



3rd INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD”

Ecologia Industrial: contribuições para a Logística Reversa de Pós-Consumo

J. C. F. Lima ^a, A. Avoleta ^b, O. F. Lima ^c, E. W. Rutkowski ^d

a. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, julianacfl@fec.unicamp.br

b. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, amandaavoleta05@gmail.com

c. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, oflimaj@fec.unicamp.br

d. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, emilia@fec.unicamp.br

Resumo

No Brasil com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos o setor industrial passa a ser obrigado a incorporar a logística reversa de pós-consumo à seus produtos. Este estudo analisa o conceito de logística reversa e aponta as contribuições da Ecologia Industrial neste processo.

Palavras-chave: *ecologia industrial, logística reversa, gerenciamento de resíduos.*

1 Introdução

Desde a incorporação política do termo “Desenvolvimento Sustentável” nas Conferências da ONU¹, as nações, e posteriormente diversas organizações, assumiram o compromisso de viabilizar a sustentabilidade, conforme seu entendimento do mesmo. Ao longo dos últimos uma série de instrumentos foi sendo desenvolvidos para atender a maneira como a indústria entendia que deveria tratar o meio ambiente, como exemplo, a avaliação de risco, a análise da intensidade de material, a avaliação do ciclo de vida, o sistema de gestão ambiental, as certificações ambientais, programas de Prevenção à Poluição, a Produção mais Limpa e Ecologia Industrial.

A Ecologia Industrial é uma abordagem ambiental que agrega ferramentas e estratégias para viabilizar a atuação do sistema industrial diante das limitações ecológicas de nosso ecossistema. Estuda formas de utilização conjunta de recursos naturais, de reciclagem de resíduos, e de reutilização de insumos através da construção de redes que permitam uma economia dos recursos naturais combinada com um melhor aproveitamento dos insumos e dos dejetos industriais visando a preservação do ecossistema, e uma otimização do processo industrial em busca de um Desenvolvimento Sustentável. (ERKMAN et al, 2005).

A atuação da administração logística também vem sendo revisada de modo a

¹ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano - CNUMAH (Estocolmo, 1972) e Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento - CNUMAD (Rio de Janeiro, 1992).

incorporar princípios de sustentabilidade acarretando no direcionamento de pesquisas para uma “logística verde” que agrega iniciativas de menor impacto ambiental à logística tradicional. A logística reversa de pós-consumo ou de retorno representa uma dessas aplicações.

No Brasil recentemente a logística reversa foi instituída como instrumento de lei (art. 8º) na Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei Federal Nº 12.305/2010). De acordo com esta legislação, os envolvidos na cadeia de comercialização dos produtos tem obrigação de garantir o retorno dos resíduos aos seus geradores, desde a indústria até o varejo.

Na indústria brasileira é crescente a aplicação de abordagens ambientais preventivas aplicadas aos processos, produtos e serviços para aumentar a eco-eficiência. Contudo, com a obrigatoriedade legal, a responsabilidade pelo gerenciamento ambiental deve estender-se à cadeia de suprimentos de a modo abranger o ciclo de vida de seus produtos e embalagens. No entanto a literatura aponta que uma rede de logística reversa geralmente tem custos maiores que o fluxo direto decorrente de uma menor demanda, incerteza na frequência e complexidade nesse fluxo. Esse estudo buscou no conceito da Ecologia Industrial alternativas para viabilizar a logística reversa de pós-consumo no cenário industrial brasileiro.

2 A Logística Reversa

O conceito de logística reversa não é um conceito antigo, surgiu bem depois da logística. Como aconteceu com a logística, o conceito de logística reversa também evoluiu ao longo do tempo. Inicialmente, em seu conceito mais simples, a logística foi definida como o movimento de materiais do ponto de origem ao ponto de consumo. Assim também aconteceu com a logística reversa, que teve como definição nos anos 80 o movimento de bens do consumidor para o produtor por meio de um canal de distribuição (Lambert & Stock apud Rogers & Tibben-Lembke 2001), ou seja, o escopo da logística reversa era limitado a esse movimento que faz com que os produtos e informações sigam na direção oposta às atividades logísticas normais (“*wrong way on a one-way street*”).

