

# LOGÍSTICA REVERSA DE CICLO FECHADO PARA O PET

**Felipe Eugenio Kich Gontijo (UDESC)**  
gontijo@udesc.br

**Alexandre Magno de Paula Dias (UDESC)**  
alexmpdias@hotmail.com



*Este artigo disserta sobre a logística reversa das embalagens PET e a relevância que este ciclo contribui para o meio ambiente. Apesar do PET ser reconhecidamente um material reciclável, a sua utilização ainda não tem eficiência e valor reconhecido como outros materiais, principalmente pela característica de ciclo aberto, alimentando a cadeia de suprimento de outros produtos. Através da tecnologia de reciclagem bottle-to-bottle se viabiliza uma configuração de ciclo fechado, passando a ter um potencial de auto-suprimento, o que desperta valor no material e interesse em configurar uma cadeia de suprimento com características sustentáveis. Configura-se uma pesquisa exploratória e explicativa, onde se esclarece as dificuldades e potencialidades da tecnologia de reciclagem e da necessidade de compreensão da cadeia de suprimentos. A partir do estudo das embalagens PET pode-se ressaltar a preocupação das empresas com sua responsabilidade sócio-ambiental e quais são as tendências de gestão para promover a preservação do meio ambiente.*

**Palavras-chaves:** Logística Reversa. Embalagens PET. Reciclagem BTB.

## 1. Introdução

O reaproveitamento de resíduos de pós-consumo é uma das principais questões ambientais da atualidade. A escassez de materiais, disposição inadequada de resíduos urbanos e industriais, os gastos com saúde pública, e os impactos ambientais associados, são alguns exemplos que impulsionam a sociedade no sentido de buscar soluções que minimizem a disposição final dos resíduos.

Entretanto, considerando as características de produção, comércio e os níveis de consumo da sociedade moderna, percebe-se que os níveis de geração de resíduos tendem a serem reduzidos e posteriormente se estabilizarem num patamar mínimo, e com isso, o problema a médio e longo prazo permanece sem solução.

Uma outra alternativa para a problemática da geração de resíduo é a sua utilização como matéria-prima. Nesse caso, a geração de resíduo passa a ser vista como uma fonte, uma oportunidade de negócio.

A logística reversa é um dos meios que contribui para a redução da degradação do meio ambiente. Entretanto, ainda existe pouca atenção dada aos estudos de planejamento de canais de distribuição reversos, isto pode ser explicado pela necessidade de se concentrar esforços em gerenciamento para o desenvolvimento destes estudos e pelo baixo retorno financeiro que eles em um primeiro momento proporcionam.

De fato, é recente a preocupação com os canais de distribuição reversos de uma forma operacionalizada. Existem estudos sobre alguns materiais com prática bem definida, como o alumínio e o papel, que já demonstraram representar de fato nichos de mercado bem consolidados.

As embalagens de polietileno tereftalato (PET), utilizadas principalmente pelas indústrias de água, sucos e refrigerantes, foram concebidas para ser um material totalmente reaproveitável, mas acabam por representar um sério problema para meio ambiente, pela falta de planejamento do seu canal reverso. O PET descartado deve ser reaproveitado, seja pelo seu potencial como matéria-prima ou seja por que demora mais de duzentos anos para se deteriorar e ainda dificulta a compactação nos aterros sanitários.

No presente artigo iremos analisar uma nova tecnologia que disponibiliza o uso de embalagens PET de bebidas em ciclo fechado de pós-consumo. Em seguida, com a utilização desta tecnologia, é apresentado o desenvolvimento de um novo canal de distribuição reverso e os problemas enfrentados para a sua operacionalização.

Esse trabalho se classifica, quanto aos seus objetivos, como pesquisa exploratório-explicativa. Segundo Gil (2002), a pesquisa exploratória “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito”. Ou seja, o tema proposto foi explorado, a fim de aprofundar os conhecimentos acerca do mesmo. Ao mesmo tempo, o estudo é explicativo, posto que contextualiza um conhecimento científico a partir de informações coletadas e, descreve relações entre os objetos de estudo.

