

**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
KAROLINE GREGORY KAPPES

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

JARAGUÁ DO SUL
2017

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 Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina – Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientador: Cláudio Mendes Cascaes

Coorientador: Elder Correa Leopoldino

JARAGUÁ DO SUL

2017

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que ajudaram e contribuíram de forma direta ou indireta no decorrer da pesquisa pois sem estas pessoas o projeto não teria se concretizado.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul - Centro, por nos oportunizar a realização da presente pesquisa, proporcionando novos conhecimentos e experiências, que conseqüentemente acarretaram em vários ganhos em nossa vida acadêmica.

Aos professores de química do campus que nos ajudaram muito e chamaram nossa atenção em alguns momentos fazendo com que o trabalho evoluísse. Um especial agradecimento aos professores Giovani Pakuszewski que acompanhou algumas atividades laboratoriais, deu recomendações que nos guiaram, e ao professor Juliano Maritan que nos permitiu receber um pouco da sua vasta experiência na área contribuindo muito para a pesquisa.

Agradecemos também a nossos amigos em especial ao Marco Antônio Dall'Igna Paim Rayssa Costa e a Laysa Pereira que nos ajudaram durante a pesquisa e aos estagiários Gilliard C. de Almeida e Marlon W. V. de Miranda que nos acompanharam durante todo o processo.

Agradecemos ao nosso orientador, professor Cláudio Mendes Cascaes e ao nosso co orientador professor Elder Correa Leopoldino por terem nos guiado e incentivado nos momentos difíceis, por terem depositado sua confiança no grupo e pelo laço de amizade que foi criado.

RESUMO

No mundo todo aproximadamente 8 milhões de toneladas de plástico são descartadas incorretamente e acabam por parar no Oceano Pacífico, formando literalmente uma ilha de resíduos do tamanho do estado de São Paulo. No Brasil, no ano de 2015, foram gerados cerca de 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos dos quais 90,8% foram coletados - 72,5 milhões de toneladas -, o que leva a cerca de 7,3 milhões de toneladas de resíduos sem coleta no país, que resultam em diversos impactos negativos: entupimento de bueiros, liberação de gases no momento da decomposição, mau cheiro, poluição de lençóis freáticos, poluição visual, entre outros. Tendo em vista essa problemática, foi observado que no campus IFSC-JAR há dificuldade na completa separação de resíduos apesar de haver a possibilidade da reciclagem e reutilização de materiais pertinentes o que beneficiaria o câmpus (monetária e sustentavelmente). Para que isso pudesse se concretizar foi desenvolvida uma metodologia de coleta e reutilização para os copos de polipropileno gerados no instituto, juntamente com uma campanha de conscientização sobre a destinação correta de outros resíduos sólidos gerados no câmpus. A metodologia consistia em três etapas, a primeira baseava-se no desenvolvimento da campanha de conscientização; na segunda etapa foram espalhados coletores pelo instituto destinados somente a coleta de resíduos plásticos; na terceira etapa ocorreu a remoldagem dos copos de polipropileno em suportes para balão de fundo redondo - antes não existentes nos laboratórios.

Palavras-chave: Polipropileno. Reciclagem. Resíduos sólidos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
2.1. Polímeros.....	07
2.1.1. História dos polímeros.....	08
2.1.2. Aplicações.....	09
2.1.3. Estruturas e propriedades.....	09
2.1.4. Tipos de polímeros plásticos.....	11
2.2. Polipropileno.....	11
2.2.1. Aplicações.....	12
2.2.2. Propriedades.....	13
2.3. Resíduos plásticos.....	14
2.4. Reciclagem.....	15
2.4.1. Reciclagem física.....	16
3. METODOLOGIA.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1. Produto e molde.....	20
4.2. Fase de testes.....	21
4.2.1. Equipamento de aquecimento.....	21
4.2.2. Testes do processo de fabricação dos suportes.....	22
4.2.3. Testes com aditivos.....	23
4.2.4. Processo de reciclagem ótimo.....	24
4.3. Campanha de conscientização.....	26
4.3.1. Dificuldades e resultados da campanha de conscientização.....	26
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
6. REFERÊNCIAS.....	29
7. ANEXOS.....	32

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, no ano de 2015, foram gerados cerca de 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (ABRELPE, 2015), dos quais 90,8% foram coletados - 72,5 milhões de toneladas -, o que leva a cerca de 7,3 milhões de toneladas de resíduos sem coleta no país e, conseqüentemente, com destino incorreto (ABRELPE, 2015, p. 18). A região que mais gerou resíduos sólidos urbanos em 2015 foi o sudeste com 52,6% dos resíduos coletados, e a região que menos gerou resíduos foi o norte, com 6,4% da geração total (ABRELPE, 2015, p. 20). 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, p. 21, 2006). 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, os plásticos podem ser termorrígidos, materiais que não podem ser remoldados, pois o aumento da temperatura causa somente a degradação dos mesmos, ou termoplásticos, o que possibilita sua fusão por aquecimento e solidificação, facilitando assim o processo de reciclagem dos mesmos (MARTINS, p. 30, 200?). 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 estes que são proibidos por lei, 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. (ABIPLAST, 2015)

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 aterros, 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 de 2016 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).

