de plástico reciclado.

No contexto global, a participação brasileira na produção mundial de resinas termoplásticas em 2014 foi de 6,5 milhões de toneladas, como mostra o GRÁF. 3, o que representa 2,7% da produção mundial, sendo a mais significativa da América Latina. O consumo per capita brasileiro de plástico gira em torno de 35 kg/habitante, consumido por pessoa no mundo. Porém, bem abaixo dos índices observados em países desenvolvidos, que têm consumo per capita próximo a 100kg/habitante. (ABIPLAST, 2013).

Gráfico 3 – Produção mundial de resinas.



Fonte: ABIPLAST, 2013.

As empresas que fabricam utilidades domésticas para a área de serviço são as que mais utilizam a resina reciclada. Os produtos incluem cabides de roupas, prendedores, vasos, bandejas, bacias e vassouras, mas também há interesse por parte de produtores de bens para agropecuária, automotivo, têxtil e construção civil. Os produtos plásticos são 100% recicláveis e existem uma Normas Técnicas (NBR 13.230) para a identificação dos produtos

plásticos e suas respectivas matérias-primas, a fim de facilitar o processo de reciclagem (ABIPLAST, 2013).

No Brasil, o maior mercado é o da reciclagem primária. A reciclagem primária ou pré-consumo, melhor conhecida como reextrusão, é a reintrodução de resíduos industriais de um único polímero, a fim de produzir produtos com características equivalentes às das dos produtos originais produzidos com polímeros virgens. Esses resíduos são constituídos por artefatos defeituosos e aparas provenientes dos moldes ou dos setores de corte/usinagem. Esta é a reciclagem de resíduo limpo, não contaminado e de um único tipo que continua a ser o processo mais popular, pois garante simplicidade e baixo custo de produção. (FIGUEIREDO, 2015).

Um mercado crescente é o da chamada reciclagem secundária: o processamento de polímeros, misturados ou não, entre os mais de 40 tipos de resinas existentes no mercado. Novas tecnologias já estão disponíveis para possibilitar o uso simultâneo de diferentes resíduos plásticos, sem que haja incompatibilidade entre elas e a consequente perda de resistência e qualidade. A chamada "madeira plástica", feita com a mistura de vários plásticos reciclados, é um exemplo. Essa madeira é constituída de resíduos plásticos, oriundos de pós-consumo e/ou aparas industriais, às quais é incorporada uma carga vegetal. Possui longa durabilidade, não exige manutenção, imune a pragas, zero absorção de água, excelente resistência física, entre outros. Com um vasto campo de aplicação, a madeira plástica substitui a madeira convencional em praticamente todas as utilidades com êxito, além de agregar valores que, infelizmente, o produto natural não possui. A mesma é muito utilizada na fabricação de móveis, como bancos de jardim e cadeiras, além de decks para piscinas, piers, revestimentos internos e externos, mobiliários para uso interno e externo, cercas, pilares, brinquedos infantis, pallets para logística industrial e transporte de mercadorias, bancadas industriais, carrocerias, vasos, pergolados, canil de animais, guarda-corpos dentre outros (ECOWOOD, 2016).

Já a reciclagem terciária, de modo geral, converte polímeros em seus monômeros ou petroquímicos úteis. Neste tipo de reciclagem, materiais plásticos sólidos são convertidos em moléculas menores, como produtos químicos intermediários, através da utilização de calor e/ou tratamento químico (FIGUEIREDO, 2015).

Uma das principais questões na reciclagem de resíduos plásticos é o sistema de coleta seletiva e triagem (considerando abrangência e eficiência), uma das dificuldades técnicas em se reciclar os resíduos plásticos pós-consumo está no fato dos diferentes tipos de resinas se encontrarem misturados, já que para trabalhar com as misturas tem se um custo muito alto,

devido ao uso de aditivos especiais e características específicas no maquinário (SIMPLAST, 2011).

O método de reciclagem mais utilizado é o da reciclagem mecânica, porém só pode ser realizado em produtos que contenham apenas um tipo de resina, ou seja, quanto mais misturado e contaminado for o resíduo, mais difícil será reciclá-lo mecanicamente. Cada material possui uma característica diferente como índice de fluidez, dureza e outros, necessitando de regulagens específicas no maquinário de reciclagem, impossibilitando, assim, trabalhar com a mistura de materiais. A separação do material plástico previamente à coleta faz-se essencial. Para isso, são necessários programas de coleta seletiva e logística reversa, para que a maior quantidade possível de plásticos possa ser destinada às recicladoras (MANO, 2005).