O método de abordagem da pesquisa corresponde ao método dedutivo, que, de acordo com Lakatos e Marconi (1986), “partindo das teorias e leis, na maioria das vezes prediz a ocorrência de fenômenos particulares”. Esse método de abordagem estabelece uma conexão descendente ao raciocínio que conduz a pesquisa, o que corresponde à busca nos fundamentos teóricos de soluções a serem incorporadas de forma específica na realidade estudada.

O delineamento da pesquisa foi feito tomando-se como base uma pesquisa bibliográfica e

documental sobre Logística Reversa e material PET, suas aplicações, estudos de casos, dificuldades e potencialidades. Como resultado, obteve-se um entendimento teórico dos conceitos estudados e foram feitos alguns apontamentos críticos.

## 2.O Material PET

O PET é um material termoplástico, desenvolvido pelos químicos ingleses Whinfield e Dickson em 1941, no final da Segunda Guerra Mundial para produção de fibras têxteis. Quando aquecidos a temperaturas adequadas, este polímero amolece, funde e pode ser novamente moldado, ou seja, ele pode ser reprocessado diversas vezes pelo mesmo ou por qualquer outro processo de transformação.

Em função de suas características, o PET passou a ser utilizado a partir da década de 1970 para fabricação de embalagens. O início da utilização de embalagens deste tipo no Brasil ocorreu em 1988. Apesar das diversas vantagens que este tipo de embalagem apresenta durante seu uso, atualmente sua utilização no atual modelo, vem sendo questionada, pois a enorme quantidade de resíduo gerado ainda representa um enorme desafio.

Além de ser reciclável, a resina confere uma série de propriedades as embalagens, que as 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.

Principalmente devido à leveza da embalagem, a facilidade do manuseio e as vantagens em relação à logística de distribuição (em função do baixo peso e de não precisar de retorno), houve uma redução significativa dos custos de produção. Isto provocou uma disseminação de pequenas empresas na área de refrigerantes, sucos e águas. Esse acontecimento culminou com a democratização do consumo desses itens, permitindo que mais pessoas tivessem acesso aos produtos.

Depois da produção de garrafas, a maior utilização do PET é na indústria têxtil. É usado também como plástico de engenharia, como por exemplo, na produção de peças de precisão. Produzem-se filmes de PET para embalagens na produção de chapas, cordas, produtos têxteis, peças de eletrodomésticos, entre outros.

## 3.Reciclagem do PET no Brasil

A cadeia de utilização de PET reciclado vem se consolidando cada vez mais e se estabeleceu por conta própria, dado o esforço e interesse empreendedor, mesmo com poucos incentivos fiscais.

A procura pelo material PET reciclado trouxe inclusive problema de aumento de preços e disponibilidade. Grande parte dessa procura se dá pela demanda crescente para a utilização de fibras têxteis que vem se consolidando como alternativa para o algodão e pela utilização no processo de moldagem de embalagens sopradas e injetadas – quase a totalidade das embalagens de produto de limpeza são feitas de material reciclado.

No Brasil já existe uma cultura de reaproveitamento de material, que pode ser percebido em diferentes materiais. E com o PET não é diferente. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do PET - ABIPET (2009), o Brasil reaproveitou mais da metade do poliéster tereftalado consumido no ano de 2007, um índice alto, de 53,5%, que está acima dos índices dos Estados Unidos (23,5%), Europa (média de 40%). Só o Japão supera o índice nacional, com 66,3% de reaproveitamento.(ABIPET, 2009)

A cadeia produtiva da reciclagem do PET vem se consolidando, com a capacidade de reciclagem instalada aumentando a cada ano. Outro fato interessante é uma mudança no perfil

dessas empresas recicladoras, que antes a maioria tinha característica de pequenas empresas e agora já apresentam perfil de empresa de médio porte, predominando empresas que processam entre 100 a 500 toneladas por mês.

Um dos grandes entraves do setor é a falta de políticas públicas para o gerenciamento de resíduos, sendo que o volume de reciclagem de PET não cresce mais pela dificuldade de consolidação do resíduo – o gargalo do setor é a falta de uma coleta seletiva de materiais.

### **3. Logística Reversa**

Da mesma forma que a logística empresarial trata dos canais de distribuição diretos dos bens produzidos, a logística reversa se preocupa com os canais de distribuição reversos, ou seja, o planejamento do caminho de volta, seja para reaproveitamento ou simplesmente para disposição final. O objetivo fundamental da logística reversa é dar valor aos produtos descartados e se possível recolocá-los no fluxo da logística direta.