Foi observado que no câmpus IFSC-JAR há problemas na separação e destinação correta dos resíduos sólidos gerados no mesmo, apesar de haver a possibilidade de reciclagem e reutilização de materiais pertinentes.

A fim de sanar esses problemas, foi desenvolvida uma metodologia de coleta e reciclagem dos copos de polipropileno dividida em três etapas: desenvolvimento de uma campanha de conscientização para alunos e servidores, distribuição de coletores pelo câmpus IFSC-JAR e a reciclagem dos copos de polipropileno coletados. No caso, os copos de polipropileno seriam remoldados em suportes para balão de fundo redondo, inexistentes anteriormente nos laboratórios -, o que beneficiaria o instituto monetária e sustentavelmente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Polímeros

De acordo com Canevarolo (2006), um polímero é uma macromolécula formada por dezenas de milhares de unidades de repetição (meros), ligadas por ligação covalente. A base para a produção do polímero é o monômero, ou seja, uma molécula com apenas uma unidade de repetição. Dependendo do tipo de

monômero e de sua estrutura química, do número de meros por cadeia e do tipo de ligação covalente, os polímeros podem ser divididos em três grandes categorias: 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).

2.1.1 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), como mostra a Figura 01.

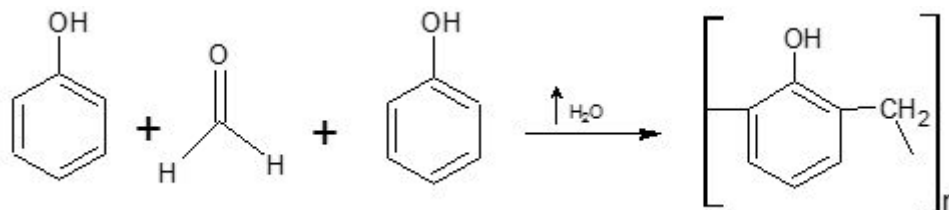


Figura 01: Reação de formação da baquelite.

Fonte: Autoria própria.

2.1.2 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: 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, 201?, p. 7-14).

2.1.3 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).

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).

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).

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).

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).

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).

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).

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).

2.1.4 Tipos de Polímeros Plásticos

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 02. Simbologia de Identificação de materiais poliméricos.

Fonte: Norma NBR 13.230 da ABNT.

2.2 Polipropileno

O polipropileno é um polímero termoplástico da classe das poliolefinas (polímeros que tem como monômero uma olefina simples também conhecida como alqueno). O seu ponto de fusão é maior do que da maioria das poliolefinas, por conta da rigidez estrutural causada pela rotação do grupo lateral metil. Esse ponto de fusão pode variar de acordo com o tipo da cadeia carbônica, para o PP isotático o ponto de fusão pode atingir até 176°C, já o PP sindiotático atinge até 135°C, para ambos os casos depende da porcentagem da fase cristalina do polímero. Quanto ao PP atático (mais comum) não cristaliza, portanto não existe ponto de fusão definido, apenas temperatura de transição vítrea (CASARIN, JÚNIOR, SILVEIRA, PACHEKOSKI, ROSÁRIO, 2010, p.2.).

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).

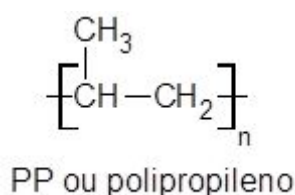


Figura 03: Polipropileno.

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.2.1 Aplicações

O polipropileno pode ser considerado biologicamente resistente a microorganismos e por isso é comum ser utilizado para fins terapêuticos, como em suturas. Por conta de sua estabilidade térmica e inércia química é comumente encontrado em armazenamento e embalagem de alimentos (CASARIN, JÚNIOR, SILVEIRA, PACHEKOSKI, ROSÁRIO, 2010, p.2.). Ainda por conta da sua alta

faixa de temperatura de transição vítrea, o PP pode ser usado para produzir vasilhames resistentes a líquidos quentes (MENDA, 2011).

