

ANÁLISE DO CICLO DE VIDA E DA LOGÍSTICA REVERSA COMO FERRAMENTAS DE GESTÃO SUSTENTÁVEL: O CASO DAS EMBALAGENS PET

Rafael Rodrigues Silva¹

Flávia Tatiane Ribeiro de Lima Rodrigues²

RESUMO: O objetivo deste trabalho é explanar sobre o uso conjunto da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e da Logística Reversa como ferramentas de Gestão Sustentável da Produção. Também pretende-se mostrar as regalias provenientes da utilização dessas ferramentas e evidenciar os princípios da logística reversa, bem como seu diferencial competitivo, minimizando os custos e contribuindo para a preservação do meio ambiente. Com isso, as empresas e a população precisam buscar soluções que minimizem os impactos ambientais para que não sejam afetados por esses danos. Nesse sentido, são apresentadas práticas de logística reversa e a ACV de produtos, com base no caso das embalagens PET, que surgem como importantes ferramentas para o desenvolvimento sustentável, auxiliando ainda na identificação de oportunidades de melhorias dos aspectos ambientais, desde a matéria-prima e fabricação, até o uso e disposição final. Portanto, conclui-se que as empresas devem estar prontas para atender as exigências e pressões do mercado, do consumidor e da legislação vigente, pois a escolha pela sustentabilidade em termos de logística é peça fundamental para o desenvolvimento econômico e para preservação do Meio Ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Logística reversa. ACV.

1 INTRODUÇÃO

A consciência e preocupação ambiental dos consumidores tem adquirido um espaço cada vez maior na sociedade e, conseqüentemente, as pressões ambientais e sociais relativas às responsabilidades das organizações vem crescendo simultaneamente a essa realidade (ZOBEL et al., 2002; REVEILLEAU, 2011).

Em termos globais o crescimento populacional e o consumismo desenfreado são notórios, os quais se evidenciaram após a Revolução Industrial e que continuam crescendo de forma desordenada. Com isso, ao longo dos anos, as indústrias “tomaram posse” dos recursos

¹ Doutorando em Administração, Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: rafael.rodrigues@ifrn.edu.br.

² Tecnóloga em Gestão Ambiental, IFRN. Graduada em Administração, UFRN, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: flaviatrl@yahoo.com.br.

naturais, utilizando-os de forma desenfreada e predatória. Assim, tornou-se necessário a criação e a utilização de novos conceitos e técnicas que atendessem a crescente demanda de consumo para minimizar os impactos ambientais.

Visando a preocupação ecológica de alguns consumidores, as empresas adotaram novas técnicas, que, por sua vez, agregam valor ao produto e a imagem corporativa. Dentre os conceitos trabalhados pelas empresas pode-se destacar a Logística Reversa e a Análise do Ciclo de Vida do produto (ACV) (HINZ; VALENTINA; FRANCO, 2006; GUARNIERI et al., 2006).

No Brasil, a preocupação ambiental tornou-se significativa no final dos anos 80, acentuando-se na década de 1990 com a realização da Eco 92 no Rio de Janeiro, onde discutiu-se as questões ambientais sob a ótica das esferas política, social e econômica. Sem esses dois primeiros aspectos, a questão ambiental dificilmente poderia ter um entendimento adequado e proposição de novos direcionamentos.

Atualmente, há um incentivo na criação de fontes reversas de distribuição que minimizem e solucionem o problema da quantidade de produtos descartados no meio ambiente (REVEILLEAU, 2011). Desta forma, a Logística Reversa apresenta-se como uma ferramenta para o crescimento da sustentabilidade.

As empresas são as principais responsáveis por suas inovações tecnológicas, assim, devem adotar medidas de preservação ambiental, tais como a utilização do processo de Logística Reversa, sendo esta uma prática para solucionar problemas ambientais e também para atender um requisito imposto pelo mercado.

Algumas indústrias (automobilística, eletrônicos e cosméticos) já utilizam o processo de logística reversa. É perceptível que a adoção desta prática tem gerado aumento na lucratividade, redução nos desperdícios e minimização dos danos ao meio ambiente (ADLMAIER; SELLITO, 2007).

Portanto, as empresas devem analisar o ciclo de vida dos produtos que estão produzindo e avaliar o impacto que o mesmo causará durante toda sua vida, sendo a empresa produtora a responsável pelo destino antes e pós-consumo, visando à minimização de impactos e a preservação do meio ambiente.