É comum associar a logística reversa à questão ambiental, pois um de seus princípios é a preservação do meio ambiente. Existe de fato essa colaboração, mas deve-se esclarecer que a logística reversa é uma das áreas da logística empresarial e sendo assim, ela sempre considera a possibilidade de se obter ganhos com os resíduos, tanto no seu reaproveitamento interno como na sua venda para realimentar a cadeia de suprimentos. A Logística Reversa, assim como outras ferramentas de gestão ambiental, afirma a possibilidade de crescimento econômico com preservação do meio ambiente.

A logística é o gerenciamento de materiais do ponto de aquisição até o ponto de consumo. Novaes (2007) comenta: “A logística reversa cuida dos fluxos de materiais que se iniciam nos pontos de consumo dos produtos e terminam nos pontos de origens, com o objetivo de recapturar valor ou de disposição final”.

Stock (1992) já apresenta uma definição mais voltada para o potencial de negócio da Logística Reversa: “Logística reversa: em uma perspectiva de logística de negócios, o termo refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura...”

Novaes (2007) afirma que “a Logística Reversa cuida dos fluxos de materiais que se iniciam nos pontos de consumo dos produtos e terminam nos pontos de origens, com o objetivo de recapturar valor ou de disposição final”.

Para Gomes & Ribeiro (2004) “logística reversa, visa à eficiente execução da recuperação de produtos. Tem como propósitos a redução, a disposição e o gerenciamento de resíduos tóxicos e não-tóxicos”.

Leite (2003) afirma que a logística reversa tem como objetivo, tornar possível a reintegração de um produto ou parte dele, novamente ao ciclo de negócios. Agregando diversos valores, através do planejamento de redes reversas e, durante todo o processo até a re-inclusão do produto ao ciclo.

Existem dois tipos de canais reversos. Um deles é o pós-consumo, onde os produtos têm vida útil variável, mas, após um tempo de utilização, perdem suas características básicas de funcionamento e têm de ser descartados. Pode-se citar como exemplo um fogão usado, onde após ser descartado por seu primeiro dono, é vendido para uma empresa de revenda de usados, e caso o mesmo não tenha mais utilidade, suas peças serão utilizadas no conserto de outros fogões ou similares.

O pós-consumo pode ser dividido em canais de ciclo aberto ou fechado; no canal de ciclo aberto o produto terá uma utilização distinta da que teve no canal de distribuição direto, ou seja, apresentam maior dificuldade de gerenciamento e muitas vezes não atraem as empresas que geram o resíduo. Um exemplo é o PET, uma vez que o material reciclado não tem o mesmo uso do material virgem.

Se o resultado do pós-consumo vai re-alimentar o setor produtivo que gerou o canal de distribuição direto, temos um ciclo fechado. Os metais, em sua maioria, apresentam esse ciclo, uma vez que o metal pode ser transformado em sucata e retornar ao início da cadeia de suprimentos.

O outro canal reverso é o pós-venda, onde o retorno de embalagens e a devolução de produtos voltam ao varejista ou ao fabricante. De acordo com Leite (2003) uma parcela dos bens que são vendidos por meio da cadeia de distribuição direta retorna ao ciclo de negócios ou produtivo pelos canais de distribuição reversos. 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 apresentam interesse ao primeiro possuidor, serão retornados pelos canais reversos de pós-consumo.

Pode-se afirmar que a logística reversa de pós-venda lida com produtos de retorno com valor potencial muito maior que no pós-consumo. Além disso, o pós-venda tem uma relação muito maior com a questão do tratamento e fidelização do cliente.

#### **4. Logística Reversa e Meio Ambiente**

Atualmente, a gestão do ciclo de vida do produto é uma necessidade crescente e uma tendência que se estabelece. Isto se dá basicamente por dois motivos:

- as empresas estão cada dia mais preocupadas com sua imagem perante os seus clientes;
- as empresas estão preocupadas com a sobrevivência e longevidade do negócio e portanto, passam a se preocupar com o fortalecimento da cadeia de suprimentos que pertencem.