É de ampla utilização industrial podendo ser conformado segundo diferentes técnicas de processamento como a moldagem por injeção, bastante utilizado na indústria automobilística e por conta da possibilidade de esterilização pode ser utilizado na medicina; Filmes, esses são utilizados em embalagens para alimentos, além de componentes de sacolas; Termoformagem e extrusão, as utilizações do PP termoformado se destaca no ramo dos vasilhames, por exemplo nos copos de iogurte e potes de margarina, já através da extrusão encontramos copos descartáveis e alguns tubos e a Moldagem por sopro, que possui alta transparência podendo ser encontrado em embalagens de detergente, xampus entre outros produtos. (CASARIN, JÚNIOR, SILVEIRA, PACHEKOSKI, ROSÁRIO, 2010, p.2.)

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).

2.2.2 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, pois sua faixa de temperatura de transição vítrea é de 165°C à 180°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)

O PP é altamente resistente a substâncias químicas. É, porém atacado por agentes oxidantes como ácido sulfúrico concentrado e ácido nítrico fumegante. Ele é solubilizado em solventes alifáticos de alto ponto de ebulição e hidrocarbonetos aromáticos em altas temperaturas.(CASARIN, JÚNIOR, SILVEIRA, PACHEKOSKI,



ROSÁRIO, 2010, p.2.)

Figura 04: Símbolo de reciclagem para o polipropileno.

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.3 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 (Figura 05), 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 05: 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 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).

2.4 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 as principais são a reciclagem secundária, sendo essa uma reciclagem física e a reciclagem terciária e quaternária, essas sendo reciclagens químicas, mas como o foco deste trabalho é a reciclagem física do polipropileno (PP) será apresentado o processo de reciclagem física.

2.4.1 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 06) 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).

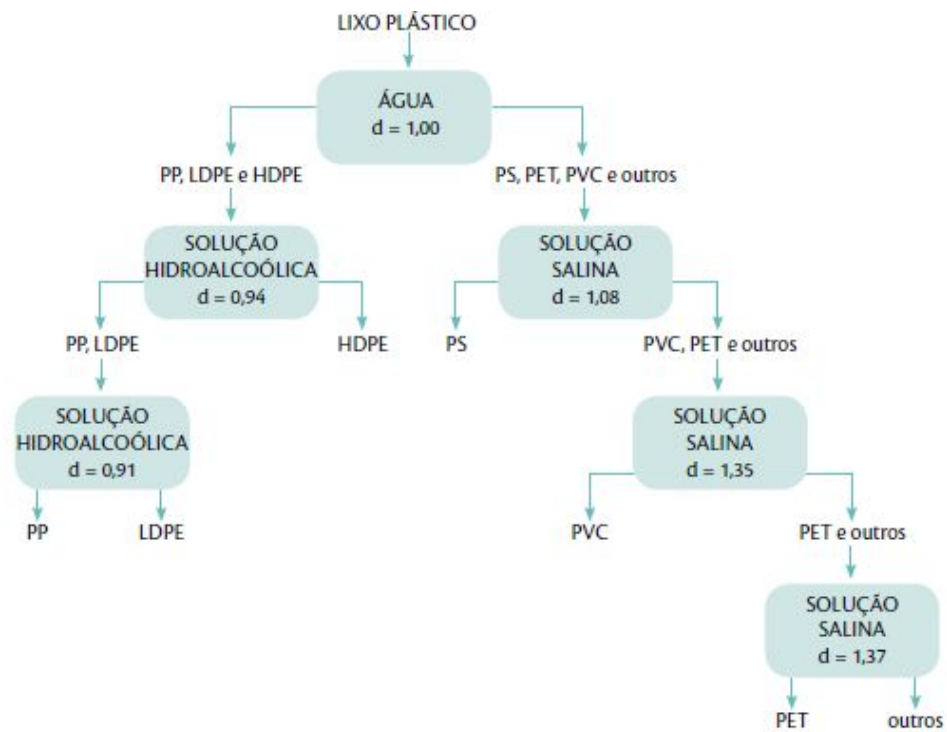


Figura 06. Exemplo de separação por densidade (g/cm^3) de alguns tipos de plásticos.

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).

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos deste trabalho foi desenvolvido uma metodologia baseada em três etapas: a primeira consistiu em uma campanha de conscientização baseada nos três erres - reduzir, reutilizar e reciclar - que compreendeu breves apresentações orais em salas de aula, além de recursos visuais espalhados pelo câmpus: cartazes e banners. Os integrantes do grupo também participaram do comitê de organização da gincana de aniversário do câmpus, que ocorreu do dia 17 ao dia 20 de maio de 2017, onde seriam realizadas atividades temáticas sobre sustentabilidade e reciclagem.

A segunda etapa foi realizada simultaneamente a primeira, nela foram distribuídos coletores no câmpus destinados a coleta somente de copos descartáveis gerados no IFSC-JAR.

