

Sistemas de Logística Reversa

Criando cadeias de suprimento sustentáveis

Lúcia Helena Xavier

Henrique Luiz Corrêa

Editora Atlas S/A

2013

Parte I

Introdução à logística reversa

Capítulo 1 Cadeias de Suprimento, Logística e Sustentabilidade

Nesse capítulo introdutório são apresentados conceitos básicos necessários ao bom entendimento dos Sistemas de Logística Reversa, como cadeia de suprimentos, rede de suprimentos, logística e suas interações com a sustentabilidade ambiental por meio de análise cronológica, bem como são apresentados aspectos-chave da gestão ambiental como o tripé da sustentabilidade, a logística reversa e a gestão de resíduos. Ao final deste capítulo o leitor deverá ser capaz de responder às seguintes questões:

- Quais os principais conceitos e definições relacionados à gestão da cadeia de suprimentos e logística no que toca às suas interfaces com a sustentabilidade?
- Qual a importância da sustentabilidade para a gestão empresarial?
- Quais as relações entre logística reversa, logística ambiental e gestão de resíduos?
- Quais os principais fluxos envolvidos em logística reversa e como eles devem ser gerenciados?

Introdução

Gestão de cadeias de suprimento é a administração integrada dos processos principais de negócios envolvidos com a gestão das instalações e dos fluxos físicos, financeiros e de informações, englobando desde os produtores originais de insumos básicos até a disposição do produto final pós-consumo, no fornecimento de bens, serviços e informações, de forma a agregar valor para todos os clientes – intermediários e finais – e para outros grupos de interesse legítimos e relevantes para rede (acionistas, funcionários, gestores, comunidade, governo) (Corrêa, 2010). Esta definição ilustra o quanto abrangente é o escopo considerado. A gestão de cadeias de suprimentos visa fazer com que as empresas não atuem de forma independente, mas na forma de uma cadeia integrada de relações fornecedor-cliente visando uma otimização global do desempenho da rede, sempre superior ao resultado obtido quando se somam os “ótimos” atingidos pelos componentes da cadeia agindo individualmente.

Logística

Uma parte relevante da gestão de cadeias de suprimento é a logística. Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP) www.cscmp.org, antigo *Council of Logistics Management*, logística pode ser definida como:

“A parte da gestão da rede de suprimentos que planeja, implanta e controla eficiente e eficazmente os fluxos diretos e reversos, a armazenagem de produtos, serviços e as informações correspondentes, entre o ponto de origem e o ponto de consumo, de forma a atender aos requisitos do cliente. As atividades de gestão logística tipicamente incluem gestão de transportes de insumos e produtos, gestão de frota, armazenagem e manuseio de materiais, atendimento de pedidos, projeto da rede de

instalações, gestão de estoques, planejamento de suprimento/ demanda e gestão de provedores de serviços logísticos.”

Atribui-se a origem do estudo e desenvolvimento da logística às operações militares que, há muito tempo envolvem a necessidade de movimentar eficientemente grandes quantidades de equipamentos, suprimentos e pessoas às frentes de batalha. Na era moderna, com o advento da I Grande Guerra Mundial, um conflito com escala transcontinental, a logística evoluiu, sendo que foi de fato durante a II Grande Guerra Mundial, um conflito de escala global, que muitas técnicas logísticas foram aperfeiçoadas. A logística também permitiu avanços significativos no setor produtivo civil nos períodos de pós-guerra. Ganhos econômicos resultaram em vantagem competitiva às empresas que adotaram e aperfeiçoaram sistemas logísticos em seus processos produtivos.

Logística e redes de suprimento

Em um entendimento mais recente, a logística é tratada no contexto, não da gestão de “cadeias” mas de “redes” de suprimento, que de fato são cadeias de suprimentos interdependentes, interconectadas e por vezes integradas. As redes, apesar de terem maior complexidade, tem o potencial de atingir mais altos níveis de eficiência por permitirem a consolidação de fluxos e a integração de diferentes cadeias de suprimento (neste texto, indistintamente chamadas de cadeias produtivas).

Além da constatação de que as empresas atuam em “redes” mais do que em “cadeias” de suprimento, nas últimas décadas tem crescido muito em importância a consideração de que os materiais em redes de suprimento não fluem num só sentido (no sentido da extração dos insumos mais básicos da natureza para o lado do consumo), como uma visão mais tradicional assumia, mas fluem também no sentido *reverso* (do consumo para a produção).

