

**CENTRO PAULA SOUZA**

GOVERNO DO ESTADO DE  
**SÃO PAULO**

---

**Faculdade de Tecnologia de Americana  
Curso Superior de Tecnologia em Logística e Transportes**

# **LOGÍSTICA REVERSA DE GARRAFAS DE “POLIETILENO TEREFTALATO”**

**GERALDO CARLOS MARINHO**

Americana, SP  
2010

**Faculdade de Tecnologia de Americana  
Curso Superior de Tecnologia em Logística e Transportes**

## **LOGÍSTICA REVERSA DE GARRAFAS DE “POLIETILENO TEREFTALATO”**

**GERALDO CARLOS MARINHO**  
geraldocarlosmarinho@yahoo.com.br

**Trabalho Monográfico, desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Logística e Transportes da Fatec-Americana, sob orientação da Prof. Ms. Edison Valentim Monteiro.**

**Área: Qualidade, Segurança e Gestão Ambiental.**

**Americana, SP  
2010**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Ms. Edison Valentim Monteiro (Orientador)**

**Prof. Dra. Acácia de Fátima Ventura**

**Prof. Graduado Fábio Pereira de Queiroz**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela nova oportunidade que me deu de retornar aos estudos depois de longos anos.

A meu filho Luccas Erickson de Oliveira Marinho que muito me orgulha pelas conquistas, empenho e esforço dedicado à carreira acadêmica que lhe valeu a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil na área de Concentração de Saneamento e Ambiente e o colocou no seletivo grupo de pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas.

A minha filha Kesianne Christine de Oliveira Marinho pelo carinho e dedicação com que me acompanha, pela disposição e coragem de tomar-me pela mão e dar o empurrãozinho necessário nas dificuldades. Quem me ensinou as barreiras existentes para serem superadas e que a força de vontade nos guia para a vitória e, foi o meu maior incentivo para a superação do vestibular na FATEC Americana.

A minha querida a esposa Maria Conceição de Oliveira Marinho, sempre amável e companheira, mesmo em face às dificuldades, quando não deixou faltar o apoio e incentivos tão necessários. Para esta guerreira, as dificuldades são molas propulsoras da superação e servem como alavancas para alcançar o sucesso;

Aos meus colegas de classe, bravo(a)s companheiro(a)s que me serviram de estímulo na busca pela realização do meu sonho de concluir ensino superior numa faculdade pública.

Aos professores, doutores e mestres da FATEC Americana que auxiliaram no meu crescimento com suas experiências e conhecimentos transmitidos.

Ao Centro Paula Souza por esta oportunidade de estar concluindo um curso superior numa área de minha competência profissional pela minha experiência de vida anterior.

O agradecimento especial à coordenadora do curso Logística e Transporte, Professora Mestre Daniela, que não mediu esforços para nos propiciar uma formação intelectual diferenciada, pautada no conhecimento, na ética e na virtude do respeito à dignidade da pessoa humana.

Aos professores José Eduardo Rossildo de Figueiredo e Antônio Monteiro Guimarães, que além do incentivo e contribuição no conteúdo de minha formação contribuíram também para ao meu crescimento como pessoa por me mostrarem o quão importante é o respeito pelas diferenças e indiferenças das vidas alheias.

Ao meu coordenador, Professor Mestre Edison Monteiro pelo gesto de carinho e consideração quando aceitou a missão de me acompanhar neste trabalho final. Além de professor zeloso na disciplina da “qualidade” se mostrou ao longo do tempo de convívio um grande amigo.

A professora Doutora Acácia Ventura pela paciência e prestimosa ajuda no desenvolvimento dessa monografia e especialmente pelas palavras entusiastas a mim dirigidas quando manifestou o desejo de me acompanhar nesse trabalho. Agradeço pelo carinho que me foi dispensado e reitero aqui o orgulho que é tê-la na composição da minha banca.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais Luiz Manoel Marinho e Maria Ferreira Marinho (*in memoriam*), responsáveis por tudo que sou, dedico todo o conhecimento e experiências adquiridas que resultaram neste trabalho. A minha eterna gratidão.

## RESUMO

O presente texto estuda e formaliza vários conceitos na disciplina Logística buscando despertar a atenção do leitor para o segmento da Logística Reversa de Embalagens PET. Para se chegar a este tema, foram desenvolvidos estudos relevantes sobre aspectos logísticos, cadeia de suprimentos, fluxos diretos e reversos dos produtos, coleta seletiva de resíduos sólidos, reciclagem e meio ambiente. O PET (Polietileno Tereftalato) é um composto de resina que é utilizado na fabricação de vários produtos que após seu uso são descartados como resíduo sólido no lixo doméstico contribuindo significativamente com a poluição do planeta. A logística reversa deste produto possibilita seu retorno ao ciclo produtivo ou a novo ciclo de negócio através dos processos de coleta e reciclagem. A reciclagem permite a transformação dos produtos PET (principalmente as garrafas utilizadas para como embalagens de refrigerante) em novos produtos com finalidade diferente da sua primeira utilização e também na sua volta em forma de resina como um percentual adicionado à matéria prima virgem de composição do Polietileno Tereftalato. Um ponto importante que mereceu cuidados e atenção no desenvolvimento deste trabalho considera o impacto ambiental causado pela poluição de resíduos de produtos pós-usos que pode ser reduzido consideravelmente se forem aplicados os conceitos chaves analisados.

**Palavras Chave:** Logística Reversa; Polietileno Tereftalato; Reciclagem.

## ABSTRACT

The present text studies and formalizes several concepts of the discipline Logistics, looking for the attention of the readers for the segment of Packages of Reverse Logistics (PET). To approach this theme, relevant studies were developed on Logistics aspects, Supply-Chain, direct and reverse flows of the products, selective collection of solid residues, recycling and environment. PET (The present text studies and formalizes several concepts of the discipline Logistics, looking for the attention of the readers for the segment of Packages of Reverse Logistics (PET). To approach this theme, relevant studies were developed on Logistics aspects, Supply-Chain, direct and reverse flows of the products, selective collection of solid residues, recycling and environment. PET (Polyethylene Terephthalate) is a composed resin used in the production of several products which, after used, is discarded as solid residue in the domestic garbage. This process contributes significantly with the pollution of the planet. The reverse logistics of this product makes possible its return to the productive cycle or new business cycle through the collection processes and recycling. The recycling allows the transformation of the products PET (mainly the bottles used to pack soft drink) in new products with different purpose from its first use as well as its turn under resin form as a percentile added to the virgin raw-material of the Polyethylene Terephthalate composition. An important detail that has been pointed out in the development of this work considers the environmental impact caused by the pollution of residues of pos used products which can be considerably reduced if the analyzed key-concepts are applied.

**Keywords:** Reverse Logistics; Polyethylene Terephthalate; Recycling.



“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto”.

(Thomas Huxley)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS E DE TABELAS.....</b>	<b>- XI -</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>- XII -</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>- 13 -</b>
<b>1 LOGÍSTICA .....</b>	<b>- 17 -</b>
1.1 CONCEITOS DE LOGÍSTICA .....	- 17 -
1.2 SUPPLY CHAIN MENAGEMENT - Gerenciamento da Cadeia de Surpimentos.....	- 20 -
1.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO GERENCIAMENTO LOGÍSTICO	- 24 -
1.4 ATIVIDADES LOGÍSTICAS .....	- 27 -
1.4.1 TRANSPORTE.....	- 27 -
1.4.2 ARMAZENAGEM E MOVIMENTAÇÃO .....	- 29 -
<b>2 LOGÍSTICA REVERSA .....</b>	<b>- 31 -</b>
2.3 CANAL REVERSO DE PÓS-CONSUMO .....	- 36 -
<b>3 RESÍDUOS SÓLIDOS E O MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>- 38 -</b>
3.1 RESPONSABILIDADE SOCIAL DAS EMPRESAS. ....	- 38 -
3.2 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS, TRATAMENTOS E DESCARTE .....	- 41 -
3.3 PRODUTO PET, CARACTERÍSTICAS, COLETA E RECICLAGEM .....	- 44 -
3.3.1 DEFINIÇÃO.....	- 45 -
3.3.2 CARACTERÍSTICAS .....	- 46 -
3.3.3 PROCESSO DE RECICLAGEM .....	- 47 -
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>- 56 -</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>- 60 -</b>

**LISTA DE FIGURAS E DE TABELAS**

<b>Figura 1: CADEIA PRODUTIVA SISTEMA DE INFORMAÇÕES .....</b>	<b>- 27 -</b>
<b>Figura 2: CICLOS REVERSOS DE PRODUÇÃO E DE NEGÓCIOS.....</b>	<b>- 34 -</b>
<b>Figura 3: FLUXOS DIRETOS E REVERSOS DE PÓS-VENDA E DEPÓS- CONSUMO .....</b>	<b>..- 37-</b>
<b>Figura 4: LOGOTIPO DA RECICLAGEM DO PET .....</b>	<b>- 44 -</b>
<b>Figura 5: PROCESSOS DE RECICLAGEM DO PLÁSTICO .....</b>	<b>- 47 -</b>
<b>Figura 6: APLICAÇÃO DE RECICLAGEM DO PET.....</b>	<b>- 48 -</b>
<b>Figura 7: CICLOS DE RECICLAGEM PARA INDÚSTRIA TÊXTIL.....</b>	<b>- 50 -</b>
<b>Figura 8: EVOLUÇÃO DA RECICLAGEM DO PET NO BRASIL .....</b>	<b>- 51 -</b>
<b>Figura 9: ROSA ESTILIZADA FEITA DE PET.....</b>	<b>- 53 -</b>
<b>Figura 10: ARRANJO FEITO DE PET .....</b>	<b>- 53 -</b>
<b>Figura 11: ÁRVORE NATALINA FEITA DE PET .....</b>	<b>- 54 -</b>
<b>Figura 12: TRICÔ FEITO COM FIOS DE FIBRA DE PET .....</b>	<b>- 54 -</b>
<b>Figura 13; CÉLULA COLETORA DE AQUECEDOR SOLAR FEITA DE PET ...</b>	<b>- 55 -</b>

**LISTA DE SIGLAS**

**PET – Polietileno Tereftalato**  
**CLM – Council of logistics Management**  
**SCM – Supply Chain Management**  
**TI – Tecnologia de Informação**  
**EDI – Eletronic Date Interchange**  
**VMI – Vendor Management System**  
**WMS – Warehouse Management System**  
**RFID – Radio Frequency Identification**  
**ECR – Efficient Consumer Response**  
**ERP – Sistema de Gerenciamento Empresarial**  
**GPS – Global Positioning System**  
**RH – Recursos Humanos**  
**ASLOG – Associação de Logística**  
**NBR – Norma Brasileira**  
**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**  
**IBM – International Business Machines**  
**UPS - *Uninterruptible Power Supply***  
**DDT - Dicloro Difenil Tricloroetano**  
**DDE - Diclorodifeniltricloroetileno**  
**EPR - Extended Product Responsibility**

## INTRODUÇÃO

A logística reversa é o meio mais eficaz de reduzir a poluição que causa grande impacto de degradação ambiental. Ela permite a retirada de resíduos sólidos descartados no meio ambiente através da coleta e reciclagem destes resíduos, além de impedir que outros resíduos de pós-consumo sejam descartados nos lixos domésticos, através do trabalho de conscientização que gera a possibilidade dos objetos descartáveis serem revalorizados pela logística reversa. Assim todos os resíduos com possibilidade de serem recicláveis são coletados e direcionados pela logística reversa aos canais de revalorização, que pode ser o retorno ao ciclo produtivo ou a destinação de um novo negócio.

Apesar de ser tão importante canal de distribuição reversa, a atividade de reciclagem ainda não ganhou a simpatia e adesão das empresas distribuidoras dos produtos geradores dos resíduos sólidos descartáveis representados pelas embalagens, entre elas, as de garrafas PET. Um dos motivos da baixa adesão das empresas distribuidoras de sucos e refrigerantes é o baixo custo de embalagens virgens em relação ao pouco retorno financeiro que a reciclagem de embalagens pet pode representar. O fluxo reverso das embalagens PET representa elevado custo em função das características densidade e compactabilidade do material que representa grande volume e reduzida remuneração na composição de uma carga.

O procedimento da logística reversa consiste em planejar, operar e controlar o fluxo e as informações correspondentes do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo produtivo ou de negócio (LEITE, 2003).

A reciclagem dos resíduos sólidos disponibilizados pela logística reversa representa um novo ciclo de negócio, onde a matéria prima de fabricação do novo produto é o resíduo a ser reciclado, isto é, que se transformará num novo produto com características diferenciadas da aplicação anterior.

A reciclagem das garrafas PET tem o objetivo de agregar valor a outros tipos de produtos com características bem diferentes das usuais garrafas descartáveis. Portanto a reciclagem foi uma forma encontrada pela sociedade empresarial para minimizar os problemas causados ao meio ambiente por qualquer produto descartado sem a mínima atenção quanto a benefícios que ele ainda possa oferecer. Nenhum produto descartado como lixo está isento de ainda oferecer algum benefício que possa ser obtido pela reciclagem: até mesmo de lixos orgânicos se podem obter algum benefício se tratados corretamente utilizando técnicas de reciclagem convenientes.