O aumento da consciência ecológica faz com que os clientes estejam cada vez mais preocupados com os impactos ambientais dos seus produtos. Tachizawa (2008) diz que “O projeto e a escolha de opções ambientalmente apropriadas são, freqüentemente, o caminho mais eficiente para prevenir, mitigar e compensar impactos ambientais”.

O destaque da logística reversa é o foco para as questões ambientais, visto que a reciclagem é um de seus principais pontos. É importante destacar ainda, que a reciclagem proporciona oportunidades de melhoria e ganhos econômicos para as organizações devido o reaproveitamento de materiais para a produção. Mas a reciclagem em si é só um processo, uma tecnologia. Para que a reciclagem promova os resultados positivos, ela deve ser inserida num planejamento logístico de como será abastecida e de como o seu produto será levado aos usuários – ou seja, deve-se planejar a sua cadeia de suprimentos.

Figueiredo, Fleury e Wanke (2003) comentam que as iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas. Economias com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para a produção têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas. Além disso, os esforços em desenvolvimento e melhorias nos processos de logística reversa atualmente em curso podem produzir também retornos consideráveis, que justifiquem os investimentos realizáveis.

Para as empresas, planejar com eficácia torna-se imprescindível, buscando a preservação do meio ambiente através do desenvolvimento sustentável. Conforme Seiffert (2008) “A

expressão desenvolvimento sustentável estabelece que o atendimento às necessidades do presente não deve comprometer a capacidade de as futuras gerações atenderem às suas.”

Quanto mais as organizações investirem em métodos reversos, mais os processos de reciclagem tornarão viáveis economicamente, acrescentando valor ao objetivo principal da empresa. Figueiredo, Fleury e Wanke (2003) explicam que há um aumento de consciência ecológica dos consumidores, que esperam que as empresas reduzam os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente. Isso tem gerado ações por parte de algumas empresas que visam comunicar ao público uma imagem institucional “ecologicamente correta”.

## 5. Coleta e Destino de Materiais

O impacto ambiental da embalagem ocorre em sua produção, com o consumo de material, água e energia, e no seu uso e descarte, sendo um dos principais elementos que caracterizam o lixo doméstico. O material da embalagem PET é totalmente reciclável, o que permite fabricar com certas limitações, o mesmo produto de origem através da reciclagem do seu resíduo. Essas limitações se referem à características de qualidade e resistência mecânica, que são pequenas e contornáveis, e principalmente de higiene e segurança, que já são mais problemáticas.

No Brasil o PET reciclado não pode ser utilizado no ramo alimentício, devido a uma proibição legal do Ministério da Saúde. A embalagem quando reciclada, tem inúmeras vantagens sobre outros materiais do ponto de vista da energia consumida e consumo de água, o que minimiza o impacto ambiental. Uma nova possibilidade é a embalagem multicamada de PET, que se assemelha a um “sanduíche” composto de três camadas, sendo duas de material reciclado (que nunca entra em contato com o alimento) e outra de PET virgem, que entra em contato com o alimento (ABIPET, 2009).

O ciclo do PET apresenta algumas dificuldades, como a dispersão geográfica do seu consumo ou o fato do produto reciclado no pós-consumo não ser do interesse das empresas envasadoras de bebidas. As indústrias têxteis utilizam o PET reciclado como matéria-prima de sua produção, fabricando produtos como: cordas, cerdas para escovas, fibras para carpetes, fibras de enchimento de roupas para o inverso, lonas para toldos, entre outros.

De acordo com Leite (2003): “Sacos de lixo plásticos no Brasil, por exemplo, 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. No caso de garrafas de refrigerante da resina PET, existe proibição legal da utilização de resina reciclada em garrafas para a indústria alimentícia, restando ao setor encaminhar o reciclado para outros tipos de produtos. Evidentemente, essas restrições não têm ajudado o desenvolvimento dos mercados para esses produtos nem, portanto, os respectivos canais reversos de grande parte dos materiais. (LEITE, 2003)”

O PET é um material reciclável extremamente resistente e leva em média 100 anos para se decompor. Ele é um grande causador da degradação do meio ambiente e deixa de ser recolhido pelas organizações devido ao baixo preço pago por ele, redirecionando-se o PET jogado em aterros sanitários, promovem-se melhorias significativas no processo de decomposição da matéria-prima orgânica (o plástico impermeabiliza as camadas em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos).