Face ao exposto, este trabalho objetiva explicar sobre o uso conjunto da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e da Logística Reversa como ferramentas de gestão sustentável da produção. E, para mostrar a aplicabilidade desses conceitos é utilizado o caso das embalagens

PET. Portanto, esta pesquisa caracteriza-se como exploratória e aplicada, desenvolvida a partir da coleta de dados secundários.

A organização do presente estudo inicia-se com essa abordagem introdutória, seguida pela seção 2, que faz uma abordagem sobre a Análise do Ciclo de Vida do produto. A seção 3 e 4, que tratam dos principais conceitos e benefícios da logística reversa. A seção 5, procedimentos metodológicos, faz uma explanação do processo da pesquisa e métodos empregados. Na seção 6 é apresentado o caso das embalagens PET. Na seção 7, encontram-se as considerações finais, além de sugestões para possíveis trabalhos futuros e, em seguida, são listadas as referências.

2 ANÁLISE DO CICLO DE VIDA (ACV)

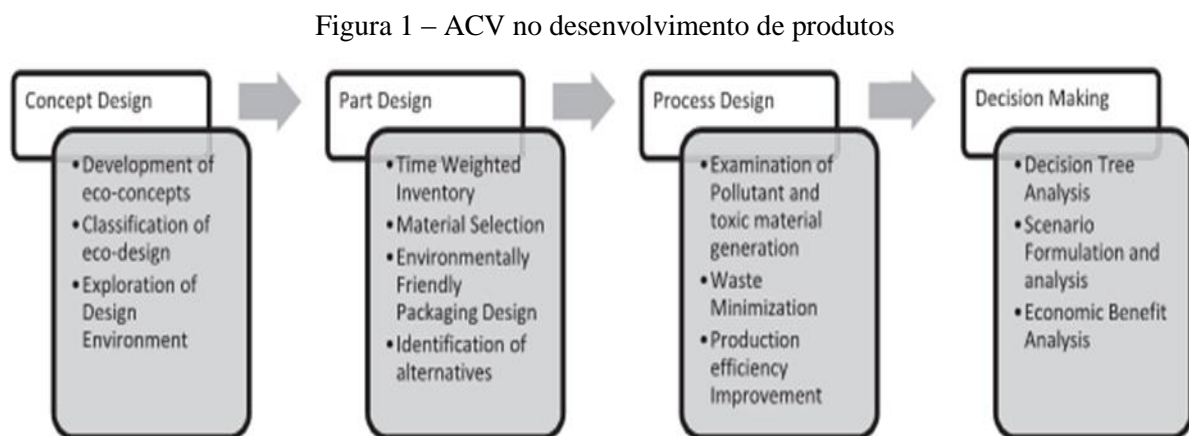
As organizações vêm percebendo que o ciclo dos produtos na cadeia comercial não acaba quando eles são descartados, estimulando a responsabilidade das mesmas sobre o fim de vida do seu produto, passando a considerar a implantação de processos como reciclagem e reaproveitamento dos materiais, aliados ao melhor uso de matérias-primas (recursos renováveis e menos poluentes) e energia na produção. Assim, surgiram ferramentas sustentáveis para implantação e otimização desses processos, como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Logística Reversa.

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica de levantamento de aspectos ambientais associados a cadeia produtiva de uma indústria, de compilação e avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida. É uma ferramenta de controle ambiental, que avalia o desempenho dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração dos recursos naturais, passando por todos os elos industriais de sua cadeia produtiva, pela sua distribuição e uso, até sua disposição final (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2009).

A norma NBR ISO 14040, propõe quatro fases para o estudo de avaliação do ciclo de vida: i) a definição do objetivo e escopo do estudo, ii) a construção de um inventário de ciclo de vida, iii) a avaliação do impacto do ciclo de vida, e iv) interpretação. Esse estudo permite a identificação dos pontos de geração de resíduo na cadeia produtiva, melhor controle do processo, quantificação de perdas de produção, correta segregação de efluentes, resíduos e emissões (ABNT, 2009).

A ACV também pode ser utilizada como um método de apoio à decisão quanto aos aspectos e impactos ambientais, pois entre outras aplicações propõe-se a contribuir para a solução de questões ecológicas por meio de uma metodologia bem definida (HINZ; VALENTINA; FRANCO, 2006). Na literatura são encontradas referências que propõem métodos que reforçam a importância da utilização do ACV como ferramenta de apoio à decisão (CHANG; LEE; CHEN, 2014; ZHANG et al., 2015).