O caminho reverso a ser percorrido pelos produtos recicláveis PET conduz a diferentes vertentes no retorno ao ciclo produtivo ou de negócio. São várias as destinações e processos possíveis para tratamento e aplicação, o que implica em dificuldades logísticas no atendimento particular aos processos produtivos. Há restrições legais quanto ao reuso e novas aplicações pela contaminação que podem sofrer pela exposição no meio ambiente. As garrafas PET possuem a característica particular de não resistirem a processos de esterilização com aplicação de temperaturas elevadas, como as garrafas de vidro, por isto não podem ser destinadas ao reuso como embalagens de produtos alimentícios (ANVISA, acesso em: 15/09/10).

[...] 'Reciclagem' é o canal reverso de revalorização em que os materiais constituintes de produtos descartáveis são extraídos industrialmente transformando-se em matérias primas secundárias ou recicladas que serão incorporadas à fabricação de novos produtos (CLM, 1993, p. 3, apud LEITE, 2003, p. 7).

A logística reversa é representada por duas vertentes: canal reverso de pós-venda e canal reverso de pós-consumo. O canal reverso de pós-venda é função da garantia do produto defeituoso ou inadequado para o cliente, por não possuírem a qualidade e as características esperadas. Já o canal de pós-consumo, que é objeto deste estudo, trata de produtos recicláveis, que são a matéria prima ou parte dela na elaboração de novos produtos. Para tanto o estudo se **justifica** pela importância da logística reversa no processo da despoluição ambiental de produtos descartados aleatoriamente. Entre estes, destacam-se as garrafas PET (Polietileno Tereftalato).

É relevante a preocupação de ambientalistas e da sociedade quanto à questão do impacto ambiental e do alto índice de degradação causado pelo despejo de resíduos de pós-consumo nos depósitos de lixo, que recebem os mais variados tipos de dejetos, entre eles, materiais orgânicos, tóxico e não biodegradáveis. Este despejo é feito de forma clandestina e aleatória, sem qualquer controle ambiental.

As embalagens PET utilizadas principalmente pelas indústrias de refrigerantes e sucos que são descartadas após consumo representam agressão ao meio ambiente, que se agrava ainda mais pelo demorado tempo de sua deterioração e o grande espaço ocupado nos locais onde são depositadas. O descarte indiscriminado na natureza contribui para entupimento de bueiros e galerias, provoca proliferação de vetores e doenças infecto-contagiosas, agride a fauna aquática e causa severo impacto visual.

Várias são as fontes poluidoras, os pontos de despejos e os produtos descartados no meio ambiente, o que causa grandes contrastes visuais de paisagens. Dentre os resíduos sólidos descartados, encontram-se materiais de diferente toxicidade, que contribuem na degradação ambiental. O presente trabalho foca no estudo da diminuição dos impactos ambientais ocasionados pelas embalagens de garrafas PET e da destinação final que será dada a este produto através da reciclagem. A principal característica do PET é a sua não biodegradabilidade por se tratar de polímero sintético.

A **Pergunta** respondida no desenvolvimento deste trabalho foi: A coleta e logística reversa de garrafas PET descartadas no lixo amenizam o impacto visual da poluição do meio ambiente?

Já o **Problema** analisado foi a poluição ambiental causada pelas garrafas de PET (Polietileno Tereftalato).

Para tanto se trabalhou as **Hipóteses**: É possível impedir que garrafas de PET poluam o meio ambiente; As empresas de refrigerante têm responsabilidade social em contribuir na despoluição ambiental das embalagens PET; O consumidor pode ser um agente importante na logística reversa das embalagens PET.

O **objetivo geral** foi desenvolver um estudo sobre o tema “Logística Reversa e os impactos ambientais resultantes do acúmulo de resíduos sólidos no meio ambiente causado pelo descarte incontrolado de garrafas de refrigerante PET”.

Os **objetivos específicos** se pautaram na discussão sobre o impacto provocado pelo acúmulo de resíduos sólidos no meio ambiente; na busca de adoção de medidas comportamentais a serem propostas para a minimização do efeito poluição ambiental dos lixões; na demonstração, com o embasamento teórico, de que a responsabilidade em minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte de embalagens no meio ambiente é responsabilidade de todos, principalmente de quem os disponibiliza como embalagens de seus produtos.

Como **metodologia** para o desenvolvimento deste trabalho, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, que para Severino (2006, p. 122) é feita através da busca em livros e artigos acadêmicos pesquisados via internet, em revistas específicas, dissertação em teses e publicações. Foram utilizadas como importantes fontes de informações órgãos Federais ligados ao meio ambiente.

O trabalho foi estruturado em três capítulos, sendo que o **primeiro** conceitua os vários temas relacionados a Logística, o **segundo** analisa a logística e os canais reversos e o terceiro aborda resíduos sólidos e as questões ambientais.

Com base nas informações conseguidas a partir dos estudos realizados nos capítulos iniciais, o capítulo quatro se reserva às **Considerações Finais**.

A logística reversa do PET possibilita seu retorno ao ciclo produtivo ou a novo ciclo de negócio através dos processos de coleta e reciclagem. A reciclagem permite a transformação dos produtos PET (principalmente as garrafas utilizadas como embalagens de refrigerante) em novos produtos com finalidade diferente da sua primeira utilização e também na sua volta em forma de resina como um percentual adicionado à matéria prima virgem de composição do Polietileno Tereftalato. Vários outros produtos resultam da reciclagem do PET utilizando como matéria prima a própria garrafa que é descartada após uso de seu conteúdo.



## **1 LOGÍSTICA**

Para conceituar “Logística Reversa” é necessário compreender a seqüência direta dos fluxos de produção e do gerenciamento da cadeia de suprimentos, pois o tema aborda especificamente o sentido inverso, com o fluxo de produtos partindo, desta vez, do ponto de consumo para o ponto inicial da cadeia, onde há a geração da matéria prima.

### **1.1 CONCEITOS DE LOGÍSTICA**

Para facilitar a compreensão das atividades logísticas é importante a conceituação do termo logística que para Novaes (2004), deriva do verbo *loger*, que quer dizer alojar, razão de sua associação às atividades militares na arte de transportar, abastecer e alojar tropas militares. Atividades militares estão associadas a guerras. Atividades estratégicas militares de guerra resultam em estratégia logística de deslocamento de tropas, transportes de armamentos, munição, e alimentos de forma rápida e no tempo certo.

De acordo com Novaes (2001, p.36) o Conselho de Administração Logístico norte-americano considera que:

[...] a logística é um processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender os requisitos do consumidor.

Por esta visão, a gestão de logística de qualquer empresa, deve programar todas as atividades e processos para implementação e operação do fluxo logístico de seu produto visando, a qualidade do atendimento e a satisfação do cliente, considerando todos os estágios da cadeia, desde o planejamento estratégico e o fluxo do produto e de informações integrados aos dois extremos da cadeia (NOVAES, 2001). Considera que a gestão logística dos processos empresariais está diretamente ligada no desenvolvimento dos processos produtivos, no atendimento satisfatório do cliente final da cadeia, no gerenciamento da distribuição e na maximização dos resultados alcançados com a redução de custos.

A logística consiste no gerenciamento da cadeia de suprimento com a preocupação em atender de forma eficiente todos os elos da cadeia que estão representados no caminho que os produtos/serviços percorrem, do fornecedor da matéria prima até o consumidor final, o que implica nos processos de fornecimento de matéria-prima, fabricação, movimentação, armazenagem e transporte da mercadoria ou produto até o consumidor final. A logística consiste em planejar as operações e fazer que produto ou serviço chegue ao cliente no tempo satisfatório, além de controlar os fluxos de entrada e saída de produtos nos diversos processos com objetivo de gerenciar de maneira eficiente a cadeia de suprimentos (FLEURY, 2000). Considera que o processo logístico que acontece dentro da cadeia deve ser planejado e coordenado buscando a eficiência em todos os elos representados no percurso que os produtos e informações fazem. Essa eficiência pode ser mensurada pelo grau de satisfação do cliente em relação ao atendimento de sua necessidade. A logística busca atender de forma eficiente ao consumidor de determinado produto através de um gerenciamento eficaz de todos os processos que acontecem ao longo do percurso que os produtos fazem até o cliente.

De acordo com Fleury (2000) os fatores como a globalização, mudanças econômicas, diferentes ciclos de vida dos produtos e o aumento da demanda de serviços implicam diretamente no planejamento logístico das operações. Portanto, gerentes e administradores devem estar atentos e antenados para tomar as devidas providências tão logo sejam necessárias de forma a antever e evitar prejuízos. A proatividade é característica essencial de todo administrador. Considera que a evolução contínua dos conceitos e atividades logísticas em função de novas tecnologias em operações tornou a logística um elemento-chave na estratégia competitiva das empresas.

O planejamento do sistema logístico resulta na eficiência operacional que faz que os bens e serviços corretos cheguem ao instante e lugares exatos na condição desejada pelo cliente (BALLOU, 1993) e consiste na preocupação com os níveis de serviço ao cliente, na localização das organizações e nas decisões de estoque e de transporte. Estas atividades por estarem inter-relacionadas devem ser planejadas como uma unidade e não isoladamente. O autor discute a logística como responsável por diminuir o hiato entre a produção e a demanda, de modo que os

consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem e na condição física que desejarem (BALLOU, 1993, P.17).

Pela definição do CLM (1986):

Logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos acabados, bem como as informações a eles relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos Clientes.

O Council Of Logistics Management, órgão americana que trata dos aspectos logísticos, alterou recentemente tal definição incluindo o conceito de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: “É a parte do processo de Supply Chain que planeja, implementa e controla, eficientemente, o fluxo e armazenagem de bens, serviços e informações do ponto de origem ao ponto de consumo de forma a atender às necessidades dos Clientes”. Por esta alteração entende-se a logística como parte integrante da cadeia de suprimentos, que corresponde a atividade a ser desenvolvida ao longo de todos os processos envolvidos no gerenciamento global da cadeia (TIGERLOG, 2010).

Paradoxalmente, a logística é ao mesmo tempo uma das atividades econômicas mais antigas e um dos conceitos gerenciais mais modernos. Conceitualmente, o termo é bem recente, mas se justifica nas atividades de guerra em que é aplicada há milhares de anos, das bravatas dos impérios que dominaram a terra às guerras mais recentes dos nossos dias. As três mais importantes funções da logística (estoque, armazenagem e transporte) tiveram início com as atividades produtivas organizadas, com a produção especializada e a disponibilização controlada dessa produção nas formas de estoque, armazenagem e distribuição. A produção excedente precisa ser estocada e conseqüentemente armazenada de forma controlada para evitar danos e manter a integridade dos produtos. Da mesma forma, a atividade de transporte deve obedecer a pré-requisitos em função das características dos produtos (FLEURY et al, 2000). Mudanças de ordem econômicas e tecnológicas respondem pela modernidade da logística e torna possível um gerenciamento eficaz e eficiente das operações que a compõem.

A logística empresarial é composta pela cooperação das diversas áreas funcionais da empresa que a tornam apta a gerar a capacidade produtiva necessária para atender as exigências dos clientes de determinado mercado. No entanto, a eficácia da gestão logística só é conseguida pela coordenação das atividades em toda a cadeia, envolvendo os fluxos de informação e do produto. A integração do gerenciamento logístico se dá pelas atividades de P&D, informações, armazenagem, manuseio, embalagem e transporte de produtos (BOWERSOX e CLOSS, 2001). É o planejamento e a coordenação de todas as atividades logísticas que permite alcançar os níveis desejáveis de serviços e qualidade ao custo mais baixo possível. A logística é o elo de ligação entre o mercado e a atividade operacional da empresa e seu raio se estende por toda a organização, do gerenciamento da matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente.

Para Bowersox e Closs (2001) a principal competência da logística é vincular a empresa aos seus clientes e fornecedores. Assim, as atividades logísticas inter-relacionadas se referem aos fluxos de materiais, informações e monetário que acontece ao longo da cadeia de suprimentos nas áreas distintas: distribuição física, manufatura e suprimentos. A distribuição física está relacionada ao fornecimento de bens/serviços aos clientes e trata da movimentação dos produtos acabados até o cliente com utilização de diferentes modais de transporte em função de características específicas dos pedidos e dos produtos. O processo de manufatura trata do planejamento, programação e apoio à produção. As atividades de suprimentos se relacionam com os serviços externos como aquisição de matéria prima diretamente com os fornecedores ou entre os elos que inter-relacionam dentro da cadeia de suprimentos.

## **1.2 Supply Chain Management – SCM – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**

Segundo o CLM (1986),

[...] Supply Chain Management é a integração de processos-chave a partir do usuário final até os fornecedores primários com o objetivo de prover produtos, serviços e informações que adicionem valor para os clientes e acionistas da empresa.

Entende SCM como gestão da integração dos processos de negócios desde o usuário final até os fornecedores primários que agregam valor aos produtos, serviços e informações visando atendimento das necessidades específicas do cliente e a satisfação de acionistas e empreendedores (CLM, 1986).

