

LOGÍSTICA REVERSA DE GARRAFAS PET PARA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES.

REVERSE LOGISTICS OF PET BOTTLES FOR CONSTRUCTION OF POPULAR HOUSES.

André Philipe Chaves Coelho, Bsc
Universidade Federal Fluminense
MBA Logística Empresarial e Gestão da Cadeia de Suprimentos

Mariana Marinho da Costa Lima Peixoto, Mestranda
Universidade Federal Fluminense
Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGAd

Aurélio Lamare Soares Murta, DSc
Universidade Federal Fluminense
Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGAd

Martius Vicente Rodriguez y Rodriguez, DSc
Universidade Federal Fluminense
Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGAd

Joel de Lima Pereira Castro Junior, DSc
Universidade Federal Fluminense
Programa de Pós-Graduação em Administração – PPGAd

RESUMO: A popularização do uso das garrafas PET trouxe muitos benefícios ao segmento de bebidas por serem resistentes a impactos, por serem leves, por não ser retornáveis e por oferecerem baixo custo ao setor. Contudo, também trouxe inúmeros malefícios relacionados ao descarte indiscriminado. Fatores como a falta de coleta seletiva, ausência de tratamento de esgoto adequado e pouca reciclagem de materiais plásticos como o PET são grandes ameaças ao meio ambiente, uma vez que esse tipo de produto demora cerca de duzentos anos para se decompor na natureza. Este estudo apresenta as principais ações de logística reversa de garrafas PET, analisando seus procedimentos e o ciclo de vida do produto, diante da crescente necessidade do mercado por políticas socioambientais, mostrando o processo de reciclagem de garrafas PET retiradas do meio ambiente e levadas às empresas e descrevendo suas utilizações para fabricar novos produtos. Para isso, foram realizadas duas abordagens de pesquisa: bibliográfica e de campo, abordando as medidas de Logística Reversa adotadas pela construção civil, em casas populares, como uma proposta inovadora de solução aos problemas ambientais e de incentivo à reciclagem do PET. O projeto criado por um electricista potiguar faz das garrafas principal material para construção de casas populares.

Palavras-chave: Logística Reversa. Sustentabilidade empresarial. Garrafas PET.

ABSTRACT: The popularization of the use of PET bottles has brought many benefits to the beverage segment to be resistant to impact, being light, because it is not returnable and offer low cost to the industry. But it has prompted numerous misdeeds related to the indiscriminate disposal. Factors such as the lack of selective collection, proper sewage treatment absence and little recycling of plastic materials such as PET are major threats to the environment, since this type of product takes about two hundred years before to decompose in nature. This study presents the main reverse logistics activities of PET bottles, analyzing its procedures and the product life cycle, given the increasing market need for social and environmental policies, showing the PET bottle recycling process taken from the environment and taken companies and describing their use to manufacture new products. For this, there were two research approaches: literature and field, addressing the Reverse Logistics measures adopted by the construction as an innovative approach to solving environmental problems and to encourage recycling of PET. The project created by a potiguar electrician is the main material bottles to build affordable homes.

Keywords: Reverse Logistics. Corporate sustainability. Pet bottles.

1. INTRODUÇÃO

A logística reversa passou a despertar o interesse das empresas há algumas décadas, devido a seu importante papel de retornar à empresa de origem resíduos materiais que iriam se tornar lixo e, assim, contribuir beneficentemente ao meio ambiente. Seu valor socioambiental é grande, pois o retorno de materiais e embalagens ao processo de reciclagem e reutilização pelas empresas de origem contribui à redução de lixo e ao baixo impacto ambiental.

Este estudo é relevante porque, segundo Leite (2003), o grande impulso para a aplicação da logística reversa é conscientizar a população para as questões ambientais, que vem demonstrando maior sensibilidade ecológica. Com o desenvolvimento do capitalismo, ela torna-se cada vez mais importante para as empresas. Isto ocorreu, pois a quantidade de mercadorias produzidas e consumidas aumentou muito, assim como o comércio mundial.

Dentro desse quadro, a função da logística reversa de garrafas PET é essencial, pois esta atividade é benéfica para o meio ambiente, para as empresas e para toda a sociedade, pois as garrafas PET podem gerar uma diversidade de novos produtos, além de oferecer às empresas vantagem competitiva num mercado cada vez mais sustentável.

Um problema levantado é de que forma o processo de logística reversa de garrafas PET contribui para a Sustentabilidade Empresarial. Para responder, serão apresentadas as principais ações de logística reversa de garrafas PET, analisando seus procedimentos, diante da crescente necessidade do mercado por políticas socioambientais, mostrando o processo de reciclagem de garrafas PET retiradas do meio ambiente e levadas às empresas e descrevendo suas utilizações para fabricar novos produtos.

Através de uma revisão bibliográfica descritiva e um estudo de caso, feita a partir de materiais já publicados, a análise também será complementada com o breve estudo de caso sobre a logística reversa de PET de uma empresa privada.

2. SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

Sustentabilidade é implantar e praticar ações que levem a convivência harmoniosa entre o desenvolvimento humano de maneira holística - econômica e socialmente - ao passo em que se busca preservar os ecossistemas de nosso planeta, usando os recursos naturais em proveito do desenvolvimento do homem ao mesmo tempo em que os preserva, para que também possam ser utilizados pelas gerações futuras (SILVA, 2003).

Paula (2007) afirma que a Sustentabilidade visa atender as exigências atuais sem abalar as possibilidades de se atender às futuras gerações quanto às suas próprias necessidades. Este autor observa um movimento universal em prol da sustentabilidade nasce para responder à insustentabilidade provocada pelo que é ecologicamente errado, economicamente inviável, socialmente injusto, culturalmente inaceitável.

Por isso, a principal meta das organizações precisa envolver a sustentabilidade como parte imprescindível em suas estratégias de médio e principalmente logo prazo como sendo um investimento sábio e maduro que possibilite vantagens competitivas e a cooperação para o alcance do crescimento sustentável e lucrativo.

3. LOGÍSTICA E LOGÍSTICA REVERSA

Logística é o gerenciamento de fluxos entre funções de negócio. Atualmente, seu conceito abrange maior complexidade de fluxos que há tempos atrás. Tradicionalmente, as empresas incluíam a mera entrada de matérias-primas ou o fluxo de saída de produtos acabados em sua

definição de logística. Atualmente, esse conceito se ampliou e inclui todas as maneiras de movimentos de produtos e informações (BALLOU, 2004).

Já a logística reversa corresponde, em sua perspectiva macro, todas as operações ligadas à reutilização de produtos e materiais, e envolve as atividades logísticas de coleta, desmontagem e processamento de produtos e/ou materiais e peças utilizadas para garantir uma recuperação sustentável (LEITE, 2003).

A logística reversa é uma área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas; econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros (LEITE, 2003, p 15-16).

Segundo Ballou (2004), ele analisa a maneira mais assertiva de se atingir um nível mais rentável para distribuir produtos até o consumidor, com planejamento, organização, controle da movimentação e de estoque, a fim de propiciar a facilitação no fluxo mercadorias, e consiste em uma análise processual de planejar, implantar e controlar o fluxo com eficiência e com redução de custo com matérias primas, estocagem em processo, produto pronto e informações, a partir do instante de consumo ao de origem, para resgatar o valor ou descarte adequado para coletar e tratar o lixo.

A Logística Reversa possui benefícios que estão dispostos em três categorias: demandas ambientalistas, que desenvolvem nas organizações a consciência quanto ao correto destino de produtos e embalagens feitos por elas; eficiência econômica, que propicia gerar ganhos financeiros por economizar o uso de recursos; e ganho de imagem, por parte da empresa diante de seus acionistas, além do aumento da valorização da marca e imagem no mercado.

Para Leite (2003), a logística reversa é composta por dois canais de distribuição reversos: pós-venda e pós-consumo, conforme a figura 1 a seguir:

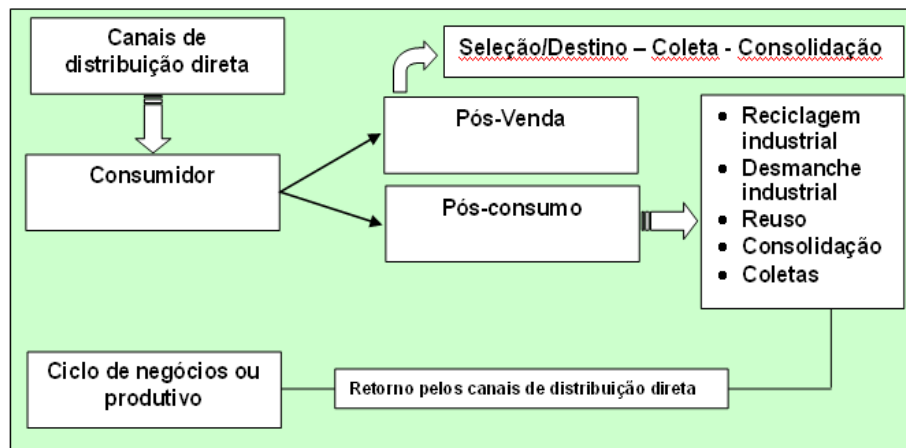


Figura: Canais de distribuição reversos

Fonte: Rogers, Dale S.; Tibben-Lembke, Ronald S. (1998).

Os bens de pós-consumo são produtos que, depois de consumidos, não têm sua vida útil encerrada e podem ser recolhidos e reaproveitados de algum modo. Aos canais de distribuição cabe planejar, operar e controlar o processo de logística reversa (LEITE, 2003).

