



De 19/10/2016 a 21/10/2016

## **DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO PARA APLICAÇÃO NA RECICLAGEM DE PET COM FOCO EM SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO**

LUDWIG, Ingrid R.<sup>1\*</sup>, KOLHRAUSCH, Andréia Suzana.<sup>2</sup>, DIENSTMANN, Bárbara  
Camila<sup>3</sup>, KACH, Sirnei Cezar<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Horizontina, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

\*Autor Correspondente: il001693@fahor.com.br.

### **RESUMO**

A evolução da sociedade gera necessidades e, através da tecnologia, diferentes produtos são fabricados, gerando por vezes alguma dificuldade no controle dos resíduos destas inovações. Devido a isso, vem aumentando ações que buscam por alternativas de reciclagem de variados tipos de resíduos acumulados em lixões, dentre os quais se encontram as embalagens de garrafas PET (Poli tereftalato de etileno). O objetivo deste trabalho é expor ao leitor a situação atual do consumo e reciclagem de garrafas PET no Brasil. Os objetivos específicos deste estudo de caso são: buscar o histórico da garrafa PET, no Brasil e no mundo, analisar a quantidade produzida e reciclada de garrafas, como também mostrar produtos fabricados com esse material após o seu consumo de forma manual e através de um projeto que está sendo desenvolvido pela FAHOR. Foram realizados estudos através de pesquisas bibliográficas em livros, revistas, teses, dissertações, artigos e sites da área. Com base nos estudos, conclui-se que existem diversos produtos feitos a partir da garrafa PET, gerando benefícios ambientais, sociais e econômicos, deixando o ambiente mais limpo. Através das estimativas realizadas neste artigo, concluiu-se que o projeto da FAHOR é capaz de reciclar 23% das garrafas PET descartadas indevidamente no ambiente.

**Palavra-chave:** Garrafa PET, Sustentabilidade e Reutilização.

### **DEVELOPMENT OF AN EQUIPMENT FOR PET RECYCLING WITH FOCUS ON SUSTAINABILITY: A CASE STUDY**

#### **ABSTRACT**

The evolution of society creates needs and, through technology, different products are manufactured, creating sometimes some difficulties in controlling the waste of these innovations. Because of this, it is increasing the actions that seek alternatives for recycling different types of waste accumulated in garbage dumps, among which are the packaging of PET bottles (polyethylene terephthalate). The objective of this paper is to expose to the reader, the current situation of consumption and recycling of PET bottles in Brazil. The

specific objectives of this case study are: to seek the history of the PET bottle, in Brazil and in the world, analyze the produced and recycled amount of bottles, as well as show products made from this material after its manual form of consumption and through a project being developed by FAHOR. Studies have been conducted through bibliographic research in books, magazines, thesis, dissertations, articles and websites in the area. Based on studies it is concluded that there are several products made from PET bottles, generating environmental, social and economic benefits, making the environment cleaner. Through the estimates made in this article, it was concluded that the FAHOR project is able to recycle 23% of PET bottles discarded improperly in the environment.

**Key words:** PET bottle, Sustainability and Reusability

## INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a nossa população está crescendo de forma compulsiva a cada ano, pesquisas apontam que podemos chegar em 2020, com cerca de 117 milhões de brasileiros na classe média, isso significa que a tendência é aumentar o consumo de produtos consumíveis e de bens. Além disso, nosso poder aquisitivo aumenta gradativamente, tendo assim, a opção de comprar produtos que utilizam menos recursos naturais em sua produção e que serão facilmente reaproveitados ou reciclados após o uso. Quando fazemos isso, consumimos de maneira sustentável, nossas escolhas de compra são conscientes e responsáveis com a compreensão de que terão consequências ambientais e sociais positivas.

Dentre esses produtos, incluem-se as garrafas PET, que são usadas para armazenar refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros (ABIPET). De acordo com o IBGE, o Brasil dá a destinação adequada a 57,1% do total de embalagens PET consumida, mas 42,9 % ainda continuam sendo depositados em lugares inadequados. O material reciclado alimenta uma indústria diversificada, porém, ao mesmo tempo ainda existem importantes desafios a serem superados no que diz respeito ao reaproveitamento deste material que até então não é tão utilizado.

