

**INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL

ANDRÉ FILIPE DE ANDRADE
AUGUSTO HENRIQUE BORGERT
CAIRO ALENCAR ZANCANELLA
DANIELLE VITÓRIA SANTANA DIAS
EMILY BUSCH DOS SANTOS

**COLETA E RECICLAGEM DE COPOS DE POLIPROPILENO PRODUZIDOS NO
IFSC - CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL CENTRO**

JARAGUÁ DO SUL

2016

ANDRÉ FILIPE DE ANDRADE
AUGUSTO HENRIQUE BORGERT
CAIRO ALENCAR ZANCANELLA
DANIELLE VITÓRIA SANTANA DIAS
EMILY BUSCH DOS SANTOS
KAROLINE GREGORY KAPPES

**COLETA E RECICLAGEM DE COPOS DE POLIPROPILENO PRODUZIDOS NO
IFSC - CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL CENTRO**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul

Orientador: Claudio Mendes Cascaes

Coorientador: Elder Correa Leopoldino

JARAGUÁ DO SUL

2016

Sumário

1. TEMA.....	04
2. DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	04
3. PROBLEMA.....	04
4. HIPÓTESES.....	04
5. OBJETIVO GERAL.....	04
5.1 Objetivos específicos.....	05
6. JUSTIFICATIVA.....	
05	
7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	
06	
7.1 Polímeros.....	07
7.1.1 História dos polímeros.....	07
7.1.2 Aplicações.....	08
7.1.3 Estruturas e propriedades.....	09
7.1.4 Tipos de polímeros.....	10
7.2 Polipropileno.....	10
7.2.1 Aplicações.....	11
7.2.2 Propriedades.....	12
7.3 Resíduos sólidos.....	12
7.3.1 Resíduos plásticos.....	14
7.4 Coleta seletiva.....	15
7.5 Reciclagem.....	16
7.5.1 Reciclagem física.....	16
7.5.2 Reciclagem química.....	18
8. METODOLOGIA.....	19
9. CRONOGRAMA.....	20
10. REFERÊNCIAS.....	21
11. ANEXOS.....	

1. TEMA

Coleta e reciclagem de copos de polipropileno gerados no IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul Centro.

2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Campanha de conscientização para a coleta seletiva de resíduos e reciclagem física dos copos de polipropileno gerados no IFSC - câmpus Jaraguá do Sul Centro.

3. PROBLEMA

Dificuldade na completa separação de resíduos gerados no campus do IFSC - JAR e possibilidade de sua reciclagem e reutilização em materiais pertinentes ao Curso Técnico em Química - Modalidade Integrado.

4. HIPÓTESES

- É possível melhorar a separação e destinação dos resíduos do campus através da conscientização de alunos e servidores;
- Com a separação correta dos materiais é possível reutilizar os copos de polipropileno para práticas de reciclagem em laboratório;
- É possível reproduzir técnicas de reciclagem física no laboratório de química;
- As propriedades físicas do polímero reciclado atenderão as especificações necessárias.

5. OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma metodologia de coleta e reutilização para os copos de polipropileno, juntamente com uma campanha de conscientização sobre a destinação correta de outros resíduos sólidos gerados no campus do IFSC - JAR.

5.1 Objetivos específicos

- Realizar uma campanha de conscientização visando a destinação correta dos resíduos sólidos gerados no campus do IFSC - JAR;
- Propor um método de coleta eficaz para os resíduos recicláveis gerados no câmpus IFSC-JAR;
- Elaborar uma metodologia de reciclagem que possa ser utilizada em aulas práticas do Curso Técnico de Química Modalidade Integrado do IFSC-JAR;
- Desenvolver um produto utilizando polipropileno, visando beneficiar o Câmpus IFSC-JAR;
- Realizar a reciclagem física dos copos de polipropileno coletados no Câmpus IFSC-JAR a fim de transformá-los em materiais que poderão ser utilizados nos laboratórios.

6. JUSTIFICATIVA

A maioria dos produtos antes feitos de metal agora têm como matéria prima o plástico, que além de ter o custo de fabricação menor, é mais leve que o metal, facilitando o manuseio (CRUZ, s/d, p. 27), o que contribui para o aumento da geração de resíduos mundial. No Brasil, no ano de 2014, houve uma geração total de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que eles englobam apenas os resíduos provenientes de atividades domésticas em residências urbanas. A região que mais gerou resíduos sólidos urbanos foi o sudeste com 52,2% dos resíduos coletados, e a região que menos gerou resíduos foi o norte, com 6,4% da geração total (ABRELPE, 2014). Segundo a ABIPLAST (2015), o plástico representa cerca de 13,5 % da quantidade total de resíduos sólidos.

