

GESTÃO AMBIENTAL DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: Estudo de caso das embalagens plásticas.

Lúcia Helena Xavier

PEP/COPPE/UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sala I-236 – Centro de Tecnologia – Engenharia de Produção

(21) 2562-7848

lucia@pep.ufrj.br

Luciangela Galletti

PEP/COPPE/UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Sala I-236 – Centro de Tecnologia – Engenharia de Produção

(21) 2562-7848

lucia.galletti@terra.com.br

Rosangela Cardoso

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Campus I – Centro de Tecnologia – Engenharia de Produção

(83) 3216-7124

rosangelacardoso@ct.ufpb.br

Resumo

O presente trabalho aborda aspectos da gestão da cadeia de suprimentos sob a ótica ambiental. Como estudo de caso, considerou-se a análise do ciclo de vida de materiais plásticos, tendo-se como principal foco aquelas destinadas a produção de embalagens. Como metodologia utilizou-se os conceitos de Ecologia Industrial e Logística Ambiental. Como conclusão, verificou-se a especificidade da Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos como importante ferramenta para melhoria do desempenho ambiental.

Palavras-Chaves: Gestão Ambiental, Logística Ambiental e Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos.

Abstract

This work considers aspects of Supply Chain Management in the environmental point of view. The case study presented considers the life cycle analyses of plastic material principally those designated to the production of packages. As methodological model were used Industrial Ecology and Environmental Logistics. As conclusion it was observed that Environmental Supply Chain Management specificities represents an important tool to environmental performance improvement.

Keywords: Environmental Management, Environmental Logistics and Environmental Supply Chain Management.

1. INTRODUÇÃO

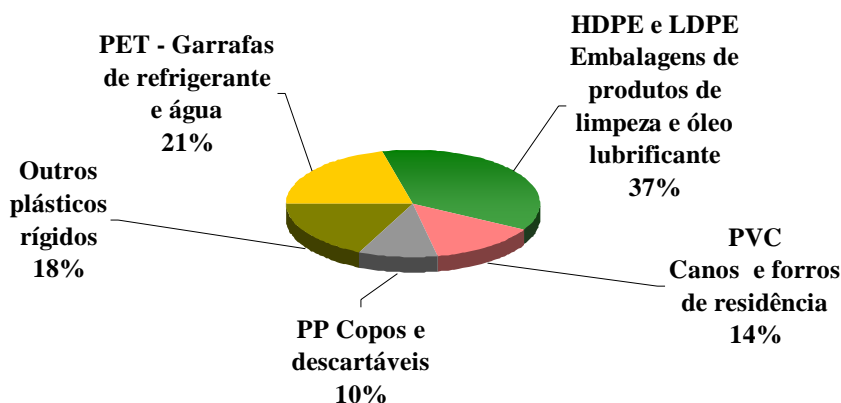
O surgimento do plástico no mundo moderno foi um advento considerado prodigioso em função de suas características físico-químicas e mecânicas que propiciam uma alta adequação a diversas formas de consumo. Entretanto, estas mesmas características nos materiais plásticos pós-consumo podem ser consideradas nocivas a medida que passam a representar um significativo impacto ao meio ambiente.

No Brasil são produzidas diariamente cerca de 241.000 toneladas de lixo, sendo que

76% são depositados a céu aberto em lixões, poluindo o solo e as camadas subterrâneas; 13% em aterros controlados; e 10% em aterros sanitários. Apenas cerca de 0,9% são compostados em usinas e 0,1% são incinerados (IPT, 2000). Neste sentido a reciclagem, além de sua importante função social através da geração de emprego e renda, ainda possibilita a minimização do impacto decorrente do descarte indevido de materiais plásticos (Xavier *et al.*, 2003).

Entre outros aspectos, embalagens plásticas podem apresentar restrições, dependendo do uso pretendido, quanto à capacidade de barreira para gases e vapores, baixa resistência ao calor, dificuldade quanto à disposição final pós-consumo (quando o aspecto durabilidade se transforma em desvantagem), curto ciclo de vida em função da alta descartabilidade. Esta última característica representa uma das principais causas do aumento do volume de lixo e conseqüente saturação e redução da vida útil de aterros sanitários e industriais.