Nesse sentido, já está sendo desenvolvido na instituição de ensino FAHOR - Faculdade Horizontina um projeto para a reutilização da garrafa PET. O projeto "sustentabilidade no pedal" do LaPOP (Laboratório de Produção, Operações e Processos), está sendo desenvolvido, atualmente, pelos cursos de Engenharia de Produção, com participação de alunos da Engenharia Mecânica, o qual tem como objetivo principal desenvolver um produto capaz de transformar as garrafas em fios, ou seja, filetar as garrafas para que posteriormente, esses fios possam ser utilizados para a fabricação de novos produtos reciclados, por exemplo, vassouras e escovas plásticas. Além disso, também tem o objetivo de

disponibilizar esse produto a pessoas e entidades carentes ou que estejam se reinserindo na sociedade.

Neste estudo serão apresentadas alternativas para problemas econômicos, sociais e ambientais de atividades que envolvem a reciclagem de garrafas PET a fim de contribuir com esta relevante questão, considerando os resíduos plásticos e dando ênfase, neste estudo, para as embalagens de PET, após o seu consumo.

A metodologia utilizada para a produção deste trabalho, envolve a pesquisa bibliográfica relacionada à produção, reciclagem e degradação das garrafas PET e pretende responder, através do estudo de caso, a seguinte pergunta: O projeto de um filetador irá contribuir de forma relevante na redução de poluição e irá gerar um sistema de sustentabilidade significativo e capaz de auxiliar no aumento da renda de pessoas e entidades carentes.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **2.1.1 Sustentabilidade ambiental**

A sustentabilidade “é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.” (DESA, 1999). Ou seja, empresas, entidades ou comunidades, podem-se considerar sustentáveis se elas conseguem utilizar os recursos naturais para sua sobrevivência sem comprometer o ambiente e os recursos naturais para as gerações futuras.

Diante da necessidade de ação em relação à sustentabilidade, Mayor (1998), acredita que a educação é a chave do desenvolvimento sustentável e autossuficiente. Segundo ele, uma educação fornecida a todos os membros da sociedade irá aumentar as chances de instruir o cidadão ao longo da vida. Desta forma, aumenta a responsabilidade das instituições de ensino, pois elas que possuem papel importante de multiplicar o conhecimento, desenvolver métodos e produtos sustentáveis incentivando as futuras gerações.

#### **2.1.2 Histórico da garrafa PET**

O produto desenvolvido a base de PET, 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).

As propriedades das garrafas PET são conhecidas por sua leveza, resistência mecânica e flexibilidade atrelado a isso, o preço baixo. A primeira amostra desse material foi desenvolvida em 1941, pelos ingleses Whinfield e Dickson. Mas o material só começou a ser produzido em larga escala após a Segunda Guerra Mundial nos anos de 1950, quando a Europa e os Estados Unidos resolveram investir em pesquisas mais aprofundadas, e assim surgiu em 1962 o poliéster pneumático (PETRY 2012).

Quando o PET chegou ao Brasil em 1988, foi utilizado primeiramente na indústria têxtil e logo após espalhou-se ao redor do mundo com sua praticidade, sendo utilizada como embalagem principal pelas indústrias de refrigerantes, porém, o cuidado com o meio ambiente ficou em segundo plano, ou não se sabia qual seria o tamanho do estrago ao fazer uso desta nova tecnologia (PETRY 2012).

### **2.1.3 Tempo de degradação da garrafa PET**

De acordo com o Pensamento Verde (2013),

A durabilidade do material, aliada à resistência, à umidade e aos produtos químicos, faz com que o material tenha uma decomposição mais demorada. Segundo pesquisadores da UNIFESP, o tempo de decomposição da garrafa PET é de no mínimo cem anos. Este tempo, no entanto, é uma previsão média e pode variar de acordo com as condições ambientais.