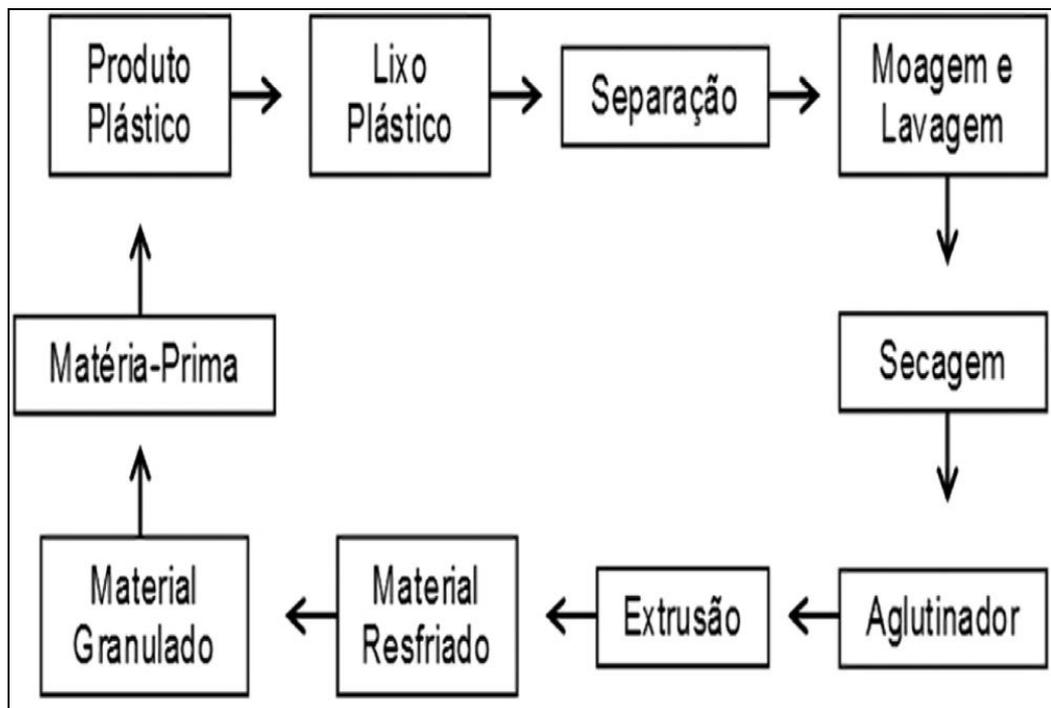
A reciclagem mecânica, em escala industrial, em geral envolve as seguintes etapas:

- a) Separação: de acordo com o aspecto visual ou com a identificação (alguns plásticos são identificados de acordo com o material, essa identificação é feita através de números); é feita uma triagem para separação dos diferentes tipos de plásticos. É uma tarefa essencialmente manual, e, portanto, depende da competência das pessoas que estão fazendo a triagem, cujo objetivo é separar materiais diferentes, metálicos, tampas de garrafas, produtos compostos por mais de um tipo de plástico, etc. Se o material for oriundo de coleta seletiva, será muito mais limpo do que aquele que provém de aterros e lixões, facilitando, assim, sua reciclagem (MANO, 2005);
- b) Moagem: envolve a redução do tamanho do material, transformando-o em fragmentos menores, como grânulos, pó ou flocos (PIRES, 2009);
- c) Lavagem: para retirar os contaminantes, o material é lavado com água e depois deve receber um tratamento para sua possível reutilização ou descarte como efluente (MANRICH, 2005);
- d) Aglutinação: depois de lavado e seco, o material plástico é compactado em um aglutinador, para que o volume enviado ao processador final, normalmente uma extrusora, seja reduzido. Forma-se então uma massa plástica a partir do atrito dos fragmentos plásticos com as paredes do equipamento, devido a uma elevação da temperatura do conjunto. (MANRICH, 2005);
- e) Processamento: a última etapa do processo é a que forma os pellets que serão mandados para as indústrias transformadoras. A massa plástica vai ser fundida e homogeneizada na extrusora. Na saída do processo, encontra-se um cabeçote do qual saem filamentos contínuos que serão resfriados em água. Em seguida, um granulador

irá picotar esses filamentos, formando grãos de plásticos, os pellets (RECICLAGEM DE PLÁSTICOS, 2017).

A princípio, todos os plásticos podem ser submetidos à reciclagem mecânica, mas a seleção dos que realmente serão reciclados dependerá do seu valor econômico e do volume de material disponível (COLTRO, GASPARINA e QUEIROZ, 2008). Veja FIG. 1 abaixo.

Figura 1 – Processo de reciclagem mecânica.



Fonte: A autora, 2018.

A resina obtida após a reciclagem de plástico pode dar origem a objetos impensáveis conforme QUADRO. 1 a seguir:

Quadro 1 – Produtos produzidos após reciclagem de resinas.

RESINA	PRODUTO PRODUZIDO APÓS RECICLAGEM
PET	Fibra para carpete, tecido, vassoura, embalagem de produtos de limpeza, acessórios diversos.
PEAD	Frascos para produtos de limpeza, óleo para motor, tubulação de esgoto, <i>conduit</i> .
PVC	Mangueira para jardim, tubulação de esgoto, cones de tráfego, cabos.
PEBD/PELBD	Envelopes, filmes, sacos, sacos para lixo, tubulação de irrigação.
PP	Caixas e cabos para bateria de carro, vassouras, escovas, funil para óleo, caixas, bandejas.
PS	Placas para isolamento térmico, acessórios para escritório.
OUTROS	Madeira plástica, reciclagem energética.

Fonte: A autora, 2018.

O PET ainda é o material plástico mais reciclado no Brasil, seguido pelos produtos de polietileno (PEBD, PEBDL e PEAD), os quais são, na sua maioria, embalagens de alimentos e bebidas (ABIPLAST, 2012).

Os plásticos constituem uma das classes de materiais com menor índice de reciclagem, muitas das vezes, relacionado com o valor pago pelo volume coletado, outras vezes pela dificuldade de se coletar grandes quantidades. Os metais (latinhas, entre outros) coletados, possuem um valor comercial melhor, e mais fácil de realizar o manuseio, e serem enviados para depósitos de reciclagem, por isso, tornam-se um dos “preferidos” para coleta, e reciclagem (CZAPSKI, 2003).