Ballou (1993) considera que o conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos além de estar intimamente ligado com a estratégia logística, visa uma maior integração das atividades das organizações, além do estabelecimento de relacionamentos confiáveis e duradouros com clientes e fornecedores. O processo de gerenciamento da cadeia de suprimentos não se encerra com a simples entrega do produto ao consumidor final, pois se deve considerar a possibilidade do retorno desse produto em caso de não satisfação plena do cliente por sua aquisição. A garantia de satisfação do cliente está respaldada na possibilidade de uma eventual logística reversa em cumprimento ao estatuto de garantia extracontratual em caso de não satisfação pelo recebimento do produto por motivos diversos, entre os quais se destaca avarias do produto ou embalagem e o não atendimento de especificações determinadas (AZEVEDO, 2010). Uma única empresa geralmente não está habilitada a controlar seu fluxo de produto integral no canal, desde as fontes de matéria-prima até o ponto final de consumo, Normalmente, o máximo controle gerencial que pode ser esperado está sobre o suprimento físico imediato e sobre os canais de distribuição física. O canal de suprimento físico refere-se ao intervalo de tempo e espaço entre as fontes de matéria-prima de uma empresa e seu departamento de manufatura. Da mesma maneira, o canal de distribuição física refere-se ao intervalo de tempo e espaço entre os pontos de processamento da empresa e seus clientes. Devido às similaridades nas atividades entre os dois canais, o suprimento físico e a distribuição física compreendem as atividades que estão integradas na logística empresarial (BALLOU, 2001).

A gestão da cadeia de suprimentos trata de questões relevantes a logística empresarial, sistemas e tecnologia de informação e sistemas e-business. É um campo de estudo emergente que apresenta muitos novos desenvolvimentos que necessitam ser vistos em um contexto globalizado, como a integração com as várias áreas de sua competência (PIRES, 2009).

Segundo Wilson (apud PIRES, 2009), uma grande maioria de profissionais da área de gestão de operações ignora e não se interessa pelas origens do SCM ou focam simplesmente no período posterior à Segunda Guerra Mundial, no entanto é importante a consideração histórica que remete aos idos da revolução industrial que pode ser considerada o ápice do nascimento da atividade de gestão da produção. É desse período (1776) que se tem relatos de preocupação relevante ao gerenciamento de produção através da publicação célebre de Adams Smith que ilustra bem os ideais econômicos emergentes na época (PIRES, 2009). Vários modelos de administração ajudam a construir o conceito de SCM ao longo da história, a contar da revolução industrial, das fases Tayloristas e Fordianas ao modelo japonês dos dias atuais bem representados pelo seguimento automobilístico.

No passado a preocupação dos gestores de empresa tinha como foco a produção em escala que foi alavancada pelo aparecimento da máquina a vapor em substituição do modelo artesanal em que uma única pessoa detinha todo o conhecimento e especificidade dos produtos. Já nos tempos atuais, existe a preocupação em relação a fatores relevantes para o gerenciamento de vários seguimentos relacionados a um mesmo produto, que englobam desde o foco em mix de produtos diversificados, as fases decisórias e a visão diferenciada do processo da cadeia de suprimento: visão cíclica e visão push/pull (CHOPRA e MEINDL, 2006; p. 13). Considerando a ciclicidade dos processos de suprimentos

(...) uma visão cíclica da cadeia de suprimentos define claramente os processos envolvidos e os responsáveis por cada processo com especificação dos papéis, responsabilidades e os resultados esperados em cada processo (CHOPRA e MEINDL, 2006; p. 13).

A visão cíclica ocorre entre os cinco estágios sucessivos da cadeia de suprimento que resulta nos quatro ciclos de processo: ciclo de pedido do cliente, ciclo de reabastecimento, ciclo de produção e ciclo de suprimentos. Já a visão push/pull contempla que a cadeia possa ser empurrada ou puxada, na relação do produto/cliente. É pull quando acionada em resposta ao pedido do cliente, quando a demanda é conhecida com certeza. É push quando a produção é executada em antecipação ao pedido do cliente com base em previsões especulativas de demanda. A fronteira Push/Pull é fundamental para se conhecer a cadeia e tomar decisões estratégicas para o processo produtivo (CHOPRA e MEINDL, 2006).

Por definição, a cadeia de suprimentos ou Supply Chain abrange o conjunto de organizações envolvidas na produção de bens/serviços que se inter-relacionam do início ao fim da cadeia, é determinada por todas as etapas do atendimento das demandas do cliente, incluindo fornecedores, fabricantes, distribuidores, varejistas e clientes, representada pelos fluxos constante de informações, produtos e capital entre os diferentes estágios que são iniciados com a colocação do pedido do cliente e encerrados quando o mesmo é atendido satisfatoriamente Chopra e Meindl (2006).

De acordo com Farias (2004) o gerenciamento da cadeia de suprimento passa pelas atividades primordiais definidas a seguir:

**Entender a cadeia:** o grande desafio é controlar os fluxos de informações e de produtos de forma equilibrada para atenuar o efeito chicote (oscilações da demanda) e buscando a maximização dos resultados globais (receita-custo).

**Tomada de decisão:** embasada no planejamento estratégico (definição de instalação fabril e CD), tático (definição de mercados, gestão de demanda e de estoques) e operacional (referente a atividades logísticas específicas como armazenagem e distribuição).

**Gestão de demanda:** a tomada de decisão operacional pautada na utilização de métodos e modelos de previsão de demanda com base em histórico de mercados em função do tipo de produto e na adoção de gestão colaborativa com envolvimento de todos os elos da cadeia pelo gerenciamento do fluxo global (estoque em trânsito).

**Visões da cadeia:** ciclicidade push/pull.

**Estratégias adotadas:** adoções de estratégias visando vantagens competitivas (minimização de custos, implementos de diferenciação de produtos/serviços, restrição a determinado segmento de mercado. As estratégias competitivas e as funcionais devem estar aliadas para o bom êxito das organizações.

**Alinhamento estratégico:** prioridade do cliente x estratégias competitivas com objetivos comuns. Entender o cliente, entender a cadeia e realizar o alinhamento.

**Gerenciamento das incertezas:** implícita (foco na cadeia como crescimento da produção, aumento do número de canais, redução de lead time e investimento em tecnologia) e de demanda (o foco está no cliente).

**Responsividade e Eficiência:** uma cadeia responsiva atende prontamente, tem lead time curto e a eficiência é definida pela minimização de custos.

### 1.3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO GERENCIAMENTO LOGÍSTICO

Segundo Chopra e Meindl (2006; p. 342) a informação é extremamente importante no desempenho de uma cadeia de suprimentos por ser a base de sustentação de gerentes nas decisões logísticas. A tecnologia de informação consiste em ferramentas utilizadas para obter acesso às informações, para analisá-las e permitir, através de sua utilização melhor eficiência nas tomadas de decisões. Dentro da logística empresarial a evolução tecnológica resultou na aplicação de altos investimentos em equipamentos de TI. Para isso são utilizados sistemas integrados de gestão, desenvolvidos para integrar, controlar e gerenciar a cadeia de suprimentos com o objetivo final de atender melhor o cliente. É importante salientar a utilização de TI como ferramenta gerencial de processos logísticos, a escolha adequada de um sistema integrado de gestão, o benefício trazido com a aquisição dessa ferramenta e os benefícios operacionais obtidos pela vantagem competitiva de sua aplicação na empresa e em toda a cadeia de suprimentos. A fim de obter vantagem competitiva num mercado globalizado as empresas vêm recorrendo aos sistemas integrados de informação com a automatização de processos produtivos utilizando tecnologias inovadoras como o Electronic Data Interchange (EDI), o Warehouse Management System (WMS), o Vendor Managed Inventor (VMI), o leitor de frequência RFID e código de barras.

Segundo Ballou (1993), um dos fatores mais relevantes ao desenvolvimento de processos administrativos aplicados na logística é a tecnologia da informação que além de proporcionar integração entre fornecedores e clientes da mesma cadeia



de abastecimento permite aumento de eficiência em função do benefício disponibilizado pela tecnologia no controle e gerenciamento do fluxo de informações entre as organizações. O mercado oferece alguns tipos de ferramentas que garantem a confiabilidade maior da informação e permite maior fluidez nos fluxos tanto de produto quanto de informações. Entre os tipos disponíveis no mercado, se destacam os sistemas EDI, ECR, ERP.

O ERP é popularmente conhecido como sistema de gerenciamento empresarial por integrar de forma eficaz todos os sistemas operacionais da empresa. Este sistema é adquirido na forma de pacote software comercial com finalidade de dar suporte a todos os outros sistemas implantados. Considerada a definição, um ERP consiste basicamente na integração de todas as atividades do negócio, entre elas, finanças, marketing, produção, RH, logística, de forma a facilitar, agilizar e tornar mais preciso o fluxo de informação e o controle dos processos de negócio (SOUZA e ZWICCKER, 1999).

Para Souza e Zwiccker (1999) os sistemas de informações logísticos que podem ser integrados ao ERP possuem funções e características especiais no gerenciamento das informações e dos processos, conforme serão descritos a seguir:

WMS – Warehouse management system - conhecido como sistema de gerenciamento de armazém, o WMS tem como funcionalidade integrar e processar as informações de localização de material, controlar a utilização de capacidade produtiva de mão de obra, controlar dispositivos de movimentação de material [Veículo Guiados Automaticamente (AGV)], fazer interface com Sistema de Controle Automatizado de Armazém (WACS) que têm a função de controlar equipamentos automatizados como esteiras e outros sistemas de separação e ainda emite relatórios para os mais diversos tipos de acompanhamento e gerenciamento. Existe em paralelo um dispositivo similar, porém com característica apenas de controle, que é o WCS (Sistema de Controle de Armazém).

RFID – Radio Frequency Identification – O Sistema de identificação por Rádio Freqüência surgiu como solução para sistemas de rastreamento e controle. Permite a codificação em ambientes desfavoráveis e em produtos onde a utilização do código de barra não é eficiente. O funcionamento é feito através da interação de seus componentes (antena, um transmissor e um decodificador) através de ondas

eletromagnéticas que são transformadas em informações que serão processadas. Pode ser utilizado a distância, sem fazer contato com o código de barra. Além da aplicabilidade no controle de armazéns, pode ser usadas no controle de acesso, de tráfego de veículos, bagagens em aeroportos, contêineres, etc.

GPS – Global Positioning System - Sistema que permite o monitoramento de qualquer objeto em movimento através de um conjunto de satélite instalado na órbita da terra. É um sistema de informação eletrônico que fornece via rádio a um aparelho receptor móvel a posição do mesmo com referência às coordenadas terrestres.

Código de Barras - Sistema com uma padronização de barras verticais que são utilizadas como mecanismo de entrada de dados que exige a utilização de alguns aparelhos específicos como os leitores (caneta ótica, slot reader, leitor CCD, pistola laser, leitor onidirecional), os decodificadores (decodificador para teclado, decodificador interface serial e decodificador para joystick) e impressoras especiais (software para impressão e impressoras profissionais). Existe uma padronização mundial para leitura e impressão do código de barras. Para cada produto ou objetivo da identificação existe um código. Por permitir uma margem de erro menor que a coleta de dados feita manualmente, é a maneira mais eficaz de coletar dados em termos de velocidade de informação, facilidade de migração para o sistema de controle de estoque e facilidade de adoção da prática do VMI.

EDI – Eletronic Data Interchange – o Intercâmbio Eletrônico de Dados é um sistema que agiliza o processo de comunicação e transmissão de dados com a empresa, que faz parte da rotina de vendedores, feita de forma on line, que permite de forma instantânea consulta de estoque, formalização de pedidos e troca de informações com alto grau de acuracidade.

VMI – Vendor Managed Inventory - sistema que possibilita que o estoque seja administrado pelo fornecedor que interage com a produção e disponibiliza os pedidos no real momento de necessidade e na quantidade necessária, resultando na redução de estoques e possibilitando uma produção enxuta. Com a informação percebida em tempo real a integração entre empresa e fornecedor facilita o planejamento do reabastecimento.

## ECR – Efficient Consumer Response - Resposta Eficiente ao Cliente

É um conjunto de práticas desenvolvidas em conjunto com fabricantes, distribuidores e varejistas com objetivos de obtenção de ganhos por eficiência nas atividades comerciais e operacionais entre as empresas. Dentre estas práticas estão os check out de mercadorias nos pontos de venda, aplicação do VMI, EDI e código de barra para que a informação seja acurada e rápida.

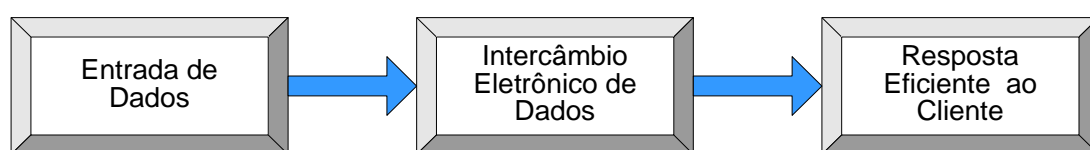


Figura 1: CADEIA PRODUTIVA SISTEMA DE INFORMAÇÕES  
Fonte SOUZA e ZWICCKER, acesso em: 05/09/10.