Logística reversa

Na verdade os fluxos reversos tem crescido em importância. Eles fluem contra a corrente dos fluxos diretos, da ponta do consumo para trás. Exemplos são os materiais e componentes de produtos ou de processos que, após serem consumidos ou utilizados são coletados e transportados para trás nas redes de suprimento, para serem reutilizados ou reciclados e reincorporados, ou à mesma cadeia de suprimentos (como o caso de latas de alumínio, coletadas após o uso e enviadas para serem recicladas e virarem novas latas de alumínio) ou a outras cadeias (como no caso de embalagens de garrafas PET que são coletadas após o uso, recicladas e utilizadas, por exemplo, na produção de fibras têxteis).

Outro exemplo são as devoluções comerciais de produtos que fluem no sentido reverso (para “montante”) para passarem por operações de limpeza, reparo, remanufatura ou outras, para novamente serem enviados para “jusante”, até o consumo.

Por tratarem-se de fluxos reversos em relação aos fluxos diretos tradicionais das redes de suprimento, a parte da logística que gerencia os recursos e processos referentes aos fluxos reversos é chamada de “logística reversa”.

Redes de suprimento de ciclo fechado

Entretanto, como estes fluxos reversos normalmente visam a reincorporação dos materiais ao sistema produtivo direto, para revenda, frequentemente estes sistemas são chamados de redes de suprimento de “ciclo fechado”, ou, em língua inglesa, *closed-loop supply chains*.

As redes de suprimento de ciclo fechado portanto são aquelas compostas de fluxos diretos e reversos, formando “ciclos” que fazem materiais (usados ou não) retornarem a pontos anteriores da rede para reutilização ou reprocessamento para nova utilização.

Sustentabilidade e o *Triple Bottom Line* (TBL ou 3BL)

Na inserção do conceito de sustentabilidade no ambiente empresarial, um conceito de grande relevância é o do *Triple Bottom Line* (TBL ou 3BL), uma referência à linha de baixo – do resultado – dos demonstrativos financeiros. O TBL representa o tripé da sustentabilidade. Segundo esse conceito, requisitos sociais, ambientais e econômicos das atividades produtivas devem ser geridos de forma integrada (Elkington, 1997). O TBL também pode ser entendido como o equilíbrio entre os três Ps (em língua inglesa), ou seja, aos três tipos de “resultado”, relacionados a: Pessoas (*People*), Lucro (*Profit*) e o Planeta (*Planet*).

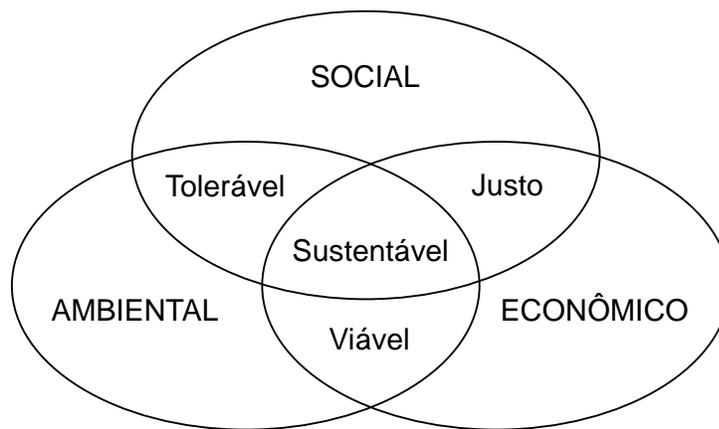


Figura 1.1 O *triple bottom line* e interações

Enquanto o foco usual das empresas é obter ganhos financeiros e vantagem competitiva no mercado, segundo a proposta do TBL deve-se priorizar um meio ambiente socialmente justo, ecologicamente correto e economicamente viável. As interações entre as esferas social, ambiental e econômica podem resultar em diferentes aspectos da sustentabilidade. Enquanto a interface da esfera econômica com a social prioriza a geração de emprego e renda que favoreçam o social, a interseção entre a esfera econômica e ambiental enfatiza ações ambientais que sejam economicamente viáveis. Na interação das esferas social e ambiental são estimuladas as atividades sociais que não impactem o meio ambiente de forma intoleravelmente danosa. Na interseção das três esferas encontra-se a sustentabilidade num sentido mais abrangente.