Segundo Coltro (2008), muitos produtos de material plástico apresentam um código de identificação da resina, normalmente de 1 a 7 (cada número representa um tipo de material, facilitando assim a reciclagem) dentro de um triângulo de três setas e sob o mesmo uma abreviatura, cujo objetivo é indicar o tipo de plástico do qual é feito. Este código geralmente é

colocado na base do recipiente ou no verso da embalagem que contém o produto (no caso de material flexível).

O objetivo dos códigos de identificação é facilitar a recuperação dos recipientes plásticos descartados com o resíduo sólido urbano, que auxiliam na sua separação e posteriormente a reciclagem e a valorização novamente. Este sistema de código de identificação de resinas foi introduzido em 1988 pela Sociedade das Indústrias de Plásticos - Society of Plastics Industry, Inc. (SPI) para facilitar a identificação dos plásticos pelos recicladores. Portanto, o sistema de códigos do SPI foi desenvolvido para atender as necessidades dos recicladores.

Os materiais plásticos apresentam uma identificação predominante para que seja feita a reciclagem de forma correta, evitando assim que sejam descartados junto aos resíduos sólidos (ROMÃO *et al*, 2009). Veja FIG. 2 abaixo.

Figura 2 – Identificação e simbologia dos plásticos recicláveis.



Fonte: Norma ABNT NBR 13.230, Tomplastic, 2017.

A produção mundial cresceu de 1,7 milhão de toneladas, em 1950, para 265 milhões de toneladas, em 2010 (PLASTICS EUROPE, 2011).

O setor de reciclagem de plásticos no Brasil gerou 18.288 empregos diretos em 2010, apresentando um faturamento de R\$ 1.948.000,00 (ABIPLAST 2014). A capacidade instalada é de 1,477 milhões de toneladas, mas a indústria da reciclagem opera, hoje, com uma taxa de ociosidade de 35,5 % (PLASTIVIDA, 2010).

Em 2014, o setor de transformados plásticos registrou queda de (-1,09%) na geração de empregos formais, passando da terceira para a quarta posição dentre os setores da indústria de transformação que mais empregam no país. Essa queda deve-se muito mais pela redução no ritmo de contratação do que pelo aumento do número de demissões. O ritmo de contratações do setor de transformados plásticos é atrelado às expectativas dos empresários sobre o nível de atividade, que foram impactadas negativamente por conta da retração da produção industrial observada em 2014 e, conseqüente, do aumento da incerteza sobre o desempenho da economia brasileira para os próximos períodos (ABIPLAST, 2014).

Em 2010, foram reciclados, no Brasil, 953 mil toneladas de plásticos (sendo 606 mil toneladas de plásticos pós-consumo e o restante de plásticos industriais), representando um crescimento de 2,5% em relação a 2009. A resina mais reciclada foi o PET (PLASTIVIDA, 2010).

Em 2014, a produção de transformados plásticos foi para 59,9 bilhões sendo o PP a principal resina consumida (23,3%) e em segundo lugar o PVC (14,9%) (ABIPLAST, 2014).

Pela análise, considerando uma possível recuperação do PIB Brasileiro de 2017 a 2018 em torno de 1,5% a 3% ao ano, a demanda brasileira por transformados plásticos atingirá os patamares observados em 2012/13, auge do setor dos últimos dez anos, apenas em 2023. O consumo aparente de transformados plásticos atingiu, naqueles anos, 7,4 milhões de toneladas (ABIPLAST, 2014).

O faturamento do setor em 2012 foi de R\$ 64,6 bilhões, gerando 353 mil empregos em total de 11.670 empresas transformadoras de plásticos (ABIPLAST, 2014). Do total de empresas recicladoras de material plástico, mais de 800 são micro e pequenas enquadradas no “Simples Nacional” e não possuem mais do que 20 empregados cada. Em 2014 o faturamento teve uma recaída em relação aos anos anteriores e chegou a 59,2 bilhões, empregou 352 mil trabalhadores em um total de 11.590 empresas (ABIPLAST, 2014).

Muitos benefícios da reciclagem são devido à redução na produção de resina virgem. Para maximizar tal benefício, o material reciclado deve ser de alta qualidade e pureza para poder substituir 100% às resinas virgens.

A aplicação de resinas plásticas recicladas em substituição ao polímero virgem irá depender da pureza e dos requerimentos necessários para a fabricação do produto. Com isso, a indústria de reciclados tem focado na reciclagem de plásticos mais limpos e facilmente selecionados, como é o caso das garrafas PET de refrigerantes e galões de leite e água de PEAD, que podem ser identificados e selecionados do lixo pós-consumo. Assim sendo, a reciclagem de produtos com tipos diferentes de plásticos é menos difundida por causa da

contaminação e mistura de tipos diferentes de plásticos, o que dificulta a reciclagem (já que cada material possui características diferentes e muito difíceis de transformá-los em produtos juntos) (HOPEWELL, DVORAK e KOSIOR, 2009).