Os canais reversos de pós-consumo são compostos por produtos com vida útil variável, que, após um tempo de uso, podem perder suas essenciais características de funcionamento e precisam ser descartados. A logística reversa de pós-consumo pode ser dividida em canais de ciclo aberto ou fechado. No canal de ciclo aberto, o produto tem um uso distinto do que possuiu no canal de distribuição direto, mostrando-se com complexidade de gestão e muitas vezes não despertam atratividade nas empresas que geram o resíduo. Um exemplo é o PET, que, reciclado, não tem o mesmo uso do material virgem (GONTIJO E DIAS, 2011).

A logística reversa de pós-venda é um canal no qual o retorno de embalagens e a devolução de produtos voltam ao varejista ou ao fabricante. Segundo Leite (2003), os canais de distribuição reversos de pós-venda se dão de diferentes formas e possibilidade de retorno de

uma parcela de produtos, mesmo com pouco ou nenhum uso, que fluem no sentido inverso, do consumidor até o varejista ou até o fabricante, do varejista até o fabricante, entre empresas, motivados por problemas relacionados à qualidade dos processos comerciais entre empresas, retornando ao ciclo de negócios de alguma maneira. Os canais reversos de pós-venda constituem, em geral, dos mesmos agentes da cadeia direta.

Os bens de pós-venda, com pouco ou sem nenhum uso, constituem os canais reversos de pós-venda, enquanto os bens de pós-consumo, que foram usados e não demonstram interesse ao primeiro possuidor, passarão a ser retornados pelos canais reversos de pós-consumo (GONTIJO E DIAS, 2011). Para estes autores, a logística reversa de pós-venda trata de produtos de retorno com valor potencial bem maior que no de pós-consumo, tendo uma relação muito maior com a questão do tratamento e fidelização do cliente.

4. CICLO DE VIDA ÚTIL E RECICLAGEM DE UM PRODUTO

Abordar o ciclo de vida de um produto exige considerar as etapas de realizar as fases condizentes à elaboração, ao uso e à eliminação do produto, ou desde a extração e fabricação das matérias-primas que entram na composição do produto até o fim da vida do produto e os diferenciais procedimentos necessários à sua eliminação (DIAS, 2012). A vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Após esta fase, os produtos tornam-se obsoletos, danificam-se, ou estragam e são levados aos seus pontos de origem para conserto ou descarte (BALLOU, 2004).

Dias (2012) cita cinco fases do ciclo de vida de um produto: fase de extração e de fabricação das matérias-primas; fase da fabricação do produto; fase de utilização do produto pelo cliente, envolvendo energia para consumo, manutenção, reparação e a utilização de outros produtos necessários para seu bom funcionamento; fim da vida do produto (seja para reciclagem,

incineração ou meios de descarga, como depósitos de lixo); fase de transporte, que é um conjunto de meios de transporte necessários para realizar o ciclo de vida total do produto (transporte de matérias-primas, abastecimento pelos fornecedores, envio do produto aos clientes, coleta dos produtos em fim de vida; etc.).

Vale (1995) afirma que reciclar é refazer o ciclo, o que traz de volta à origem sob a forma de matéria-prima secundária aqueles materiais que não se degradam facilmente e que podem ser processados mantendo suas características básicas. Em alguns casos, o material reciclado substitui a matéria-prima virgem utilizada para fabricar novos a custos baixos.

Para Leite (2003), o uso de matérias-primas oriundas de processos de reciclagem reduz o consumo de energia, já que o processo de transformação de matérias primas virgens em produto tende a ser mais dispendioso.

A reutilização de embalagens de vidro ou plástico pelos consumidores pode apresentar problemas sanitários quando utilizados produtos alimentícios ou de higiene e limpeza, porém os riscos serão menores se forem reprocessados por empresas especializadas em reciclagem. E, neste sentido, a reciclagem abre espaço para o empreendedorismo, pois é um campo novo e bastante promissor em função das perspectivas ambientais do planeta nos próximos anos (DIAS, 2012, p. 154).

O autor conclui que os materiais reciclados competem diretamente com os materiais novos ou virgens que são empregados pela primeira vez, como substitutos, e no caso de não terem a qualidade exigida podem ser misturados com eles ou empregados para produzir produtos de menor exigência técnica ou de qualidade.

5. GARRAFAS PET

O termo PET¹ é uma abreviatura das palavras Politereftalato de etileno, que é um tipo de polímero, que são estruturas de onde provêm todos os tipos de plásticos. PET é um tipo de

¹ Blow Plus. Disponível em: <http://www.blowplus.com.br/pet_definicao.php> Acesso em: 20/05/2016.

polímero utilizado para envasamento de refrigerantes, por ser maleável e resistente ao calor. Os PET são utilizados principalmente na forma de fibras para tecelagem e de embalagens para bebidas. Uma de suas vantagens é possuir propriedades termoplásticas, ou seja, podem ser reprocessados diversas vezes pelo mesmo ou por outro processo de transformação, e aquecidos a temperaturas adequadas, amolecem, fundem e podem ser novamente moldados.

O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química além de excelentes barreiras para gases e odores. Devido às características já citadas e o peso muito menor que todas as embalagens tradicionais, o PET mostrou-se o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transportes e produção. Por tudo isso, oferece ao consumidor um substancialmente mais barato, seguro e moderno (ABIPET, 2009).