Felizmente, pesquisadores das universidades UNIVILLE em Santa Catarina e da PUC-RS descobriram e produziram um novo plástico a partir da garrafa PET que se degrada em apenas 45 dias (Inovação Tecnológica, 2007, apud UNIVILLE e PUC - RS).

### **2.1.4 Reciclagem de garrafas PET**

A Reciclagem de PET no Brasil é uma das mais desenvolvidas no mundo. De acordo com o Censo da Reciclagem de PET no Brasil realizado pela ABIPET (2013), no ano de 2012 a indústria Brasileira reciclou 331.000 toneladas de PET, ou seja, 58,9% do PET consumido foi reciclado.

A indústria têxtil é a maior usuária de PET reciclado no Brasil, segundo ABIPET “A partir de um processo especial de extrusão, fibras de poliéster são produzidas diretamente das garrafas recicladas. Tais fibras têm inúmeras aplicações, desde roupas até mantas geotêxtis”.

Dentre os produtos fabricados a partir da reciclagem industrial do PET estão: cordas, vassouras, chapas (por exemplo, box de banheiros), embalagens de brinquedos e produtos

eletrônicos, caixas de ovos, sapatos, plásticos de engenharia, celulares, peças automotivas. Suas resinas insaturadas estão presentes em cabines de caminhão, para-choques de carros, piscinas, etc. Além disso, na construção civil, tubos e conexões tradicionais usadas para o esgotamento, são feitas de PET reciclado (ABIPET).

Entretanto, para que a reciclagem industrial aconteça, é preciso encaminhar as garrafas PET nos locais de coleta adequados. Primeiramente, é preciso fazer a coleta seletiva na residência e, posteriormente, a empresa de recolhimento de lixo da cidade será responsável por recolher e dar o destino correto. Existem diversos locais de coleta no Brasil e na região noroeste, especificamente, existem pontos de coleta em Ijuí-RS, Santa Rosa - RS e Santo Ângelo-RS (ABIPET, 2016).

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo foi utilizado uma pesquisa exploratória, com base em um estudo de caso, que permite uma maior familiaridade com o pesquisador e o tema abordado em questão (DUARTE) a qual tem como objetivo buscar uma base bibliográfica de conceitos e informações já publicadas anteriormente por outros autores.

Também pode-se afirmar que a pesquisa assume a forma de um estudo de caso, que é conceituado a partir da análise sobre um determinado assunto. A observação realizada é do tipo participativa, ou seja, os pesquisadores interagem diretamente com a análise de dados estatísticos sobre produção e reciclagem de garrafa PET, projeto de reaproveitamento, projeto aplicado do filetador, utilização do filete (resíduo gerado), possibilidade de geração de renda e inclusão social além do benefício ambiental.

Tendo em vista o aumento da credibilidade dos resultados obtidos, utilizou-se diferentes métodos que deram ênfase para elaboração deste estudo, como é o caso das pesquisas bibliográficas em livros, artigos, teses, dissertações e revistas.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Consumo e reciclagem de garrafas PET no Brasil e em Horizontina

Conforme a ABIPET e Petroquímica Suape, no ano de 2011 o Brasil consumiu 572.000 toneladas de embalagens *PET*. Para o ano de 2014 (Copa do Mundo) e 2016 (Olimpíadas), estimou-se o consumo de 720.000 e 840.000 toneladas de PET, respectivamente.

De acordo com o IBGE (2016), atualmente o Brasil possui em torno de 206.400.376 pessoas. Levando em conta as 572.000 toneladas de *PET* consumidas no ano de 2011, pode-se dizer que cada pessoa consome, aproximadamente, 2,77 kg de *PET* por ano.

Utilizando garrafas de refrigerante e uma balança, com precisão de 3 casas decimais após a vírgula, constatou-se que uma garrafa de dois litros de *PET* pesa, aproximadamente 50 gramas (sem a tampa). Ou seja, se for considerado que todo o *PET* consumido no Brasil fosse em forma de garrafas de refrigerante de dois litros, uma pessoa consome, aproximadamente, 55,40 litros de garrafa *PET* de 2 litros, anualmente.