Alguns fatores que influenciam na resistência do uso das resinas recicladas são:

- O aumento do preço do material reciclado;
- Queda na competitividade em relação às resinas virgens;
- Altos custos com consumo de energia elétrica;
- Pouca confiabilidade dos transformadores devido a não aceitação do consumidor

final por produtos que contenham reciclados;

- Má separação dos catadores e sujidades nos resíduos; e
- Falta de apoio do governo, por meio de incentivos à indústria de reciclagem

(PLATIVIDA, 2012).

2.3 PET (Polietileno Tereftalato)

As embalagens descartáveis têm ganhado ênfase cada dia, principalmente pelo fato de serem mais econômicas em relação às demais embalagens, por exemplo, o vidro, visto que é considerada uma embalagem nobre, o consumidor tem a percepção de que o produto tem maior valor, o que acaba se refletindo em margem de ganho mais elástica para o fabricante e o distribuidor do produto envasado. Uma das principais embalagens descartáveis é o PET – Polietileno Tereftalato, é um polímero termoplástico (RESO AMBIENTAL, 2015).

De acordo com Jean Marc Sasson (2011), em termos logísticos, as garrafas PET são as menos impactantes por dois motivos: primeiro, porque as embalagens descartáveis são mais leves, possuindo a melhor relação peso/conteúdo do mercado. A garrafa PET de dois litros tem em média apenas 47/g, enquanto uma garrafa de vidro de um litro para refrigerante pesa 950/g. Segundo, porque elas podem ser comprimidas para estocagem, cabendo, no mesmo espaço, mais garrafas do que as de vidro. Além disso, as garrafas de vidro, por serem mais pesadas, farão o caminhão emitir mais CO₂ para transportá-las, somando-se, ainda, a emissão de CO₂ no seu retorno à fábrica (AMBIENTE ENERGIA, 2011).

De acordo com Souza (2017), por ser um termoplástico, possui propriedade de ser “reprocessado” várias vezes e assim ser aplicado em diversos seguimentos. Como uma amostra de sua flexibilidade e resistência mecânica, em 1962 passou a ser utilizado em indústrias de pneus. Após vários testes de higiene e segurança, em 1970 começaram a

produzir as primeiras garrafas PET na Europa, chegando à novidade aqui no Brasil em 1988. Hoje, está presente na maior parte dos produtos (ABIPET, 2017).

2.3.1 Características do PET

No Brasil, a principal aplicação do PET é na indústria de embalagens (71%). O segmento do mercado nacional da indústria alimentícia e de embalagens corresponde a 32% do mercado brasileiro de polímeros envolvendo diretamente o uso do PET para embalagens de bebidas carbonatadas (ABIPLAST, 2008). Ele é o queridinho das indústrias porque é o melhor e mais resistente plástico para fabricação de garrafas, frascos e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros (ABIPET, 2017).

Além disso, apresenta alta resistência mecânica e química, sendo assim apresenta capacidade da superfície de se manter inalterada quando em contato com substâncias e produtos químicos, como também excelente barreira para gases e odores, é inerte, inquebrável e seguro, 100% reciclado, leve e resistente. Dessa forma, suporta diversos produtos com segurança e higiene (ABIPET, 2017).

Segundo a ABIPET, 2017, a embalagem de PET tem mostrado ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo, por exemplo, custos de transporte - um caminhão transporta 60% a mais garrafas de PET que garrafas de vidro (Mundo Educação, 2017). Assim, proporciona benefícios tanto para o consumidor quanto para a indústria, visto que além de terem como ponto positivo o fato de serem mais leves e resistentes, dispensam a troca na hora da compra, facilitando a vida do consumidor e do próprio comerciante que antes deveriam ter espaços físicos para guardar o “estoque”. Para os fabricantes, a tecnologia significou redução de custos uma vez que o transporte (logística reversa) e o tratamento para a limpeza das garrafas foram cortados (Exame, 2011), fazendo dela uma peça chave para a economia.

Entretanto, a relação PET e meio ambiente é um pouco desagradável visto que esses polímeros não são biodegradáveis, como se sabe, a degradação do resíduo plástico abandonado é extremamente lenta, podendo levar décadas ou mesmo séculos (GORNI, 2004).

Zikmund e Stanton (1971) (pág.34) ressaltam que “reciclagem consiste em encontrar novas formas de uso para o material previamente descartado”. A reciclagem do Pet, além de colaborar com a preservação ambiental, colabora também para o desenvolvimento

sustentável, pois permite benefícios sociais, econômicos e ambientais - visto que são os três pilares para o desenvolvimento sustentável (ABIPET, 2017).

Benefícios sociais: O alto valor pago pela sucata permite que os catadores e cooperativas possuam uma rentabilidade estável, permitindo um maior desempenho social (ABIPET, 2017).

Benefícios econômicos: A indústria recicladora no Brasil é economicamente viável, sustentável e funcional. Basta citar que cerca de um terço do faturamento de toda a Indústria Brasileira do PET provém da reciclagem. Gera impostos, empregos, renda e todos os demais benefícios de uma indústria de base sólida. Seu crescimento anual constante, em média superior a 11% desde 2000, permite planejar novos investimentos – incrementados e incentivados pela criação de novos usos para o PET reciclado (ABIPET, 2017).

Benefícios ambientais: A reciclagem de garrafas PET's traz inúmeros benefícios para o ambiente, pois substitui o material novo. Assim reduz a quantidade de embalagens que seriam destinados a locais impróprios, reduz consumo de água e energia.