Com base numa extensa revisão da literatura, Chang, Lee e Chen (2014) correlacionaram o ACV ao Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. Na discussão proposta pelos autores, antes de iniciar o desenho do produto, o conceito deve ser concebido em primeiro lugar, conforme apresentado na Figura 1.



Fonte: Chang, Lee e Chen (2014)

O *Concept Design* é a fase em que as ideias são geradas e estrutura geral do novo produto é definido. Após comparar todos os conceitos selecionados, o conceito final será escolhido. Na fase *Part Design*, cada componente é selecionado e analisado. Na fase de *Process Design*, os métodos de processamento são selecionados. Finalmente, designers e gerentes de projeto tem que tomar uma decisão apropriada, considerando todas essas informações.

No Brasil, as empresas ainda enfrentam problemas quanto ao desenvolvimento de uma metodologia adequada à realidade do país, devido a ACV depender das características regionais. Por isso, muitos estudos baseiam-se na NBR ISO 14040 (BARBOSA JÚNIOR et al., 2008).

Algumas barreiras para implementação da ACV no Brasil ainda são destacadas por Barbosa Júnior et al. (2008), dentre as quais destacam-se: a falta de banco de dados sobre impactos ambientais; dificuldades financeiras; e a falta de incentivos governamentais.

Nesse contexto, de implantação de novas técnicas que possam melhorar o processo industrial, seja pelo ponto de vista ambiental e econômico das empresas, surge a Logística Reversa, um elemento que auxilia a aplicação da ACV assessorando os processos de planejamento, controle de fluxo, estoque de matéria-prima, entre outros aspectos da produção.

A Logística Reversa (ADLMAIER; SELLITTO, 2007) pode viabilizar a utilização de materiais recicláveis, a reintrodução de materiais rejeitados ao processo produtivo e com isso aumentar a eficiência produtiva, gerando cada vez menos consumo de insumos, diminuir os desperdícios de materiais e conseqüentemente obter menor geração de resíduos e impactos ao meio ambiente.

Nas análises do ciclo de vida dos produtos, a utilização do sistema de logística reversa é de grande relevância, pois permite a detecção dos aspectos pertinentes ao meio ambiente em todas as etapas dos seus ciclos de vida, da extração e manufatura ao pós-consumo. Com isso objetivando o uso de tecnologias mais adequadas, proporcionando a redução dos materiais utilizados no processo produtivo, concebendo-os com possibilidade de reuso após o término de sua vida útil, e reaproveitamento mais eficiente de seus componentes e materiais.

3 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa surge como o processo oposto à logística convencional, tratando do retorno tanto das mercadorias consumidas (logística de pós-consumo) quanto das não consumidas (logística de pós-venda), repensando a cadeia produtiva no sentido inverso, ou seja, do consumidor à empresa, buscando a reutilização dos materiais e a diminuição das emissões poluidoras (LEITE, 2012).

Segundo Leite (2003), a Logística Reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

O conceito de Logística Reversa pode variar de acordo com a visão de cada segmento, visto que empresas distribuidoras podem conceitua-la como o retorno de mercadorias

vendidas. Enquanto que indústrias podem defini-la como retorno de produtos com defeito, isso se deve ao fato de que o ciclo de vida de cada produto é diferente.

A natureza do processo de Logística Reversa depende do tipo de material e o motivo pelo qual ele entrou no sistema. Os produtos em geral, retornam devido a uma necessidade de reparo, reciclagem, descarte ou simplesmente porque os clientes os devolveram (GONÇALVES; MARINS, 2006)

O reaproveitamento de produtos e embalagens tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, e isso se deve a diversos fatores, tanto ambientais quanto econômicos e em último caso, o descarte final adequado. Assim, percebe-se que o planejamento reverso utiliza os mesmos processos que um planejamento convencional, tratando de nível de serviço, armazenagem, transporte, nível de estoque, fluxo de materiais e sistema de informação (MUELLER, 2005).