Já nos anos 90, autores como Stock (1992) introduziam novas abordagens da logística reversa, como a logística do retorno dos produtos, redução de recursos, reciclagem, e ações para substituição de materiais, reutilização de materiais, disposição final dos resíduos, reaproveitamento, reparação e remanufatura de materiais. Em 1998, Carter e Ellram definindo a Logística Reversa incluíram a questão da eficiência ambiental.

A logística reversa pode ser entendida como a área da logística empresarial responsável pelo planejamento, operação e controle através das informações dos fluxos reversos de diversas naturezas através dos canais de distribuição reversos com objetivos econômicos, legais, de serviços, ecológicos, de imagem empresarial, entre outros. Estes objetivos diferenciados dirigem ações empresariais visando equacionar estes movimentos de retorno de produtos e satisfazendo aos diversos agentes interessados (LEITE, 2003).

2.1. Fluxos da Logística Reversa

Tendo como ponto de partida os bens finais para se iniciar a análise do fluxo reverso, Leite (2003) dividiu esses bens em dois tipos:

i) Logística reversa de pós-venda: trata do planejamento, do controle e da destinação dos bens sem uso ou com pouco uso, que retornam à cadeia de distribuição por diversos motivos, tais como, a devolução por problemas de

garantia, avarias no transporte, excesso de estoques, prazo de validade expirado, entre outros.

ii) Logística reversa de pós-consumo: trata dos bens no final de sua vida útil, dos bens usados com possibilidade de reutilização (embalagens) e os resíduos industriais.

A distribuição física de ambos se utiliza dos mesmos canais, tendo como origem a cadeia de distribuição e como destino o consumidor. Os fluxos reversos desses dois tipos de bens retornam do consumidor (origem) à cadeia de distribuição (destino), porém, por meio de diferentes canais intermediários, o processo logístico reverso é exemplificado na **Fig. 1**.

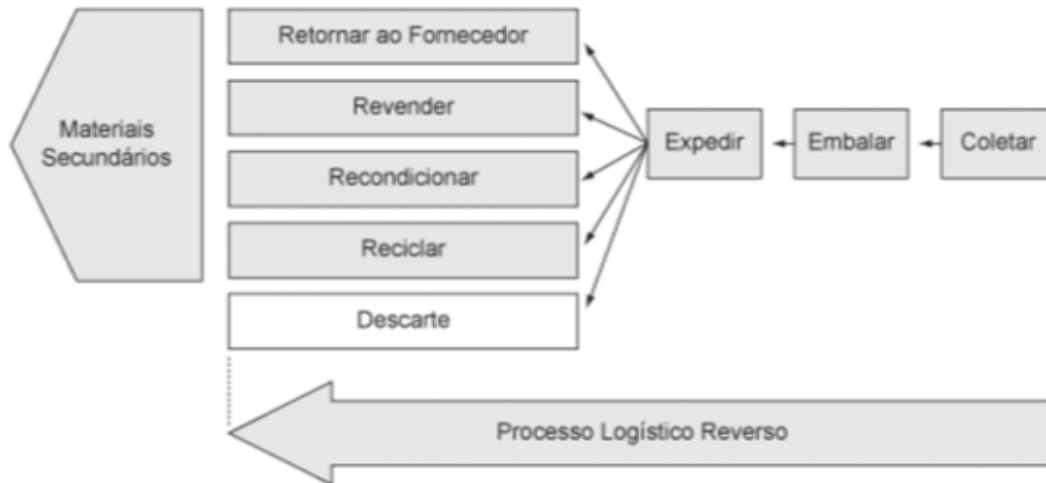


Fig.1. Processo Logístico Reverso (Fonte: Lacerda, 2002)

De uma forma geral, as redes de distribuição reversa se estruturam em torno de um mercado disponibilizador onde o recuperador de produtos usados atua como comprador, e um mercado de reuso, onde o recuperador atua como vendedor (FLEISCHMANN, 2001).

3 Logística Reversa de Pós-Consumo no Brasil

As legislações ambientais sobre resíduos sólidos têm suas origens na reação aos impactos ao meio ambiente que podem ser causados, por exemplo, pela dificuldade de desembaraço dos resíduos até a sua disposição final. A responsabilidade dos impactos ambientais e destinação dos resíduos sólidos, antes exclusiva ao poder público, recentemente passou a ser também dos fabricantes. Essa mudança está de acordo com a filosofia de EPR (*Extended Product Responsibility*), ou seja, a idéia de que a cadeia industrial de produtos que agridem o ambiente, deva se responsabilizar pelo que acontece com os mesmos após o seu uso original (Leite, 2003).