2.3.2 Geração de PET's

Vivemos em um ambiente altamente consumista e, conseqüentemente, a tendência é o aumento dos lixos e resíduos. De acordo com a ABRELPE, 2015, o país gerou, em 2015, um total de 72,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU). Desse total, cerca de 58,7% do coletado foram destinados à aterros sanitários. Entretanto, registrou-se aumento também no volume de resíduos enviados para destinação inadequada, com quase 30 milhões de toneladas de resíduos dispostas em lixões ou aterros controlados. Mesmo o lixo sendo disposto de forma controlada e os resíduos recebendo uma cobertura de solo, os aterros controlados não recebem impermeabilização do solo nem sistema de dispersão de gases e de tratamento do chorume gerado, ou seja, os aterros controlados são uma categoria intermediária entre o lixão e o aterro sanitário, sendo geralmente uma célula próxima ao lixão (Mundo Educação, 2017), que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações.

As embalagens de alimentos representam cerca de dois terços do volume total de resíduos sólidos produzidos pela população brasileira, o que representa um desperdício anual de R\$ 6,3 bilhões, ou seja, 31.640 toneladas de material reciclável (ou reaproveitável), que é descartado (IDEC, 2006). O PET é um dos plásticos mais questionados pelos movimentos ambientalistas, sendo considerado o grande “vilão” dos resíduos sólidos porque obstrui

galerias, rios e córregos, prejudicando o sistema de drenagem das águas das chuvas e agravando as consequências de enchentes.

Para amenizar a situação, o governo federal criou o plano Nacional de Resíduos Sólidos como uma forma de incentivar a reciclagem de todo dia de lixo. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011) o plano objetiva a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (o que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Entretanto, 30% dos 76 milhões de toneladas que os brasileiros jogam fora podem ser reaproveitadas, porém, apenas 3% vão para a reciclagem (ABIPLAST,2014).

2.4 A reciclagem

De acordo com a Lei Federal n.12.305/10 (IPEA, 2011), a reciclagem é uma das ações prioritárias do princípio da hierarquia na gestão de resíduos, sendo descrita como um processo de transformação dos resíduos envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação destes em insumos ou novos produtos. Sabe-se que o PET é um produto 100% reciclado.

O setor de reciclagem do PET movimentou, em 2011, no Brasil, R\$ 1,3 bilhão, valor próximo de um terço da indústria nacional do PET. O preço da matéria-prima revalorizada, conforme a aplicação, custa 20% menos que o equivalente de material virgem (ABIPET, 2015).

Outro entrave é a carga tributária desse tipo de atividade. Enquanto o imposto sobre produtos industrializados (IPI) sobre a resina virgem é de 10%, a tributação sobre a matéria-prima reciclável é de 12%, criando um problema de bitributação (dois impostos sobre o mesmo produto). Cria-se então mais um empecilho para o desenvolvimento da reciclagem do PET (ECYCLE, 2017).

2.4.1 Processo de reciclagem

O processo de reciclagem do PET pode ser realizado por três tipos de reciclagem:

1 – Reciclagem química: Também conhecida como reciclagem de resinas, consiste no retorno do plástico (polímero) à sua composição primária (monômero) por meio da mudança química. Esse processo permite que o material, que antes era inutilizável, possa ser transformado em matéria-prima para ser usado novamente na fabricação de novas embalagens plásticas primárias ou de outros materiais. Para passar pela reciclagem química, o plástico pode ser dissolvido com o acréscimo de outras substâncias solventes ou com a aplicação do calor (ECYCLE, 2017).

2 – Reciclagem energética: É a tecnologia de transformação de resíduos em energia térmica e/ou elétrica. Os resíduos que já não podem ser reutilizados e reciclados são indispensáveis na reciclagem energética, pois promovem a combustão. Dessa forma, eles são substitutos ao óleo diesel e ao óleo combustível, o que possibilita a diminuição na exploração de combustível fóssil, não renovável. Dentre os resíduos que podem ser utilizados na reciclagem energética, estão os restos de alimentos, materiais higiênicos descartáveis, plásticos, entre outros. Entretanto, o material descartado mais viável para a reciclagem energética é o plástico. Por ser derivado do petróleo, o plástico possui um alto poder calorífico, o que viabiliza sua utilização na produção energética (ECYCLE, 2017).

3 – Reciclagem mecânica: É o método mais comum e consiste em transformar os plásticos (tanto os oriundos de sobra industrial - sobras virgens do processo produtivo - quanto os descartados pós-consumo - materiais recuperados no lixo por meio da coleta seletiva) em pequenos grânulos, que podem ser utilizados na produção de novos materiais, como sacos de lixo, pisos, mangueiras, embalagens não-alimentícias, peças de automóveis etc. Praticamente todo o PET reciclado no Brasil passa pelo processo mecânico, que pode ser dividido em: recuperação, revalorização e transformação (ECYCLE, 2017).

A reciclagem mecânica de plásticos é o modo mais comum de se recuperar o valor agregado do PET. Nela, os produtos plásticos são moídos, lavados, submetidos à secagem e reprocessados, dando origem a novos produtos (ZANIN, MANCINI, 2000).