A gestão da cadeia de suprimentos é outro ponto importante para a Logística Reversa. O conhecimento de toda a cadeia onde a empresa está inserida e a participação de todos os integrantes tornam-se pontos críticos para o desenvolvimento completo da Logística Reversa (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

No âmbito da logística reversa, o Brasil tem apresentado avanços, tendo uma legislação ambiental abrangente e compatível com a realidade, com normas legais de produtos conforme sua especificidade (PEDROSA, 2008). Segundo Nogueira (2005), existe uma tendência de que a legislação ambiental torne as empresas cada vez mais responsáveis pelo ciclo de vida de seus produtos, ou seja, ser legalmente responsável pelo seu destino após a entrega aos clientes e do impacto ambiental que esses causam.

Na legislação brasileira destaca-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi instituída pela Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010. Na lei a logística a reversa é destacada como um dos instrumentos de implementação de ações pelas empresas, com a finalidade de recuperar materiais após o consumo, dando continuidade ao seu ciclo de vida como insumo para novos produtos (BRASIL, 2010).

Ao analisar a PNRS, Reveilleau (2011), ressalta que essa lei é mais do que uma política voltada para o gerenciamento de resíduos sólidos englobando responsabilidade ambiental e social. Também, mostra-se como um instrumento normativo que, se praticado com seriedade e continuidade pelos governos, empreendedores e consumidores será capaz de implementar soluções eficientes na erradicação e na diminuição dos resíduos, por oferecer um regramento

mais uniforme na forma de gestão, tratamento e destinação, balizada em princípios democráticos e socioambientais (REVEILLEAU, 2011).

Portanto, a Logística Reversa é uma ferramenta eficiente e que aliada aos estudos da ACV, dentre outras aplicações de um Sistema de Gestão Ambiental empresarial, demonstra bom desempenho e agregam valor as empresas que utilizam esses princípios, visando uma hábil política de produção, atendendo às exigências ambientais e sociais (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

Considerando as vantagens da utilização da logística reversa e os avanços ocorridos no Brasil, considera-se importante destacar os benefícios que o uso dessas práticas pode proporcionar para o meio ambiente e, conseqüentemente, para as empresas e para sociedade em geral.

4 BENEFÍCIOS DA LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa contribui fundamentalmente para a preservação do meio ambiente ao reintroduzir os produtos consumidos novamente no processo produtivo, agregando valor aos rejeitos. Dessa forma, os rejeitos adquirem caráter de matéria-prima, evitando sua extração conservando os recursos naturais (ABNT, 2009). Além disso, pode-se citar a redução do consumo de energia em alguns processos, por exemplo: a reciclagem do alumínio economiza 95% de energia elétrica utilizada para fabricação do alumínio primário. Este custo é expressivo quando se considera que a energia elétrica representa 70% do custo de fabricação do alumínio (LEITE, 2003).

Na literatura são encontrados alguns casos de sucesso com a aplicação desses conceitos. Adlmaier e Sellitto (2007), verificaram que a utilização de embalagens retornáveis para exportação de peças para motores proporciona vantagens ecológicas, econômicas e logísticas com a eliminação da geração de resíduos de papelão, uma economia de R\$ 950 mil/ano com o reuso das embalagens e redução da complexidade nas operações de exportação.

No caso de uma madeireira, Guarnieri et al. (2006) observaram que a revalorização legal dos resíduos de pós-consumo é uma forma de obtenção de competitividade. Pois, resolve o problema da destinação dos resíduos garantindo o seu retorno ao ciclo produtivo e, conseqüentemente, obedecendo à legislação vigente, e gerando valor para empresa por meio da otimização dos recursos naturais, transformando resíduos em matéria-prima.

A consciência do consumidor e a própria legislação, tem feito muitas empresas adotarem essa postura responsável de cuidar dos produtos que já chegaram ao fim da vida útil

refletindo positivamente para a organização na conquista da confiança do consumidor e também para obtenção de certificações. Entretanto, considerando o caso relatado por Chaves e Batalha (2006), faz-se necessário que as empresas despendam esforços na divulgação de seus programas de coleta e na motivação dos seus clientes para participarem, permitindo um alcance de uma imagem diferenciada junto aos consumidores.

As empresas têm interesse em apresentar-se como comprometidas com questões ambientais (LEITE, 2003) e ações voltadas à preservação ambiental. Certamente serão recompensadas com retornos de imagem diferenciada como vantagem competitiva. No entanto, quando a Logística Reversa não é realizada de forma intencional, pode acarretar um aumento nos custos, no tocante à logística de pós-venda, o que ocorre quando os produtos voltam aos centros produtivos devido às falhas, pedidos emitidos em desacordo com o cliente, troca de embalagens e por outros problemas.