Gráfico 1: Composição média das resinas nos resíduos plásticos rígidos separados em programas de coleta seletiva



Fonte: Cempre, 2002 - Pesquisa Ciclosoft (1993); Perfil Industrial, Sebrae-MS (1992); Comlurb (1993); Limpurb (SP e BA).

As embalagens plásticas apresentam um relativo potencial de impactação do meio ambiente em função da fase final do ciclo de vida, ou seja, o descarte. Por não ser biodegradável o material plástico pode permanecer no ambiente por um longo período (estimado em cerca de 200 anos) causando, por exemplo:

- Formação de áreas impermeáveis às trocas de líquidos e gases necessárias ao processo de biodegradação da matéria orgânica;
- Redução da vida útil de aterros, devido à capacidade de ocupar grandes volumes;
- Emissões atmosféricas, decorrentes da queima indevida;
- Acúmulo de água possibilitando a proliferação de vetores;
- Poluição visual possibilitada pela baixa densidade das embalagens.

Os plásticos, de um modo geral, são um pequeno, mas significativo componente do fluxo de resíduos. O Gráfico 1 apresenta os percentuais dos principais tipos de plásticos rígidos, nos quais são confeccionadas embalagens para diferentes finalidades (CEMPRE, 2002).

Entretanto, a partir de uma visão histórica da evolução das sociedades, verifica-se a função ecológica do plástico. O plástico surgiu em substituição a tantos outros materiais como: pele, ossos e cascos de animais que eram abatidos com o intuito de prover alimento e

confeccionar artigos artesanais como pentes de osso, recipientes de casco de tartaruga e outros artefatos de pele/couro de animais. Sob este ponto de vista o plástico poupou representantes de muitas espécies animais e até vegetais.

Outro argumento favorável à aplicabilidade do plástico se relaciona ao acondicionamento de artigos perecíveis, principalmente alimentos. Os prazos de validade de muitos alimentos puderam ser estendidos em função do acondicionamento asséptico (exemplo: iogurtes, leite e queijos).

Desta forma, o presente trabalho propõe uma abordagem dos aspectos da gestão da cadeia de suprimentos sob a ótica ambiental e considerando suas interações com as vertentes sociais, técnicas, políticas e econômicas com vistas a fornecer subsídio metodológico para a tomada de decisão acerca da destinação de resíduos plásticos.

2. METODOLOGIA

Em função dos critérios necessários ao atendimento a normas de conformidade ambiental, saúde e segurança do trabalho e responsabilidade social, os clientes passam a apresentar um papel diferenciado sob a ótica da empresa e da sociedade como um todo. Uma compreensão mais ampla das etapas do pós-venda e pós-consumo se faz necessária com vistas a compreender as relações entre os agentes envolvidos e os respectivos canais de comunicação.. Neste contexto, a proposta da Logística Reversa (Leite, 2003) agregou grande valor à gestão ambiental da cadeia de suprimentos.

De acordo com CHAVES *et al.* (2005), a logística reversa pode ser utilizada estrategicamente por fornecer oportunidades que, muitas vezes, interagem entre si visando sempre um incremento nas vantagens estratégicas, da seguinte forma:

Adequação às questões ambientais: A conscientização sobre a conservação não é só uma questão de moda e, sim, uma reorientação da produção e do consumo para o crescimento sustentável. Para isso, a logística deve minimizar o impacto ambiental, não só dos resíduos oriundos das etapas de produção e do pós-consumo, mas dos impactos ao longo do ciclo de vida dos produtos. O marketing de consumo está sendo substituído por uma visão voltada para o desenvolvimento sustentável e, com isso, garante vantagem competitiva aos produtos e projeta as empresas em mercados mais exigentes.

Redução de custo: O reaproveitamento de materiais e a economia com embalagens retornáveis fornecem ganhos que estimulam novas iniciativas e esforços em desenvolvimento e melhoria dos processos de logística reversa. Na reciclagem de latas de alumínio há uma economia de 95% da energia elétrica que é expressivo quando se considera que a energia elétrica representa 70% do custo de fabricação do alumínio (LEITE, 2003).