Dentre os muitos benefícios da reciclagem do PET, temos:

- redução do volume de lixo coletado;
- economia de petróleo, pois a maioria dos plásticos é derivado do petróleo;

- economia de energia, pois um quilo de plástico equivale a um litro de petróleo em energia;
- geração de empregos (catadores, sucateiros, operários);
- menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com plástico reciclado (aproximadamente 30% mais barato do que os mesmos produtos fabricados com matéria-prima virgem).

## 6. O Processo Bottle-to-Bottle

O processo *bottle-to-bottle* – BTB é o processo de reciclagem das garrafas PET utilizando as mesmas em novas embalagens. Este processo já é utilizado nos Estados Unidos desde a década de 90 e já está autorizado para ser utilizado no Brasil. O BTB seleciona as garrafas utilizadas no pós-consumo que são moídas e limpas, por um processo de intensa lavagem que permite retirar todos os resíduos contaminantes. Após ser derretido, ele é misturado ao PET virgem, também na forma líquida. Assim, o material estará pronto para entrar novamente ao processo produtivo de novas embalagens pela injeção de pré-formas, de acordo com o processo convencional.

O principal objetivo é colocar as empresas de pós-consumo como alimentadoras da própria cadeia de suprimentos. O investimento é alto, mas, a exemplo das latas de alumínio, no início o processo é caro, mas ganhando escala, o custo é coberto e passa a fomentar toda uma operacionalização de coleta.

No sistema de reciclagem BTB as garrafas de Pet usadas são selecionadas, moídas e limpas por um processo de intensa lavagem que permite retirar todos os resíduos que podem ser contaminantes. Nessa tecnologia, a reciclagem compreende vários sistemas de operações, envolvendo trituração, lavagem, filtragem e secagem, que culminam na renovação das características e propriedades dos polímeros usados, o que dá a característica de um material novo.

Esse processo exige a utilização de menos água e energia que outros sistemas de produção de pet para uso alimentício. A tecnologia também possibilita reciclar embalagens de Pet contendo óleo vegetal como soja, algodão, etc. Com a tecnologia BTB, o Pet reciclado passa a ser mais valorizado e aumenta a renda do catador levando benefícios às cooperativas que trabalham com o lixo. Esse método também educa o consumidor para separar as embalagens que podem ser recicladas.

A sustentabilidade é o maior benefício do BTB, já que as garrafas PET trazem um grande potencial renovável, podendo chegar a 15 ciclos de reciclagem sem perda de qualidade. Sua reciclagem utiliza apenas 0,3% da energia total necessária para a produção da resina virgem.

No entanto, o custo de uma linha de produção de reciclagem de PET que use o processo BTB para aplicação no setor alimentício tem um custo fixo de investimento de no mínimo 30 vezes maior se comparado com uma linha de produção de PET para uso de embalagem de material de limpeza.

O gerenciamento e aproveitamento do material de pós-consumo das embalagens PET tem um aspecto ambiental evidente, pois o acúmulo desse resíduo de difícil decomposição traz um grande impacto ambiental. Só que a questão ambiental tratada em separado traz a idéia de custo, despesas. Nesse ponto se desenvolve a logística reversa como viabilizadora da sustentabilidade econômica do material.

Em princípio, a reciclagem do material das embalagens era vista apenas como um ciclo aberto (figura 1), ou seja, geradora de outros produtos a partir do material de pós-consumo. A busca por novas tecnologias, fomentadas pela responsabilidade social ou pelo marketing ambiental

de grandes empresas começa a apresentar resultados, que vão de encontro com o reaproveitamento do material no próprio ciclo.