As empresas que não se preparam para o recebimento desses materiais, elaborando uma estratégia de logística reversa, pagam altos custos uma vez que processos como armazenagem, separação, conferência, distribuição serão feitos em duplicidade, e assim como os processos, os custos também são duplicados (LEITE, 2003).

Portanto, os estudos aplicados corroboram com a literatura quanto aos benefícios da utilização da logística reversa. Sendo assim, as empresas que a utilizaram apresentaram ganhos significativos proporcionando aumento da competitividade.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso e seu delineamento está baseado em Yin (2005). As técnicas utilizadas na coleta dos dados foram: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa exploratória. A pesquisa exploratória é empregada nos casos em que não há um sistema de teorias e conhecimentos suficientes sobre o tema, sendo difícil elaborar hipóteses operacionalizáveis.

Os dados foram analisados por meio do método descritivo, que tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2010).

A abordagem utilizada nesta pesquisa foi a qualitativa, pois possibilita investigar um fenômeno com maior amplitude e aprofundamento (ALVEZ-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999).

Tais colocações subsidiam a escolha desta abordagem para o estudo da logística reversa e ciclo de vida do produto, já que percebeu-se poucos trabalhos acadêmicos desenvolvidos no contexto brasileiro. A coleta de dados baseou-se no levantamento de dados secundários sobre ACV, logística reversa e a PNRs.

6 O CASO DAS EMBALAGENS PET

O Politereftalato de Etileno, popularmente conhecido como PET, é um polímero termoplástico que inicialmente era utilizado apenas na substituição do algodão como fibra têxtil, e depois na década de 1980, na aplicação de filmes para embalagens (GONÇALVES-DIAS, 2006). É importante ressaltar que o poliéster usado na produção de fibras e filamentos são produtos com a mesma base de matérias-primas, mas, que no processo de fabricação, recebem aditivos diferentes, de acordo com o uso final pretendido.

O surgimento das embalagens PET se deu no início da década de 1990 e trouxe grandes benefícios para a indústria de bebidas, devido a características como transparência, que torna o produto mais atraente, e, acima de tudo, o preço mais vantajoso que as matérias anteriormente utilizadas como os vidros e metais (Associação Brasileira da Indústria de PET – ABIPET, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de PET (ABIPET, 2015), o PET proporciona alta resistência à impactos e química, suportando o contato com agentes agressivos e também é uma excelente barreira para gases e odores. Por isso é capaz de conter os mais diversos produtos com total higiene e segurança, para o produto e para o consumidor. A embalagem de PET tem mostrado ser o recipiente ideal para a indústria de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção, evitando desperdícios em todas as fases de produção e distribuição.

A embalagem de PET solucionou um problema que a indústria tinha com a perda de garrafas retornáveis, com quebras e falhas de logística reversa onde algumas unidades eram perdidas. Assim, a indústria necessitava de um estoque muito grande de garrafas para repor essas perdas, sem contar que essas embalagens tinham um custo alto e encarecia o produto.