Os plásticos são polímeros, ou seja, macromoléculas compostas por muitas unidades de repetição chamadas de monômeros, ligados por ligações covalentes. (CANEVAROLO JR, 2006, p. 21). Os polímeros se dividem em naturais e sintéticos, sendo os plásticos parte do segundo grupo, em sua maioria, provenientes do petróleo, matéria prima não renovável de alto custo, e também um fator gerador de influências na economia mundial (CORRÊA, s/d). Além de ser um polímero sintético, o plástico também é termoplástico, o que possibilita sua fusão por aquecimento e solidificação, facilitando assim o processo de reciclagem dos mesmos (MARTINS, 2007, p. 30). Dos polímeros termoplásticos mais utilizados no mundo, cerca de 19,4% é de polipropileno (PP) e 7,9% são reciclados plásticos (ABIPLAST, 2015).

Os artigos plásticos, quando consumidos exageradamente e descartados de maneira incorreta, contribuem para o esgotamento de aterros e lixões, dificultando a degradação de outros resíduos, podem ser ingeridos por animais podendo causar sua morte, poluem a paisagem, quando descartados nas ruas podem entupir bueiros, contribuindo para que ocorram alagamentos na próxima chuva, além de poder poluir a encosta dos rios e causar diversos outros impactos ambientais menos visíveis ao consumidor. Esses impactos podem ser diminuídos ou eliminados apenas com a diminuição do consumo desnecessário, da correta separação do lixo e da reutilização desses materiais. A reciclagem aparece como uma opção de reutilização, com reprocessamento desses materiais para que possam ser utilizados como matéria-prima novamente, evitando que os materiais vão parar em lixões, onde poderiam demorar décadas para serem degradados, além de não ter utilidade. (MMA, s/d).

Em Jaraguá do Sul, a coleta dos materiais recicláveis é feita a partir do programa recicla Jaraguá, que no mês de outubro recolheu 549 toneladas de material reaproveitável e chegou a um índice de 30% de reciclagem e 16% de aproveitamento do material recolhido. Segundo um levantamento do governo federal, grande parte das cidades nacionais recicla apenas 3% do total do lixo recolhido. Estes dados apontam Jaraguá do Sul como uma das poucas cidades nacionais a chegar aos 30% (TREIS, 2015).

O tema surgiu com a preocupação dos integrantes do grupo com a separação e reutilização de resíduos gerados no câmpus. Após pesquisas iniciais

sobre o assunto, percebemos que grande parte dos resíduos gerados no câmpus é composto por plásticos e que estes não tem uma separação e coleta efetiva, assim delimitamos o foco do trabalho para os resíduos de polipropileno, polímero sintético e termoplástico, por ser facilmente encontrado no câmpus devido ao grande consumo de bebidas no instituto e por ser um material com técnicas de reciclagem conhecidas que podem ser adaptadas para utilização no câmpus.

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Polímeros

De acordo com Canevarolo (2006),

A palavra polímero origina-se do grego poli (muitos) e mero (unidade de repetição). Assim, um polímero é uma macromolécula composta por muitas (dezenas de milhares) de unidades de repetição denominadas meros, ligadas por ligação covalente. A matéria-prima para a produção de um polímero é o monômero, isto é, uma molécula com uma (mono) unidade de repetição. Dependendo do tipo do monômero (estrutura química), do número médio de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente, poderemos dividir os polímeros em três grandes classes: Plásticos, Borrachas e Fibras.

Os polímeros podem ser classificados de diversas formas, porém uma das classificações mais importantes do ponto de vista da reciclagem é quanto a sua fusibilidade, podendo ser termoplásticos e termorrígidos. Os termoplásticos (plásticos), são materiais sólidos nas suas condições normais de temperatura e pressão, mas quando submetidos a determinadas pressões e aquecimento (temperatura de “amolecimento”) se tornam fluidos e podem ser modelados, possibilitando a sua reciclagem (CANEVAROLO, 2006, p. 21). Os polímeros termorrígidos degradam com o aumento da temperatura, não sendo remoldáveis.

Os termoplásticos possuem baixa densidade, são resistentes à impactos, são bons isolantes térmicos e elétricos, e são baratos para se produzir, por isso o consumo desses termoplásticos vem crescendo em todo o mundo. (CANEVAROLO, 2006, p. 21).

7.1.1 História dos polímeros

Os primeiros contatos dos homens com materiais poliméricos, extraídos e/ou refinados, ocorreu na antiguidade com os egípcios e romanos que usavam para carimbar, colar documentos e vedar vasilhames. Depois do descobrimento, espanhóis e portugueses tiveram o primeiro contato com um produto extraído de uma árvore natural das Américas, a seringueira (*Havea brasilem SM*). O produto da coagulação e secagem do látex apresentava características de alta elasticidade e flexibilidade desconhecidos até então. Na Europa, recebeu o nome de borracha, por conta de sua capacidade de apagar marcas a lápis. Com a descoberta da vulcanização, por Charles Goodyer, em 1839, a borracha recebe as características de elasticidade, não pegajosidade e durabilidade, bem comuns nas finalidades dos dias atuais (CANEVAROLO JR, 2006, p. 18-19).