Sustentabilidade como vantagem competitiva

A prática da sustentabilidade gradativamente tem sido percebida como uma potencial fonte de vantagem competitiva estratégica.

A busca da sustentabilidade ocorre tanto por meio da redução dos impactos (econômicos, sociais e ambientais) quanto por meio da prática de medidas compensatórias. Um exemplo

de medida compensatória é a negociação de cotas de carbono mediante critérios estabelecidos pelo conceito de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (ou *Clean Development Mechanism*).

Várias empresas hoje incluem em seus relatórios anuais de resultados quesitos como emissões atmosféricas, consumo de água e energia, impacto socioambiental como métricas de avaliação do desempenho ambiental organizacional. Por um lado estabelecem metas para a redução ou mitigação dos impactos negativos (como é o caso das emissões) e, por outro lado, buscam a potencialização dos impactos positivos (como a geração de empregos e melhoria da qualidade de vida).

As regras da biosfera e a economia circular

Unruh (2008) propõe uma abordagem interessante para a gestão de recursos naturais que denomina ‘Regras da Biosfera’. De acordo com esse autor, deve-se partir de um entendimento bio-lógico a partir do qual se utilizam os recursos e estrutura dos diferentes ecossistemas para suportar a vida em suas diferentes dimensões, em contraste ao entendimento indústriológico da manufatura. Este último assume que pode-se utilizar livremente uma enorme gama de materiais sintéticos a serem transformados em processos produtivos, o que não necessariamente é sustentável.

O autor propõe três regras básicas para apoiar o entendimento bio-lógico, mais sustentável, conforme a seguir:

Regra 1. Uso de uma paleta parcimoniosa

Os elementos químicos da tabela periódica são os elementos básicos de tudo o que há na natureza e no mundo sintético. No entanto, de forma surpreendente, apesar da existência de mais de 100 elementos, a natureza se utiliza basicamente de quatro desses – carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio – para produzir todas as coisas vivas. A parcimônia no uso dos recursos nos sistemas naturais favorece a reciclagem, em contraste com a utilização de uma ampla variedade de recursos e baixo potencial de reciclabilidade de maior parte dos produtos produzidos nos sistemas industriais.

Regra 2. Cycle up – virtuosamente

A padronização garante que as matérias primas estejam sempre disponíveis aos organismos, não havendo necessidade de triagem ou seleção. Na natureza, com a morte de um organismo a biosfera recupera os materiais e os reinsere em outros processos de forma eficiente e constante, para o mesmo uso original ou uso superior, o que é chamado de *up-cycling*. O *down-cycling*, ao contrário, destrói o valor original, como ocorre às vezes com a redução da qualidade dos produtos produzido a partir de material reciclado. A biosfera não possui processos de *down-cycling*, mas os sistemas industriais sim. A biosfera ainda se utiliza da obsolescência biológica ‘planejada’ para a realização dos processos de reciclagem. O processo de formação de novos organismos ocorre a partir de elementos resultantes da degradação ou morte de organismos mais antigos. Desta forma o potencial produtivo de organismos mais novos e saudáveis garante a permanente eficiência do sistema.

Regra 3. Exploração do poder das “plataformas”

Desde os organismos mais simples, a biosfera vem passando por um permanente processo

evolutivo que vem tornando os organismos mais complexos e, ao mesmo tempo, mais eficientes e adequados ao ambiente no qual se inserem. Em outras palavras, o *design* dos organismos passa por constante adequação com a finalidade de adaptação às adversidades ou facilidades que o ambiente propicia. Esse design é a *plataforma* para a construção da biodiversidade que conhecemos hoje.

Da mesma forma que os sistemas bio-lógicos, os sistemas indústrias-lógicos tem explorado o poder das plataformas. A esse respeito observa-se uma analogia com os sistemas informatizados – plataformas operacionais que possuem uma ampla diversidade de aplicações em constante processo de adaptação. Da mesma forma, o processo de manufatura no setor automobilístico, por exemplo, usa intensamente as “plataformas”. Observe por exemplo um VW Passat e um Audi A6.

Ambos veículos são produzidos a partir de uma plataforma comum (chassi, estrutura, entre outros). No entanto, em outras indústrias do sistema indústrias-lógico, tem sido priorizado o critério de usar componentes e peças específicos que irão gerar um produto diferenciado ao invés de se buscarem materiais mais padronizados, poucos elementos fundamentais a partir dos quais componentes e produtos finais são construídos para que seja facilitada a reciclagem.