### 1.4 ATIVIDADES LOGÍSTICAS

Dentre as atividades logísticas, destacam-se o transporte, a armazenagem e a movimentação.

#### 1.4.1 TRANSPORTE

É o transporte que faz a movimentação das mercadorias ao longo de toda a cadeia de suprimento, exercendo grande influência tanto na responsividade quanto na eficiência da empresa de manufatura. Como componentes de decisão no transporte são considerados: os modais utilizados, a seleção de rota e rede, terceirização ou serviço próprio e a responsividade x eficiência.

Segundo Chopra e Meindl (2006) são seis os modais de transporte de produtos regularmente utilizados: o rodoviário, o ferroviário, o aeroviário, o hidroviário, o dutoviário e o transporte eletrônico de informações. Cada modal possui características específicas que auxiliam nas tomadas de decisão na escolha do modal tanto no que se refere à velocidade e custo, quanto na flexibilidade.

A roterização, segundo Chopra e Meindl (2006; p. 56), “é o caminho pelo qual o produto é transportado e rede é o grupo de locais e rotas pelos quais um produto pode ser transportado”.

A terceirização do transporte implica na contratação de empresas do ramo para fazerem a movimentação dos produtos dos centros produtivos até os pontos de distribuição ou até o os consumidores finais. A opção de terceirizar ou usar o transporte próprio é tomada por razões estratégicas que resultem em maior satisfação do cliente com minimização de custos, para o que sempre são considerados os custos de transporte de determinado produto (eficiência) e a velocidade com que o produto é transportado (responsividade).

Segundo Ballou (1993), a logística tem a missão de fornecer produtos e serviços de maneira rápida e eficiente, o que equivale dizer que o transporte tem que acontecer de forma rápida e eficaz considerando a característica e especificação dos produtos, sem perder de vista a satisfação do cliente em receber o seu pedido de acordo com sua necessidade.

Para Ballou (1993), cada modal de transporte tem sua particularidade que o diferencia dos demais. O ferroviário oferece um transporte lento, porém tem grande capacidade, o que o caracteriza como de menor custo para grandes distâncias. Já o rodoviário é a opção mais favorável para menores distâncias e pelas características da disponibilidade, frequência, velocidade e conveniência para oferecer um serviço porta a porta. O transporte aeroviário é considerado um transporte caro, porém oferecer maior segurança principalmente no transporte de mercadorias de grande valor agregado. Sua característica principal está na vantagem da velocidade de entrega. O modal aquaviário tem a desvantagem de ser mais lento que os três anteriormente citados, mas tem a vantagem de poder transportar o maior volume de cargas de diferentes tamanhos. O hidroviário de navegação interior é um transporte limitado por diversas razões como influência de condições meteorológicas e necessidade de que o usuário esteja localizado às margens da hidrovía ou a intermodalidade com o rodoviário. O sistema dutoviário é usado para transportar produtos líquidos e gasosos, opera 24 horas por dia ininterruptamente, o que lhe permite uma velocidade efetiva superior à dos outros modais.

#### **1.4.2 ARMAZENAGEM E MOVIMENTAÇÃO**

Armazenagem é a parte da logística que justifica os processos de produção e transporte de mercadorias. O único produto que tem consumo imediato a produção é a energia elétrica de corrente alternada, que não tem como ser armazenada. É a armazenagem o processo que consolida o controle e administração das atividades de recebimento e expedição de materiais, carga e descarga de veículos, conferência e classificação, inventários e estocagem de produtos em geral (ASLOG, 2010).

Em função de suas características o produto deve ser armazenado em locais adequados. Existem produtos que exigem local de armazenagem cobertos, com temperatura controlada enquanto outros não necessitam de mesmos cuidados. Existem produtos que não necessariamente precisam ser armazenados, mas que ficam consolidados nos armazéns nas áreas de cross-docking para posterior expedição direta. Segundo a Aslog (2010), cross-docking é um sistema que permite aumentar o giro de estoque no qual os bens entram e saem de um CD ou armazém sem ali serem armazenados.

Para a associação, na estocagem de mercadorias o armazém funciona como um pulmão entre a oferta e a demanda que mantém o equilíbrio e permite gerenciamento de situações que envolvem a sazonalidade de determinados produtos. Atuam como centro de consolidação de produtos de origem diversas ou de mix variados e os movimenta no sentido do varejista e do cliente final. Um armazém pode também atuar apenas como consolidador de carga sem que nenhum estoque seja mantido.

Entre as várias atividades desempenhadas pelo processo de armazenagem, destacam-se o controle de estoque ou inventário e a distribuição das mercadorias que são empurradas no sentido do cliente Aslog (2010).

Para Ballou (1993), se a demanda pelos produtos manufaturados fosse conhecida e os produtos entregues diretamente do fabricante ao cliente tão logo fosse consolidada a quantidade necessária, não haveria necessidade de ocupação de espaço físico com estoque e armazenagem, o que resultaria em redução de custos e maximização de resultados. As empresas que operam com estoques

necessariamente arcam com altos custos de armazenagem. A armazenagem resulta em grandes despesas e não agregam nenhum valor ao produto.

A movimentação de materiais no interior das empresas, produtos acabados ou matérias primas para produção, acarreta investimentos em equipamento como: paleteiras, empilhadeiras, transelevador, carrinhos, esteiras e outros. Para Ballou (1993), o manuseio ou movimentação interna de produtos e materiais acontece no transporte de pequenas quantidades por perímetros relativamente curtos.

Segundo BALLOU (2001, p. 42), os níveis de serviço ao cliente, a localização, os estoques e o transporte são as principais áreas do planejamento por serem muito impactantes na lucratividade, na minimização de custos, no fluxo monetário e no retorno percebido sobre o investimento empresarial. As áreas-problema do Planejamento Logístico (estoque, transporte e instalação) são prioridades no atendimento dos objetivos de serviço ao cliente. As decisões de estoque envolvem os níveis de estoque, as disposições e o controle. As decisões de transporte envolvem os modais, a roteirização e a programação do agente transportador, o tamanho e consolidação do embarque. As decisões de instalação envolvem o número, tamanho e localização das instalações, a designação dos pontos de estocagem para os pontos de fornecimento, a designação de demanda para pontos de estocagem e pontos de fornecimento e a armazenagem pública/privada.

## **2 LOGÍSTICA REVERSA**

A logística reversa envolve todas as operações que demanda o fluxo reverso das mercadorias, partindo do usuário final que é o último elo da cadeia de suprimentos no sentido dos fornecedores de matéria prima, quer seja de produtos pós-consumo ou produtos pós venda. É o caminho inverso da atividade de distribuição dos produtos ou serviços de uma cadeia de suprimentos.

### **2.1 CONCEITUANDO A LOGÍSTICA REVERSA**

O entendimento de Leite (2003), para se chegar à definição de Logística Reversa, um longo caminho foi percorrido através dos conceitos de atividades logísticas desenvolvidas ao longo dos vários ciclos da cadeia de suprimentos. Assim ficou fácil o entendimento da logística reversa como o percurso no sentido inverso a ser feito pelos produtos pós-vendas e pós-consumo na direção do início da cadeia direta, isto é, do cliente final para os fornecedores de matéria prima, sem necessariamente passar por todos os elos da cadeia. Portanto, a logística reversa é entendida como:

[...] 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 negócio ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas maneiras: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outras (LEITE, 2003, p. 16).

Acrescenta que as várias alternativas para direcionamento dos bens de pós-consumo, tanto no âmbito comercial como formas de captação e transporte, viabilizam decisões extremamente importantes que darão subsídio ao direcionamento final e tratamento a ser dado para os resíduos em geral que são despejados no lixo doméstico. O que inviabiliza a operação do retorno desses bens ao ciclo produtivo, é o custo operacional das várias etapas do ciclo reverso que tem início na captação dos resíduos tanto nos lixões quanto nos pontos de coleta. Em toda a cadeia reversa os custos se somam e em muitos casos, inviabiliza a utilização de matéria prima reciclada, em comparação à matéria prima virgem, especialmente quando as empresas de reciclagem são independentes das empresas produtoras. A Logística Reversa se apresenta como uma nova área da Logística Empresarial que se preocupa em resolver os impasses quanto à

multiplicidade de aspectos logísticos para o retorno dos bens ou de materiais constituintes aos ciclos produtivos ou de negócios. A quantidade de bens descartados pela sociedade vem aumentando gradativamente, em função da variedade de novos produtos que surgem a cada dia no mercado, ciclo de vida de produtos cada vez mais curtos, da obsolescência, custo exagerado de manutenção e conservação dos produtos em uso e sua substituição por produtos mais modernos e mais práticos. O consumidor não tem como disponibilizar os produtos que não lhe são mais úteis a não ser através do descarte no próprio lixo, onde inicia o ciclo reverso. Esse descarte exagerado de bens vem esgotando a capacidade de sistemas de disposição obrigando a sociedade e autarquias públicas a repensar novos caminhos para minimizar os impactos gerados. Dessa preocupação surgiram idéias de reaproveitamento de materiais constituintes, reutilização e reciclagem de materiais.

Segundo Leite (2003) para exemplificar a Logística Reversa, é considerado as duas grandes áreas de atuação: os fluxos reversos de pós-venda, que é formado pelo retorno de produtos de pouco ou nenhum uso que fluem no sentido do consumidor final para o setor de manufatura e os canais reversos de pós-consumo, que têm seu início a partir do descarte de bens que já não oferecem mais as mesmas perspectivas de satisfação para o consumidor. Neste último caso, vale considerar a verticalidade do canal em relação ao canal direto já que ele subdivide-se nas opções de reciclagem, reuso e destinação final.

Leite (2003) acredita que o objetivo da logística reversa é facilitar o retorno dos bens ou de seus materiais constituintes ao ciclo produtivo ou de negócios, agregando valor de diversas formas ao longo da cadeia reversa, principalmente valor econômico e ecológico. A agregação do valor econômico é percebida nas várias etapas do movimento reverso, desde o cuidado do coletor na separação dos resíduos de seu interesse comercial aos vários processos que esse retorno possibilita.

A logística reversa de pós-venda é a área específica que opera o fluxo e as informações logísticas correspondente do retorno dos bens por diferentes motivos a determinados elos da cadeia de distribuição direta (LEITE, 2003).



De acordo com Leite (2003), a logística reversa de pós-consumo viabiliza o planejamento, operação e controle do fluxo de retorno e de informação dos bens ou de seus materiais constituintes ao ciclo produtivo ou de negócios de forma a agregar valor a produtos descartáveis pelos respectivos consumidores e torná-los novamente úteis, mesmo que sejam com atribuições diferenciadas da sua primeira utilização.

Em alguns casos, a logística reversa não é aplicada a uma grande parte de materiais descartáveis que não atendem exigências para reinserção ao ciclo produtivo, não são contemplados por tecnologia de reciclagem ou pelo mercado de materiais e têm baixa disponibilidade à captação, logo são disponibilizados nos lixões e aterro. Outros produtos apresentam dificuldade para separação de componentes recicláveis, que torna o ciclo reverso inviável tanto por onerar o custo, quanto pela falta de tecnologia adequada.

No meio empresarial, algumas empresas utilizam da logística reversa por conta própria ou através de terceirizações com outras empresas especializadas objetivando ganho de competitividade e redução de custo. Existe, por outro lado, empresas especializadas em reciclagem de determinados produtos e de seus materiais constituintes que viabilizam às empresas de manufatura produtos constituintes da matéria prima utilizada na produção.

Os canais reversos são classificados em abertos e fechados (LEITE, 2003), sendo os canais reversos abertos caracterizados pelo retorno ao ciclo produtivo de materiais constituintes (metais, plásticos, vidros, papeis, etc.) de diferentes produtos de pós-consumo em substituição a matérias-primas novas na fabricação de produtos diferentes daqueles dos quais foram extraídos. Já os canais reversos de ciclo fechado são constituídos do retorno de materiais constituintes de bens usados na fabricação de produtos similares aos bens de que foram extraídos (latas de alumínio, latas de aço, baterias de automóveis, entre outros). No caso de canais reversos de ciclo fechado, os materiais constituintes são provenientes de diferentes materiais de pós-consumo e são utilizados na produção de produtos de mesma natureza dos que lhe deram origem.

A conceituação de logística reversa analisada até este ponto estabelece que os fluxos logísticos reversos possibilitam o retorno ao ciclo produtivo ou de negócios dos diferentes produtos e materiais disponibilizado pelo cliente final da cadeia de suprimento, quer seja pós utilização do produtos ou mesmo no exercício do direito de exigir a garantia de funcionabilidade ou de aspectos visuais como apresentação de defeitos tanto dos produtos quanto de suas embalagens Leite (2003).

Como a logística reversa trata dos canais de retorno de produtos ou suas partes constituintes ao ciclo produtivo ou de negócio, a verticalidade dos canais permite considerar subdivisões dos canais reversos em canais reversos de pós-venda e canais reversos de pós-consumo. Neste último caso ainda há outras subdivisões em canais reversos de reuso de bens duráveis e semiduráveis, canais reversos de desmanche de bens duráveis e canais reversos de reciclagem de produtos Leite (2003).