Razões competitivas: Uma forma de ganho de vantagem competitiva frente aos concorrentes é a garantia de políticas liberais de retorno de produtos que fidelizam os clientes. Dessa forma, empresas que possuem um processo de logística reversa bem gerido tendem a se sobressair no mercado, uma vez que podem atender aos seus clientes de forma melhor e diferenciada do que seus concorrentes, isto é, ganham competitividade por oferecerem um serviço valorizado pelo cliente.

Diferenciação da imagem corporativa: Muitas empresas estão utilizando logística reversa estrategicamente e se posicionando como empresa cidadã, contribuindo com a comunidade e ajudando as pessoas menos favorecidas. Com isso, as empresas conseguem um aumento do valor da marca e muitas vezes de seus produtos também. Estas políticas podem não ser a razão pela qual todos os clientes compram seus produtos, mas elas são consideradas um forte incentivo de marketing.

Elevação do nível de serviço oferecido ao cliente: A logística reversa é uma estratégia para agregar valor ao produto de várias formas, desde fornecer uma ferramenta de apoio ao marketing de relacionamento com o consumidor após a compra até oferecer um serviço orientado para a preservação ambiental. Esta elevação no nível de serviço deve ser no sentido de desenvolver uma vantagem competitiva sustentável para as empresas, visto que as

melhorias introduzidas no serviço ao cliente de uma empresa não são facilmente copiadas pelos competidores como o são as mudanças no produto, no preço e na promoção.

2.1. ECOLOGIA INDUSTRIAL E A CADEIA DE SUPRIMENTOS

Apesar da conceitualização do termo Ecologia Industrial já ter sido descrita em meados da década de 50 por ecólogos renomados como ODUM (1955) e MARGALEF (1963), apenas na década de 70 o termo começou a ser empregado na sua interpretação mais difundida (Erkman, 1997).

De uma forma ampla, entende-se por Ecologia Industrial um conjunto de propostas que visam remodelar os atuais sistemas industriais, tendo como base a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas naturais. O propósito central da Ecologia Industrial é tornar possível a integração do sistema industrial à biosfera, considerando-o um ecossistema a mais. Tendo em vista que todos os ecossistemas são compostos por uma série de organismos, que se nutrem de fluxos de matéria, água e energia para obtenção de substância e/ou metabolização de produtos cujo consumo satisfaça suas necessidades e permita sua sobrevivência (Urresti, 1996).

A aplicabilidade da Ecologia Industrial conta com uma série de conceitos e ferramentas para se alcançar preceitos básicos como: o uso sustentado dos recursos naturais, promoção da qualidade de vida e ambiental, bem como a equidade social.

Segundo o *Journal of Industrial Ecology* (Urresti, 1996), temos a seguinte definição para Ecologia Industrial:

“...uma área de crescimento rápido, que examina sistematicamente o fluxo e a utilização local, regional e global de materiais e energia empregados em processos, produtos, setores industriais e econômicos. Focando no potencial de redução de perdas ambientais através do ciclo de vida do produto, desde a extração de matéria-prima até a produção, utilização destes produtos e o gerenciamento dos resíduos gerados na produção.”

Apesar do termo apresentar-se como uma metáfora, a definição de Ecologia Industrial permite uma reflexão sobre a possibilidade de considerarmos a integração de sistemas industriais e naturais tendo-se como base fundamentos da Ecologia. Ainda na década de 80, temas como Metabolismo Industrial (Ayres, 1989), Simbiose Industrial e Cooperação, foram inicialmente importados da literatura biológica, adaptados e introduzidos na pesquisa organizacional. Para tanto, Estudos cooperados, com o objetivo de se propor definições para este novo conceito, começaram a se desenvolver na década de 90. Países como Dinamarca, Áustria, Espanha e Estados Unidos foram os precursores na abordagem e aplicação deste conceito.

Como um novo enfoque do desenho industrial de produtos e processos, a Ecologia Industrial surgiu trazendo a possibilidade de implementação de novas estratégias de sustentabilidade da produção industrial. Identificando princípios ecológicos no desenvolvimento e relacionamentos industriais, verificou-se a possibilidade de minimização dos efeitos nocivos da industrialização no meio ambiente.