2.4.2 Etapas da reciclagem de garrafa PET

A reciclagem de garrafas PET é realizada por cooperativas e empresas de reciclagem, e é amplamente viável. O primeiro passo do processo é reunir material por meio de coleta seletiva ou catadores individuais e separar o que de fato pode ser reaproveitado – retirando rótulos e tampinhas, por exemplo. Em seguida, o material PET é lavado, secado e esterilizado. A próxima etapa é a prensagem, que leva o material já compactado para ser triturado em

pequenos flocos. Para ficarem ainda menores, os flocos passam por processo de extrusão, o que dá origem a pequenos grãos. Os grãos são comumente misturados a outros materiais para compor diversos artefatos e objetos, e também utilizados pela indústria têxtil para o desenvolvimento de linhas e tecidos. A outra possibilidade é derreter o plástico para que possa ser moldado.

Após todo o processo de reciclagem do PET a matéria prima vinda do mesmo começa a ser transformada em fios de poliéster ou em novos produtos. Esses produtos são produzidos por extrusão, injeção, e sopro, ganhando aplicações tradicionais e de diferentes qualidades e formas. Por exemplo, vassouras e cordas, box para banheiro, tintas e vernizes, resinas insaturadas presentes em caixas d'água, peças plásticas para geladeiras e fogões, régua, relógios, cordas de varal, garrafas PET, tubos e conexões, piscinas entre outros, como mostra a FIG. 3.

Figura 3 – Produtos obtidos a partir da reciclagem de garrafas pet.



Fonte: Design Ulbra:Reciclagem de Plásticos, 2012.

Um dos principais problemas da reciclagem do PET são os contaminantes, que muitas vezes impedem que o material possa ser reaproveitado.

2.5 Contaminantes

Os principais contaminantes do PET, listados pelo CEMPRE (2005) são cola, outros plásticos, em especial o PVC (Policloreto de Vinila), metais, areia e terra, além de ferrugem. Outro problema são os materiais com cores variadas, e vários produtos diferentes embalados

como se fossem PET, denotando um foco gerencial muito mais centrado na ampliação do consumo do que na responsabilidade ambiental. A Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária autorizou em março de 2008 a utilização de garrafas pet recicladas nos alimentos e bebidas como consequência de novas tecnologias – Super Clean e Bottle to Bottle – capazes de descontaminar o PET pós consumo reciclado (PET-PCR), independentemente de seu uso anterior e dos sistemas de coleta utilizados. As indústrias e seus produtos embalados neste material também devem cumprir vários requisitos como estarem registrados e autorizados pela Anvisa, comprovar o controle dos processos e da qualidade, permitir a rastreabilidade e incluir a expressão PET-PCR nas embalagens – (ANVISA, 2008).

A tecnologia bottle-to-bottle, corresponde a uma etapa adicional do processo de reciclagem tradicional. O material é separado, lavado, cortado ou moído e depois encaminhado para a extrusão. A etapa adicional corresponde à passagem por um reator de policondensação, onde ocorre o aumento da viscosidade do PET. Durante a poli condensação a resina é submetida a uma temperatura de 270 °C por um período superior a 15 horas em atmosfera inerte ou vácuo. Isto garante a eliminação dos possíveis contaminantes (CRUZ, 2011). Abaixo FIG. 4:

Figura 4 – Embalagem do produto com PET-PCR.



Fonte: Gireufscar wordpress, 2013.

O processo Super Clean consiste em submeter o polímero a uma etapa de lavagem intensa com produtos químicos a temperaturas próximas de 260 °C sob pressão. Após essa

etapa, o material é exposto ao vácuo durante períodos de tempo pré-determinados com posterior filtragem (CRUZ, 2011).

2.6 Produção das garrafas PET

O processo de fabricação das garrafas ocorre basicamente em sete etapas: secagem, alimentação, plastificação, injeção, condicionamento, sopro, ejeção do produto (ABIPET, 2017), como explicado a seguir:

1. Secagem: a secagem da resina PET é uma das mais importantes e críticas. Por ser um material que tem a capacidade de absorver água, necessita de uma secagem de 4 a 6 horas, sendo considerado longo demais em relação a outros termoplásticos. A temperatura de secagem deve ser entre 160 e 175°C.
2. Alimentação: é a transição entre o silo e a entrada do PET na plastificadora. Nesta etapa, quando necessário, são dosados aditivos ao PET (protetores aos raios ultravioleta, concentrados de cor, etc.).
3. Plastificação: É uma etapa muito importante e delicada. Nela o PET muda de estado físico para ser injetado. As temperaturas de trabalho, geralmente controladas por resistências, variam conforme o equipamento e devem ser ajustadas de 265° a 295°C, de forma a evitar degradação por excesso de temperatura.
4. Injeção: É a injeção propriamente dita, quando o PET plastificado é transferido para o molde, preenchendo sua (s) cavidade (s). O molde de injeção encontra-se fechado por um sistema adequado a suportar as pressões envolvidas durante o processo de injeção. Estando o molde a baixa temperatura devido à circulação de água gelada em seu interior, o material endurece rapidamente (durante o tempo de resfriamento), formando a peça.
5. Condicionamento: nesta etapa a pré-forma recebe um tratamento térmico diferenciado, aquecendo mais aonde for necessário. Conforme o desenho da embalagem - otimizando o sopro. Esse condicionamento pode ser realizado de duas maneiras diferentes, conforme o sistema adotado para o sopro das embalagens: um estágio (ciclo quente) ou dois estágios (ciclo frio). Segundo a ABIPET, 2017, no sistema de um estágio é possível variar mais a produção de formas e tamanhos para os frascos e garrafas, embora a produtividade seja inferior. Neste sistema, a pré-forma segue do molde de injeção diretamente para o condicionamento a uma temperatura em torno de 100°C. No sistema de dois estágios a prioridade é a

velocidade de produção, assim, as pré-formas são injetadas em grandes quantidades e estocadas, sendo enviadas posteriormente para o local onde o sopro será feito conforme a necessidade. Neste sistema, a pré-forma é injetada previamente. Para ser soprada, chega fria do estoque e entra no forno, onde a região a ser estirada será condicionada. Uma vez atingidas as temperaturas ideais, está preparada e otimizada para etapa seguinte.