O primeiro polímero semi sintético foi “descoberto” por Christian Schöbien, químico alemão, que tratou algodão com ácido nítrico, gerando a nitrocelulose, já o primeiro polímero totalmente sintético foi gerado por Leo Baekeland, em 1912, através de uma reação entre fenol e formaldeído (CANEVAROLO JR, 2006, p. 18-19).

7.1.2 Aplicações

Os polímeros são comuns e presentes em nosso cotidiano devido ao seu baixo custo e fácil processamento (ZAOPI, PAOLI,1993, p.1).

O que determina as aplicações dos polímeros são suas propriedades, como por exemplo, a permeabilidade a gases, a resistência mecânica, elétrica e térmica, estabilidade frente a substâncias químicas, etc (SANTANA, s/d, p.1).

Algumas das aplicações dos polímeros são: para fazer revestimento (de um ginásio ou de utensílios de cozinha, por exemplo), espumas, fibras (como roupas leves), fibras misturadas com algodão ou lã, fitas magnéticas, elastômeros (borracha, por exemplo), isolamento elétrico, copolímeros com acrilonitrilo e acetato de vinilo , esferovite, componentes plásticos em óptica, tubagens, discos, cortinas,

embalagens, cordas, carpetes, indústria de moldes (automóveis) e brinquedos (MARQUES, 2017, p. 7-14).

7.1.3 Estruturas e Propriedades

Os polímeros são constituídos por longas cadeias moleculares, que acabam dando a possibilidade para uma rotação livre e inúmeras posições espaciais para a macromolécula. Essas posições podem ser influenciadas pela flexibilidade e a polaridade da macromolécula (PAIVA, 2006, p. 3-6).

Algumas das propriedades dos polímeros são determinadas pelo isomerismo e pela arquitetura das moléculas dos mesmos (PAIVA, 2006, p. 7).

A taticidade (regularidade na colocação de grupos laterais de polímeros com encadeamento cabeça-cauda) dos polímeros vai determinar o grau de cristalinidade destes. As ramificações podem, também, influenciar na estrutura, propriedade do material e a cristalinidade (PAIVA, 2006, p. 13-14).

Quando as macromoléculas não tem nenhuma forma de organização, ou se distribuem de forma aleatória, chamamos a estrutura do polímero de amorfa. Quando o material polimérico segue uma malha bem definida que se repete e essas moléculas se organizam tridimensionalmente, diz-se que o mesmo apresenta uma estrutura cristalina. Porém alguns polímeros são constituídos por zonas cristalinas e zonas amorfas, eles são designados por semi-cristalinos (PAIVA, 2006, p. 24-26).

Perante baixas temperaturas, todos os polímeros são sólidos e rígidos, somente alguns pequenos segmentos de materiais poliméricos têm a mobilidade molecular (PAIVA, 2006, p. 30).

Os materiais termoplásticos são semi-cristalinos ou amorfos, portanto tem duas temperaturas características, a temperatura de fusão (T_f) e a temperatura de transição vítrea (T_g) (quando o material passa de um estado frágil para um estado dúctil). Os polímeros amorfos apresentam apenas a temperatura de transição vítrea. Polímeros cristalinos apresentam apenas temperatura de fusão - os materiais se degradam à temperaturas muito elevadas (PAIVA, 2006, p. 32-41).

Quanto mais flexível for a cadeia de material polimérico, mais baixa será a temperatura das possíveis rotações em torno das ligações do mesmo, assim a T_g será mais baixa (PAIVA, 2006, p. 35).

Anéis aromáticos na cadeia principal tornam o material menos flexível, deixando assim a T_g mais elevada, já átomos de oxigênio acabam deixando a molécula mais flexível, logo T_g baixa. A T_g aumenta também por causa da interferência na cadeia principal, devido aos maiores grupos de subsequentes na cadeia, assim, dificultando o movimento da mesma (PAIVA, 2006, p. 35).

Resumindo, a cristalinidade diminui a solubilidade, a permeabilidade e a solubilidade gás-líquido, a maioria dos plásticos cristalinos são opacos e translúcidos. (MARQUES, 201?, p. 5).

O peso molecular diminui a solubilidade e não afeta as propriedades elétricas e ópticas. Os grupos polares diminuem a permeabilidade e a solubilidade do material polimérico. As ramificações aumentam a resistência e a dureza (MARQUES, 201?, p. 5).