Conforme ocorre nos ecossistemas naturais, sugere-se que nos industriais os processos sejam considerados interdependentes ou inter-relacionados, como parte de um todo maior. A analogia entre os ecossistemas industrial e natural não é perfeita, mas espera-se que o sistema industrial ganhe muito ao buscar melhorias, tendo como exemplo as características dos sistemas biológicos.

A Ecologia Industrial objetiva maximizar a eficiência dos processos sócio-industriais, através da redução, reutilização e reciclagem. Desta forma, se sugere a transição de uma economia linear para um modelo de economia circular.

A importância deste enfoque econômico pode ser traduzida na redução do impacto ambiental das empresas que, por sua vez, colabora para o aumento de sua competitividade. A

geração de empregos, segundo URRESTI (1996), também pode ser uma consequência imediata deste processo, tendo em vista que novas empresas surgem com o propósito de atender a demanda ambiental das indústrias de maior porte.

Neste contexto, a Ecologia Industrial compreende uma mescla de técnicas para a quantificação e qualificação de aspectos ambientais, econômicos e sociais, atribuídos à existência da atividade humana (Clayton, 2000), de forma colaborativa. Os principais tópicos desta disciplina estão relacionados à indústria e ao meio ambiente, sendo eles:

- Estudo do fluxo de energia e materiais (*Industrial Metabolism*);
- Desmaterialização e Decarbonização;
- Inovações tecnológicas e o meio ambiente;
- Planejamento, *design* e impactos do ciclo de vida;
- Responsabilidade empresarial (*Product Stewardship*);
- Parques eco-industriais (*Industrial Symbiosis*);
- Política ambiental orientada ao produto;
- Eco-eficiência.

2.2. LOGÍSTICA E A GESTÃO AMBIENTAL

A partir da Lei de ‘Crimes ambientais’, de 1998 (Medauar, 2002), administradores de empresas, enquanto pessoas físicas, são considerados co-responsáveis por produtos ou subprodutos produzidos mesmo após as etapas de negociação e venda. Esta nova abordagem reflete o grau de comprometimento que passa a ser considerado nas ações ambientais decorrentes de danos ao meio ambiente. Assim, além das medidas corretivas, as empresas potencialmente poluidoras passam a avaliar técnicas pró-ativas, dentre as quais se destaca a Gestão ambiental.

A Gestão ambiental da cadeia de suprimentos surgiu a partir da incorporação de metodologias como Análise do ciclo de vida (LCA) e Inventário do ciclo de vida (LCI) à Cadeia de suprimentos e pode ser interpretada como uma proposta recente que derivou do amadurecimento do conceito da Logística Ambiental (Xavier *et al.*, 2004).

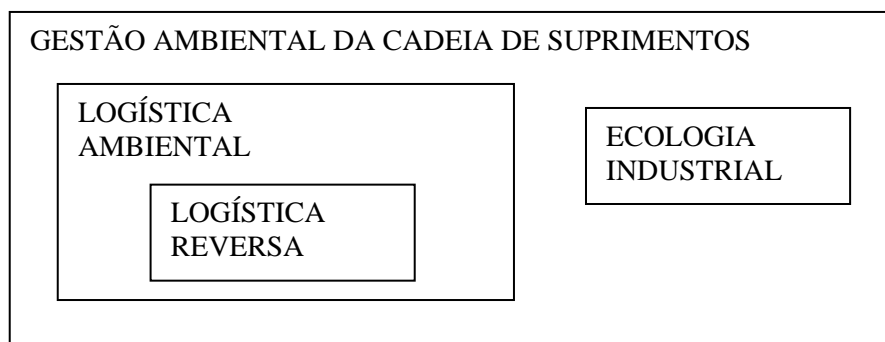
A proposta da Gestão ambiental da cadeia de suprimentos tem se tornado mais concreta no Brasil a partir da gradual compreensão da responsabilidade ambiental, evidenciada através de alguns fatores, tais como: os insumos recebidos devem ter origem conhecida e idônea; os fornecedores devem possuir certificações ambientais sob pena de comprometimento da qualidade ambiental da produção; os resíduos, emissões e efluentes gerados por uma empresa são produtos indesejáveis do processo produtivo e, por isso, devem ser gerenciados pela mesma, entre outros.