A proposta de Unruh (2008) é coerente com a logística reversa uma vez que a comparação entre sistemas industriais e naturais possibilita aprendizado a respeito de eficiência e interconexão entre ecossistemas – sejam eles industriais ou naturais.

Similarmente, a Fundação Ellen MacArthur propõe o conceito da Economia Circular.

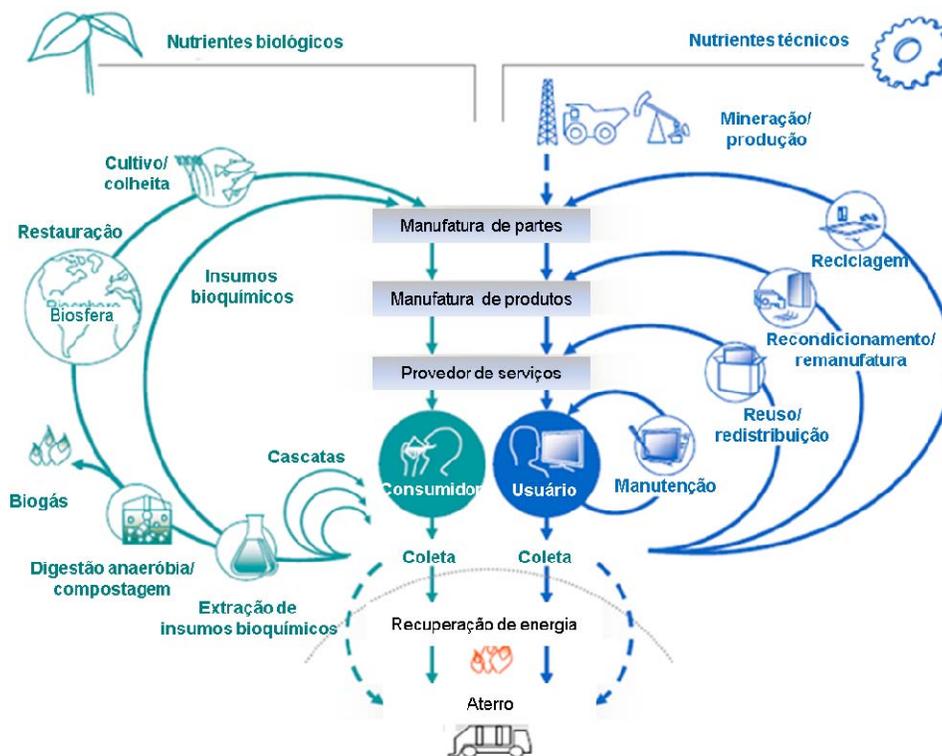


Figura 1.2 A Economia Circular

Fonte: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/circular-economy/new-report-towards-the-circular-economy-vol-2>, consultado em 08/02/2013

O princípio da Economia Circular está pautado no conceito da Ecologia Industrial e compreende a interação de diferentes agentes em diferentes sistemas. De acordo com Elias-Trostmann (2012), em relação à gestão de resíduos eletroeletrônicos, o Brasil ainda possui um modelo linear, mas com grande potencial para se adequar à prática da Economia Circular.

Pegada ambiental

A mitigação dos impactos ambientais consiste num dos principais aspectos a serem geridos na busca pela sustentabilidade. A partir da identificação dos danos ambientais atuais e potenciais, bem como da mensuração das pegadas ecológicas (*ecological footprint*, ou em outras palavras, dos efeitos danosos à natureza) de produtos e processos, é possível a quantificação dos impactos. Isso permite a redução de incertezas e o aumento da eficiência na gestão dos processos produtivos.

A Figura 1.2 ilustra os vários fluxos, diretos, reversos e de ciclo fechado que muitas empresas contemporâneas tem que gerenciar.