Em geral, os plásticos possuem propriedades ópticas de baixa cristalinidade, propriedades elétricas de baixa polaridade e propriedades mecânicas com cristalinidade moderada (MARQUES, 201?, p. 6).

7.1.4 Tipos de Polímeros

Existem muitos tipos de polímeros, portanto iremos citar somente alguns e que são mais consumidos e mais comuns ao cotidiano.



1. Poli (tereftalato de etileno); 2. Polietileno de alta densidade; 3. Poli (cloreto de vinila); 4. Polietileno de baixa densidade; 5. Polipropileno; 6. Poliestireno; 7. Outros.

Figura 01: Simbologia de Identificação de materiais poliméricos.

Fonte: Norma NBR 13.230 da ABNT.

7.2 Polipropileno

O polipropileno precisa ser visto em um conjunto de três tipos, cada um com aplicações específicas, são os homopolímeros, copolímero alternado e o copolímero estatístico ou randômico, podem ser alterados e adaptados às utilizações específicas por técnicas de formulação e compostagem (MELO, MONTENEGRO, RIBEIRO, ZAPORSKI, s/d p. 1).

O polipropileno é produzido por uma reação de polimerização do gás propeno em processos de polimerização em solução, em suspensão ou em massa, na fase gasosa.

O copolímero estatístico de polipropileno se obtém através da adição de eteno ao propeno. O produto é um pouco mais resistente ao impacto do que o homopolímero, mas há uma melhoria acentuada da transparência. O copolímero alternado é fabricado em duas etapas na polimerização. O homopolímero, produzido na primeira etapa, é em seguida copolimerizado (MELO, MONTENEGRO, RIBEIRO, ZAPORSKI, P. 2)

O propeno, matéria prima básica na produção de polipropileno, precisa de um alto nível de pureza (99,5%, isento de água, oxigênio, dióxido de carbono, hidrogênio, enxofre, entre outros que podem envenenar os catalisadores empregados). A produção de polipropileno representa cerca de 47% do consumo mundial de propeno. A obtenção do propeno se dá a partir do craqueamento da nafta, pela desidrogenação de propano ou recuperação do gás de refinaria (MELO, MONTENEGRO, RIBEIRO, ZAPORSKI, s/d, p. 6).

7.2.1 Aplicações

O polipropileno possui uma excelente resistência química, além de ser resistente a mudanças de temperatura. Por ser brilhante, rígido, e de difícil quebra, pode ser usado para armazenamento e embalagem de alimentos. Possui um alto

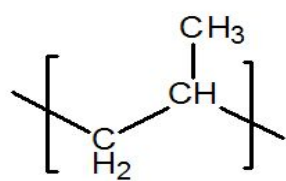
ponto de fusão, por isso pode ser usado para produzir vasilhames resistentes a líquidos quentes (MENDA, 2011).

Pode ser encontrado em embalagens resistentes e rígidas, em fibras de tecido e carpetes, em peças da indústria de automóveis e produtos de consumo. Possui resistência a água, sal e soluções ácidas que são destrutivas para os metais. Alguns exemplos de aplicações são: garrafas de ketchup, embalagem de iogurte, embalagem de medicamentos e bateria de automóveis, etc. (MENDA, 2011).

7.2.2 Propriedades

Os principais motivos para o polipropileno ser altamente aceitável e significativo no mercado são sua alta rigidez, baixo peso específico, possuir boa claridade e resistência às altas temperaturas (ponto de fusão 170°C). Possui boas propriedades mecânicas, quando é reforçado, podendo competir, em várias aplicações, com plásticos de engenharia de custo mais elevado (MELO, MONTENEGRO, RIBEIRO, ZAPORSKI, s/d, p. 6).

Por ter uma estrutura linear e ramificada, é classificado como um polímero termoplástico, o que permite sua fusão por aquecimento e solidificação por resfriamento. É bastante cristalino portanto é um polímero regular e ordenado (MARTINS, 200?, p. 30)



PP (polipropileno)



Símbolo de reciclagem

Figura 02: molécula de polipropileno e símbolo de reciclagem

Fonte: Conselho Regional de química - IV Região.

7.3 Resíduos sólidos

De acordo com o artigo 3º da lei nº 12.305 de 2010 entende-se por resíduo sólido

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

O descarte contínuo e sem critérios de resíduos sólidos é muito discutido em todo o mundo por ser um grande problema ambiental presente na sociedade, inclusive na brasileira. Trata-se de um tema em crescimento, em razão do aumento da percepção coletiva em relação ao meio ambiente. A dificuldade da demanda ambiental, social e econômica leva a uma nova posição dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada (BRASIL, s. d).

A lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), permite o avanço do país para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos resultantes da manipulação errada dos resíduos sólidos. Fornecendo prevenção e redução na geração de resíduos, consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para conceder o progresso da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (BRASIL, s. d).