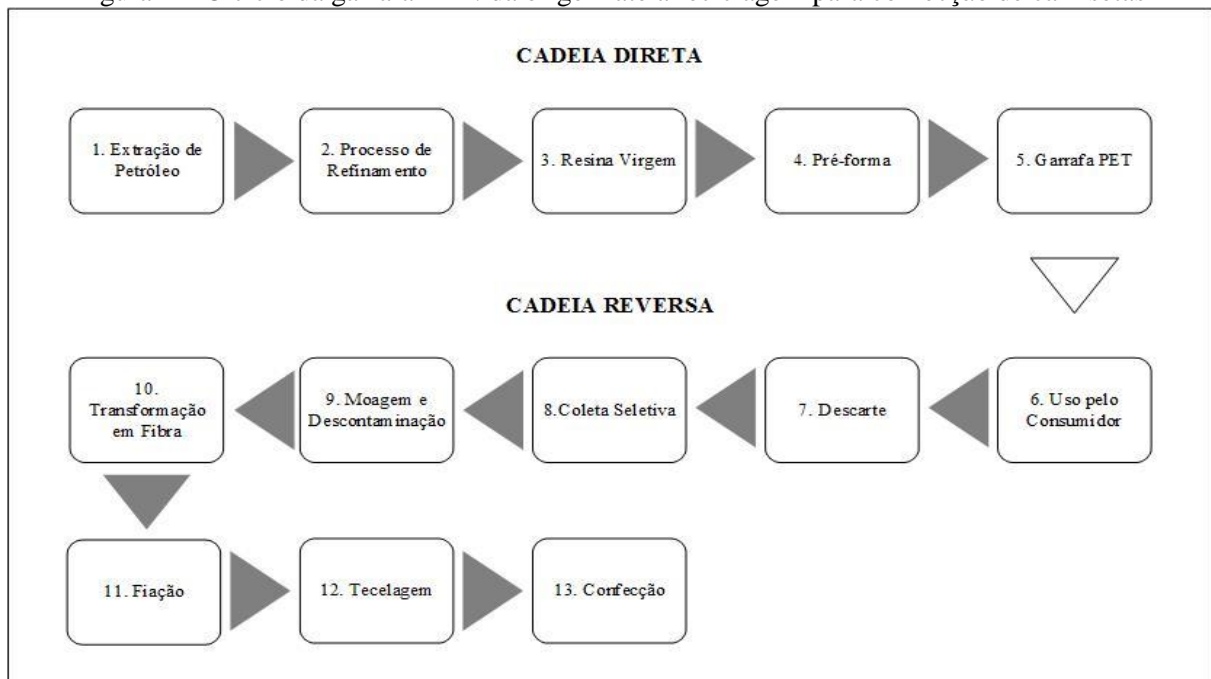
A partir das dificuldades do primeiro sistema de logística reversa na indústria de refrigerantes, no caso das garrafas retornáveis (de vidro), deu origem a uma larga escala de produção de embalagens PET e com isso uma crescente produção de resíduo. Um dos principais desafios tem sido sua reciclagem por possuir alta resistência à biodegradação e seu descarte inadequado gera um grande impacto ambiental.

Segundo a ABIPET (2015) grande parte do PET reciclado no Brasil é destinado à indústria têxtil, outra parcela relevante é destinado para confecções de vassouras, embalagens para produtos de limpeza, carpetes e enchimentos de travesseiros. Os esforços atuais estão direcionados no sentido de obter um produto acabado de polímero reciclado que possua as propriedades mais próximas possíveis do polímero virgem, para ser empregado na confecção de materiais com aplicações mais nobres (SPINACÉ; PAOLI, 2005).

No caso das garrafas PET, verifica-se o fluxo de produção direto e reverso, conforme a Figura 1 que apresenta o processo de reciclagem e reprocessamento para confecção de camisetas. O fluxo direto é o processo de produção a partir da extração da matéria prima até a confecção da garrafa. A cadeia reversa é a continuidade do fluxo pós consumo, nessa cadeia é importante a conscientização dos consumidores para fazer com que essa logística seja eficiente (GONÇALVES-DIAS; TEODÓSIO, 2006; PEDROSA, 2008).

Como a legislação brasileira não permite a utilização de embalagens plásticas recicladas para alimentos, essas embalagens devem ser recolhidas para serem destinadas à reciclagem para outros fins. Ou seja, a indústria de alimento pode utilizar a logística reversa para recolher suas embalagens, sendo de sua responsabilidade a destinação final, repassando para outras indústrias que as possam reciclar.

Figura 1 – O ciclo da garrafa PET: da origem até a reciclagem para confecção de camisetas