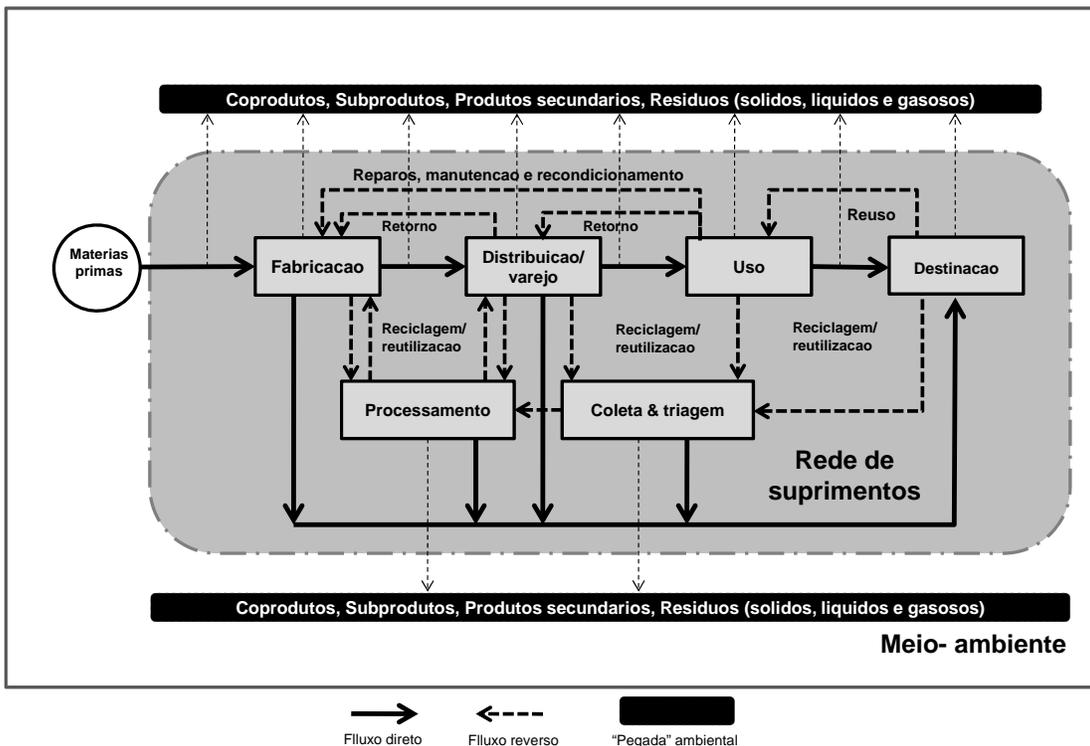


Figura 1.2 Fluxos diretos, reversos e de ciclo fechado em redes de suprimento.

Os fluxos nos sistemas de logística direta e reversa

O sistema produtivo tem início a partir da obtenção da matéria prima a ser processada. As matérias primas podem ser classificadas como naturais (madeira, água, minerais), compostas (compósitos, fibras e aglomerados), maciças metálicas (ferrosas e não ferrosas) e maciças não metálicas (cerâmicas, polímeros e semicondutores). Os recursos ou matérias primas naturais podem ser classificadas como renováveis e não-renováveis. O conceito de sustentabilidade reside, entre outros aspectos, na priorização do uso de recursos renováveis e na reciclagem dos resíduos, subprodutos, matérias secundárias e coprodutos.

Abaixo listamos algumas definições relevantes a esse respeito:

- *Matérias-primas/componentes*: toda substância a partir da qual se fabrica um produto e da qual é obrigatoriamente parte integrante. Provenientes da natureza com ou sem processamento anterior. Podem ser classificadas em renováveis e não renováveis.
- *Coprodutos ou produtos secundários*: resultam necessariamente da produção do produto principal, não se integram ao produto final e podem ter valor significativo. Na cadeia do biodiesel, por exemplo, a glicerina e a torta são exemplos de coprodutos do biodiesel que podem ser utilizados como insumo no setor químico e na alimentação animal, respectivamente. Exemplos de coprodutos gerados na produção do aço são as escórias de aciarias as escória granulada de alto-forno, os pós dos sistemas de despoeiramento, as lamas das estações de tratamento de água, alcatrão dentre outros. De acordo com a NBR ISO 14.044 de 2009, coprodutos são dois ou mais produtos procedentes do mesmo processo elementar ou sistema produtivo.
- *Subprodutos*: também produzidos juntamente com o produto principal, porém, com um valor de mercado significativamente inferior. No caso da industrialização de carne bovina, os ossos, chifres e cascos seriam subprodutos.
- *Produtos intermediários*: produtos acabados de um processo produtivo que exercem sua funcionalidade integrando-se à estrutura de outro produto de outro processo. Os pneus, por exemplo, constituem um produto intermediário na indústria automotiva, enquanto os feixos e botões são produtos intermediários na indústria de vestuário e as placas de circuito impresso são produtos intermediários na indústria dos equipamentos eletroeletrônicos.
- *Resíduos, emissões ou efluentes*: produtos indesejáveis resultantes do processo produtivo que, na maior parte das vezes, acarretam custo em ações mitigatórias, mas que podem, em casos específicos, ser evitados ou ainda reverterem-se em receita para o processo produtivo.
- *Matéria prima secundária*: resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) valorizados por meio da reciclagem.