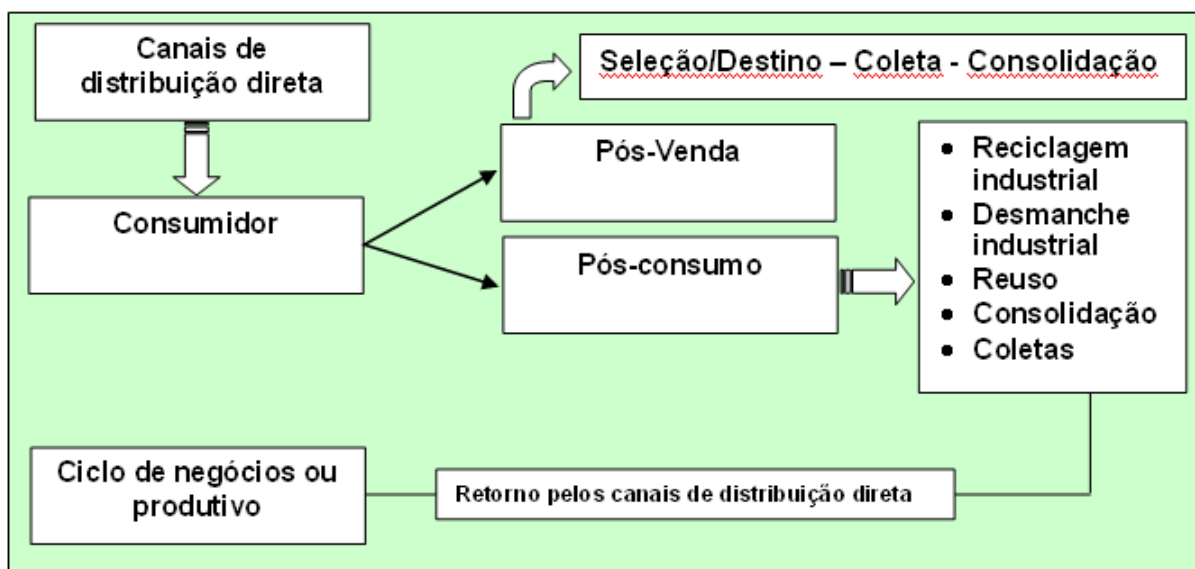


Figura 2: CICLOS REVERSOS DE PRODUÇÃO E DE NEGÓCIOS  
Fonte: Adaptado de LEITE (2003)

## 2.2 CANAL REVERSO DE PÓS-VENDA

Para Leite (2003) os bens de pós-venda retornam à cadeia produtiva por uma série de motivos e se utilizam dos próprios meios dos canais diretos, isto é, o retorno é feito através de recursos dos elos da cadeia direta que são responsáveis pela

disponibilização do produto para o consumidor final. Esse retorno ao ciclo produtivo visa agregar o valor que falta ao produto para sua nova disponibilização ao consumidor.

A logística reversa de pós-venda se ocupa da solução do problema gerado ao consumidor por um produto que não corresponda com as características esperadas pelo mesmo no atendimento de suas necessidades específicas, que é a devolução do produto ao ponto de origem do defeito. Essa devolução pelo consumidor pode ser feita com uso ou não do bem em questão e objetiva agregar valor a um produto que é devolvido por razões que englobam os motivos da devolução que podem ser: comerciais, erros no processamento dos pedidos, garantias dadas pelo fabricante, defeitos ou falhas de funcionamento, avarias no transporte, entre outros. O fluxo de retorno será estabelecido entre os diversos elos da cadeia de distribuição direta envolvidos no motivo do retorno, a partir do ponto onde o defeito possa ter sido gerado Leite (2003, p. 17).

A logística reversa de pós-venda cuida do planejamento, operação e controle do fluxo de retorno dos produtos que por diversos motivos voltam a determinados elos da cadeia direta por motivos que são classificados em agrupamentos específicos: 'garantia/qualidade', 'comerciais' e substituição de componentes (Leite, 2003, p. 18).

Devoluções por 'garantia/qualidade' contemplam as que o produto apresenta defeitos de fabricação ou funcionamento, avarias no produto ou na embalagem.

A classificação por 'comerciais' é caracterizada pelo retorno dos produtos devido a erros de expedição, excesso de estoques no canal de distribuição, mercadorias em consignação, liquidação de estação de vendas, pontas de estoque, e retornam ao ciclo de negócio através de outros canais de distribuição.

O terceiro caso contempla os produtos com devolução motivados por 'recall' que acontecem por motivos legais aumentando as garantias de segurança na utilização dos produtos.

### **2.3 CANAL REVERSO DE PÓS-CONSUMO**

Logística reversa de pós-consumo é a área da logística reversa que cuida do fluxo físico e das informações correspondentes aos bens de pós-consumo disponibilizados pela sociedade em geral e que retornam ao ciclo produtivo ou de negócios através de canais de distribuição reversos específicos de reuso, desmanche e reciclagem. São caracterizados bens de pós-consumo os produtos em fim de vida útil ou que ainda apresentem características de reutilização e os produtos constituídos por resíduos industriais em geral (LEITE, 2003). Salienta que a logística reversa de pós-consumo tem como objetivo agregar valor a um produto constituído de um bem que não oferta mais utilidade a seu possuidor mas que ainda possua condições de ser utilizado no todo ou em suas partes constituintes no retorno ao ciclo produtivo na forma de insumo para produção ou pode ser aproveitado através dos canais de reciclagem na oferta de um novo ciclo de negócio.

De acordo com Leite (2003), os produtos de bens de pós-consumo originam de bens duráveis, semiduráveis e descartáveis e fluem por canais reversos de reuso, desmanche, reciclagem, dos quais resultam o canal direto de destinação final do resíduo que é caracterizado pelo seu descarte nos lixões ou aterros sanitários. Os produtos duráveis compreendem uma vida média variando de poucos anos a algumas décadas e apresentam possibilidade de serem reutilizados, os semiduráveis tem vida útil variando de poucas semanas a alguns anos e também apresentam característica de reutilização, já os produtos descartáveis, possuem vida útil de horas ou semanas e não apresentam características de reutilização.

Grande parte dos bens descartáveis exige condições necessárias para sua inserção ao ciclo produtivo ou de negócio como tecnologia de reciclagem, metodologia e recursos para captação, desmontagem e separação de componentes recicláveis e mercado para aplicação. A baixa disponibilidade aglomerada de um determinado produto em função das dificuldades de captação, inviabiliza a estruturação de uma logística reversa adequada e o desenvolvimento de novas aplicações que exigem grandes quantidades de produtos recicláveis (LEITE, 2003, p. 21)

A logística reversa dos produtos de pós-consumo é atendida pelos subgrupos do fluxo reverso de pós-consumo: os canais reverso de reuso e os canais reversos de reciclagem.

O fluxo dos canais de distribuição reversos de reuso direciona os produtos tanto para a sua reutilização na sua forma original quanto na reutilização de seus materiais constituintes na composição de matéria-prima como insumos de produção. Já o fluxo de canais de distribuição reverso de reciclagem contemporiza várias fases de tratamento dos resíduos como a coleta, o desmanche, a separação e a disponibilização do produto ou partes constituintes para novos ciclos de negócio.

Após as pesquisas realizadas acerca das definições referentes ao tema proposto neste trabalho e os aspectos relevantes apresentados neste capítulo, percebe-se a necessidade de aprofundar no estudo relevante à Logística Reversa do PET, cuja compreensão será desenvolvida de forma sintetizada na abordagem de tópicos importantes ligados ao meio-ambiente e ao tema proposto na elaboração deste projeto. A figura a seguir representa os fluxos diretos e reversos de pós-venda e de pós-consumo.

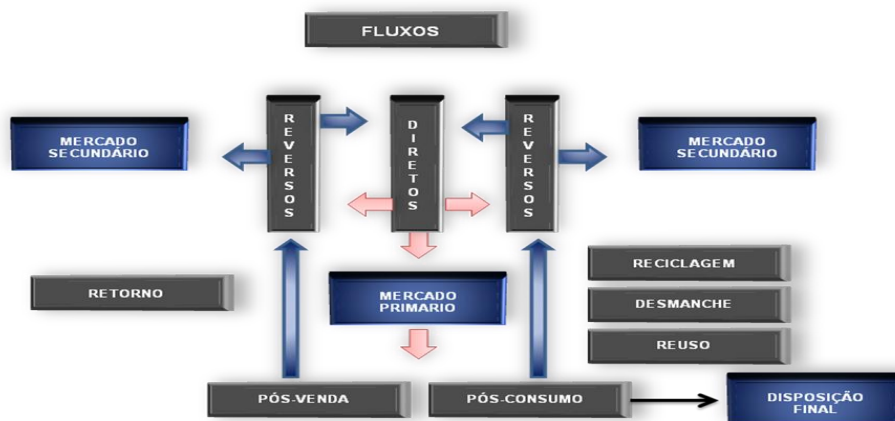


Fig. 3: Fluxos diretos e reversos de bens de Pós-venda e Pós-consumo

Fonte: Adaptado de LEITE (2003)

### **3 RESÍDUOS SÓLIDOS E O MEIO AMBIENTE**

O estudo dos resíduos sólidos está sempre associado às questões ambientais tanto pela degradação causada ao planeta pelo alto índice de poluição gerada, quanto pelas ações a serem tomadas para reparar o dano acumulado e salvar o planeta de catástrofes previstas e esperadas.

#### **3.1 RESPONSABILIDADE SOCIAL DAS EMPRESAS.**

De acordo com Leite (2003) a sociedade, de modo geral está bastante preocupada com os diversos aspectos do desequilíbrio ecológico que vem colocando em risco a vida de pessoas e do planeta. Várias pesquisas de opinião pública têm sido elaboradas a fim de comprovar uma maior conscientização social, o que evidencia o aumento da sensibilidade ecológica nos dias atuais e da grande preocupação gerada tanto nos meios empresariais como nas esferas de poderes públicos e governamentais. O Governo Federal tem se preocupado de forma relevante com tais aspectos, que desde o final do século passado vem desenvolvendo programas de conscientização e erradicação de processos poluentes que são passados como forma de exigência de cumprimento por parte das empresas e da sociedade em geral. Em 1998 foi criado o Programa Brasileiro de Reciclagem pelo Ministério da Indústria, Comércio e Turismo com objetivo de elaborar propostas orientadoras e legislações normativas para serem discutidas pelas várias esferas legislativas e governamentais.

Em reação ao impacto dos produtos descartados no meio ambiente foram criadas várias legislações de incentivo para a criação de novos conceitos de responsabilidade empresarial e social, buscando adequação do crescimento econômico com a minimização dos impactos ambientais, priorizando o desenvolvimento sustentado baseado no atendimento das necessidades de crescimento respeitando o meio-ambiente e sem comprometer as gerações futuras (SÃO PAULO, acesso em: 10/10/10).

Segundo Leite (2003) as legislações ambientais envolvem os diferentes aspectos do ciclo de vida útil dos produtos, desde a fabricação e o uso de matérias primas virgens ou recicláveis, até a sua disposição final ou a dos seus materiais

constituintes. Existem sérias restrições quanto à descartabilidade e disposição final de produtos que agridem a natureza e em contrapartida, as legislações regulamentam até mesmo a produção e o uso de produtos nocivos que necessariamente fazem parte da cadeia produtiva, como os defensivos agrícolas e materiais radioativos em geral. Mesmo estes produtos se utilizados de forma adequada são importantes para o equilíbrio ecológico (ABNT: NBR 10004:2007; NBR 10005/10006/10007:2004; NBR 12808:1993; NBR 14598:2000).

Um novo princípio de proteção ambiental vem sendo propagado há quase duas décadas, o da 'responsabilidade estendida ao produto' (EPR – Extended Product Responsibility) que contempla a responsabilidade social das empresas em relação a seus produtos, que se estende a partir da disponibilização do produto no mercado até o descarte final após uso original. Esse princípio foi reforçado pela prática do tratamento de efluentes industriais como condição do funcionamento industrial e regulamentado por legislação específica que obriga as empresas a cuidarem para que seus dejetos não provoquem poluição ambiental (LEITE, 2003; p.22).

Em meados da década de 90 uma legislação específica que surgiu por um acordo entre governos de países europeus (França, Alemanha e Holanda) estabelecia a responsabilidade social dos fabricantes de automóveis pela coleta, reciclagem e reaproveitamento de materiais dos veículos descartados pela sociedade. Com base neste foco, ocorreram reações por parte de vários outros países que passaram a adotar medidas similares que resultaram na responsabilidade de organização de cadeias reversas de produtos pós-uso, que alavancaram o processo de reciclagem no mundo todo, principalmente entre os países mais desenvolvidos (LEITE, 2003). Seguindo o exemplo do setor automotivo europeu, várias empresas de segmentos diversos adotaram práticas de EPR que resultaram numa logística reversa de seus produtos e no comprometimento em função dessas práticas pela possibilidade de ganhos tanto econômicos quanto de imagem corporativa.