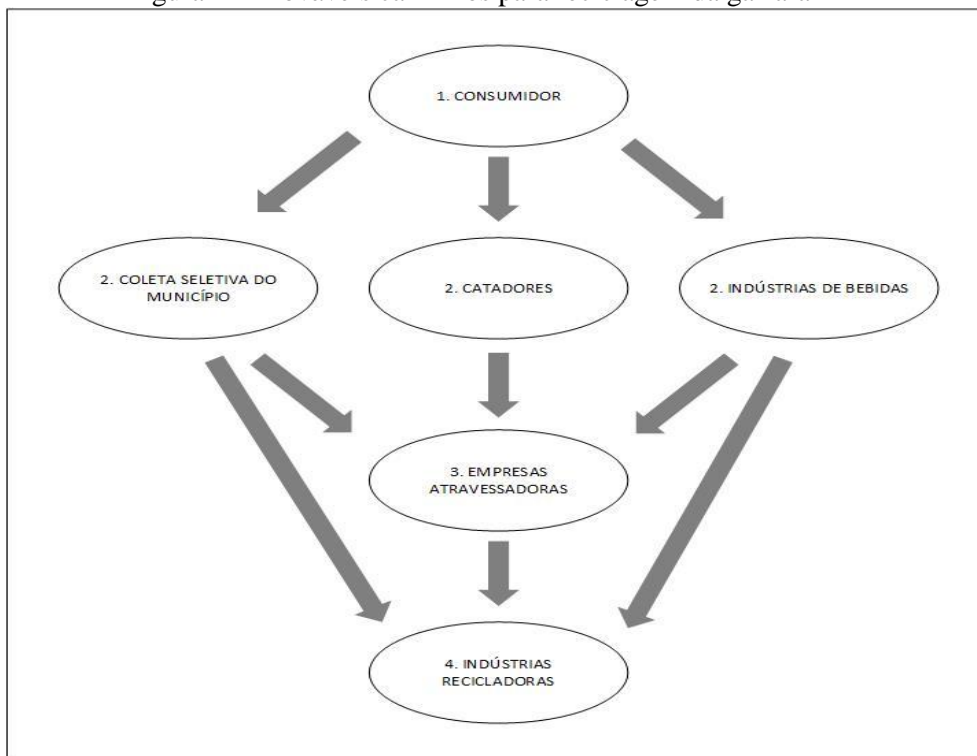
Fonte: Elaborado pelos autores

Contudo, o consumidor é a peça chave no processo de reciclagem do PET, pois é quem decide o que fazer com a embalagem pós-consumida, para esta situação existem duas possibilidades: o reuso pelo consumidor ou a reciclagem. Para Gonçalves-Dias e Teodósio (2006), as embalagens não recicladas caracterizam o “descaminho” da logística reversa, pois permanecem em aterros, lixões, praias, ruas e rios devido a destinação incorreta dada pelos consumidores. Já aquelas que voltam ao ciclo produtivo por meio da reciclagem constituem o “caminho” correto, fechando o ciclo.

No caso da reciclagem, existem vários caminhos por onde a garrafa percorre até chegar a esse fim. Conforme ilustrado na Figura 2, existem três atores que podem ser utilizados para reciclagem do PET: coleta seletiva, catadores e indústrias. A partir deste ponto, esses atores podem repassar o material reciclado direto para indústrias recicladoras ou fazer isso por meio de empresas atravessadoras.

Para Gonçalves-Dias (2006), a presença de atravessadores, os chamados “sucateiros”, dificultam o avanço do processo produtivo na qualidade e confiabilidade da coleta, além de contribuir para precarização da força de trabalho envolvida (os catadores), configurando-se também um problema de ordem social.

Figura 2 – Prováveis caminhos para reciclagem da garrafa PET



Fonte: Elaborado pelos autores

No caso das embalagens PET, o papel da logística reversa envolve a gestão do fim da vida das embalagens, devendo ser estimulado tanto pela oportunidade econômica quanto pela preocupação ambiental (GONÇALVES-DIAS, 2006).

Face ao exposto, a utilização da logística reversa no caso das embalagens PET, minimiza os impactos ambientais e origina matéria-prima (PET reciclado) para fabricação de novos produtos proporcionando geração de recursos financeiros para uma cadeia de atores envolvidos no processo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A logística reversa vem se desenvolvendo com a adesão crescente das empresas que já enxergam como um diferencial competitivo. Tem um papel fundamental para o gerenciamento dos resíduos sólidos bem como sua destinação final, agregando valor aos produtos pós vendidos e consumidos de modo a torná-los matérias-primas secundárias.

As empresas que utilizam a ACV e investem na logística reversa podem gerar receitas extras com a venda de retornáveis, por exemplo, e com a própria economia de matéria-prima, preservando os recursos naturais. As empresas podem também usufruir do marketing ambiental, investindo na melhoria da imagem da empresa para atrair os chamados “consumidores verdes”.

Embora o potencial da atividade de Logística Reversa na economia seja vantajosa e ambientalmente importante, a falta de visão dessa atividade como geradora de vantagem competitiva às empresas compromete a estruturação e a eficiência destes canais.

Quando se verifica a gestão estratégica que trata do fim da vida dos produtos, é possível elaborar ferramentas de grande importância que transcendem à sua reciclagem. Entretanto, é necessário que em pesquisas futuras sejam desenvolvidas e analisadas bases metodológicas eficientes e adequadas à gestão ambiental do ciclo completo dos produtos, aí incluídos a concepção, a produção, o uso e o pós-consumo.