No Brasil a regulamentação da PNRS inova ao contemplar em seu texto a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, ou seja, o gerenciamento dos resíduos sólidos deixa de ser responsabilidade exclusiva dos gestores municipais e passa a ser, também, dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e dos consumidores.

A logística reversa é apontada pela PNRS como um instrumento de desenvolvimento econômico e social, "caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros

ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada" (art. 3, XII). É, portanto, um processo por meio do qual as empresas podem se tornar ecologicamente mais eficiente (CARTER; ELLRAM, 1998).

Ficam obrigados a estruturar e implementar a logística reversa de pós-consumo os participantes da cadeia produtiva e de negócios dos agrotóxicos (seus resíduos e embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes (seus resíduos e embalagens), lâmpadas (fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e mista) e dos produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Neste contexto, as empresas deverão contabilizar os custos dessa logística e destinação em seus produtos a fim de cumprir estas novas regulamentações.

Além disso, o acelerado desenvolvimento tecnológico vem provocando uma obsolescência precoce dos bens. O aumento dos produtos com ciclo de vida útil cada vez menor gera uma grande quantidade de resíduos sólidos e produtos ultrapassados. Esses resíduos sólidos dependem da capacidade dos sistemas tradicionais de disposição, que já estão chegando ao seu limite, necessitando, portanto de alternativas para a destinação final dos bens de pós-consumo, a fim de minimizar o impacto ambiental gerado pelos mesmos.

3.1 Planejamento de redes de logística reversa pós-consumo

Uma maneira de abordar o planejamento logístico, segundo Ballou (2009, p.54), é "*observá-lo como uma rede abstrata de ligações e nós*", na qual as ligações da rede representam a movimentação de mercadorias entre os vários pontos de estocagem – que são os nós. Os nós representam pontos em que o fluxo de estoque tem uma parada temporária antes de se transportado para outros nós e até o consumidor final, como por exemplo, de um centro de distribuição em seguida seu envio a uma loja de varejo. Essa classificação de nós e fluxos configura uma rede logística e auxilia no planejamento integrado de todo o sistema logístico. O planejamento de uma rede de logística reversa de pós-consumo envolve praticamente os mesmos elementos de um plano logístico convencional: nível de serviço, armazenagem, transporte, nível de estoques, fluxo de materiais e sistema de informações. (HORI, 2010).

Segundo Fleischmann et al. (2000), as redes reversas de produtos diferentes possuem características comuns e podem ser comparadas com as redes tradicionais. Um dos pontos que os autores destacam é a transição que deve existir entre a rede de produtos "diretos" e a rede de produtos de retorno através de etapas que vão desde a re-coleta, passando pela inspeção/separação, reprocessamento, disposição e redistribuição. Ao comparar a rede de produtos tradicional com a rede de produtos de retorno, os autores afirmam que na rede tradicional o suprimento pode ser considerado como uma variável endógena, que são aquelas que estão inseridas no processo de forma controlada, e que na rede reversa, o suprimento é uma variável exógena, que são variáveis externas ao processo e muitas vezes não podem ser controladas, sendo difícil prever. Essa diferença mostra que entre variáveis endógenas e as variáveis exógenas, os modelos de planejamento de redes são diferentes para as redes reversas e para as tradicionais, mesmo elas possuindo características comuns.

Diante da obrigatoriedade legal o setor produtivo depara-se com a necessidade de incorporar a sua cadeia de suprimentos uma rede de logística de retorno de pós-consumo de seus produtos. Surge o questionamento sobre quais as melhores alternativas de implantá-las e otimizar os custos dessa nova operação logística.

Apesar de a primeira impressão ser que a legislação obrigará um maior dispêndio de recursos, é importante perceber os benefícios decorrentes de gerir os próprios resíduos antes repassados ao poder público. Os fluxos reversos devem ser

planejados em consonância com a estratégia ambiental da empresa por representar um canal efetivo para ações que promovem a sustentabilidade ambiental.