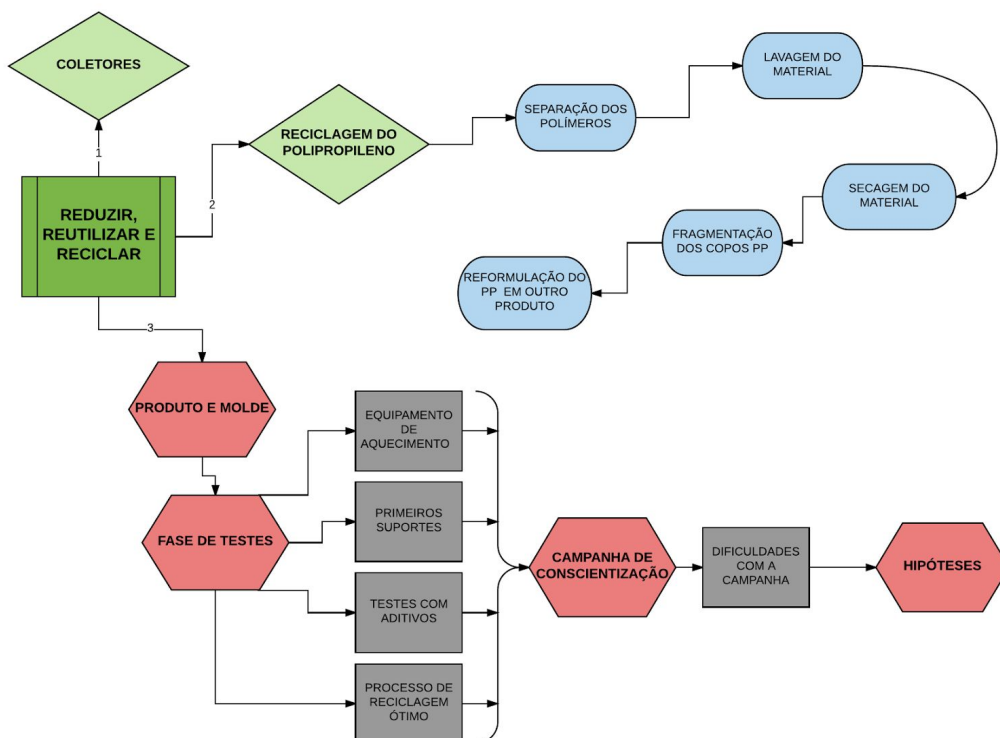
Na terceira etapa foi encontrado um molde que possuía o formato desejado para que fosse possível a reciclagem dos copos de polipropileno através da remoldagem térmica com as características de um suporte para balão de fundo redondo. A reciclagem do polipropileno foi dividida em cinco partes:

1. Separação dos polímeros: A divisão foi realizada pelos integrantes do grupo após a coleta dos copos, através dos coletores espalhados pelo câmpus, a fim de garantir que na hora da reciclagem sejam utilizados apenas copos de polipropileno. O material não utilizado foi descartado corretamente para que pudesse seguir para o processo da coleta seletiva;
2. Lavagem do material: A lavagem foi feita para que todas as impurezas presentes nos copos fossem eliminadas, evitando uma possível contaminação do polipropileno. A lavagem ocorreu de maneira a ser gasto pouca água, para tanto foi utilizado um recipiente grande que possibilitou a limpeza de uma maior quantidade de copos.

3. Secagem do material lavado: Os copos já lavados foram depositados em um recipiente que foi deixado para que a água presente nos mesmos escorresse e posteriormente foram secos manualmente.
4. Fragmentação dos copos de polipropileno: Foi feita uma redução no tamanho dos copos, similar a empregada nos métodos tradicionais de reciclagem, facilitando o amolecimento pela ação do calor. Em processos industriais, por exemplo, é utilizado um moinho de facas. Porém na falta deste equipamento foram utilizadas tesouras (trabalho manual) e um liquidificador.
5. Remoldagem: O polipropileno já fragmentado foi depositado no molde ao qual foi colocado dentro da estufa a temperatura ambiente, esta foi regulada a uma temperatura de 170°C para que este fosse remodelado no formato desejado. Quando o mesmo já havia tomado o formato desejado fora resfriado até a temperatura ambiente.

Seguindo essas etapas foram realizados vários testes, antes de chegar ao processo ótimo, sobre esses testes será discutido mais detalhadamente nos resultados e discussões.

A partir disso foi feito um fluxograma explicativo para a pesquisa:



Fluxograma 01: Metodologia.
Fonte: Elaborado pelos autores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Produto e molde

Foram realizadas análise de possibilidades e necessidades do laboratório junto aos orientadores, professores e estagiários do laboratório para saber o produto a ser fabricado e, a partir disso, buscar o molde ideal para o processo e o lugar que o mesmo poderia ser obtido.