Leite (2003) destaca o envolvimento das empresas Sony Eletronics, IBM, Dell Computer e HP com a política reversa e reciclagem de seus produtos pós-uso:

- A empresa Sony Eletronics estabeleceu em outubro de 2000 um programa de coleta de seus produtos após uso sem custos para o consumidor com o propósito de utilizar peças em condições de uso e cuidar da destinação final dos constituintes sem possibilidade de reaproveitamento;
- A IBM criou o IBM's PC Recycling Services que permitia ao consumidor retornar computadores e periféricos usados por meio da UPS;
- A Dell Computer e a Hewlett Packard modificaram seus projetos de computadores visando facilitar o trabalho de desmontagem e de substituição de componentes

Além das empresas acima, destacam-se na mesma política o envolvimento de outras empresas:

- O Extra Hipermercado adotou em algumas de suas lojas a política reversa de garrafas plásticas PET e latas de alumínio com a instalação de uma máquina que recebe estes materiais em troca de um tíquete com bônus para gastar no supermercado ou um comprovante para doação para instituições de caridade.
- A empresa Red-Line, importadora da máquina pretende instalar mais 100 máquinas similares no eixo Rio - São Paulo (AMBIENTE BRASIL, acesso em 24 set. 2010).
- A Panamco Brasil, maior fabricante de coca-cola do Brasil implantou na cidade de São Paulo dois postos fixos de compra de latas de alumínio e de garrafas PET vazias que são destinadas à reciclagem. O programa foi desenvolvido em conjunto com a Coca-Cola, a Alcan, a Amplitude e a Plastipak (AMBIENTE BRASIL, acesso em 24 set. 2010).

A imagem corporativa de empresas, entidades e setores envolvidos na geração de problemas ecológicos está cada vez mais comprometida com a questão de preservação ambiental e as ações convenientemente dirigidas para este fim, retornam em imagem diferenciada como vantagem competitiva. Através desta visão



de marketing social e ambiental, o meio empresarial tem buscado sua adequação ao segmento de uma logística reversa que possibilite às empresas ganhos substanciais de imagem e econômicos que resultam das ações empreendidas quando o foco está voltado nas questões ambientais (LEITE, 2003).

### **3.2 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS, TRATAMENTOS E DESCARTE**

Para Leite (2003), resíduos sólidos são materiais constituintes de produtos sólidos considerados sem serventia que genericamente são disponibilizados como lixo. São compostos de materiais descartados na forma de lixo depois de exaurida sua utilidade principal através do consumo. No entanto, embora o termo lixo se aplique aos resíduos sólidos em geral disponibilizados por não terem mais serventia a seu primeiro possuidor, materiais descartados ainda podem ser reutilizados ou reciclados depois de adequadamente tratados com possibilidade de geração de emprego e renda, além de permitir grande economia de recursos na sua volta ao ciclo produtivo.

Com base em pesquisa no site da Infoescola (acesso em: 17/10/10) os resíduos sólidos possuem características específicas que necessitam ser reconhecidas em função da necessidade de manipulação por parte das pessoas que trabalham nesse segmento. Não basta conhecer sua origem, materiais constituintes e características. É necessário a caracterização que é feita em laboratórios especiais, seguindo padrões específicos de amostragens e testes para a determinação de características como inflamabilidade, corrosividade, combustibilidade, toxicidade, granulométrica, peso, volume, resistência mecânica, reatividade, composição, solubilidade, biodegradabilidade, etc. A normatização utilizada nesta atividade segue padrões da ABNT (NBR 10004:2007; NBR 10005/10006/10007:2004; NBR 12808:1993; NBR 14598:2000 e a norma internacional USEPA – SW846)

Segundo Infoescola (acesso em: 17/10/10) a classificação dos resíduos sólidos se dá de acordo com a origem, tipo de resíduo, composição química e periculosidade e o seu manuseio exige cuidados especiais. Destaca que a classificação é feita em função das características:

**Origem:** resíduo hospitalar ou de serviços de saúde (constituído por seringas, agulhas, materiais de curativo e outros que possam apresentar contaminação por agentes causadores de doenças); resíduos domiciliar (restos de alimentos, resíduos sanitários, papel, plástico, vidro, metais, pilhas, baterias, lâmpadas, produtos de limpeza, medicamentos e embalagens em geral); resíduos agrícolas (gerados por atividades agropecuárias ou de uso nestas atividades); resíduos comerciais (geralmente constituídos por materiais recicláveis como papeis, plásticos e outros); resíduos industriais (originados por processos industriais); entulhos (resultante da construção civil e reformas); resíduos públicos ou de varrição (recolhido nas vias públicas, galerias, áreas de realização de eventos e outros locais públicos); resíduos sólidos urbanos (conjunto de todos os tipos de resíduos gerados nas cidades e coletado pelo serviço municipal); resíduos de Portos, Aeroportos e Terminais Rodoviários e Ferroviários (resíduos tratados como “resíduo séptico” pela possibilidade de contaminação de agentes causadores de doenças trazidas de outras regiões); Resíduos de Mineração (constituído de solo removido, metais pesados, restos e lascas de pedras entre outros).

**Tipo:** Resíduo Reciclável (papel, plástico, metal, alumínio, vidro, etc.); Resíduo Não Reciclável ou Rejeito (resíduos não recicláveis ou recicláveis contaminados).

**Composição química:** os resíduos podem ser: Orgânicos e Inorgânicos (vidros, plásticos, borrachas, etc.). Os Orgânicos (resto de alimentos e resíduos de origem vegetal ou animal) em alguns casos podem ser tóxicos e fazem parte de duas subclasses: Os Poluentes Orgânicos Persistentes (POP) e os Poluentes Orgânicos Não Persistentes. Os primeiros são hidrocarbonetos de elevado peso molecular, clorados e aromáticos (pesticidas DDT, DDE, Lindane, Hexaclorobenzeno e PCB's). Pela alta periculosidade foi criada uma norma internacional para seu controle denominada “Convenção de Estocolmo”. Os Não Persistentes são compostos oleaginosos, solventes de baixo peso molecular, alguns pesticidas biodegradáveis e a maioria dos detergentes.

**Periculosidade:** pela classificação definida pela ABNT (NBR 10004:2004) os resíduos podem ser: Perigosos e Não Perigoso. Os perigosos apresentam riscos

para a sociedade e o meio ambiente por possuírem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e ou patogenicidade (causam doenças). Os não perigosos não oferecem risco e nem apresentam as características anteriormente mencionadas e são classificados nas subclasses Inertes e Não Inertes (geralmente apresentam as características biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água).

Os resíduos sólidos precisam ser manuseados e tratados adequadamente para reduzir os impactos causados pelo seu descarte final em locais impróprios para este fim. Esse tratamento e manuseio exige cuidados especiais, tanto das pessoas e entidades diretamente envolvidas quanto de outras que fazem do lixo a principal atividade que lhe possibilita algum ganho para o sustento diário (INFOESCLA, acesso em 17 out. 2010 ). O descarte inadequado e sem tratamento provoca sérios danos ao meio ambiente como a poluição do solo, do ar, de águas e mananciais. Já o descarte final controlado e tratado corretamente permite ganhos substanciais para o meio ambiente e a sociedade. São formas de tratamentos adequados, a utilização de aterros sanitários controlados, a reciclagem energética, a reciclagem orgânica, a reciclagem industrial, a esterilização a vapor e desinfecção por microondas.

O aterro sanitário é um tratamento baseado em técnicas sanitárias que consiste na impermeabilização do solo, compactação e cobertura das camadas de lixo depositadas, tratamento dos gases e do chorume originados, entre outros procedimentos técnicos operacionais que permitem evitar aspectos negativos como a proliferação de ratos e moscas, exalação de odores fétidos, contaminação de lençóis freáticos e desencadeamento de doenças. O aspecto positivo mais incisivo da utilização de aterro sanitário é a sua associação a outros processos de tratamento que é a coleta seletiva e a reciclagem. Em contrapartida, apresenta como aspecto negativo as limitações inerentes em função da vida útil reduzida dos aterros associado ao aumento da demanda de lixo produzido e de poucas áreas disponíveis nas proximidades das cidades (AMBIENTEBRASIL, acesso 24 set. 2010). Os vários tipos de tratamentos dos resíduos sólidos por meio da reciclagem contemplam:

A **reciclagem energética** é feita por meio de incineração ou queima de resíduos perigosos, com reaproveitamento e transformação da energia gerada. Já a

reciclagem orgânica se dá pela compostagem de matéria orgânica que resulta em solo tratado e preparado de uso agrícola.

A **reciclagem industrial** é o reaproveitamento de resíduos sólidos ou de seus materiais constituintes em processos produtivos industriais ou em novos ciclos de negócios, como produtos diferenciados dos materiais que lhe deram origem.

A **esterilização** por meio de vapor ou através de microondas é uma forma de tratamento patogênico que pode permitir a utilização de determinado resíduo sem o comprometimento da saúde do indivíduo, porém existe legislação restritiva à sua utilização em contato com produtos alimentícios (ANVISA, 1999).

Outro tipo de tratamento dado aos resíduos sólidos é a **incineração** em fornos especiais, que demanda elevados custos e a necessidade de rigoroso controle da emissão de gases poluentes gerados pela combustão. Esse meio é contra-indicado pelo elevado custo e por ser altamente poluidor devido os materiais tóxicos presentes nos resíduos incinerados que se tornam ainda mais tóxicos como resultado das reações químicas que acontecem na combustão.

### 3.3 PRODUTO PET, CARACTERÍSTICAS, COLETA E RECICLAGEM



Figura 4: LOGOTIPO DA RECICLAGEM DO PET  
Fonte: ABNT: NBR 13230

Normatizado pela ABNT, o triângulo da reciclagem é fundamental na hora de separar os vários tipos de plásticos para a viabilização econômica e industrial da reciclagem. Cada tipo diferente é simbolizado pelo número constante no centro do triângulo (ABNT: NBR 13230)

### 3.3.1 DEFINIÇÃO

O PET foi desenvolvido em 1941 pelos químicos ingleses Whinfield e Dickson, porém as garrafas produzidas por este polímero só começaram a ser fabricadas na década de 70. A introdução no Brasil se deu a partir de 1988 e proporcionou vantagens indiscutíveis para o consumidor, entre as quais se destaca o desafio da reciclagem e a geração de rendas. Tal desafio fez despertar a preocupação com as questões ambientais e o descarte de tão significativa quantidade de lixo descartada diariamente nos grandes centros populacionais (ALBOREDA, 1997).

O PET é um polímero termoplástico (material que não sofre alterações em sua estrutura química durante o aquecimento e que após o resfriamento pode ser novamente moldado) que pode ser reprocessado diversas vezes em diferentes processos de transformação. Quando aquecido a temperaturas adequadas o PET amolece, funde e se torna novamente moldado na confecção de um novo produto, conservando as mesmas características do produto original, sendo por isso o plástico mais reciclado em todo o mundo, com uma extensa gama de aplicações: frascos e garrafas (exceto para uso alimentício/hospitalar), cosméticos, bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, tapetes, carpetes, embalagens, filmes, fitas, cordas, compostos, entre outras (RECICLOTECA, acesso em 26 set. 2010).

No Brasil, de acordo com a resolução nº 105 de 1999 da ANVISA, é proibido o uso de plástico reciclado para contato com alimentos, exceto no caso de materiais reaproveitados no mesmo processo de transformação. Especificamente para aplicações de PET em bebidas não-alcoólicas carbonatadas, a utilização de PET reciclado multicamada é explicitamente permitida (AMBIENTE BRASIL, acesso em 24 set. 2010).

Ano	Produção	Consumo	Reciclagem	% Reciclado / Produção	% Reciclado / Consumo
1997	170 mil	180 mil	27 mil	15,9	15
1998	260 mil	224 mil	40 mil	15,38	17,9
1999	295 mil	245 mil	50 mil	16,9	20,4
2000	340 mil	272 mil	67 mil	19,71	24,6

Tabela 1: PRODUÇÃO, CONSUMO E RECICLAGEM DO PET NO BRASIL

Fonte: ABIPET (acesso em 22 set. 2010)

### 3.3.2 CARACTERÍSTICAS

O PET apresenta as características: transparência, brilho intenso, resistência a impactos, atoxicidade, leveza e se apresenta como uma dos poucos produtos 100% recicláveis, além de poder sofrer inúmeros processos de transformação. As embalagens PET quando recicladas apresentam inúmeras vantagens sobre as outras embalagens do ponto de vista de energia consumida, consumo de água, impacto ambiental, benefícios sociais, entre outros.

No Brasil é crescente o uso de embalagens PET em substituição a outros materiais como latas de flandres, vidros, multilaminados (embalagens tetrapark) e até de outros plásticos. Hoje é comum a sua utilização em garrafas de suco, refrigerantes, óleos vegetais, água mineral, saquinhos e filmes porta alimentos (RECICLOTECA, acesso 26 set. 2010).

Em 2002, o Brasil consumiu 300 mil toneladas de resina PET na fabricação de embalagens. A demanda mundial é de cerca de 6,7 milhões de toneladas/ano (CEMPRE, 2004). Em 2008, a taxa de reciclagem do PET foi de 54,8%, correspondendo a 253 mil toneladas (ABIPET, acesso 22 set. 2010).