A Logística reversa, por sua vez, poderia ser compreendida como uma importante vertente prática da Logística Ambiental, através da qual se representa e fornece ferramentas de gerenciamento para a Gestão ambiental da cadeia de suprimentos.

Segundo o *Council of Logistics Management*, “logística reversa é um amplo termo relacionado às habilidades e atividades envolvidas no gerenciamento para a redução, movimentação e disposição de resíduos de produtos e embalagens”. A partir de então, as definições de logística foram abrangendo novas áreas de atuação incluindo todas as formas de movimentos de produtos e informações até o gerenciamento dos fluxos reversos.

Nas grandes empresas norte-americanas, a Logística reversa contabiliza cerca de 4% dos custos logísticos totais das empresas, o que equivale a aproximadamente 0,5% do PIB americano total (Rogers e Tibben-Lembke, 2001).

Figura 1: Abrangência da Gestão Ambiental da Cadeia de suprimentos.



A característica principal da Logística Reversa está na abordagem do ciclo de vida do produto e seus aspectos e impactos principalmente após sua venda e consumo. Por outro lado, a definição de Gestão ambiental da cadeia de suprimentos incorpora o conceito de Logística reversa e experimenta seus vínculos com outros setores produtivos, conforme proposto pelo conceito de Ecologia Industrial, de modo a otimizar toda a cadeia produtiva e não apenas àquelas atividades intrínsecas ao processo produtivo de um dado produto.

De acordo com este enfoque, propõe-se a Figura 1 como esquema do relacionamento entre a Gestão ambiental da cadeia de suprimentos e as propostas afins.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. EVOLUÇÃO DOS MODELOS PRODUTIVOS E A GESTÃO AMBIENTAL

Em uma breve análise da evolução do modo de produção, atravessando o modo artesanal até atingir o sistema fabril, é possível a percepção e compreensão dos diferentes fatores que contribuíram para a formação de uma estrutura versátil, adequada às exigências, eficiente e, por todos estes fatores, com maior grau de complexidade.

O modo produtivo artesanal buscava atender uma clientela restrita, com recursos pré-estabelecidos e limitados, sem grandes requerimentos energéticos, baseada na competência (habilidade) ou conhecimento acerca de um determinado ofício e sem a presença de uma concorrência significativa. A evolução da técnica, através do surgimento gradativo de ferramentas, maquinários e formas especializadas das tarefas modificou de forma significativa o modo de produção. Atualmente, o sistema fabril possui clientes que demandam uma produção em larga escala com um maior número de empregados, maior requerimento energético e de materiais, bem como a necessidade de sobreviver em uma concorrência bastante expressiva.

Tabela 1: Características necessárias aos produtos e respectivas propostas.

CARACTERÍSTICAS	PROPOSTAS
Baixa taxa de falhas/não-conformidades	Garantia da Qualidade (implantação de sistemas de gestão e certificação). Segurança e garantias para manuseio, acondicionamento e transporte.
Baixo grau de perecibilidade	Adição de antioxidantes, conservantes e estabilizantes Técnicas de conservação durante manuseio, acondicionamento e transporte.
Comercialização de volumes/unidades adequadas ao consumo imediato	Comercialização de volumes/unidades padronizadas e reduzidas. Investimento na pesquisa e desenvolvimento de embalagens aptas ao acondicionamento do produto para a venda.
Visualização das características do produto	Confecção de rótulos com informações relevantes como: potencial de periculosidade se ingerido ou manuseado, número de calorias e/ou gorduras, entre outros.

No modo de produção fabril, com uma estrutura produtiva centralizada houve a necessidade de um maior deslocamento para que os produtos chegassem aos clientes, exigindo, desta forma, a formação de estruturas de apoio à produção: a Distribuição e a Armazenagem (Ballou, 1993). Contudo, ainda sem a visão de pólos produtivos e as estruturas produtivas foram se tornando cada vez mais centralizadas com vistas a otimizar o processo produtivo, os produtos passaram a ter que atender alguns critérios para obter a satisfação dos clientes finais, conforme apresentado, de forma esquemática, na Tabela 1.