Foi verificado que o laboratório do campus IFSC-JAR não possuía suportes para balão volumétrico de fundo redondo, apesar de o mesmo ser muito útil, e este foi definido como produto.

Após a definição, foram contatadas empresas que pudessem fornecer um molde para que a fabricação do suporte para balão volumétrico de fundo redondo se tornasse possível. O mesmo precisaria resistir a altas temperaturas além de permitir o desenforme do polipropileno e ter um coeficiente de dilatação baixo.

Após as pesquisas orçamentárias descobriu-se que a compra do molde teria um alto custo e outras alternativas foram avaliadas, resultando na utilização de formas de alumínio que possuíam as características necessárias à reciclagem do polipropileno, como por exemplo, resistir a temperaturas entre 165°C a 180°C.



Figura 07. Moldes utilizados para a remoldagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Fase de testes

4.2.1 Equipamento de aquecimento

A primeira fase de testes foi realizada para definir o equipamento de aquecimento a ser utilizado na reciclagem. Foram testados a chapa de aquecimento, o bico de bunsen e a estufa.

Para os testes foram utilizados 50 g de polipropileno fragmentado em cada um dos equipamentos de aquecimento disponíveis no laboratório capazes de atender a demanda de temperatura. Foi verificado que na chapa de aquecimento o amolecimento do polímero é lento e ocorre de forma desigual, pois algumas partes do material pós aquecimento apresentaram coloração amarelada escura enquanto outras partes do mesmo material estavam quase incolor.

No bico de bunsen o aquecimento é rápido e não uniforme, após o aquecimento pode-se observar por meio da cor e da formação de inúmeras bolhas que o derretimento do PP ocorria de maneira desigual.

Na estufa o aquecimento ocorre de forma lenta e uniforme, o polipropileno quando submetido ao aquecimento da estufa com uma taxa de aquecimento de $1^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ até atingir 165°C , demora aproximadamente três horas para tomar a forma do molde e o material remoldado apresentou coloração “esbranquiçada” além de uma menor formação de bolhas em comparação com os demais.

O polipropileno sendo um polímero termoplástico, ao atingir sua faixa de temperatura de transição vítrea de 165°C a 180°C - onde as cadeias recebem energia o suficiente para que ocorram mudanças em suas conformações (rotações das ligações simples) - sofre um amolecimento devido a quebra das ligações intermoleculares (dipolo induzido) e, conseqüentemente, ao afastamento de uma cadeia em relação às outras.

Essas mudanças conformacionais possibilitam que as cadeias poliméricas do polipropileno adquiram mobilidade ocupando, então, todo o espaço disponível na forma e permitindo a remoldagem do mesmo, como mostra a figura 08.

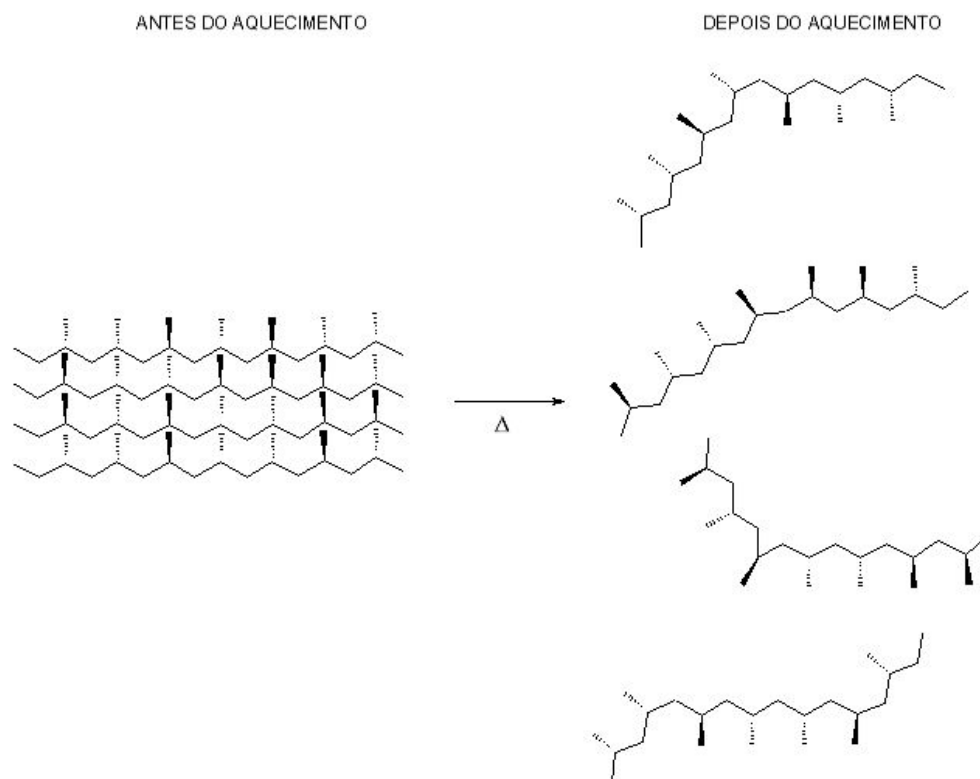


Figura 08. Mudanças conformacionais do polipropileno.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Quando o produto é, enfim, resfriado as cadeias do polipropileno perdem a energia necessária para as mudanças conformacionais voltando a ser um material rígido na forma da fôrma.