Sendo coletadas através de um sistema seletivo tanto por parte dos catadores de recicláveis quanto pelas empresas de reciclagem que se dedicam exclusivamente a determinados tipos de resíduos, as embalagens PET passam por triagem para separação por cor, aspecto visual, resíduos contaminantes e por processos de compactação para facilitar o transporte.

### 3.3.3 PROCESSO DE RECICLAGEM

O processo de reciclagem tem destinação a vários segmentos, entre os quais a indústria têxtil (cerca de 40%), retorno ao ciclo produtivo na composição de resinas com mesmas características de matérias virgens que dão origem a produção do polímero PET e destinação na fabricação de novos produtos a partir das próprias embalagens como materiais constituinte. Atendendo a destinação da indústria têxtil, o processo de reciclagem tem início na captação, separação e lavagem das embalagens, passa pelo processo de trituração, adição de reagentes químicos que lhe restaure o produto original pela esterilização de contaminantes antes de serem transformados em grânulos, chamados de pellets. O produto resultante deste processo abastece especialmente as indústrias têxteis na produção de toalhas, tecidos de poliéster utilizados como absorventes em limpeza, filmes e embalagens contendedoras de fardos, cordas, tapetes e outros (CEMPRE, acesso 25 set. 2010).

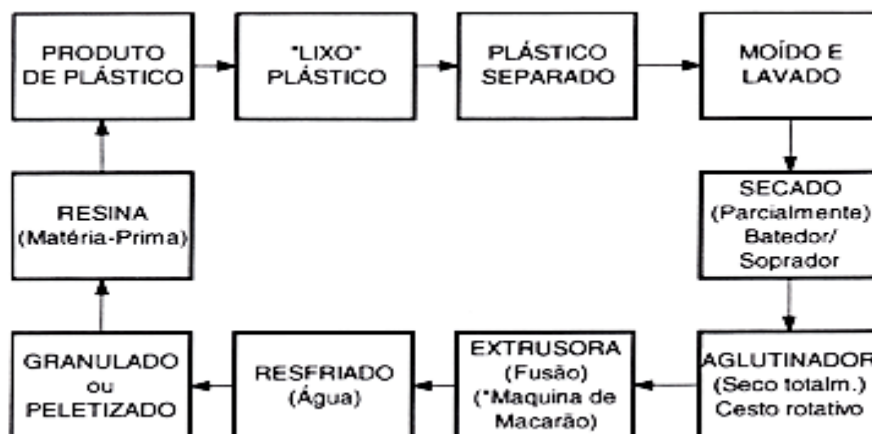


Figura 5: PROCESSOS DE RECICLAGEM DO PLÁSTICO

Fonte: AMBIENTE BRASIL, acesso em: 24 set. 2010.

A contaminação material com matéria orgânica, areia, óleo e resíduos líquidos de característica tóxica e a mistura de polímeros quimicamente incompatíveis prejudicam o processo de reciclagem, razão para a separação e classificação dos vários tipos de polímeros para a consecução do processo. Segundo CEMPRE apud Alboreda (1997), existem diferentes famílias de plásticos que muitas vezes não são

quimicamente compatíveis. A mistura de alguns materiais pode resultar em produtos defeituosos, de baixa qualidade, sem as especificações técnicas exigidas pelo setor de qualidade das indústrias de manufatura.

As garrafas PET ocupam muito espaço nos aterros e exigem equipamentos mecânicos pesados para sua compactação para facilitar o transporte. Lançadas indevidamente nos aterros, lixões e no meio ambiente contribuem para entupimentos de galerias, cursos de água e propiciam a proliferação de vetores causadores de doenças como a dengue e outras.

Na fabricação de produtos pela reciclagem dos plásticos em geral, há um ganho substancial de 70% na economia de energia, considerando todo o processo desde a exploração da matéria prima até a formação do produto final (RECICLOTECA, acesso em 26 set. 2010).

A reciclagem ocorre através de vários processos: mecânicos (transformação em novos produtos com finalidades diferentes das garrafas PET originais), químicos (recuperação de matéria prima) e térmicos (reaproveitamento energético (CETSAM/SENAI, 2010).

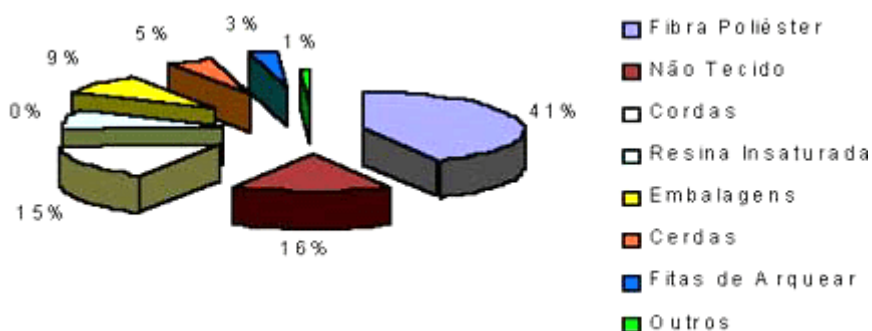


Figura 6: APLICAÇÃO DE RECICLAGEM DO PET

Fonte: ABIPET, acesso em: 22 set. 2010

A reciclagem mecânica está fundamentada na transformação das garrafas PET em grânulos que são utilizados na confecção de novos produtos ou mesmo na produção artesanal de outros produtos que tem as garrafas como materiais



constituintes (chuveiros solares, enfeites natalinos, construção civil, ornamentação residencial e outros). Para a produção de grânulos para geração de novos produtos, o processo de reciclagem passa pelas seguintes etapas (RECICLOTECA, acesso em 26 set. 2010):

- Separação: são separados os diferentes tipos de plásticos de acordo com a identificação e o aspecto visual. Neste processo são separados rótulos de diferentes tipos de materiais, tampas de garrafas, produtos com mais de um tipo de plástico, produtos com resíduos de contaminação por utilização imprópria e outros.
- Moagem: depois de separados os diferentes tipos de plásticos são moídos e fragmentados em partículas bem reduzidas.
- Lavagem: após a trituração os grânulos são lavados com água para retirada de contaminantes. A água utilizada passa por vários ciclos e recebe tratamento para sua reutilização ou emissão como efluente.
- Aglutinação: depois de seco o material é compactado, recebe incorporação de aditivos como cargas, pigmentos e lubrificantes e passa pelo aglutinador onde sofre elevação da temperatura em função do atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo.
- Extrusão: a extrusora funde e torna a massa plástica homogênea. O cabeçote de saída da extrusora expelle um espaguete contínuo que é resfriado com água. Em seguida este espaguete é picotado em um granulador e é transformado em pelett (grãos plásticos).

A reciclagem química reprocessa os plásticos, transformando-os em insumos básicos utilizados como matéria prima em refinarias e centrais petroquímicas com objetivo de recuperação de componentes químicos individuais para reutilizá-los como produtos químicos ou para a produção de novos produtos (AMBIENTEBRASIL, acesso 24 set. 2010). Nos processos de reciclagem química é permitido reciclar misturas de plásticos diferentes, com aceitação de determinado grau de contaminantes. Entre os processos de reciclagem química destacam-se:

- Hidrogenação: as cadeias dos polímeros são quebradas mediante tratamento com hidrogênio e calor, gerando produtos processáveis nas refinarias.

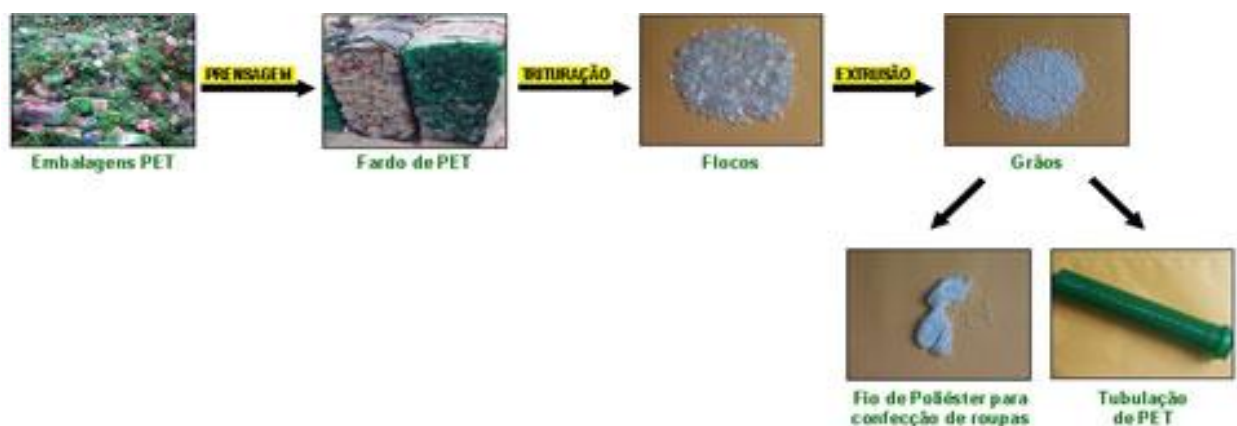
- Quimólise: consiste na quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros na presença de glicol/metanol e água.

A reciclagem térmica consiste no aquecimento dos resíduos, gerando compostos químicos que serão utilizados na fabricação de novos produtos:

- Gaseificação: os plásticos são aquecidos com ar ou oxigênio e geram gás contendo monóxido de carbono e hidrogênio.
- Pirólise: é a quebra das moléculas pela ação do calor e ausência de oxigênio que resulta da geração de hidrocarbonetos processáveis em refinarias

A reciclagem energética consiste na recuperação da energia contida nos polímeros através de processos térmicos e se distingue da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustíveis na geração de energia elétrica.

A incineração é um processo de destinação final de resíduos sólidos que não reaproveita a energia dos materiais e é considerado processo altamente oneroso principalmente pela utilização de combustíveis de fontes não renováveis. A energia contida em 1 kg de plástico é equivalente à contida em 1 kg de óleo combustível. Além da economia pela recuperação da energia contida no polímero na reciclagem térmica ainda ocorre uma redução de aproximadamente 90% na massa do material que resulta apenas 10% de resíduo inerte esterilizado (AMBIENTEBRASIL, acesso em 24 set. 2010). A ilustração a seguir representa os ciclos de reciclagem na indústria têxtil:



**Figura 7: CICLOS DE RECICLAGEM PARA INDÚSTRIA TÊXTIL**  
Fonte: Recicloteca, acesso em: 26 set. 2010.

**Histórico da Reciclagem do Pet no Brasil:** segundo dados da ABIPET (2010).

ANO	RECICLAGEM pós-consumo/índice
1994	13 t = 18,8%
1995	18 t = 25,4%
1996	22 t = 21,0%
1997	30 t = 16,2%
1998	40 t = 17,9%
1999	50 t = 20,42%
2000	67 t = 26,27%
2001	89 t = 32,9%
2002	105 t = 35%
2003	141.5 t = 43%
2004	167 t = 47%
2005	174 t = 47%
2007	231 t = 53,5%
<b>2008</b>	<b>253 t = 54,8%</b>

Figura 8: EVOLUÇÃO DA RECICLAGEM DO PET NO BRASIL

Fonte: ABIPET, acesso em: 22 set. 2010

### 3.4 PRODUTOS RECICLÁVEIS DO PET

São vários os produtos resultados dos processos de reciclagem estudados ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e ainda existem muitos outros produtos já desenvolvidos que não compõem esta explanação devido a não divulgação de sua existência e utilização por receio do crime de clonagem de projetos. Segundo a fonte ABIPET (2010) os setores abaixo expressam a reciclagem do PET:

- **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;
- **Uso químico** - resinas alquídicas, adesivos.

Desenvolvido no fim da Segunda Guerra Mundial para a produção de fibras têxteis, o PET (Polietileno tereftalato) é uma resina de poliéster que ganhou mercado no País a partir da década de 1990. Atualmente, graças às inovações tecnológicas, a combinação das fibras de poliéster do PET com as de algodão permite a concepção de uma malha com resistência, durabilidade e solidez com cores idênticas aos produtos fabricados com poliéster convencional. O resultado final é uma malha de alta qualidade, comparável às confeccionadas com matéria-prima não reciclada, com a diferença de ter agregado um valor social e ecológico sem precedentes (O CONFECCIONISTA, acesso 24 ago. 2010).

O material necessário para confeccionar uma camiseta de fios com base na fibra sintética do PET consome em média: 3,5 garrafas de 1,5 litro.

A seguir ilustrações de utilização de garrafas PET como matéria prima na fabricação de produtos artesanais:

**Carregando...**



**Figura 9: Rosa estilizada de PET**  
Fonte: ELO 7, acesso em: 24/10/10.

**Carregando...**



**Figura 10: Rosa estilizada de PET**  
Fonte: ELO 7, acesso em: 24/10/10.



**Figura 11: ÁRVORE NATALINA FEITA DE PET**  
Fonte: ELO 7, acesso em: 24 out. 2010



**Figura 12: TRICÔ FEITO COM FIOS DE FIBRA DE PET**  
Fonte: ELO 7, acesso em: 24 out. 2010



## MONTAGEM DE CHUVEIRO COM AQUECIMENTO SOLAR.

Aquecedor solar confeccionado com materiais recicláveis embalagens PET e embalagens Tetra Pack para leite longa vida. Para aquecimento de quantidade de água suficiente par uma residência com 4 pessoas são necessárias 240 embalagens de 2 litros de Coca-Cola e 240 embalagens de leite longa vida (fig. 13).