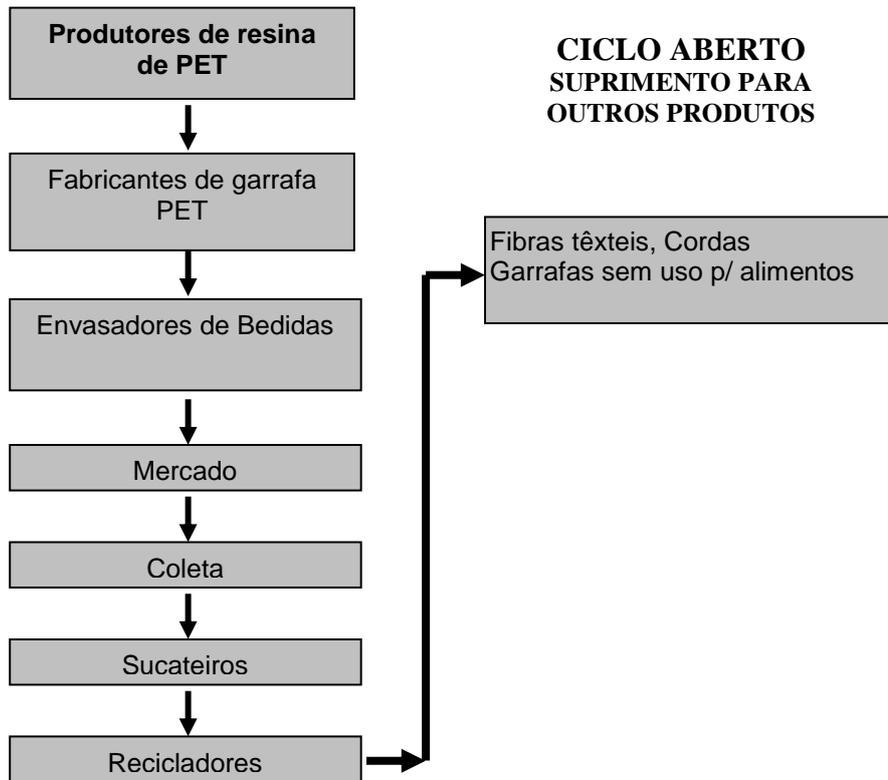


Figura 1 – Ciclo aberto

Ou seja, passamos a ter um ciclo fechado (figura 2) em que a empresa que produz a embalagem se interessa em coletar o material de pós-consumo para reintegrar na própria produção. E quando formamos um ciclo fechado, naturalmente há um comprometimento maior da empresa geradora desse material de pós-consumo, pois ela passa a ser dependente dele para girar a produção, como acontece na indústria do alumínio.

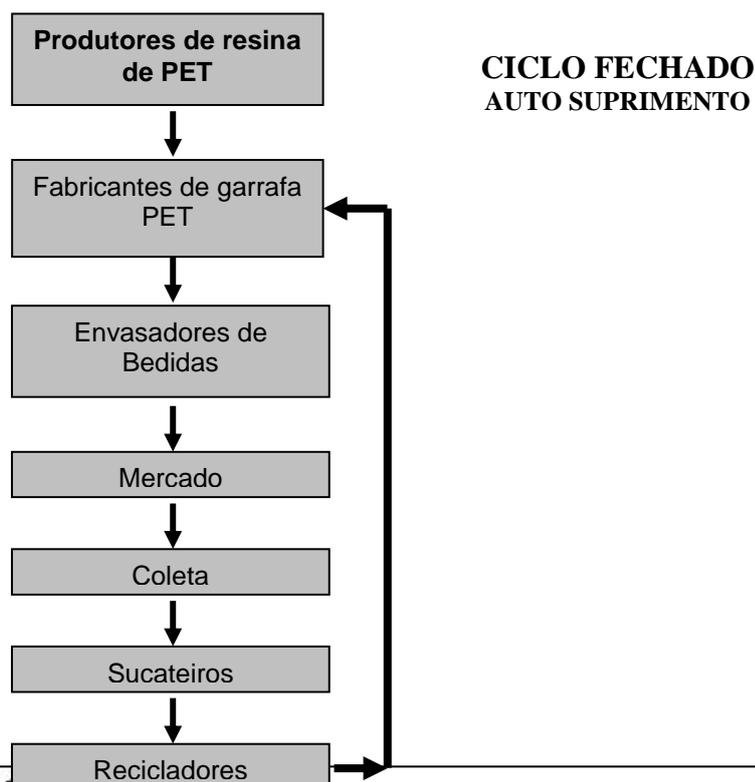


Figura 2 – Ciclo fechado

Outros ganhos que podem ser associados a essa prática são a racionalização do material, em especial do material virgem, da diminuição do consumo de energia para os processos de fabricação e reciclagem, que são indicadores de sustentabilidade ambiental e sustentabilidade econômica. Ou seja, pode-se tirar vantagem com o material de pós-consumo, tornando a cadeia de suprimento mais eficiente e o custo final mais competitivo.