A maior conscientização da sociedade se reflete no desenvolvimento de uma legislação adaptada aos modos de produção e consumo sustentáveis, que visam minimizar os impactos das atividades produtivas ao meio ambiente. A gestão da cadeia de suprimentos, por sua vez, contribui para o sucesso das organizações não somente por propiciar aos clientes a entrega precisa de produtos, mas também por promover formação de canais de comunicação com os fornecedores, foco no produto e atendimento aos clientes.

3.2. CADEIA DE SUPRIMENTOS DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

Desde a sua descoberta, o plástico tem se mostrado capaz de substituir muitos materiais como o metal, vidro, madeira, papel, entre outros materiais que usamos em grandes quantidades e podem vir a comprometer parcelas significativas de recursos naturais disponíveis.

Os diferentes tipos de plásticos são utilizados em quase todos os setores da indústria em virtude de algumas especificidades, tais como a baixa densidade, alta resistência mecânica, durabilidade, resistência à corrosão, segurança no manuseio, facilidade de moldagem e impressão do rótulo, entre outras características.

Por outro lado, a matéria-prima dos materiais plásticos é o petróleo que, por sua vez, é um recurso natural não renovável. Tipicamente, podem ser distinguidos três estágios, ou gerações, industriais na cadeia da atividade petroquímica (Comciência, 2002):

(i) indústrias de primeira geração: fornecem os produtos petroquímicos básicos, tais como eteno, propeno, butadieno, etc;

(ii) indústrias de segunda geração, que transformam os petroquímicos básicos nos chamados petroquímicos finais, como polietileno (PE), polipropileno (PP), polivinilcloro (PVC), poliésteres, óxido de etileno etc.;

(iii) indústrias de terceira geração, onde produtos finais são quimicamente modificados ou conformados em produtos de consumo.

A indústria do plástico é o setor que movimenta a maior quantidade de produtos fabricados com materiais petroquímicos. No mundo, cerca de 4 % do petróleo extraído é destinado a produção de plásticos.

No Brasil, a produção de embalagens PET chega a crescer cerca de 10% a cada ano. Em 2001, este segmento produziu aproximadamente 360 mil toneladas de embalagens, sendo que as indústrias de refrigerantes representaram 80% do mercado destas embalagens; as de água mineral, 10%; as de óleo, 6%; e 4% tiveram outras aplicações (Comciência, 2002).

Diante da elaboração de leis e normas específicas sobre a destinação de materiais plásticos pós-consumo (Xavier *et al.*, 2005), verifica-se uma mobilização por parte de diferentes empresas e instituições no sentido de atender aos critérios ambientais estabelecidos e, com isso, reduzir os riscos ambientais.

Por outro lado, o desconhecimento dos potenciais impactos ambientais ocasionados pelo descarte indevido de materiais plásticos, poucos estudos realizados sobre as possibilidades de destinação dos diferentes tipos de resíduos plásticos, entre outros fatores, aumentam o grau de incerteza e tornam difícil a escolha por opções de menor risco por parte dos decisores ambientais.

4. RESULTADOS E CONCLUSÃO

As características físico-químicas dos materiais plásticos aumentam seu potencial de impacto ao meio ambiente e, por este motivo, tornam mais onerosas as formas de destinação. Entretanto, por outro lado, estas e outras propriedades tornam o material plástico bastante atraente e adaptável a diferentes formas de consumo. A identificação deste paradoxo remete a necessidade de uma análise que considere os diferentes interesses, influências econômicas, sociais, culturais e políticas, bem como um mapeamento das possibilidades decorrentes de uma análise da cadeia de suprimentos.