Segundo Gontijo, Dias e Werner (2010), as embalagens de PET, usadas principalmente pelas indústrias de água, sucos e refrigerantes, são descartadas após o consumo e isso representa um grave problema para o meio ambiente, pois demoram em média mais de 200 anos para se deteriorar, além de dificultar a compactação nos aterros sanitários.

Além de ser um produto 100% reciclável, a resina, da qual é composta, confere uma série de propriedades às embalagens, que se diferenciam das alternativas existentes no mercado. O PET é ideal para o acondicionamento de alimentos, devido às suas propriedades de barreiras que impossibilitam a troca de gases e absorção de odores externos, preservando as características originais dos produtos envasados.

6. O PROCESSO DA LOGÍSTICA REVERSA DE GARRAFAS PET

O processo de logística reversa de pós-consumo da garrafa PET possui vários aspectos: depois de o consumidor comprar e consumir o produto, a garrafa terá dois destinos: o meio ambiente, em lixos e em ruas, ou através da coleta de lixo urbano para chegar a lixões e aterros sanitários; e a entrega direta a instituições especializadas com interesse na reciclagem do produto ou fornecer apoio ao processo, como empresas de triagem, cooperativas de catadores e de sucateiros. As garrafas que percorrem o primeiro caminho, sendo descartadas em vias públicas, podem ser coletadas por catadores nas ruas e lixões, que as venderão para os sucateiros e para as empresas de triagem, que por sua vez as venderão para a indústria de reciclagem, que as transformará em "flake", que é um material que serve como matéria-prima para recomençar um novo ciclo de produção de garrafas PET (GOMES, 2011). Para este autor, o aumento populacional e do consumo faz com que as indústrias produzam mais, utilizando cada vez mais recursos limitados nos processos produtivos.

Segundo o SEBRAE, o processo de reciclagem do PET pode ser mecânico ou químico. No Brasil, o processo mais utilizado para reciclagem é o mecânico e consiste na combinação de um ou mais processos mecânicos para reaproveitar o material descartado, transformando-o em grânulos para a fabricação de outros produtos. Os produtos a serem reciclados possuem desempenho e características equivalentes às do produto original (resina virgem) e têm, portanto, sua origem na própria indústria. Este tipo de reciclagem é classificado como primária. Já a reciclagem é classificada como secundária quando se aplica, normalmente, aos resíduos pós-consumo. As etapas que a constituem são: separação, moagem, lavagem, secagem, extrusão e granulação, tendo-se como principais benefícios tais como: recuperação, revalorização e transformação.

A reciclagem química é em um processo tecnológico no qual se realiza a conversão do resíduo plástico em matérias-primas petroquímicas básicas (retorno à origem). A reciclagem química pode resultar tanto em uma substância combustível quanto em um produto químico, a ser utilizado para obter o polímero que lhe deu origem ou até mesmo em um novo polímero.

Segundo Gontijo, Dias e Werner (2010), a leveza de uma embalagem, a facilidade de seu manuseio e as vantagens em relação à logística de distribuição, devido a seu baixo peso e por não precisar de retorno, conduziu a uma redução de custos de produção muito significativa, provocando uma disseminação de pequenas empresas na área de refrigerantes, sucos e águas, ocasionando a democratização do consumo desses itens e permitindo que mais pessoas tenham acesso aos produtos.

Na ótica de Leite (2003) sobre a reciclagem, ele diz que sacos de lixo plásticos no Brasil são feitos com resina plástica 100% reciclada, enquanto na fabricação de papéis com conteúdo de reciclados, as proporções de uso são variáveis, em função do tipo e do uso do produto. Quanto às garrafas de refrigerante da resina PET, o autor diz que existe uma proibição legal do uso de resina reciclada em garrafas para a indústria alimentícia, restando ao setor encaminhar o reciclado para outros tipos de produtos.

Segundo Gontijo, Dias e Werner (2010), as garrafas PET reduzem o volume de lixo coletado; economiza petróleo, pois a maioria dos plásticos é derivada do petróleo; economiza energia, pois um quilo de plástico equivale a um litro de petróleo em energia; gera empregos (catadores, sucateiros, operários); oferece menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com plástico reciclado (aproximadamente 30% mais barato que os mesmos fabricados com matéria prima virgem).

A triagem da matéria-prima da garrafa PET até o produto final corre por meio dos seguintes processos: coleta, análise e separação por cores diferentes; lavagem para o processo de retirada de resíduos; condução ao processo de secagem; condução ao processo de aglutinação; condução ao processo de extrusão; condução ao processo de resfriamento; e condução ao processo de aglutinação-produto final (ABIPET, 2009).