Dentre os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólido, conforme o artigo 7º da lei nº 12.305/2010, estão:

- I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- V - redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;
- VI - incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- VII - gestão integrada de resíduos sólidos;
- VIII - articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;
- IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007;

XI - prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:

a) produtos reciclados e recicláveis;

b) bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIII -

XIV - incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético;

XV - estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável. (BRASIL, 2010)

7.3.1 Resíduos Plásticos

Segundo Cândido *et. al.* (2009), os resíduos plásticos são formados de embalagens descartáveis, como sacolas, copos, potes, garrafas, utensílios de limpeza, brinquedos, etc. Quando colocados em lixões, pode ocorrer a queima inadequada dos mesmos, trazendo vários riscos para a saúde pública e para o meio ambiente, como por exemplo, a queima do Policloreto de Vinila (PVC) que libera substâncias tóxicas e cancerígenas.



Figura 03: Lixão com vários resíduos plásticos.
Fonte: Envolverde.

Os resíduos poliméricos pós-consumo se destacam nos resíduos sólidos domiciliares (RSD), pois tem grande participação na composição do lixo urbano (MATOS, 2007).

Machado (2013) diz que, em média, as sacolas plásticas demoram 500 anos para se decomporem, as embalagens de bebida (PET) cerca de 400 anos e os copos plásticos 50 anos. Variados tipos de plástico são encontrados nos RSD como PVC, PET, PEAD, PEBD, PP e OS.

Estima-se que no do mundo inteiro são utilizadas cerca de um milhão de sacolas plásticas por minuto. Um método para reduzir a quantidade de resíduos plásticos gerados é a educação ambiental, focando na redução destes na fonte, indicando substituir as sacolas de plástico por sacolas de tecido trazidas pelo consumidor, ação que já está sendo realizada em alguns comércios varejistas (MACHADO, 2013).

Existe um ponto a respeito da coleta seletiva e a triagem que deve ser levado em consideração, o fato dos diferentes tipos de resinas serem misturados leva a

grande dificuldade técnica na reciclagem destes resíduos, assim como o uso excessivo de materiais com rótulos adesivos, aditivos, dentre outros contaminantes. Um dos modos de fazer essa separação considera as características físicas e de degradação térmica dos plásticos, os que apresentam características similares podem ser reciclados conjuntamente, ainda assim quanto menor quantidade de resinas diferentes possíveis maior a facilidade no processo de reciclagem (MACHADO, 2013).

7.4 Coleta seletiva

A coleta seletiva é um sistema implantado em bairros residenciais com a finalidade de recolher materiais recicláveis, tais como papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos, separados previamente na fonte geradora (CEMPRE, 2013).

Qualquer coleta que contenha uma prévia seleção do material a ser captado pode ser considerada seletiva (FONSECA, 2013).

Devido à receita obtida com a venda dos recicláveis não cobrir as despesas extras para sua execução, a coleta não é uma atividade lucrativa de um ponto de vista de retorno imediato. No entanto, é fundamental considerar os custos ambientais e sociais, que podem ser bastante reduzidos (CEMPRE, 2013).

A coleta seletiva é uma alternativa ecologicamente correta que desvia do destino em aterros sanitários ou lixões, resíduos sólidos que podem ser reciclados. Com isso, dois objetivos importantes são alcançados. Por um lado a vida útil dos aterros sanitários é prolongada e o meio ambiente é menos contaminado. Por outro lado o uso de matéria-prima reciclável diminui a extração dos nossos tesouros naturais.(Gonçalves, s. d)

7.5 Reciclagem

Reciclar significa transformar materiais já utilizados em novos produtos que possam ser consumidos. Essa necessidade foi descoberta pelos seres humanos assim que perceberam os benefícios que a reciclagem traz, como por exemplo a preservação do meio ambiente, a geração de empregos na área, redução da

extração de recursos naturais para atender à demanda de matéria prima, entre outros (FONSECA, 2013).

De acordo com o art. 3º da lei nº.12.305 de dois de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, reciclagem é

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

Existem muitas maneiras de reciclagem e muitos materiais a serem reciclados, mas como o foco deste trabalho é a reciclagem de polipropileno (PP) serão apresentadas duas maneiras de reciclar esse material: a física e a química.

7.5.1 Reciclagem física

A reciclagem física, ou mecânica, pode ser feita através do reprocessamento por extrusão, injeção, termoformagem, moldagem por compressão, etc. Para isso são necessários alguns procedimentos que incluem as seguintes etapas: 1) separação do resíduo poliméricos, 2) moagem, 3) lavagem, 4) secagem, 5) reprocessamento e então a transformação do polímero em produto acabado (SPINACÉ *et al*, 2004).