A estufa foi, portanto, o único equipamento capaz de fornecer energia na taxa ideal para possibilitar as mudanças de conformação do polipropileno e consequentemente a sua reciclagem.

4.2.2 Testes do processo de fabricação dos suportes

No primeiro teste foram utilizados 100 g de copos picados adicionados em 5 vezes de 20 g - foi verificado que a adição dos fragmentos aos poucos levaria a um material com menos bolhas - o material foi submetido ao processo de aquecimento durante duas horas a 170°C, como consequência do pouco tempo submetido ao aquecimento o PP não amoleceu completamente, porém pôde-se

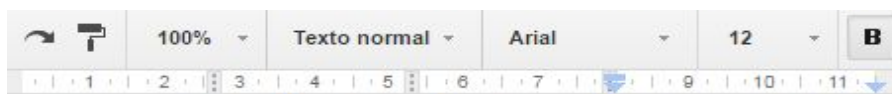
verificar que não houve degradação pois não houve perda de massa ou coloração escura no suporte.

No segundo teste foram utilizadas 100g de PP fragmentado adicionados também em 5 vezes de 20 g. O material foi submetido a 4 horas de aquecimento a temperatura de 170°C e, como consequência, pôde-se observar o amolecimento total dos fragmentos.

Ao ser retirado da estufa o produto foi submetido a um banho de gelo com o objetivo de resfriá-lo e desenformá-lo, porém, devido ao resfriamento em velocidade elevada o material apresentou deformação. Este problema é resultante das cadeias de polipropileno terem de reestabelecer novas ligações intermoleculares em um curto período de tempo, ocasionando uma formação pouco padronizada, por conta disso foi optado para testar nos próximos suportes o resfriamento lento, que consiste em deixar o suporte na estufa até que a mesma volte a temperatura ambiente. Além da deformação foi observado que esse suporte estava com má aparência, pois continha muitas bolhas e estava bastante amarelado. Por conta da má aparência e das bolhas, surgiu a ideia de pesquisar aditivos visando melhorar nosso produto, em principal diminuir a quantidade de bolhas em seu corpo.

4.2.3 Testes com aditivos

Após pesquisas bibliográficas e análises com professores , foi utilizado óleo de soja como aditivo plastificante. No primeiro teste foram separadas seis amostras diferentes com as quais seriam testadas a quantidade de aditivo e o resfriamento como mostra o quadro 01.



Amostras	Massa de PP (g)	Quantidade de aditivo (%)	Resfriamento
1	5	26	Rápido com banho de gelo
2	5	41	Rápido com banho de gelo
3	5	0	Rápido com banho de gelo
4	5	26	Lento dentro da estufa

Quadro 01: Teste de resfriamento e uso de aditivos.

Fonte: Pesquisa.

Foi verificado que nas amostras 4, 5 e 6 onde o resfriamento foi lento não houve deformação devido ao tempo que as cadeias poliméricas tiveram para se reorganizar e formar as ligações intermoleculares que haviam sido quebradas, diferente das amostras 1, 2 e 3 que, devido ao resfriamento rápido, deformaram.

Nas amostras com 26% e 41% de aditivo, o produto ficou quebradiço de modo que não pudesse ser exercida força sobre ele ao contrário das amostras 3 e 6, onde o produto estava resistente e com certa tenacidade.

Foi decidido, então, que os suportes seriam feitos sem o uso de aditivos e que seria empregado o resfriamento lento dentro da estufa, cujo a taxa de resfriamento é de $-2,5^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$.

4.2.4 Processo de Reciclagem Ótimo

Após todos os testes realizados foi concluído que o processo ótimo deveria ser realizado com 80 g de polipropileno fragmentado, adicionados em uma única vez para que todo o polipropileno atingisse a temperatura de transição vítrea em uma única etapa, desta forma o material se encontrava mais compactado com um

número menor de bolhas, sem nenhum aditivo para possibilitar que o mesmo fosse reciclado novamente.

O aquecimento deveria ser realizado durante quatro horas na estufa, a uma temperatura de 165°C com uma taxa de aquecimento de 1°C.min⁻¹, sendo que inicialmente a estufa deve estar em temperatura ambiente. O resfriamento deveria ser lento, ou seja, o material seria mantido na estufa desligada até que a mesma voltasse à temperatura ambiente.