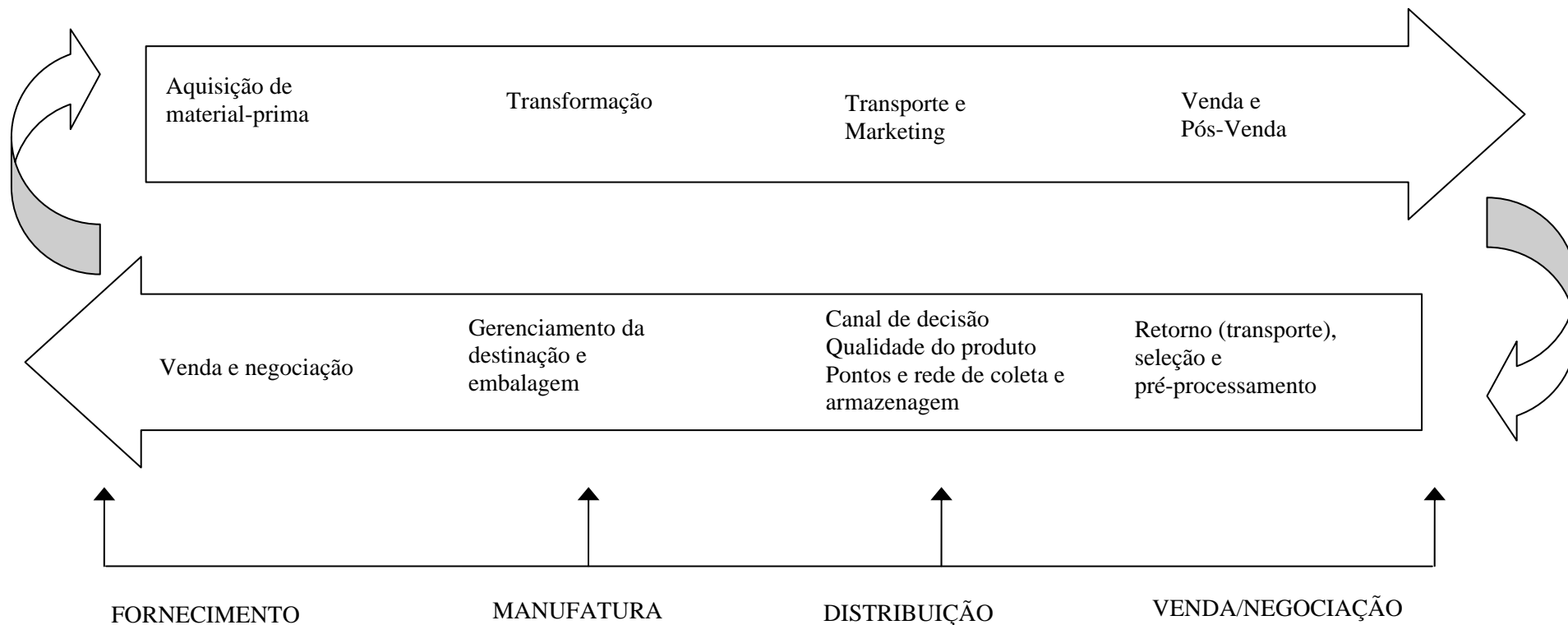
Com base no conceito de Logística Reversa, pode-se representar um fluxo reverso após a produção e venda de produtos que sejam passíveis de serem reutilizados ou reprocessados em uma nova cadeia de valor. Conforme apresentado na Figura 2, este fluxo reverso, na realidade, encontra-se inserido em um ciclo cujo fluxo corrente é representado pelo modo produtivo tradicional, enquanto o fluxo reverso é a representação do conceito de Logística Reversa.

Sob a luz do conceito da Ecologia Industrial, é possível interpretar a Figura 2 como passível de fornecer e receber recursos de e para diferentes unidades produtivas que estejam interagindo com vistas a atingir metas que visem um desenvolvimento sustentável. Neste âmbito, surge o conceito de Gestão ambiental da cadeia de suprimentos.

A modificação do conceito da Logística tradicional através da concepção da Logística reversa e demais conceitos que derivam desta percepção, como análise do ciclo de vida e inventário do ciclo de vida, podem ser compreendidos como Logística ambiental, cuja denominação mais recente é a proposta da Gestão ambiental da cadeia de suprimentos.

Ao possibilitar a produção de informações ambientais relevantes através da análise do ciclo de vida do produto, identificação da geração e potencialidades dos sub-produtos, identificação de possíveis inter-relacionamentos com atividades colaboradoras, entre outras possibilidades, a Gestão ambiental da cadeia de suprimentos mostra-se como uma importante ferramenta para otimização do processo produtivo e conseqüente melhoria do desempenho ambiental.

Figura 2: Gestão ambiental da cadeia de suprimentos das embalagens plásticas.