Como implicações gerenciais, espera-se que este estudo contribua para a conscientização de que a ACV e a logística reversa gerem vantagem competitiva sustentável por diferenciação da imagem e redução de custos. Porém, este processo deve ser acompanhado por incentivos de promoção (propaganda, força de vendas dentre outros), para contribuir com os resultados esperados na concepção da logística reversa.

Portanto, as empresas devem estar prontas para atender as exigências e pressões do mercado e da legislação vigente, pois a escolha pela sustentabilidade em termos de logística, é

peça fundamental para o desenvolvimento econômico, bem como a melhoria do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABIPET. Associação Brasileira da Indústria de PET. **Resina PET – o que é PET**. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

ABIPET. Associação Brasileira da Indústria de PET. **Reciclagem – benefícios da reciclagem PET**. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=49>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14040:2009: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estruturas**. Rio de Janeiro, 2009.

ADLMAIER, D.; SELMITTO, M. A. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Produção**, v. 17, n. 2, p. 395-406, 2007.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira. 1999.

BARBOSA JÚNIOR, A. F.; MORAIS, R. M.; EMERENCIANO, S. V.; PIMENTA, H. C. D.; GOUVINHAS, R. P. Conceitos e aplicações de análise do ciclo de vida (ACV) no Brasil. **Revista Gerenciais**. São Paulo, v.7, n.1, p. 39-44, 2008.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

CHANG, D.; LEE, C. K. M.; CHEN, C.-H. Review of life cycle assessment towards sustainable product development. **Journal of Cleaner Production**, v. 83, n. 0, p. 48–60, 2014.

CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**. São Carlos, v. 13, n. 3, p. 423-434. 2006.

DAHER, C. E.; SILVA, E. P. S.; FONSECA, A. P. Logística Reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor. **Brazilian Business Review**. Vitória, v. 3, n. 1, p. 58-73, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2010.

GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S. Logística Reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**. São Carlos, v. 13, n. 3, p. 397-410, 2006.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Há vida após a morte: um (re)pensar estratégico para o fim da vida das embalagens. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.13, n.3, p.463-474, 2006.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S. S. Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. **Produção**. São Paulo, v. 16, n. 3, p. 429-441, 2006.

GUARNIERI, P.; DUTRA, D. J. S.; PAGANI, R. N.; HATAKEYAMA, K.; PILATTI, L. A. Obtendo competitividade através da logística reversa: estudo de caso em uma madeireira. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 1, n. 4. 2006.

HINZ, R. T. P.; VALENTINA, L. V. D.; FRANCO, A. C. Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela Avaliação do Ciclo de Vida. **Estudos tecnológicos**. São Leopoldo, v. 2, n. 2, p. 91-98, 2006.

LEITE, P. R. **Logística reversa na atualidade**. In: PHILIPPI JR., Arlindo (Coord.). Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole, 2012.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MUELLER, C. F. **Logística Reversa, Meio Ambiente e Produtividade**. Grupo de Estudos Logísticos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. Disponível em: <http://limpezapublica.com.br/textos/artigo01_1.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2015.

NOGUEIRA, A. Logística Reversa no Brasil. 2005 Disponível em: <http://www.ogerente.com.br/log/dt/logdt-an-logistica_reversa_brasil.htm>. Acesso em: 04 jan. 2015.

PEDROSA, A. S. A logística reversa como uma ferramenta gerencial: um novo diferencial competitivo para as organizações. **Revista Qualit@s**. João Pessoa, v. 7, n. 2, p. 1-16, 2008.

REVEILLEAU, A. C. A. A. Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo da vida do produto. **Revista Internacional de Direito e Cidadania**, n. 10, p. 163-174, 2011.

SPINACÉ, M. A. S.; PAOLI, M. A **Tecnologia da reciclagem de polímeros**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZOBEL, T.; ALMROTH, C.; BRESKY, J.; BURMAN, J.-O. Identification and assessment of environmental aspects in an EMS context: an approach to a new reproducible method based on LCA methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 10 n. 4, p. 381–396, 2002.

ZHANG, Y.; LUO, X.; BUIS, J. J.; SUTHERLAND, J. W. LCA-oriented semantic representation for the product life cycle. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 146–162, 2015.

Originals recebidos em: 13/01/2015

Aceito para publicação em: 10/08/2015