A capacidade das linhas de lavagem de PET pode variar de 100 a 1500 kg/h, com consumo médio de água = $\sim 4\text{m}^3/\text{h}$, tendo como consumo médio de energia = $\sim 120\text{ KW}$. A figura a seguir mostra o processo de lavagem e descontaminação de uma garrafa PET:

Os fardos de garrafa são introduzidos na plataforma para serem desmantelados, onde são postos na esteira de alimentação da peneira rotativa, onde ocorre a primeira etapa de lavagem das garrafas. Ali, retiram-se os contaminantes maiores, como pedras, tampas soltas, etc. Depois, as garrafas seguem para a esteira de seleção, onde a seleção é monitorada com a presença de outros materiais (ex.: PVC, PP, PE), inclusive os metais indicados pelo detector de metais à base de ferro. As garrafas, a seguir, vão caindo pela esteira de alimentação do primeiro moinho para sofrerem a primeira moagem, a úmido com adição de água. O material moído é retirado por uma rosca duplo envelope, onde e separa do processo uma parcela da água suja, que passa pelos tanques para se descontaminarem e onde, além de se separar os rótulos e tampas, adicionam-se produtos químicos para ajudar no processo. Depois, introduz-se o material a outro moinho até se alcançar a granulometria adequada, a fim de o material ser conduzido de forma pneumática até um lavador, para ser adicionada água para enxágue e indo logo a seguir à secagem. Então se retira o material depois de seco através de um transporte pneumático até o silo, onde passa por um detector de metais não ferrosos, para retirar e ser

colocado em big-bag's (sacolas de em média 1m³), pronto para envio para ser transformado (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2013).

Ainda segundo o SEBRAE², o processo de reciclagem do PET desde a coleta até a chegada à empresa é executado em três etapas: recuperação, revalorização e transformação. Na recuperação, as garrafas PET são recolhidas por catadores autônomos ou ainda por cooperativas. Essas embalagens que seriam despejadas no lixo comum ou em vias públicas, que gera sérios transtornos para o meio ambiente, passam a ganhar um status de matéria prima. Depois da coleta e recepção na empresa de reciclagem, as embalagens devem ser separadas por cor e prensadas. Essa separação por cor é necessária para que os produtos tenham uniformidade de cor, facilitando muito seu direcionamento às diversas aplicações no mercado. Na sequência, todo o material coletado e já selecionado passará para o processo de prensagem, para facilitar e viabilizar o transporte do material, pois o PET é muito leve.

Na revalorização, as embalagens que foram preparadas na etapa de recuperação são moídas para se tornar mercadoria passível de comercialização. O produto resultante dessa fase é o flocos da embalagem PET, que pode ser aprimorado pela linha de produção para produzir flocos mais refinados, que são utilizados na como matéria-prima final para fabricar diversos objetos. O empresário de reciclagem de PET poderá valorizar seu produto produzindo pellets, para o produto ficar mais condensado, otimizando o transporte e o desempenho na transformação. E a última fase, a transformação, é a fase na qual os flocos ou o granulado são convertidos em um novo produto acabado, encerrando assim todo o ciclo produtivo.

² Disponível em: <http://nikkeyweb.com.br/disco_virtual/File/empresa-de-reciclagem-papel-plastico-garrafas-pet-pneu.pdf> Acesso em: 18/05/2016.

6.1. Destinações das Garrafas PET

O destino dos produtos depois de consumidos pode ser a resposta para reduzir custos e estimular a sustentabilidade, transformando as garrafas PET em matéria prima para entrarem no ciclo produtivo, na forma de garrafa, camisas, sapato de couro sintético e muitos outros produtos. (GOMES, 2011). Os PET resultantes da reciclagem podem ser utilizados para a fabricação de roupas, novas garrafas e frascos PET (desde que não sejam destinados a produtos alimentícios e fármacos), vassouras, escovas e cerdas, sacolas, baldes, cabides, bancos de praças, e painéis para a construção civil.

Muitas opções de produtos de vários segmentos de consumo podem ser feitos com base na reciclagem do PET³, como: Indústria automotiva e de transportes (tecidos internos (estofamentos), carpetes, peças de barco); pisos (carpetes, capachos para áreas de serviços e banheiros); artigos para residências (enchimento para sofás e cadeiras, travesseiros, cobertores, tapetes, cortinas, lonas para toldos e barracas); artigos industriais (rolos para pintura, cordas, filtros, ferramentas de mão, mantas de impermeabilização); embalagens (garrafas, embalagens, bandejas, fitas); enfeites (têxteis, roupas esportivas, calçados, malas, mochilas, vestuário em geral); e uso químico (resinas alquídicas, adesivos).

Segundo o SEBRAE⁴, o principal mercado produtor brasileiro para o PET pós-consumo atual corresponde ao da fibra de poliéster para indústria têxtil (multifilamento), em que se aplica para fabricar fios de costura, forrações, tapetes, carpetes e mantas de TNT (tecido não tecido). É bastante utilizado para produzir cordas e cerdas de vassouras e escovas (monofilamento). O produto que resulta da reciclagem do PET é ainda voltado a fabricar filmes e chapas para

³ AMBIENTEBRASIL. RECICLAGEM E PET no Brasil. Disponível em:
<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_pet_no_brasil.html> Acesso em:
18/05/2016.

boxe para banheiros, termo formadores, formadores a vácuo, placas de trânsito e sinalização em geral. Existe tendência de aumento da utilização do PET pós-consumo recicladas para produzir novas garrafas para produtos, desde que não sejam voltados ao setor de alimentos.