Fonte: Adaptado a partir de Van Hoek, 2001.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AIP, 2005. [HTTP://WWW.AIP.COM.AU/HEALTH/NPC.HTM](http://www.aip.com.au/health/npc.htm) (acessado em julho de 2005)
- [2] ANP, 2005. [WWW.ANP.GOV.BR](http://www.anp.gov.br) (acessado em julho de 2005)
- [3] AYRES, R. V., 1989. INDUSTRIAL METABOLISM. *IN: TECHNOLOGY AND ENVIRONMENT*, J. H. AUSUBEL AND H.E. SLADOVICH. EDS. NATIONAL ACADEMY PRESS, 1989.
- [4] BALLOU, R.H., 1993. Logística Empresarial. São Paulo: Atlas.
- [5] BRASIL, Agenda 21 Nacional [WWW.MMA.GOV.BR](http://www.mma.gov.br) (acessado em julho de 2005)
- [6] CEMPRE, 2005. [HTTP://WWW.CEMPRE.ORG.BR/FICHAS TECNICAS OLEO.PHP](http://www.cempre.org.br/fichas_tecnicas_oleo.php) (acessado em julho de 2005)
- [7] CLAYTON, R. 2000. [HTTP://ENVIRONMENTAL.GATECH.EDU/~INDEC/WHATIS.HTML](http://environmental.gatech.edu/~indec/whatis.html)
- [8] Comciência, 2002 [HTTP://WWW.COMCIENCIA.BR/REPORTAGENS/PETROLEO/PET21.SHT ML](http://www.comciencia.br/reportagens/petroleo/pet21.shtml) (acessado em julho de 2005)
- [9] ERKMAN, S., J., 1997. INDUSTRIAL ECOLOGY. JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION, VOL. 5, NO. 1-2, PP. 1-10.
- [10] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2000. Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo, IPT.
- [11] LEITE, P.R., 2003. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. São Paulo: Prentice Hall.
- [12] MARGALEF, R., 1963. THE AMERICAN NATURALIST, 97, 357-374.
- [13] MEDAUAR, O. (ORG.), 2002. CONSTITUIÇÃO FEDERAL - COLETÂNEA DE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL. SÃO PAULO: ED. REVISTA DOS TRIBUNAIS.
- [14] ODUM, H. T. AND PINKERTON, R. C, 1955. AMERICAN SCIENTIST, 43, 331-343.
- [15] PNRs, 2005. Política Nacional de Resíduos Sólidos. [HTTP://WWW.ABES-RS.ORG.BR/NOTICIAS/VERAPANTLEIPNRS.DOC](http://www.abes-rs.org.br/noticias/verapantleipnrs.doc)
- [16] ROGERS, D.S. e TIBBEN-LEMBKE, R. S., 1998. Going backwards: reverse logistics trends and practices, University of Nevada. Reno: CLM.
- [17] SINDICOM, 2005. [HTTP://WWW.SINDICOM.COM.BR/SINDICOM/FM_SINDICOM.HTM](http://www.sindicom.com.br/sindicom/fm_sindicom.htm) (acessado em março de 2005)
- [18] URRESTI, J., 1996. ECOLOGIA INDUSTRIAL: Sostenibilidad, Rentabilidad, Económica y Generación de Empleo.
- [19] Van HOEK, R., 2001. Case studies of greening the automotive supply chain through technology and operations Int. J. Environmental Technology and Management, Vol. 1, No. 1/2.

- [20] XAVIER, L.H.S.M. e VALLE, R.A.B., 2003. Custos ambientais decorrentes da contaminação por óleo lubrificante. I SIASA, Santos - SP. I Seminário Internacional de Alternativas Sócio-Ambientais.
- [21] XAVIER, L.H.S.M., VALLE, R.A.B. e CANEN, A.G., 2004. Logística e Gestão Ambiental: convergência para o sucesso organizacional. VII SIMPOI. EAESP/FGV.
- [22] XAVIER, L.H.S.M.; CARDOSO, R.S.; FIGUEIREDO, M.A.G., 2005. Gestão ambiental de resíduos: Aspectos legais da destinação de resíduos. Revista Meio Ambiente Industrial, RMAI, v. 53, p. 42-46.