Horizontina, conforme IBGE (2016), possui uma estimativa populacional para o ano de 2016 de 19.286 pessoas. Desta forma, consome-se estimativamente, 1.068.444,40 litros de garrafa *PET* de refrigerante dois litros anualmente, 89.037,03 litros por mês ou 2.927,24 litros de garrafas *PET* por dia na cidade de Horizontina.

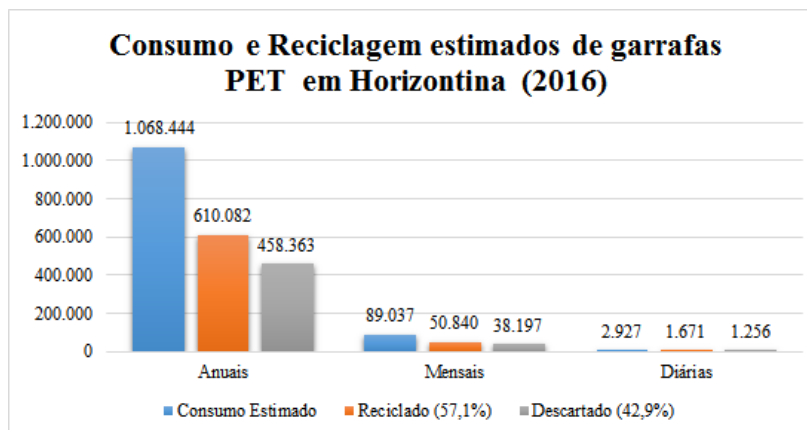
Felizmente, a reciclagem de garrafas no Brasil é uma das mais desenvolvidas no mundo. De acordo com a oitava edição do Censo da Reciclagem de *PET* no Brasil, que é realizado periodicamente pela Associação Brasileira da Indústria do *PET* (ABIPET), no ano de 2011 o Brasil aumentou a reciclagem desse material em 4,25% em relação ao ano de 2010 (ABIPET, 2016).

Desta forma,

Cerca de 294 mil toneladas de embalagens *PET* pós-consumo são destinadas à reciclagem, o que representa 57,1% do total de embalagens desse material que são descartadas pelo consumidor brasileiro. A atividade gera um faturamento anual de R\$ 1,2 bilhão para o setor da indústria do *PET* no país. (SPITZCOVSKY, 2012)

Diante da informação que 57,1% das embalagens *PET* são recicladas no Brasil, pode-se estimar que, dos 1.068.444,40 litros de garrafa *PET* de refrigerante dois litros consumidos anualmente na cidade de Horizontina, estima-se que ainda restam 458.363 garrafas *PET* a serem recicladas anualmente, conforme pode ser visto na figura 1.

Figura 1 - Estimativa de consumo e reciclagem de garrafas *PET* em Horizontina



Fonte: Autores

Essas garrafas não recicladas podem estar sendo descartadas de forma incorreta. Desta forma, estão disponíveis para serem recicladas e reaproveitadas manualmente, seja através de artesanato, filetador ou outros.

### 2.3.2 Desenvolvimento e funcionamento do filetador

O filetador é um equipamento que possui uma lâmina capaz de cortar a garrafa PET em fios de diferentes larguras, variando de acordo com a necessidade da aplicação do filete. Atualmente, existem diversos equipamentos filetadores de garrafas PET desenvolvidos manualmente por pessoas. O filetador desenvolvido pelo LaPOP consiste em um instrumento que será utilizado para desfilar a garrafa PET em medidas padronizadas, com regulagem da largura do filete e capacidade de filetar até 03 garrafas em cada processo.

O projeto LaPOP está desenvolvendo, primeiramente, um protótipo para a construção de um filetador. Seu desenho está sendo projetado através de um software de computador contendo medidas e especificações detalhadas. Dentro desse projeto estão sendo desenvolvidos documentos e ferramentas de gerenciamento de projetos e da qualidade estudados em sala de aula.

Sua construção física conta com corte, dobra, solda e montagem de materiais em aço e alumínio utilizando os equipamentos disponíveis na faculdade e por patrocinadores. Os materiais utilizados para a confecção do mesmo, são: suporte em tubo metálico, base para fixação da garrafa, lâmina de corte, tubo para enrolar o filete da garrafa.