Os componentes que mais se destacam no surgimento das contaminações do PET reciclado de garrafas de refrigerantes são os adesivos (cola) utilizados no rótulo e outros plásticos da densidade similar, como o PVC. Grande parte dos processos de lavagem não é capaz de impedir que vestígios desses produtos indesejáveis fiquem no floco de PET. A cola se torna um agente que catalisa o que foi degradado hidroliticamente logo que o material se submete à elevada temperatura no processo de extrusão, que o escurece e enrijece.

A produção de garrafas é a maior destinação das garrafas PET, e em seguida vem a indústria têxtil. É usada também como plástico de engenharia, na produção de peças de precisão. Produzem-se filmes de PET para embalagens e chapas, cordas, têxteis, peças de eletrodomésticos, entre outros. (GONTIJO, DIAS E WERNER, 2010).

Segundo o autor, as indústrias têxteis também têm utilizado as garrafas PET recicladas para servir de matéria-prima para a produção de cordas, cerdas para escovas, fibras para carpetes, fibras de enchimento de roupas para o inverso, lonas para toldos, entre outros. Um exemplo disso ocorreu no time do Corinthians, que, em 2012, apresentou, no CT Joaquim Grava, novos uniformes para a temporada 2012, tendo como diferencial a utilização do material utilizado para a confecção das camisas, feito a partir da reciclagem de garrafas pet. Para cada uniforme, segundo o Site Esporte Uol5, de 04/05/2012, foram utilizadas sete garrafas PET. Cada meião e calção representam mais 13 garrafas. Os uniformes apresentam o símbolo do

⁴ Disponível em: <http://nikkeyweb.com.br/disco_virtual/File/empresa-de-reciclagem-papel-plastico-garrafas-pet-pneu.pdf> Acesso em: 18/05/2016.

⁵ Disponível em: <<http://esporte.uol.com.br/futebol/ultimas-noticias/2012/05/04/corinthians-apresenta-novos-uniformes-feitos-com-reciclagem-de-garrafas-pet.htm>> Acesso em: 18/05/2016.

Estado de São Paulo como marca d'água e a camisa reserva, na cor preta, não possui as listras brancas. Mário Andrada, representante da Nike na América Latina, disse que foram retirados do lixão 120 milhões de garrafas PET com essa estratégia da Nike de sustentabilidade. Os uniformes têm gola redonda, cujo material é mais agarrado ao corpo.

Após a vida útil das garrafas PET e, ela poderá passa por um processo de coleta, separação e desmanche das mesmas. Segundo Leite (2003), pode-se classificar 'desmanche' como sendo um sistema que revaloriza um produto durável de pós-consumo que, depois de coletado, sofre um processo industrial de desmontagem no qual seus componentes em condições de uso ou de remanufatura são separados de partes ou materiais para os quais não existem condições de revalorização, mas que ainda são passíveis de reciclagem industrial.

Leite (2003) também diz que os canais reversos de "reuso" visam a extensão do uso de um produto pós-consumo ou de seus componentes com a mesma função para a qual foi originalmente concebido, ou seja, sem nenhum tipo de remanufatura. As garrafas PET, quando são recicladas, passam por um processo em que são transformados em matérias-primas novamente, que poderá ser utilizada tanto para a fabricação do mesmo produto do qual foi originada ou pode servir para a fabricação de um novo produto.

7. Análise e Discussão: Construção de Casas Populares com Garrafas PET

Como o avanço tecnológico, novas alternativas para a reutilização das garrafas PET pós-consumo necessitam vêm sendo desenvolvidas, de modo a evitar o descarte em aterros sanitários e no meio ambiente, onde as mesmas podendo levar anos para sua degradação no meio ambiente além de acarretar problemas nos aterros sanitários que estão sobre carregados. Assim, novas soluções vêm sendo dadas a elas. Uma medida sustentável e criativa foi

desenvolvida pelo electricista Antonio Duarte, do Rio Grande do Norte, que encontrou uma alternativa muito interessante para as garrafas de plástico: construir casas populares.

De acordo com o Portal Met@Lica (2010), a proposta é mudar os tradicionais tijolos por uma estrutura à base das garrafas PETS. Para isso, Antonio Duarte necessitou de apoio de pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Segundo ele:

“Os testes são simples. Dentro da UFRN existe um o laboratório de concreto onde são feitos ensaio, qualquer empresa pode submeter a teste seus corpos de acordo as normas da ABNT; fui testando até chegar ao ponto de economia e resistência adequadas” (PORTAL MET@LICA (2010, p. 1)).