## 7. Considerações Finais

A prática da reciclagem de ciclo fechado das embalagens PET, conforme exposto neste artigo, pode contribuir significativamente para minimizar a degradação ambiental provocada pelo seu descarte no meio ambiente, além de reduzir o volume de resíduo que deveria ser encaminhado para a disposição final. No entanto, o fato de ser reciclável não garante a recolocação do material em um ciclo produtivo.

Há uma preocupação com as questões ambientais e tecnológicas que envolvem a geração de resíduos e sua reciclagem, porém pouco se discute sobre a sustentabilidade de um empreendimento voltado ao conceito de logística reversa. Enquanto os resíduos não forem entendidos como material que podem compor novamente a cadeia de suprimentos e, desta forma, a sua utilização poder representar um negócio rentável, as ações de reciclagem, reuso e reaproveitamento terão apenas efeito como ações paliativas.

Atualmente, sobretudo devido a necessidade de se adequar a legislação, as empresas começam a dar maior ênfase ao processo logístico reverso de seus produtos, bem como a disposição final de materiais gerados no pós-consumo. Até o momento, os gestores tiveram suas atenções voltadas a desenvolver projetos ou planejamentos estratégicos para que seus resíduos retornem aos seus centros produtivos e sejam tratados adequadamente, obtendo assim o título de empresa “ecologicamente correta”.

É necessário incentivar e apoiar empresas que busquem a prática do desenvolvimento sustentável em suas ações. O conceito de sustentabilidade apóia-se no tripé econômico, social e ambiental e, a prática deste conceito por parte das corporações, não pode estar restrita à ações de marketing ambiental e ou de filantropia. Não é a idéia do que a empresa pode fazer para prejudicar menos o meio ambiente, mas qual a posição dela em relação ao futuro, qual a sua posição em relação aos problemas causados por seus processos de forma direta ou indireta e que podem afetar a ela própria. Isso significa fazer coisas que nem sempre são do escopo no negócio da empresa e atuar em áreas completamente distantes.

## Referências

ABIPET – Associação Brasileira da Indústria de PET 4º Censo da Reciclagem de PET no Brasil <http://www.abipet.org.br/noticias/Quarto%20Censo%20ABIPET.pdf>. Acesso em 15.07.09

CAROLINO, Jaqueline; PAVÃO, Andressa R. **Logística reversa: instrumento de preservação ambiental**. 2007. Revista eletrônica olhar crítica. Disponível em: [http://www.olharcritico.com.br/olharcritico/ver\\_artigo.asp?codigo=283](http://www.olharcritico.com.br/olharcritico/ver_artigo.asp?codigo=283) . Acesso em 06.06.09

DONAIRE, Denis. **Gestão Ambiental na Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

FIGUEIREDO, Kleber Fossati; FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e recursos**. São Paulo: Atlas, 2003.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIUDICE, Fabio; ROSA, Guido; RISITANO, Antonino. **Product design for the environment: a life cycle approach**. Boca Raton: CRC Press, 2006. 481p.

GOMES, C.F.S. & RIBEIRO, P.C.C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004

GONTIJO, Felipe E. Kich.; DIAS, Alexandre M. De Paula; MOITA, Marcia V.; DIAS, Júlio da Silva; **Logística Reversa Aplicada no Planejamento da Cadeia de Suprimentos de Alumínio Reciclado: um estudo de caso. Fortaleza, CE, anais do ENGEMA 2009**

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1986.

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

MACKENZIE, Dorothy. **Design for the environment**. New York: Rizzoli, 1991.

NOVAES, Antonio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**: estratégia, operação e avaliação. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

REIS, Manoel de Andrade e Silva. **Logística: diferenciação competitiva**. – RAE – volume 6 – n° 4 – jul/ago 2007.

SEIFFERT, Maria E. B. **ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental**: implantação objetiva e econômica. São Paulo: Atlas, 2008.

STOCK, J. R & LAMBERT, D. M. Becoming a World Class Company with Logistics Service Quality. International Journal of Logistics Management, vol. 3, n. 7, 1992.

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa**: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo: Atlas, 2008.