A separação baseada na diferença de densidade (figura 02) é muito utilizada para o PE, o PP, o PS, o PVC e o PET e é realizada em tanques de flotação ou hidrociclones (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud* EHRIG *et al*, 1992; BRANDRUP *et al*, 1996).

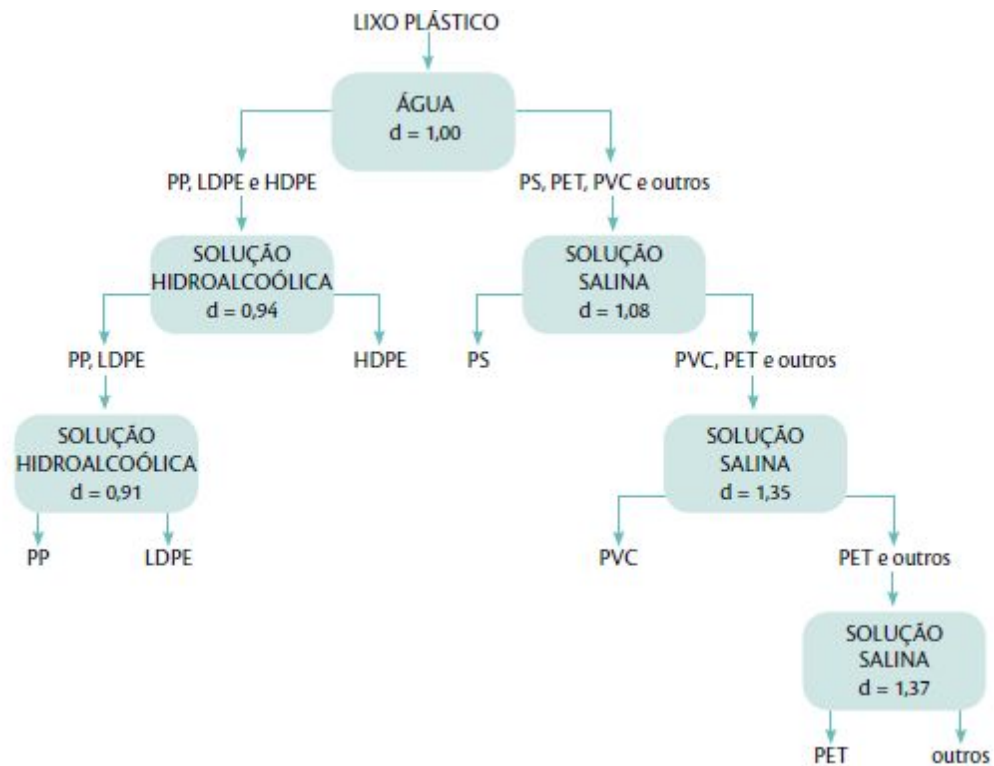


Figura 04: Exemplo de separação por densidade (g/cm^3) de alguns tipos de plásticos.

Fonte: CEMPRE.

Spinacé e Paoli (2004) dizem que “apesar de se ressaltar a importância da etapa de separação, também é possível reciclar uma mistura de polímeros”, de acordo com eles nos anos 70 foram desenvolvidos processos de reciclagem de polímeros misturados.

Depois da separação, os resíduos poliméricos devem ser fragmentados em moinhos de facas rotativas (VILHENA, 2013) e peneirados na forma aproximada de “*pellets*” antes de serem reprocessados (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud* BRANDRUP *et al*, 1996).

Posteriormente o polímero é lavado em tanques contendo água ou solução de detergente aquecido e secado pois alguns polímeros podem sofrer hidrólise durante o reprocessamento, o resíduo do detergente pode agir como catalisador na hidrólise (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud* EHRIG *et al*, 1992).

“Após a secagem, os polímeros são formulados, ou seja, são colocados aditivos como antioxidantes, [...], etc., dependendo da aplicação final” (SPINACÉ *et*

al, 2004). Após a formulação, o polímero pode ser reprocessado - derretido e remoldado - e dele, finalmente, é obtido um novo produto (SPINACÉ *et al*, 2004).

7.5.2 Reciclagem química

O processo da reciclagem química é realizado a partir da despolimerização ou degradação de moléculas mais complexas em moléculas mais simples. Este processo pode ser executado por solvólise, hidrólise, alcoólise e amilose, por procedimentos térmicos, pirólise à baixa e alta temperaturas, gaseificação, hidrogenação, ou até mesmo por processos térmicos/catalíticos, pirólise e aplicação de catalisadores seletivos (SPINACÉ *et al*, 2004).