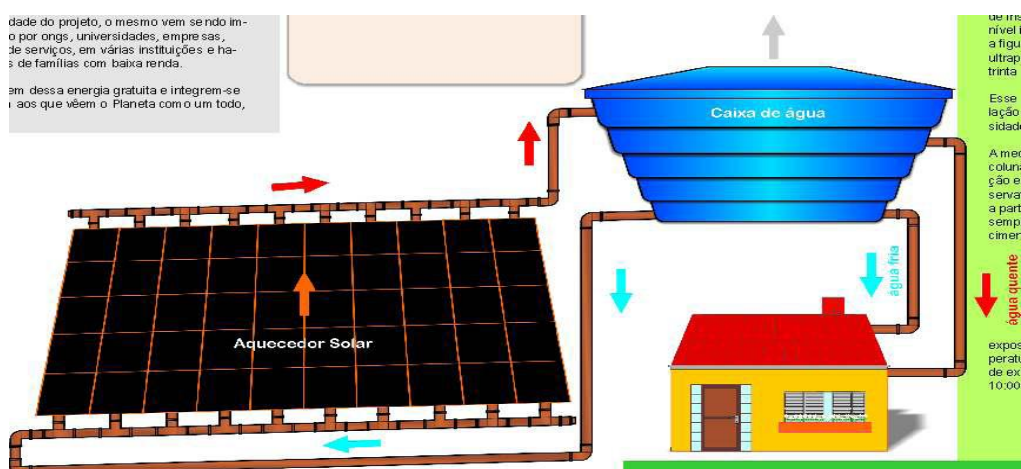


Figura 32: CÉLULA COLETORA DE AQUECEDOR SOLAR FEITA DE PET

Fonte: SEMA, acesso em: 24 ago. 2010

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Só existem dois dias do ano em que nada pode ser feito, o dia de ontem e o dia de amanhã. Tenzin Gyatso, o 14º Dalai Lama*

No desenvolvimento deste trabalho cujo tema central é a Logística Reversa de embalagens PET e o impacto causado pelo acúmulo deste produto descartado no meio ambiente, buscou-se conceituar as várias atividades que envolve esta logística, destacando as principais atividades logísticas, desde a geração de matéria prima para a produção, caminhando pela cadeia de suprimentos através do fluxo direto dos fornecedores de matéria prima para os consumidores até se chegar ao ponto em que os produtos deixam de oferecer serventia ao primeiro possuidor que precisa se desfazer dele. A questão a ser discutida a partir deste ponto é a destinação final a ser dada ao produto que ainda pode ter alguma utilidade que não a de poluir o meio ambiente. Ficou evidenciado ao longo desta dissertação que produtos PET são 100% recicláveis e podem passar por este processo tantas vezes quantas o produto pode ser descartado por não atender mais aos requisitos para os quais foi adquirido.

Subentende-se como um novo ciclo de negócio, o direcionamento do produto reciclado para atividades diferentes da sua primeira utilização, ou seja, o produto ou suas partes constituintes são tratados para serem reaproveitados na composição de um novo produto com características e aplicações extremamente diferentes de sua primeira serventia. Para ilustrar esta compreensão tem-se como exemplo a utilização das garrafas PET no processamento de fios de poliéster que irão alimentar a indústria têxtil e os processos artesanais de transformação de garrafas PET em subprodutos na composição produtos com características bem particulares, como



móveis e acessórios domésticos. Outro ponto de extrema relevância para os produtos derivados do polímero PET é sua potencialidade de atender a diferentes setores da economia na agregação de valor ao produto que deu origem e na geração de riqueza para uma grande parcela da sociedade, entre as quais se destaca o setor dos catadores de recicláveis que desempenham com orgulho o nobre ofício.

Este trabalho, em específico desperta a reflexão sobre as hipóteses levantadas na elaboração do projeto para as devidas ponderações quanto às confirmações que podem ser alcançadas pela amplitude das pesquisas realizadas. A partir da idéia de desenvolver uma pesquisa de tema específico buscou-se responder a pergunta formulada a princípio pela afirmação que a logística reversa das garrafas PET descartadas no meio ambiente ameniza o impacto visual de degradação a que se pode chegar pelo acúmulo desenfreado que vem acontecendo nos saturados lixões e aterros sanitários.

A poluição ambiental causada pelas garrafas PET ficou confirmada pela pesquisa feita e pelos efeitos que o seu acúmulo nas mais diversas situações pode causar tanto ao meio ambiente quanto para as pessoas. Havendo a conscientização da sociedade, consumidores e distribuidores de produtos que utilizam esse material, é possível frear o descarte final do produto nos lixos domésticos e o seu direcionamento para o ciclo reverso de pós-consumo através da coleta seletiva que abastece o setor da reciclagem, assim impedindo que contaminem o meio ambiente.

Um envolvimento considerável de empresários ligados a setores de distribuição e de reciclagem permitiu a confirmação de que as empresas de refrigerante têm responsabilidade social na contribuição para que seus produtos deixem de poluir o meio ambiente. A exemplo das medidas tomadas pelo maior distribuidor de Coca-Cola em parceria com o Hipermercado Extra, de recolher em pontos estratégicos vasilhames vazios com remuneração através de bônus de compra, o setor varejista em geral pode adotar medidas semelhantes em prol de instituições beneficentes e do nosso planeta. Outros exemplos podem ser citados, de grandes centros distribuidores de variados produtos que têm se preparado para receber materiais recicláveis de seus clientes e os disponibilizar às empresas de

reciclagem como medidas de minimização do impacto poluidor que o descarte incontrolado causa ao meio ambiente. Levantamentos estatísticos podem mostrar um envolvimento cada vez maior de empresas de vários segmentos comerciais que buscam cada vez mais alternativas de sustentabilidade com foco no negócio e nas questões ambientais.

Um maior envolvimento social encabeçado por Autarquias Públicas e ONGs preocupadas com as questões ambientais tem grande poder de conscientização para que o consumidor se torne o mais importante elo para que o PET conquiste de vez a logística reversa e alcance a merecida agregação de valor que irá permitir a alavancada posição de produto mais reciclável no nosso País. Para tanto, este trabalho é o marco inicial para que novas pesquisas sejam desenvolvidas e outras associações e empresas venham somar no planejamento e desenvolvimento de novos caminhos que tornem possível uma melhoria na qualidade de vida das pessoas e na sustentabilidade do planeta.

Quanto à responsabilidade social das empresas que contribuem com o efeito poluição pelo descarte de dejetos de seus produtos no meio ambiente, uma boa parte delas tem demonstrado preocupação com as questões ambientais e têm se comprometido na implantação de programas que minimizem o efeito poluição, como a adoção de medidas que contribuem para a implantação de uma logística reversa eficiente de seus produtos e pela participação em programas direcionados para o replantio de árvores, tratamento de efluentes e esgotos de descarte industrial. Seria utopia acreditar que todas as empresas têm missão direcionada ao foco da sua responsabilidade com o meio ambiente, todavia, mesmo que sejam pressionadas por Organismo do Governo, uma grande parte das empresas, principalmente as maiores e mais conceituadas, fazem questão de adotar medidas compromissadas com as questões ambientais. Em alguns casos, não deixa de ser questão de marketing empresarial, mas ainda assim, através da propaganda e do marketing chamam o foco da responsabilidade de passar uma imagem ecológica aceitável para atrair clientes.

Cabe, portanto, ao consumidor, ser o elo principal da logística reversa das embalagens de refrigerantes e sucos através do direcionamento desses produtos às

atividades de coleta seletiva e da reciclagem, o que pode ser feito através das cooperativas de catadores ou diretamente nos estabelecimentos onde adquire seus produtos. Mesmo que tais estabelecimentos não possuam o setor de ciclo reverso desses materiais, a atitude do consumidor poderá forçar uma iniciativa de preocupação que resultará na implantação desse serviço em cumprimento ao princípio da responsabilidade estendida ao produto.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPET – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **5º. Censo da Reciclagem de PET no Brasil**. 2008. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/noticias/Quinto%20%20Censo%20ABIPET%2009.pdf>> Acesso em: 22 set . 2010, 8h00.

ALBOREDA, S. **Armazenamento dos materiais recicláveis provenientes da coleta diferenciada**. 1997. 174 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1997.

AMBIENTEBRASIL. **Reciclagem**. Disponível em: < <http://www.ambientebrasil.com.br/>> Acesso em: 24 set. 2010. 08h30.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução n.º 105**, de 19 de maio de 1999. Disponível em: <http://www.e-legis.bvs.br/>. Acesso em: 15 set. 2010. 17h15.

ASLOG – Associação Brasileira de Logística. **Técnicas de Armazenagem**. Disponível em: <[http://www.aslog.org.br/novo/a\\_aslog.php](http://www.aslog.org.br/novo/a_aslog.php)>, acesso em: 31 ago. 2010. 17h26.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Citação: NBR-10520/ago - 2002**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

\_\_\_\_\_. **Referências: NBR-6023/ago. 2002**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004/2007**. Resíduos Sólidos – Classificação. São Paulo: ABNT, 2007.

\_\_\_\_\_. NBR 10005:2004. Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos

\_\_\_\_\_. NBR 10006:2004. Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos

\_\_\_\_\_. NBR 10007:2004: Amostragem de resíduos sólidos

\_\_\_\_\_. NBR12808:1993. Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação

\_\_\_\_\_. NBR14598:2000. Produtos de petróleo – Determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso fechado Pensky-Martens.

\_\_\_\_\_. NBR 13230:2008 Simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE EMBALAGENS DE PET. **Manual Reciclagem & Negócios – PET**. Enfardamento e revalorização de sucatas de PET. Outubro de 1997. (São Paulo - SP - Brasil).

AZEVEDO, Marcelo. **Direito dos transportes**. Fatec. Americana. VI s., 2010.

BALLOU, Ronald H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

\_\_\_\_\_. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. Logística empresarial: o processo da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

CEMPRE – Compromisso empresarial para reciclagem. Informa, n. 73, jan./fev. 2004.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Fichas técnicas - Plástico**. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/fichas\\_tecnicas.php?lnk=ft\\_plastico.php](http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas.php?lnk=ft_plastico.php)> Acesso em: 25 set. 2010, 14h00.

CETSAM/SENAI – CENTRO DE TECNOLOGIA EM SANEAMENTO E AMBIENTE. **Reciclagem do Plástico**. Disponível em: <<http://www.pr.senai.br/unidades/crm/cetsam/FreeComponent3691content22126.shtml>> Acesso em: 26 set. 2010. 9h00.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da Cadeia de suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2006.

ERENO, D. De volta às origens: novos processos simplificam a limpeza e a recuperação de garrafas plásticas descartáveis. **Revista Pesquisa FAPESP**. São Paulo, v. 112, p. 68-71, jun. 2005.

FARIAS, Odair O. Fatec São Paulo. Jun, 2004. Fatec São Paulo. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: disciplina Logística**, III s, 2004.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (Organizadores). **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas. 2000.

INFOESCOLA. **Classificação dos resíduos sólidos**. Site de Pesquisas escolares. Disponível em: < [www.infoescola.com/ecologia/...de-residuos/exercicios/](http://www.infoescola.com/ecologia/...de-residuos/exercicios/)>. Acesso em: 17 de out. 2010. 17h30.

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

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus. 2001.

\_\_\_\_\_. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2004.

O CONFECCIONISTA. **Reciclar é preciso**. Disponível em: <http://www.oconfeccionista.com.br/index.php/2010/05/13/reciclar-e-preciso/>. Acesso em: 24 ago. 2010. 17h30.

PIRES, Silvio R. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Atlas. 2009.

RECICLOTECA – Centro de informações sobre reciclagem e meio ambiente. **Materiais recicláveis: plástico**. Disponível em: < <http://www.recicloteca.org.br/> > Acesso em: 26 set. 2010. 17h30.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná –SEMA: **Aquecedor Solar com utilização de produtos recicláveis**: disponível em: <<http://www.sema.pr.gov.br>. Acesso em 24 ago. 2010.

SEVERINO, A. J. Diretrizes para elaborar uma monografia. In: \_\_ **Metodologia do Trabalho Científico**. 22ª edição. São Paulo: Cortez, 2006; p. 25-32.

SOUZA, Cesar A.; ZWICCKER, Ronaldo. **Um Modelo de Ciclo de Vida de Sistemas ERP: Aspectos Relacionados à Sua Seleção, Implementação e Utilização**. Disponível em: <<http://www.fea.usp.br/adm/4semead/4semead/artigos/Mqi/>>. Acesso em: 05 set.16h00.

TIGERLOG, consultoria e assuntos logísticos. **Mundo da Logística: Definição da Logística e Supply Chain Management**. Disponível em: [www.webcomm.com.br/.../tigerlog/](http://www.webcomm.com.br/.../tigerlog/). Acesso em: 26 ago. 2010. 21h15