Segundo Macedo (2010), para edificar uma casa como essa, utilizam-se blocos feitos com cimento, areia e as garrafas. Quando se obtiver todas as formas pré-moldadas, assegura-se que cada casa será feita em somente três dias.



Figura 2: Etapas Da Construção Das Casas Populares com Garrafas PET
Fonte: Portal Met@lica (2010).

Assim, os estudos realizados em laboratório testificaram que as paredes feitas a partir das garrafas descartáveis poderiam ser não somente tão resistentes quanto às paredes de tijolo, como poderiam ser até mais fortes. Além disso, segundo os estudos, tais garrafas são ótimos isolantes termoacústicos. Assim, após mais de um ano de estudos, experiências e descobertas,

obteve-se o projeto ideal para a construção das casas populares (PORTAL MET@LICA, 2010).

Na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, foram feitos alguns testes em laboratório e o resultado surpreendeu, dando resultado de 1,94 MPa (Mega Pascal), medida de resistência, sendo a tolerância para blocos de concreto, de acordo com o autor da ideia, é de 1,5 MPa. Segundo Antonio Duarte, inicialmente, as pessoas disseram que o vento iria levar embora as casas, mas testes foram realizados e se constatou, através da contratação de engenheiros para avaliar, que a casa é segura (MACEDO, 2010).

Além do baixo custo e do fator benéfico que a reciclagem oferece ao meio ambiente, as casas populares de garrafas PET oferece outros benefícios: os tijolos consistem em materiais que absorvem o calor e não conseguem dissipar, potencializando a temperatura, enquanto esses blocos feitos à base de garrafas asseguram às casas temperaturas bem mais frias. Antonio salientou também que o valor médio de R\$ 8 mil por unidade se dá devido a as garrafas atuarem como economizadoras de cimento (MACEDO, 2010).

Com os estudos feitos, de acordo com o Portal Met@lica (2010). pôde-se elaborar um passo a passo das etapas da construção de casas populares feitas com garrafas PET, como se verá a seguir: 1º passo: moldagem das paredes dentro de formas feitas com madeira e chapas de aço. Depois, colocam-se as garrafas entre a massa de cimento e areia, como num recheio de sanduíche. A distância entre as garrafas oscila de 5 a 12 cm, dependendo do projeto. Dentro da forma, preparam-se as partes hidráulica e elétrica da casa; 2º passo: fazer o contrapiso de cimento, onde todo o encanamento fica embutido; 3º passo: montagem das paredes em cima do contrapiso, “coladas” no chão com a ajuda de 10 cm de cimento; 4º passo: começa a fase de acabamento, em que se fazem as instalações de tomadas, interruptores, portas e janelas da

casa; 5º passo: Cobrir a estrutura. A sugestão é usar telha do tipo colonial; e 6º passo: pintar a casa e ir morar nela.



Figura 3: Etapas da Construção das Casas Populares com Garrafas PET
Fonte: Portal Met@lica (2010).

Segundo Macedo (2010), a ideia para se comprar uma casa por R\$ 8 mil, custo avaliado na ocasião da publicação do estudo, parece um sonho, ainda mais ao se saber que esta casa é construída à base de garrafas PET. O sonho se tornou realidade no município de Espírito Santo, a cerca 70 km de Natal, RN. Lá, a técnica de Antonio Duarte de construir casas de blocos com areia, cimento e 2.700 garrafas PET, é promissora. Tendo 46 metros de área coberta, sendo dois quartos, sala, cozinha e banheiro, o projeto piloto de Duarte considerou as projeções estabelecidas para financiamento da Caixa Econômica Federal.



Figura 4: Etapas da Construção das Casas Populares com Garrafas PET
Fonte: Portal Met@lica (2010).

A edificação da primeira casa nos moldes já citados, construída por Antonio Duarte durou um mês para ficar pronta, em dezembro de 2009. De lá para cá, o eletricitista aprimorou a técnica e atualmente, com paredes previamente preparadas, pode levantar a casa em apenas cinco dias (PORTAL MET@LICA, 2010).

Segundo o Portal Met@lica (2010), a casa de garrafa PET beneficia não só o planeta, propiciando um novo destino para as garrafas descartáveis, como também o aspecto socioeconômico de quem adere à ideia. No entanto, faltam políticas públicas consistentes que estimulem a coleta seletiva do lixo nas cidades. Duarte declarou que as casas populares de garrafa PET chegam a ser 50% mais baratas do que as construções convencionais. Além dos fatores socioeconômico e ambiental, as casas de garrafas PET oferecem maior conforto térmico, pois têm condutibilidade de calor inferior à do tijolo, ou seja, é mais fresca e arejada. Duarte deseja levar sua ideia à frente para que possa beneficiar mais pessoas. Na ocasião da pesquisa, negociações com a Secretaria de Habitação do Rio Grande do Norte e com algumas construtoras estavam sendo feitas, visando a produção da invenção em larga escala. Até o período da análise feita por Macedo (2010) e pelo Portal Met@lica (2010), o eletricitista já havia construído quatro casas e já possuía mais 20 na fila de espera. Inicialmente, quando mencionava sobre casas com garrafa PET, Antonio tinha a impressão de que parecia um amontoado de garrafas empilhadas. Mas, com o tempo, a conotação assumiu um viés ecologicamente correto e com economia de 50%, possuindo excelente aceitação. As expectativas futuras são novos projetos que incluem casas com mais andares.