3.2 Contribuições da Ecologia Industrial

A Ecologia Industrial (EI), segundo Graedel e Allenby (1995), é o meio pelo qual a indústria pode, racional e deliberadamente, abordar e manter uma desejável capacidade de suporte, permitindo a continuidade da evolução econômica, porém, também considerando a evolução cultural e tecnológica. Suas premissas trazem-nos novas formas de analisar os processos produtivos, pautadas nos conceitos da ecologia no que diz respeito a ecossistemas e seus metabolismos, as interconexões e a funcionalidade dos organismos.

A percepção da atividade industrial linear – vista como entrada de matéria-prima e insumos e saída de produtos acabados e resíduos, é substituída por uma concepção integrada de processos produtivos em que o consumo de energia e materiais são otimizados e compartilhados por diferentes indústrias buscando o fechamento dos ciclos de matéria como com a circulação dos resíduos de um processo servindo como matéria-prima para outros processos. (LIMA, 2008)

Os projetos orientados pela EI devem, segundo Garner (1995, p.3-4) incluir, no mínimo os seguintes atributos:

- (i) uma visão sistêmica das interações entre as indústrias e os sistemas ecológicos;
- (ii) o estudo de fluxos de materiais e as transformações nos fluxos de energia;
- (iii) um modo multidisciplinar de análise;
- (iv) uma orientação para o futuro;
- (v) uma mudança de processos linear (abertos) para de processos cíclicos (fechados), de modo que os resíduos provenientes de uma indústria possam ser usados como insumo para outra;
- (vi) a meta de fazer sistemas industriais se tornarem mais eficientes e sustentáveis em relação aos sistemas naturais.

Considerando que segundo Erkman et al (2005) a EI “se propõe a ver o sistema industrial como um todo, não se limitando a lidar com assuntos de poluição e meio ambiente, já que considera também problemas envolvidos na administração de empresas, indo das tecnologias, economias de processos, inter-relações entre negócios e financiamento até o conjunto das políticas governamentais”, é possível pela visão sistêmica da EI, aplicar seus princípios para a estruturação de alternativas para as indústrias brasileiras se adequarem a responsabilidade legal de gerenciar e destinar seus de resíduos.

Considerando a segunda escala de atuação da EI conforme Chertow (2000) “entre empresas, exemplificada pela simbiose industrial e análise do ciclo de vida do produto”. Pode-se estabelecer uma rede compartilhada entre empresas para de realizar ao fluxo reverso de resíduos através do estabelecimento de redes nos moldes da operacionalização dos Eco-parques, clusters industriais que praticam a simbiose industria com um modo de produção mais cooperativo.

Leite (2003) estabelece as etapas do fluxo de material através de uma rede reversa pós-consumo (**Fig.2**).

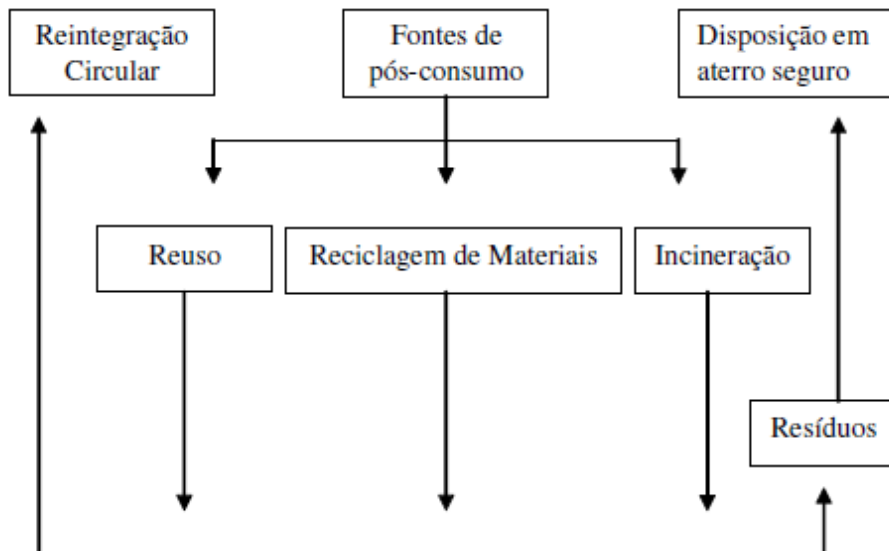


Fig.2. Canal reverso de pós-consumo (Leite, 2003)