Os métodos de despolimerização por solvólise é mais empregado para polímeros como as poliuretanas, as poliamidas e poliésteres (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud*. PASZUN, D.; SPYCHAJ, T. 1997). Por outro lado os processos térmicos e catalíticos são mais utilizados em polímeros como a poliolefina. A hidrólise, processo por solvólise, retrocede os polímeros em seus monômeros originais por modo de uma reação com abundância em água e elevadas temperaturas com a presença de algum catalisador (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud* MANCINI, S. D.; ZANIN, M. 2002)

No processo de alcoólise, em específico na metanólise, uma quantia elevada de metanol é utilizada juntamente a um catalisador, tanto ácido como básico. Entre os métodos de metanólise, um processo em específico é utilizado para o PET, em que o mesmo é derretido e misturado com um catalisador, a mistura é aquecida por cerca de 60 min a uma temperatura de 160 a 240 °C e pressão de 2,03 a 7,09 MPa (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud* BRANDRUP *et al*, 1996) . Uma das vantagens deste método é a tolerância a impurezas chegando quase a 10% m/m em comparação a outros métodos onde a tolerância é inferior a 1% m/m. No processo de alcoólise é possível despolimerizar o PET até o estado de monômeros utilizando o metanol em seu estado supercrítico (SPINACÉ *et al*, 2004 *apud* YANG *et al*, 2002).

8. METODOLOGIA

Para que os objetivos do presente trabalho sejam cumpridos o grupo desenvolveu uma metodologia fundamentada em três etapas: a primeira consiste em desenvolver uma campanha de conscientização baseada nos três erres - reduzir, reutilizar e reciclar - que compreenderá breves apresentações orais nas salas de aula e possivelmente no auditório, recursos visuais espalhados pelo campus, como cartazes, banners, etc.

A segunda etapa será realizada simultaneamente a primeira e nela serão espalhados coletores no câmpus destinados a coleta somente de resíduos plásticos gerados no IFSC-JAR.

Para a terceira etapa, iremos pesquisar uma empresa que poderá nos fornecer um molde, este deverá conter a forma de suporte para balão redondo para que seja possível o reprocessamento do polipropileno e a reciclagem propriamente dita. A reciclagem do polipropileno será, por sua vez, dividida em seis etapas:

1. Separação dos polímeros:

A divisão será realizada pelos integrantes do grupo após a coleta dos plásticos, através dos coletores espalhados pelo campus, a fim de que durante a reciclagem haja apenas polipropileno (PP). O material que não for utilizado será destinado a sua respectiva lixeira, a fim de que siga para o processo de coleta seletiva;

2. Lavagem do material:

A lavagem será feita para que sejam eliminadas as impurezas presentes nos resíduos, assim evitando uma possível contaminação do polipropileno. A lavagem acontecerá de modo que seja gasta pouca água, usando um recipiente grande que possibilite a limpeza de uma maior quantidade de copos;

3. Fragmentação dos copos de polipropileno:

Será feita uma redução de tamanho, similar a empregada nos métodos tradicionais de reciclagem, assim facilitando o amolecimento por ação do calor. Em um processo industrial, por exemplo, é usado um moinho de facas. Porém, na falta deste, a fragmentação será feita com a utilização de tesouras, manuseadas pelos próprios estudantes. Os copos serão fragmentados em pedaços de 5mm a 1cm.

4. Segunda lavagem dos copos;

Será feita para retirar possíveis impurezas ainda presentes no material, que não saíram com a primeira lavagem;

5. Secagem do material lavado:

Os polímeros já lavados serão depositados em um recipiente que posteriormente irá para a estufa;

6. Reformulação dos fragmentos em outro produto:

O polipropileno será derretido dentro do molde com a utilização da chapa de aquecimento para que o material tome a forma definida. Após o resfriamento o novo produto estará pronto;

9. CRONOGRAMA

A realização do presente projeto de pesquisa irá decorrer conforme o cronograma abaixo:

	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
Revisão bibliográfica	X	X			
Compra do Molde	X				
Preparação da campanha de conscientização	X				
Preparação para a instalação de coletores	X				
Campanha de conscientização		X	X	X	X
Instalação de Coletores		X	X		
Coleta dos Plásticos		X	X	X	
Separação dos resíduos coletados		X	X	X	
Lavagem e secagem do material		X	X	X	
Fragmentação do polipropileno		X	X	X	
Reformulação do material		X	X	X	
Análises dos resultados		X	X	X	X
Escrita do relatório da pesquisa			X	X	X

Entrega do relatório final					X
Apresentação					X

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, - Seção 1 - 3/8/2010, Página 3.

Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> . Acesso em: 25 out. 2016.