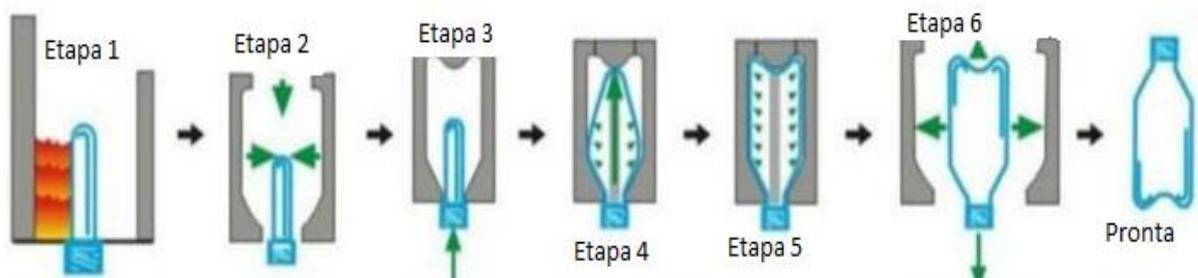
6. Sopro: a pré-forma é colocada dentro do molde cuja cavidade tem a forma final da embalagem. Um pino penetra no gargalo da pré-forma para estirá-la, e é soprado o ar comprimido no seu interior. O corpo da pré-forma é inflado de forma controlada com a ajuda de uma haste de estiramento. Desta maneira, a pré-forma é estirada, orientando as moléculas de PET nas direções radial e axial, isto é, bi orientada, até que encoste na cavidade do molde de sopro e adquira sua forma final.
7. Ejeção do produto: a embalagem é ejetada da máquina e pronta para o envase.

As etapas que compõe o processo de insuflar a garrafa PET são:

- Etapa 1: Aquecimento da pré-forma;
- Etapa 2: Pré-forma move-se no molde e o molde se fecha;
- Etapa 3: Inserindo barra de estiramento;
- Etapa 4: Alongamento e pré-sopro (insuflar);
- Etapa 5: Alta pressão e sopro (insuflar);
- Etapa 6: Abertura do molde e por fim, garrafa pronta.

Estas etapas podem ser observadas na FIG. 5:

3 – Processo de insuflar a garrafa PET.



Fonte: Blog da engenharia, 2017.

Novas alternativas para reutilização destas embalagens devem ser propostas, de modo a evitar o descarte em aterros sanitários e no meio ambiente. A decomposição do PET ocorre em aproximadamente 400 anos, acarretando problemas de ordem operacional nos aterros

sanitários, dificultando a compactação da parte orgânica, além da significativa perda econômica e social, uma vez que a indústria da reciclagem gera empregos e usa mão de obra de baixa qualificação (CANELLAS, 2005).

3 CONCLUSÃO

O plástico tem sido cada vez mais utilizado facilitando a realização de atividades diárias, o que torna praticamente impossível imaginar o dia a dia sem ele. Cada vez mais utilizado em substituição de materiais como aço, vidro e madeira, está presente em praticamente tudo que rodeia o homem atualmente, alimentos, bebidas, automóveis, eletrodomésticos, eletroeletrônicos, produtos farmacêuticos e médico-hospitalares

O plástico está sendo taxado de vilão ambiental, devido à falta de conscientização das empresas e da população em geral. Após utilizado, ele é descartado, acarretando consequências graves ao planeta. Neste sentido, vale ressaltar que os consumidores devem adotar uma postura sustentável buscando mecanismos capazes de contribuir para a reutilização das embalagens plásticas, como a separação dos resíduos plásticos em suas residências de forma adequada e sua destinação à coleta seletiva de lixo.

A quantidade resíduos plásticos destinados à reciclagem é muito inferior à quantidade de transformados plásticos consumida. O Brasil possui um índice de reciclagem ainda considerado baixo. Por isso, é importante que o número de cooperativas de catadores e de empresas recicladoras aumente bem como o incentivo aos catadores através de políticas públicas e o apoio, por meio da educação ambiental, para que toda a cadeia produtiva reconheça a importância da produção sustentável, que gera emprego, renda e uma sociedade sustentável. A reciclagem é peça fundamental no ciclo de vida dos plásticos, e de extrema importância para a preservação do meio ambiente.

Desenvolvimento e sustentabilidade não são antagônicos, precisam caminhar juntos buscando o bem de todos. Quando utilizado no lugar certo e de maneira correta, o plástico traz diversos benefícios para a sociedade, tornando a vida mais fácil e prática para a sociedade como um todo.