O desenvolvimento e estruturação física do projeto do filetador, está em fase de construção, então alguns valores estão sendo estimados para o desenvolvimento deste artigo,

mas o conhecimento tem relação com a questão ambiental e com toda a engenharia do produto e projeto, possibilitando assim a criação de novos produtos futuramente.

O projeto tem uma importância social e ambiental através da aplicação em diversas finalidades, sejam elas relacionadas ao produto a ser desenvolvido, como também pela “matéria prima” gerada pelo processo de filetagem do plástico para produção de outros produtos. Neste processo deverá abranger ações de conservação ambiental pelo destino deste resíduo, inclusão social pela geração de renda através da venda dos produtos finais.

Este projeto será relevante para os envolvidos nele, pois além de colocar em prática o que se aprende em sala de aula, ainda pode-se construir um equipamento, que por sua vez manufatura determinados produtos e assim fazendo a reciclagem de garrafas PET. Portanto, tem seu potencial de elevada significância gerando um benefício social em relação à reciclagem e gerando a possibilidade de ganhos para o projeto.

### **2.3.2 Capacidade de produção do filetador**

Analisando vídeos de filetadores existentes atualmente no mercado, produzidos artesanalmente, estima-se que o tempo necessário para filetar uma garrafa PET de dois litros é de, aproximadamente, dois minutos.

O filetador que está sendo desenvolvido pelo projeto LaPOP é capaz de filetar três garrafas ao mesmo tempo, ou seja, a cada dois minutos, três garrafas são filetadas. Esses fios podem ser usados para fabricar diversos produtos finais, sendo um deles, vassouras.

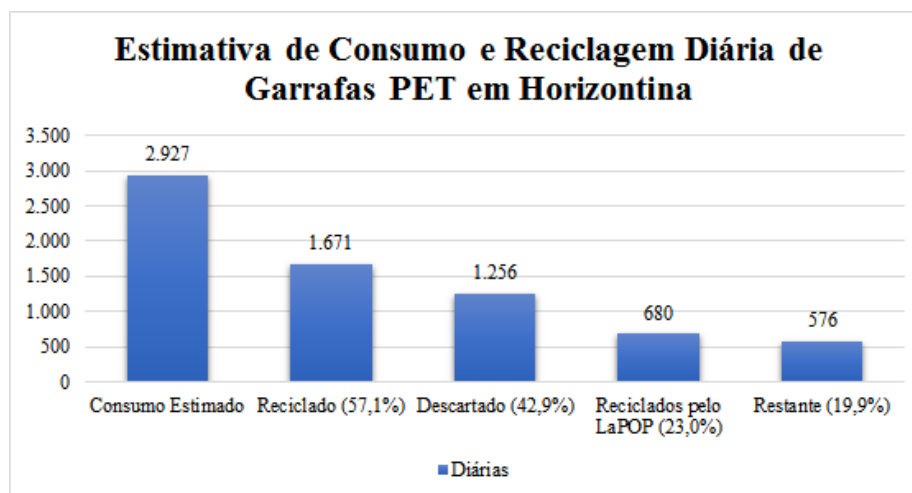
Segundo FÁVARO, Lisa (2015), para confecção de uma vassoura são necessários fios de vinte garrafas PET de tamanho médio. Desta forma, pode-se constatar que a cada sete minutos, tem-se material suficiente para confeccionar uma vassoura reciclada de PET.

Diante destas informações, pode-se estimar que se o filetador produzir por quatro horas corridas, tem-se material suficiente para produzir trinta e quatro vassouras, ou seja, 680 garrafas PET de dois litros.

Os números de garrafas consumidas diariamente e que podem ser reciclados estão expressos na figura 2.



Figura 2 - Estimativa de Consumo e Reciclagem Diária de Garrafas PET em Horizontina



Fonte: Autores

Conforme pode ser visto no gráfico da figura 2, o projeto do LaPOP é capaz de reciclar 23% de todas as garrafas PET consumidas, desta forma, ainda restam 19,9% de garrafas não recicladas. Esse cálculo é feito utilizando apenas um filetador produzido pelo LaPOP, ou seja, se dois filetadores forem utilizados para reciclagem das garrafas, todas as garrafas descartadas poderão ser recicladas e reutilizadas ou vendidas em forma de novos produtos.