Entretanto, assim como o ecossistema natural, o sistema industrial consiste fundamentalmente em fluxos de materiais, energia e informação, e estes devem ser fluxos incorporados no estabelecimento de uma rede de logística reversa pós-consumo. Essa percepção trazida pela simbiose industrial é baseada em três pilares: informação geográfica; informação organizacional; e informação de processo. A união dessas informações fornecerá a base à inter-conectividade das atividades industriais para implementar a logística de retorno no nível regional e facilitará o planejamento de sistemas industriais mais eficientes, com ciclos fechados de materiais de pós-consumo. (PEREIRA et al, 2007)

Esses pilares oferecem suporte tanto ao intercâmbio de subprodutos como a construção de uma rede de inter-conectividade produtiva. O intercâmbio ocorre em um grupo de empresas de um mesmo parque industrial, vizinhas ou de uma mesma região, que busca a utilização de subprodutos (energia, água, e materiais) umas das outras, agregando valor ao que até então seriam resíduos. A rede, por sua vez, ocorrer por um meio de uma rede mais ampla no lugar de uma estrutura local.

6 Considerações Finais

Grande parte da literatura indica que uma rede de logística reversa geralmente tem custos maiores que o fluxo direto decorrente de menos demanda e frequência nesse fluxo. Integrar vários fluxos pode estabelecer uma rede mais eficaz e distribuir custos e atendendo a exigência legal do setor produtivo assumir o gerenciamento, recuperação, reutilização e reciclagem dos resíduos do ciclo de vida de seus produtos.

Ao adotar os princípios da Ecologia Industrial o projeto de uma rede de logística reversa de materiais pós-consumo passa a incorporar uma proposta é bem mais extensiva do que um intercâmbio de subprodutos. A rede pode englobar empresas de forma isolada, empresas pertencentes a parques industriais diferenciados, e organizações gerenciadoras de parques industriais. Pode incluir sistemas de recuperação de materiais, instituição de incubadoras de empresas, programas de treinamento conjuntos, serviços de atendimento a comunidade, entre outros.

Agradecimentos

À empresa H2MK Logística Aeroportuária pelo auxílio financeiro à pesquisa acadêmica.

7 Referências

Ballou, R.H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-Logística Empresarial, 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Brasil. Decreto-Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. <http://www.planalto.gov.br> acessado em Janeiro/2011.

Carter, C. R., Ellram, L. M. Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation. *International Journal of Business Logistics*, 19(1):85–102, 1998.

Chertow, M. R. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment* Volume 25, 2000.

Erkman, S.; Francis, C.; Ramesh, R. (Orgs.) Ecologia industrial: uma agenda para a evolução no longo prazo do sistema industrial. *Cadernos de Proposições para o Século XXI*, 12, São Paulo, Instituto Pólis, 2005. 88p.

Fleischmann, M. H.R. Krikke, R. Dekker, S.D.P. Flapper. 2000. A characterisation of logistics networks for product recovery. *Omega* 28(6) 653-666.

Fleischmann, M. 2001. *Quantitative Models for Reverse Logistics*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.

Garner, Andy. *Industrial Ecology: An Introduction*. Pollution Prevention and Industrial Ecology, National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan School of Natural Resources and Environment, nov. 1995. 32p.

Graedel, T. E.; Allenby, B. R. *Industrial Ecology*. 1. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1995, 412 p.

Hori, M. Custos da Logística Reversa de pós-consumo: uma estudo de caso dos aparelhos e das baterias de telefonia celular descartados pelos consumidores. *Dissertação (Mestrado)*. Universidade de São Paulo, 2010. 162p.

Lacerda, L. Logística Reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. *Centro de Estudos em Logística – COPPEAD – UFRJ – 2002*. <http://www.cel.coppead.efrj.br> acessado em Novembro/2010.

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

Lima, J.C.F.. *Abordagens Industriais Ambientais: solucionar problemas de poluição ou buscar sustentabilidade ambiental?* *Dissertação (Mestrado)*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: 2008.

Pereira, A.S., Lima, J.C.F. & Rutkowski, E.W., 2007. Ecologia Industrial no Brasil: uma discussão sobre as abordagens brasileiras de simbiose industrial. In: *Anais do IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, Curitiba/PR, Brasil.

Rogers, D. S. e Tibben-Lembke, R. S. *Going backwards - reverse logistics trends and practices*. University of Nevada, Reno - Center for Logistics Management, 1999.

Stock, J. R.. Development and Implementation of Reverse Logistics Programs. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management, 1998.