É importante ressaltar que este trabalho não é conclusivo, sugerindo mais pesquisas, buscando melhor uso das resinas plásticas.

REFERÊNCIAS

ABIEF. Associação Brasileira de Indústrias de Embalagens Flexíveis. Disponível em <<http://www.abief.com.br/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

ABIPET. Associação Brasileira da Indústria de PET. Reciclagem – benefícios da reciclagem PET. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=49>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Disponível em <<http://www.abiplast.org.br/>>. Acesso em 07 ago. 2018.

ABRELPE. **Panorama**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em 22 ago. 2018.

ABRIL, EXAME. **Vantagens e desvantagens das garrafas de refrigerante**. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/mundo/conheca-as-vantagens-e-desvantagens-das-garrafas-de-refrigerante/>> Acesso em 05 setembro de 2017.

AMBIENTAL, RESO. **Polietileno: o que é e onde é utilizado**. Disponível em <<http://resoambiental.com/2015/07/polietileno-o-que-e-onde-e-utilizado/>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

ANVISA, PORTAL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. O sucateiro e a coleta seletiva. **Reciclagem & Negócios – Mercado de Sucatas**, CEMPRE, São Paulo, 2005.

COLTRO, L., GASPARINA, B. F., QUEIROZ, G. D. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 18, n. 2, pp. 119-125.

COMPRA DE PET PARA RECICLAGEM. Disponível em <<http://www.mercadomineiro.com.br/pesquisa/-pet-pesquisa-precos>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

CRUZ, S. A. **Revista Polímeros**. Disponível em <<http://revistapolimeros.org.br/files/v21n4/v21n4a14.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

CZAPSKI, 2003. **Projeto de trabalho de conclusão de curso reciclagem de materiais plásticos**. Disponível em < <https://docplayer.com.br/19530305-Projeto-de-trabalho-de-conclusao-de-curso-reciclagem-de-materiais-plasticos.html> >. Acesso em: 20 set. 2018.

ECYCLE. **Reciclagem de garrafas PET**. Disponível em <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/57-plastico/231-reciclagem-garrafas-pet.html>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

ECYCLE. **Tipos de reciclagem**. Disponível em <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/3657-o-que-e-reciclagem-quimica.html>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

EDUCAÇÃO, MUNDO. **Polímero Pet**. Disponível em <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimero-pet.htm>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

ENERGIA, AMBIENTE. Disponível em <<https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2011/09/garrafas-pet-x-garrafas-de-vidro/14171>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

FAPESP. **Plástico Renovável**. Disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/2007/12/01/plastico-renovavel/>>. Acesso em: 01 set. 2018.

FIGUEIREDO, A. L. et al, 2015. **Revista Virtual Química**. Disponível em: <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v7n4a08.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

FRAGMAQ. **Máquina para fabricação de varal**. Disponível em <<http://www.fragmaq.com.br/produtos/maquina-para-fabricacao-de-varal/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. Coleta seletiva: reciclando materiais. **Reciclando Valores. Polis: estudos, formação e assessoria em políticas sociais**, n.31, 1998.

HOPEWELL, J., DVORAK, R., KOSIOR, E., 2009, Plastics recycling: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, n. 364, pp. 2115-2126.

IDEC – Instituto de Defesa do Consumidor. Do lixo quase tudo se aproveita. **Revista do IDEC on line**. Disponível em: <www.idec.org.br>. Acesso em: 25 ago.2018.

IPEA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=18253>. Acesso em: 30 ago. 2018.

MADEIRA PLÁSTICA, 2017. Disponível em <<http://www.ecowood.ind.br/>>. Acesso em 26 ago. 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

O QUE É ROTOMOLDAGEM. Disponível em <<http://www.industriahoje.com.br/o-que-e-rotomoldagem>>. Acesso em: 10 set. 2018.

PEREIRA, R. A. 2011, **Plastics – the Facts 2011**. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2011. Disponível em: <[Http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/maria_deoliveira.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/maria_deoliveira.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2018.

PLASTIVIDA. **Reciclagem de plásticos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/reciclagem-plasticos-Brasil>>. Acesso em: 10 set. 2018.

POLIETILENOS (PE). Disponível em <<http://www.tudosobreplasticos.com/materiais/polietileno.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

RECICLAGEM DOS PLÁSTICOS, 2017. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-plasticos-polimeros/>>. Acesso em: 12 set. 2018.

RECICLOTECA. **Centro de informações sobre reciclagem e meio ambiente**. Disponível em: <http://www.recicloteca.org.br/?post_type=material-reciclavel&p=73>. Acesso em: 15 set. 2018.

RESÍDUOS DE SERVIÇOS DA SAÚDE, 2017. Disponível em <<http://www.infoescola.com/ecologia/residuos-de-servicos-saude>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ROMÃO, W., SPINACÉ, M.A.S., DE PAOLI, M.A., 2009, Poli (Tereftalato de Etileno), PET: uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem, **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 2, pp. 121-132.

SOUZA, Lília Alves de. **Polímeros termoplásticos e termofixos**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/polimeros-termoplasticos-termofixos.htm>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

ZANIN, Márcia; MANCINI, Sandro D. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. São Carlos: Edusfcar, 2004.

ZIKMUND, Willian G.; STANTON, W. T. **Recycling solid wastes: a channels of distributions Problem**. Journal of Marketing. N.35,v. 3 p. 34-39, July, 1971.