### 2.3.3 Sugestão de produtos a partir do filetador

O que antes era jogado no lixo, agora com o desenvolvimento do filetador será utilizado como matéria-prima e podendo gerar renda no futuro. A ideia inicial do projeto é usar toda a garrafa, aproveitando desde o fundo até a parte superior que será descartada com a fabricação de vassouras, fazendo peças decorativas.

Com a parte do meio do litro, a ideia é filetar e a partir deste subproduto, fabricar vassouras, que por sua vez já está sendo pensado em um projeto futuro a ser estruturado no ano de 2017, dentro do LaPOP. Para fazer as vassouras são necessários 20 garrafas, cabo de vassoura, pregos, arames, martelo, tesoura, alicate e elásticos. Segundo a pesquisa, a vassoura de garrafa PET dura até três vezes mais do que uma comum. (FÁVARO 2015).

Além de vassouras, os filetes da garrafa podem ser utilizados para fabricar escovas, cordas para varal, cordas diversas. Através do entrelaçamento dos fios é possível produzir sacolas, suporte de cadeira (no lugar do tecido atual), cestos, caixas, entre diversos outros produtos, limitando-se apenas, à criatividade humana.

Para a reciclagem da tampa da garrafa PET, existe um reator na FAHOR que faz o processo de pirólise. A pirólise basicamente consiste em quebrar as moléculas pela ação do calor na ausência de oxigênio. Este processo gera frações de hidrocarbonetos capazes de serem processados em refinaria.

A parte do fundo da garrafa será destinada para enfeites e decorações diversas. Esta parte do fundo será doada para quem quiser reutilizá-la, escolas, casa do artesão e pessoas que desejam utilizar somente esta parte da garrafa.

O fundo do litro também poderia ser triturado em flocos e vendido por até R\$ 3,40 o Kg e serve para fazer dezenas de produtos, como por exemplo: usado para produção da resina poliéster, utilizado na fabricação de produtos como telhas, botões, canos e tecidos, ou até mesmo para fazer uma resina necessária à produção de tintas.

#### **2.3.4 Sustentabilidade ambiental e financeira com o uso do filetador**

O impacto da garrafa PET ao meio ambiente inicia desde a extração do petróleo, que serve de matéria-prima para produção das mesmas, posteriormente a fabricação, lavagem e encaminhamento para distribuição. A garrafa PET também gera impactos causados pelo processo da reciclagem. As taxas atuais de reciclagem do PET estão por volta de 50% (ABIPET 2008) e a reciclagem de uma garrafa gera aproximadamente 8 vezes o seu próprio peso em resíduos.

Com o uso do filetador percebe-se uma grande redução do volume de lixo nos aterros sanitários e melhoria nos processos de decomposição de matérias orgânicas nos mesmos. O PET acaba prejudicando a decomposição, pois impermeabiliza certas camadas de lixo, não deixando circular gases e líquidos.

Além disso, através da reciclagem do PET, é possível adquirir renda extra na venda dos produtos, contribuindo assim, para a inserção social de pessoas com baixa renda. Após finalizar o projeto do filetador, o próximo passo do LaPOP é produzir um equipamento capaz de confeccionar produtos finais, como por exemplo, vassouras, escovas, sacolas, etc. Desta forma, a estimativa de renda adquirida a partir da utilização do filetador será realizada em um trabalho futuro.

## **CONCLUSÃO**

Neste trabalho, abordou-se o assunto de reciclagem da garrafa *PET* que é um material 100% reciclado. Atualmente, no Brasil, o consumo deste material é muito alto e o controle do

resíduo gerado por ele não abrange o total de material consumido, sendo que este material, pode levar até 400 anos para se decompor. Felizmente, a indústria de reciclagem de PET no Brasil recicla 56% das embalagens consumidas, o restante é reaproveitado, reciclado manualmente ou apenas descartado em aterros e no meio ambiente.