Após a desmoldagem o suporte seria submetido a processos de acabamentos mecânicos, estes foram realizados com uma tupa e uma lixadeira para que adquirisse melhor aparência e tivesse sua massa reduzida. Após o acabamento foram inseridos suportes de silicone para que obtivesse uma melhor aderência à superfície onde será utilizado, além de um revestimento, também de silicone, na superfície que entrará em contato com balão de fundo redondo.

Esse processo foi testado, resultando na produção de seis suportes suficientemente bons para serem utilizados em laboratório.



Figura 9. Produtos oriundos do processo ótimo.

Fonte: Autoria própria.

Caso esses suportes não tenham mais utilidade, podem, posteriormente, ser derretidos e remoldados novamente. Contudo, quanto mais vezes o polipropileno é reciclado, menor a qualidade do produto. De acordo com a

literatura, o polipropileno pode ser reciclado até quatro vezes sem degradar. Foi analisado que a partir da segunda vez o produto será menos resistente. Essa tentativa foi realizada com as partes retiradas do molde com a tupa, que não teriam mais serventia, com a adição de plástico picado que não haviam sido submetidos à uma primeira reciclagem. O produto final ficou com seu interior poroso e, portanto, menos resistente, já que havia ar entre as porções de polipropileno fragmentado.

4.3 Campanha de conscientização

Um dos objetivos específicos da presente pesquisa consistiu em realizar uma campanha de conscientização visando a destinação correta dos resíduos sólidos gerados no campus IFSC-JAR. Durante a mesma foram feitas apresentações orais em sala de aula, distribuição de cartazes e banners pelo campus além da sinalização correta das lixeiras.

Parte importante da campanha seria realizada durante a gincana anual de aniversário do campus que, devido a alguns imprevistos, foi cancelada.

Da campanha de conscientização, que teve como finalidade atingir as pessoas de forma inicial através das apresentações orais em sala, surgiram algumas perguntas relacionadas a reciclagem que foram sanadas, porém é entendido que sempre deveriam haver cartazes com indicações e orientações, a reciclagem é algo que sempre deveria estar sendo discutida devido a sua grande importância nos dias de hoje, Hirama (2009) diz que ao decorrer dos anos a humanidade aumentou o processo de urbanização e o desenvolvimento industrial, sem a preocupação com os recursos naturais, a grande demanda por alimentos prontos (fast-foods) faz uso de muitos materiais descartáveis que demoram anos para serem degradados, portanto a reciclagem desses resíduos se torna cada vez mais necessária, e a conscientização se torna assim de grande ajuda, buscando reduzir os impactos causados pela má separação e o descarte incorreto de resíduos.

4.3.1 Dificuldades e resultados da campanha de conscientização

Durante a campanha de conscientização ocorreram vários imprevistos que podem ter afetado negativamente a mesma. A primeira fase da campanha consistiu em distribuir coletores para copos descartáveis feitos de canos de PVC. Inicialmente os coletores foram distribuídos em pontos estratégicos do câmpus e os mesmos foram identificados com sinalizadores mas, apesar disso, os trabalhadores das obras do câmpus acabaram utilizando-os para marcação de espaço retirando suas identificações. Sem as placas para sinalização muitas pessoas não perceberam que deveriam descartar seus copos ali.

Uma segunda parte da campanha se deu pela realização de apresentações orais em sala de aula juntamente com a distribuição de cartazes em murais do câmpus. Os murais foram cedidos pela direção mas em determinado momento os cartazes foram retirados dos biombos por terceiros sem o consentimento dos membros do grupo e, se essas informações continuassem sendo disponibilizadas, a campanha poderia ter atingido uma quantidade maior de pessoas tornando-se ainda mais efetiva.

A terceira e mais importante etapa da campanha seria realizada juntamente com o comitê de organização da gincana anual de aniversário do câmpus, na qual seriam realizadas atividades envolvendo o tema de sustentabilidade e reciclagem mas devido a alguns desentendimentos a gincana foi cancelada prejudicando a etapa de conscientização.

Apesar de todos esses imprevistos obtiveram-se resultados positivos: durante o recolhimento dos copos foram vasculhados, no decorrer da realização da campanha, todos os coletores (não somente os destinados aos resíduos plásticos) e, durante essa etapa, foi averiguado que a separação de resíduos estava parcialmente correta demonstrando que as pessoas absorveram o conhecimento e as informações que foram explanadas nas salas de aula, e passaram a pôr em prática, exceto pelo coletor de resíduos orgânicos no qual foram observados os mais diversos tipos de resíduos, orgânicos ou não. Uma grande quantidade de copos foi recolhida durante a realização do projeto, copos esses que puderam ser utilizados para produzir seis suportes para balão que

atenderam as especificações necessárias, além dos demais testes realizados para chegar ao processo ótimo.