O conceito de sustentabilidade nas organizações produtivas inseriu-se inicialmente pela tentativa de mitigação de impactos ambientais e mais tarde, de forma mais eficiente, pelo

reaproveitamento e redução de perdas.

Nas etapas de produção, a logística reversa pode ocorrer com o reaproveitamento de coprodutos e subprodutos, enquanto no estágio pós-consumo a logística reversa ocorre com o processamento de produtos usados para potencial reuso como matéria prima secundária. Com isso, a gestão de produção e logística passou a incorporar aspectos de sustentabilidade ambiental aos seus processos operacionais tradicionais.

A pressão por maior sustentabilidade

Os consumidores e outros membros da sociedade hoje não se satisfazem apenas com a informação sobre os impactos ambientais negativos dos produtos nas fases de consumo e pós-consumo, mas querem informações a respeito da origem da matéria-prima, das técnicas utilizadas para o processamento dos materiais envolvidos e informações sobre o que os componentes da rede de suprimentos fazem para mitigar ou reduzir estes impactos desde o projeto e desenvolvimento dos produtos.

Ao ser incorporado como componente da gestão organizacional por pressões da sociedade organizada (ONG's e governo) e dos mercados, portanto, o conceito de sustentabilidade ambiental passou a exigir a adequação das ferramentas disponíveis no ambiente empresarial com vistas à inclusão do que pode ser chamado de “gestão ambiental” em seus processos operacionais.

A pressão por uma gestão mais “ambiental” induziu que a gestão de recursos e processos logísticos fosse adequada de forma a permitir que uma menor “pegada ambiental” fosse gerada pelo sistema produtivo por meio do uso mais intenso de conceitos como a reutilização, a reciclagem e de formas mais adequadas de dispor dos resíduos não reutilizáveis e não recicláveis.

Os processos de reutilização e reciclagem utilizam-se intensamente da logística reversa e da logística de ciclo fechado.

Conceitos básicos de gestão logística

A gestão logística consiste no planejamento, execução, controle e melhoramento dos recursos e processos envolvidos com o que foi definido anteriormente como logística.

A gestão logística visa o gerenciamento eficaz e integrado dos recursos e processos logísticos. São exemplo de recursos logísticos os armazéns, os equipamentos, a infraestrutura (viária, de telecomunicações, de informação), os veículos, o combustível utilizado, os recursos humanos, os provedores de serviços, entre outros.

Dentre as operações logísticas mais visíveis estão a distribuição, a movimentação, o transporte, a armazenagem e a gestão de estoques de materiais.

No gerenciamento de processos logísticos, as métricas de avaliação de desempenho são importantes. Algumas métricas de uso comum são:

- disponibilidade e demanda sobre os recursos logísticos;
- nível de utilização e eficiência dos recursos logísticos;
- custos logísticos;
- nível de emissões, efluentes e volume de resíduos sólidos gerados pelos processos logísticos;
- níveis de serviço logístico, que buscam captar aspectos do desempenho logístico

como disponibilidade de materiais nos pontos de uso, tempo de resposta a solicitações dos clientes, capacidade de customização de serviços, serviços agregados, entre outros.

Para uma gestão logística eficaz os recursos, operações e processos logísticos ainda exigem do gestor não apenas o conhecimento técnico quanto aos recursos, operações e processos logísticos, mas também o conhecimento dos mecanismos legais e normativos relacionados ao setor produtivo em questão e do uso de sistemas de registro e processamento de informações.

Dimensões da gestão logística

Duas dimensões são importantes na gestão logística. A dimensão horizontal que considera empresas de um mesmo escalão, por exemplo, empresas concorrentes ou aqueles que atuam em atividades similares em um mesmo setor produtivo e a dimensão vertical, relacionada à divisão do trabalho e a tarefas interdependentes, como por exemplo, a sequência de fornecedores, fabricantes, distribuidores e clientes que compõem uma cadeia produtiva.