Desta forma, Antônio Duarte conclui e forma otimista,

De acordo com Macedo (2010, p.1), dizendo que:

“Em qualquer lugar é possível encontrar garrafa pet e a baixo custo. Então, nosso objetivo é expandir essa ideia e proporcionar a realização do sonho da casa própria. Um financiamento desse tipo de construção ficará bem mais barato do que pagar um aluguel”.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do trabalho, puderam ser apresentadas todas as questões que envolvem a reciclagem das garrafas PET, como o processo de recolhimento das garrafas descartadas na natureza, a seleção das garrafas para lavagem o prepara para a transformação de sua matéria prima, os tipos de processamento e os produtos fabricados a partir delas, como chapas, cordas, têxteis, peças de eletrodomésticos, roupas, vassouras, escovas e cerdas, sacolas, baldes, cabides, bancos de praças, e painéis para a construção civil, entre outros.

A Responsabilidade Socioambiental é uma realidade e quem não a observa pode perder muito mais do que o mercado: pode perder novas possibilidades. Atualmente, reciclagem ainda não é tão desenvolvida quanto a natureza precisa, mas vêm dados grandes passos de crescimento e num futuro próximo, acredita-se que essa questão será mais bem desenvolvida pelas empresas e sociedade. Por isso, o processo de reciclagem propõe uma alternativa para redesenhar o descarte de lixo com o qual, culturalmente, as pessoas não se preocupam. Este processo deve ser cada vez mais especializado e tecnologicamente.

As casas populares à base de garrafas PET são um claro exemplo de preocupação com a sustentabilidade e com questões socioambientais, pois impactam na redução da degradação do meio ambiente, e direcionam melhorias sociais, dando condições a pessoas de baixa renda poder ter acesso à casa própria. É claro que questões políticas e governamentais impactam nessa questão, no intuito de popularizar programas de habitação com base nesse estilo de

moradia, que, além de beneficiar as pessoas e o meio ambiente, também irá beneficiar empresas do setor de construção de tais casas e fábricas de materiais de construção.

Desta forma, este estudo cumpriu seu papel de apresentar um importante viés da logística reversa como uma ferramenta de sustentabilidade empresarial. Por tudo o que foi tratado, observa-se que muitos avanços a esse problema socioambiental já foram feitos, mas devem ser ampliados e outros ainda precisam revistos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET- Associação Brasileira da indústria do PET. 2009. Disponível em: <www.abre.org.br>. Acesso em 23/05/2016.

AMBIENTEBRASIL. Reciclagem e PET no Brasil. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_pet_no_brasil.html> Acesso em: 18/05/2016.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial/Gestão de cadeia de suprimentos**. 5 ed. Bookman, 2004.

DIAS, Reinaldo. **Marketing Ambiental: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GOMES, Leonardo Lorea. **Logística de Distribuição**. 2011. Disponível em: <<http://logisticadedistribuicao.blogspot.com.br/2011/11/logistica-reversa-da-garrafa-pet.html>> Acesso em: 18/05/2016.

GONTIJO, Felipe Eugênio Kich; DIAS, Alexandre Magno De Paula. **Logística Reversa de Ciclo Fechado para o PET**. XXXI Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Belo Horizonte, 2011.

GONTIJO, Felipe Eugênio Kich; DIAS, Alexandre Magno De Paula; WERNER, Jaqueline. **Logística Reversa de Ciclo Fechado para o PET**. VI Congresso Nacional em Gestão. Niterói, 5, 6 e 7 de Agosto, 2010.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MACEDO, Thyago. **Garrafas pet concretizam sonho da casa própria**. 7 de janeiro de 2010. Disponível em: <<http://www.nominuto.com/noticias/cidades/garrafas-pet-concretizam-sonho-da-casa-propria/44831/>> Acesso em: 01 de junho de 2016.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, Operação e Avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

PAULA, Caco de. **O futuro a gente faz agora. Planeta Sustentável**. Ed. Abril, 2007. Acesso em 02/08/2016. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.uol.com.br/noticia/sustentabilidade/conteudo_226382.shtml>.

PORTAL MET@LICA. **Sustentável e criativa: casa de garrafa PET**. 2010. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/sustentavel-e-criativa-casa-de-garrafa-pet>> Acesso em: 01 de junho de 2016.

PORTAL SÃO FRANCISCO. Reciclagem do PET. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-reciclagem-do-plastico/processo-de-reciclagem-do-pet.php>> Acesso em: 16/05/2016.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

VALE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: O desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente, Como se preparar para as normas ISO 14.000**. São Paulo: Pioneira, 1995.