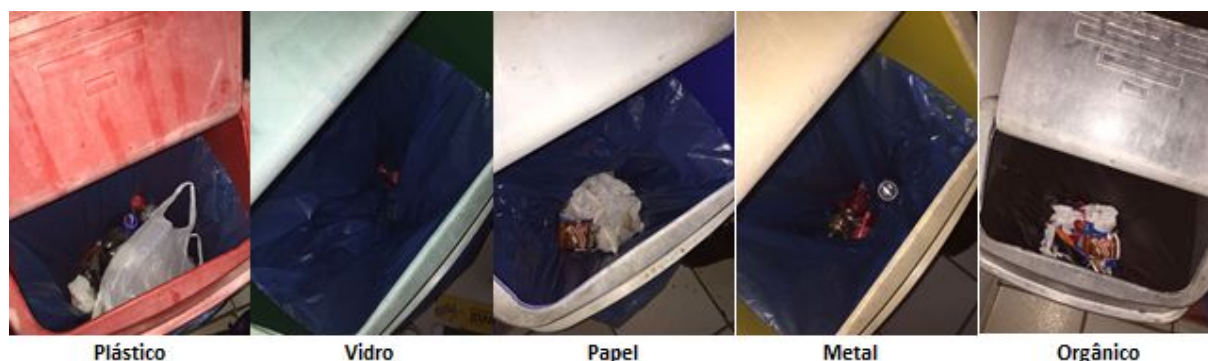


Figura 07: Separação dos resíduos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a execução desse projeto foi possível a corroboração ou refutação de algumas hipóteses propostas. A primeira hipótese dizia que é possível melhorar a separação e destinação dos resíduos do campus através da conscientização de alunos e servidores, esta hipótese pode ser parcialmente corroborada. Por conta pode-se afirmar que a conscientização teria ocorrido de forma mais eficiente caso essa etapa tivesse sido concluída.

A segunda hipótese afirma que com a separação correta dos materiais é possível reutilizar os copos de polipropileno para práticas de reciclagem em laboratório, essa hipóteses foi corroborada, já que foi possível não só realizar a prática como também reverter em um produto útil para o laboratório.

Em relação a terceira hipótese que previa a possibilidade de realizar técnicas de reciclagem física no laboratório de química foi parcialmente corroborada pois é possível que sejam realizadas as técnicas de reciclagem física em laboratório, porém não no laboratório do câmpus, pois o mesmo não possui nenhum equipamento para a exaustão ou filtragem dos gases libertados durante o processo de reciclagem, estes podem ser extremamente prejudiciais à saúde.

Além disso é possível que existam aditivos desconhecidos na composição dos copos de polipropileno, que podem ser degradados durante o aquecimento, podendo também ser prejudiciais a saúde.

Por fim a quarta hipótese dizia que as propriedades físicas do polímero reciclado atenderiam as especificações necessárias, essa hipótese foi corroborada pois o produto não se demonstrou frágil, nem com peso excessivo impedindo de ser utilizado juntamente ao balão na balança semi-analítica.

O trabalho não foi apenas sobre derreter plástico e fazer um suporte para balão de fundo redondo, ele também serviu para demonstrar que o campus pode ser mais sustentável, e que podemos reciclar, reduzir e reutilizar, podendo até mesmo transformar o material plástico que for reciclado em qualquer produto, desde que seja disponibilizado um molde para tal. Ainda mostrou que realizando um diálogo com a gestão e/ou a equipe do GT IFSC Sustentável, é possível promover mais ações e atividades interessantes e até mesmo divertidas, para ajudar a manter e cuidar do nosso ameaçado meio ambiente. Além disso, este processo de reciclagem do polipropileno, possibilita uma economia de matéria-prima fóssil, pois evita-se a extração de um recurso natural esgotável, o petróleo, para fabricar novos produtos com os mesmos polímeros.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2017.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico - ABIPLAST. **Os Plásticos**. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/site/os-plasticos>>. Acesso em: 25 out. 2016.

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.

HIRAMA, Angela Megumi; SILVA, Sidinei Silvério da. **Coleta seletiva de lixo: uma análise da experiência do município de Maringá – PR**. Revista Tecnológica, v. 18, p. 11-24, 2009.

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.

BRASIL. 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

BRASIL. 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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos de Plástico, Papel, Papelão, Papel Metalizado, Vidro e Metal.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/9411-res%C3%ADduos-de-pl%C3%A1stico,-papel,-papel%C3%A3o,-papel-metalizado,-vidro-e-metal>>. Acesso em: 11 maio 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.