CÂNDIDO, Carla Valéria Lima; *et al.* **Plano de gerenciamento integrado de resíduos plásticos – PGIRP.** Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio

Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009. Disponível em:

<<http://www.feam.br/images/>

stories/minas_sem_lixoes/2010/plstico.pdf>. Acesso em: 27 out. 2016

CANEVAROLO, Jr, Sebastião V. **Ciência dos polímeros: um texto básico para tecnólogos e engenheiros.** São Paulo: Artiliber Editora, 2002. Disponível em:

<<https://pt.scribd.com/doc/142872051/Ciencia-dos-polimeros-Canevarolo-Jr-Sebastiao-V-pdf>>. Acesso em: 08 out. 2016.

FERREIRA, A. B. de H.. **Dicionário Aurélio eletrônico século XXI.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FONSECA, Lúcia Helena Fonseca. **Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental.** Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano 2013, Nº. 36, 10/07/2013. Disponível em:

<<http://semanaacademica.org.br/artigo/reciclagem-o-primeiro-passo-para-preservacao-ambiental>>. Acesso em: 27 out. 2016.

GONÇALVES, Pólita. **Coleta Seletiva - Planejamento**. Disponível em:
<<http://www.lixo.com.br/content/view/134/241/>>. Acessado em: 9 nov. 2016.

JARDIM, N. S.; WELLS, C. (Org.). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.

MACHADO, Gleysson B. **Portal Resíduos Sólidos. Site da Web. Reciclagem de Plásticos, 2013**. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-plasticos-polimeros/>>. Acesso em: 31 out. 2016

MARQUES, José Carlos Antunes. **Polímeros**. Universidade de Madeira. 201?. 19. Branco. Acompanha texto. Disponível em:
<<http://www3.uma.pt/jcmarques/docs/qma/mater03.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

MARTINS, Francisco Germano. **Polímeros - Estruturas e propriedades**. UDESC. 200?. Disponível em:
<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/franciscogm/materiais/polimeros_aula_1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

MATOS, Tássio F. L; SCHALCH, Valdir. **Composição dos Resíduos Poliméricos, Pós-consumo, Gerados no Município de São Carlos, SP. 2007**. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/po/v17n4/a16v17n4>>. Acesso em: 27 out. 2016

MENDA, Mary. **Química Viva, Plásticos. Conselho Regional de química – IV região. 2011**. Disponível em:< http://www.crq4.org.br/quimicaviva_plasticos>. Acesso em: 10 nov. 2016.

Ministério do Meio Ambiente. Site da Web. **Resíduos Sólidos**. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em: 27 out. 2016

Ministério do Meio Ambiente. Site da Web. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 27 out. 2016

MONTENEGRO, Ricardo Sá Peixoto; ZAPOSKI, Januzs; RIBEIRO, Márcia Cristiane Martins; MELO, Kelly Cristina de Azevedo. **Polipropileno**. BNDES.S/D. Disponível em:

<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/polipr2a.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M.. **Impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano**. Uberlândia: Sociedade & Natureza, 20. ed., p. 111-124, jun. 2008.

PAIVA, Maria da Conceição. **Estrutura e Propriedade de Polímeros**. Disponível em: <http://www.dep.uminho.pt/mcpaiva/pdfs/Mestrado_%20IP/0607F02.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2016

SANTANA, Maria. **Propriedade dos polímeros**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/143610369/Propriedade-dos-polimeros>>. Acesso em: 1 nov. 2016

SPINACÉ, Márcia A. da S; PAOLI, Marco A. de. **A tecnologia da reciclagem de polímeros**. Campinas - SP: Quim. Nova, Vol. 28, No 1, 65-72, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23041>>. Acesso em: 27 out. 2016.

TREIS, Ricardo Daniel. **Jaraguá do Sul está entre as cidades que mais recicla no país**. Disponível em: <http://poracaso.com/jaragua-do-sul-esta-entre-as-cidades-que-mais-recicla-no-pais/?utm_source=facebook&utm_medium=link-post&utm_campaign=05-11-2015-cidade-recicla>. Acesso em: 15 nov. 2016.

VILHENA, André. **Guia da coleta seletiva de lixo**. Texto e coordenação André Vilhena; ilustrações Sandro Falsetti — São Paulo: CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2013. Disponível em:
<<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>>. Acesso em: 27 out. 2016.

ZOPPI,R. Aparecida; PAOLI,Marco A. de. **APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DE POLÍMEROS INTRINSECAMENTE CONDUTORES: PERSPECTIVAS ATUAIS**. 1993. Disponível em:
<[http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n6/v16_n6_%20\(11\).pdf](http://submission.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1993/vol16n6/v16_n6_%20(11).pdf)> Acesso em: 22 out. 2016.

ANEXOS

Anexo 01: Cadeia produtiva do segmento de reciclagem de material plástico

Cadeia produtiva do segmento de reciclagem de material plástico



Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/site/reciclagem>>. Acesso em: 27 out. 2016