Dentro deste contexto, a FAHOR está desenvolvendo um projeto capaz de filetar três garrafas de PET ao mesmo tempo. O projeto tem como objetivo aplicar na prática os assuntos desenvolvidos em sala de aula, contribuir com a reciclagem de garrafa PET, contribuir com a inserção social de indivíduos de baixa renda e contribuir com o desenvolvimento acadêmico dos alunos participantes do projeto.

Através do estudo e estimativas geradas neste artigo, foi possível obter o conhecimento de valores relacionados ao consumo e reciclagem de garrafas PET no Brasil. Diante destes valores, foi possível estimar que o projeto do LaPOP será capaz de filetar 23% das garrafas PET consumidas.

Os fios gerados a partir das garrafas PET podem ser usados para fabricar diversos produtos, incluindo vassouras, escovas, cordas, etc. Desta forma, o próximo passo do LaPOP, após fabricar o filetador, será desenvolver um dispositivo capaz de fabricar um produto final utilizando os fios da garrafa PET. Em seguida, será possível realizar um novo trabalho estimando a renda que o dispositivo poderá gerar através da reciclagem e revenda dos produtos produzidos a partir do projeto desenvolvido pelo LaPOP.

Finalmente, pode-se concluir que o projeto desenvolvido pelo LaPOP será capaz de contribuir significativamente com a reciclagem e redução de garrafas PET no meio ambiente. Além de contribuir de forma ambiental, o projeto ainda será capaz de proporcionar um ganho financeiro para as pessoas que irão vender os produtos feitos através da reciclagem das garrafas PET.

## REFERÊNCIAS

ABIPET - Associação Brasileira de Indústria do PET. **Resina PET - O que é PET?** Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=81>>. Acesso em 03 set 2016.

ABIPET - Associação Brasileira de Indústria do PET. **Panorama do Setor.** Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=36>>. Acesso em 03 set 2016.

ABIPET - Associação Brasileira de Indústria do PET. **Sistema de busca para a destinação adequada do PET.** Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarMapa&mapa=true>>. Acesso em 17 set 2016.

DESA - United Nations Department of Economic and Social Affairs. **Report of the World Commission on Environment and Development**. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm>>. Acesso em 03 set 2016.

DUARTE, Vânia Maria do Nascimento. **Pesquisas: Exploratória, Descritiva e Explicativa**. Disponível em: <<http://monografias.brasilecola.com/regras-abnt/pesquisas-exploratoria-descritiva-explicativa.htm>>. Acesso em: 17 set. 2016.

Inovação Tecnológica- **Plástico de garrafas PET pode se decompor em 45 dias**. Disponível em<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125070123#.V91RnigrLIU>>acesso em 17 set 2016.

MAYOR, F. **Preparar um futuro viável: ensino superior e desenvolvimento sustentável**. In: Conferência mundial sobre o ensino superior. Tendências de educação superior para o século XXI. Anais da Conferência Mundial do Ensino Superior. Paris: 1998.

Sistema Faem- **Curso ensina a transformar garrafas pet em vassouras**. Disponível em<<http://www.sistemafaemg.org.br/Noticia.aspx?Code=8592&Portal=3&PortalNews=3&ParentCode=103&ParentPath=None&ContentVersion=R&show=all>> acesso em 17 set 2016.

Ministério do Meio Ambiente - Consumo Sustentável. **O que é Consumo Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/c>>

Pensamento verde- **Qual é o tempo de decomposição da garrafa PET?** Disponível em <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/qual-e-o-tempo-de-decomposicao-da-garrafa-pet/>>acesso em 17 set 2016

PETRY, Jéssica. Estudo de Caso: **Responsabilidade ambiental: reciclagem e reutilização de garrafas PET**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.6, n.3, p. 72, 86 Tri III. 2012. ISSN 1980-7031 1

SPITZCOVSKY, Débora. **57,1% do PET consumido no Brasil é reciclado**. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/mundo/noticias/57-1-do-pet-consumido-no-brasil-e-reciclado>>. Acesso em: 07 set 2016.