Algumas organizações expandem suas atividades de modo a englobar atividades que antes eram desempenhadas por fornecedores ou parceiros específicos. A este tipo de expansão chamamos “integração vertical”. Como exemplo temos cervejarias como a “Devassa”, passando a controlar lojas de varejo (bares) que vendem sua cerveja em aeroportos e outros locais. Como exemplo de expansão (ou integração) horizontal, podem-se citar grandes empresas como Unilever ou Procter & Gamble que frequentemente adquirem organizações concorrentes, caracterizando um processo de expansão horizontal na cadeia de suprimentos. Um exemplo concreto é a relativamente recente aquisição da Gillette pela Procter & Gamble.

Globalização

Processos como os de globalização e internacionalização da economia aumentaram significativamente a complexidade da gestão das cadeias de suprimento. Apenas como ilustração, nos três anos entre 2003 e 2006, o percentual do total de produtos produzidos no mundo que cruzou alguma fronteira nacional aumentou de 10% para 30% (Kouvelis e Niederhoff, 2007).

O volume de negócios internacionais foi ampliado com a redução das barreiras protecionistas políticas ou tarifárias. Os mecanismos e processos logísticos para a efetivação destes negócios tiveram que adequar-se para atender a novos e mais exigentes prazos, percorrer maiores distâncias, cruzar mais fronteiras e atender às diferentes culturas, línguas, leis, fusos horários e sistemas normativos de cada país.

De modo geral, ainda não se pode afirmar que há, no mundo empresarial, pleno reconhecimento do potencial e da importância da logística. Tecnologias já disponíveis para uma melhor gestão logística muitas vezes não são utilizadas ou não são utilizadas de modo adequado. Um dos motivos é a insuficiente disponibilidade de capacitação técnica nos recursos humanos, para a implementação e uso eficaz de soluções logísticas mais adequadas (sejam elas de base tecnológicas ou não).

Sustentabilidade e gestão logística

A inclusão de práticas de sustentabilidade ambiental na gestão logística ainda ocorre de forma incipiente e, na maior parte das vezes, como resposta às exigências legais. Poucas empresas percebem o potencial econômico e social da consolidação de estratégias e implementação de práticas ambientais. Empresas de grande porte tem investido nesse nicho e alcançado ganhos significativos, conforme evidenciam indicadores como o Índice de Sustentabilidade Empresaria (ISE) ou o Índice Dow Jones de Sustentabilidade.

Tornando a logística verde

Com o objetivo de reduzir os danos ambientais, ações proativas de prevenção de impactos potenciais passaram a ser consideradas no processo de gestão das organizações. Da mesma forma, na gestão de resíduos sólidos, percebeu-se que a redução da geração de resíduos pela redução do consumo seria uma forma complementar de atacar o problema. No entanto, não é interesse das empresas reduzir, mas sim aumentar o consumo para atingir suas metas de desempenho econômico. Como seria possível equacionar a questão ambiental sem impactar o desempenho econômico?

Desenvolvimento sustentável

Essa foi a principal questão que permeou as discussões, no âmbito ambiental, ao longo das décadas de 1970 e 1980, até que foi proposto o conceito de desenvolvimento sustentável¹, que sugere o equilíbrio entre crescimento econômico e conservação ambiental. Ferramentas de gestão ambiental tem, desde então, sido propostas como forma de gerenciamento e avaliação ambiental.

Com o aumento da pressão da sociedade organizada para uma gestão ambiental mais sustentável e responsável, algumas empresas ressentiram-se da falta de capacitação interna e de orientações gerais que permitissem tornar sua logística mais ambientalmente responsável, assim como da falta de mecanismos que permitissem que estas empresas exercessem algum tipo de influência sobre o comportamento de outros membros das suas cadeias de suprimento no sentido de obter uma melhor gestão ambiental da rede de suprimentos como um todo.

Nos anos 90, parcialmente em resposta a esta carência, foram desenvolvidos procedimentos de certificação internacional como aqueles da série ISO 14.000, que “abordam vários aspectos da gestão ambiental. Elas oferecem ferramentas práticas para empresas e organizações, buscando identificar e controlar seus impactos ambientais e melhorar constantemente seu desempenho ambiental.” (*website* oficial da ISO <http://www.iso.org/iso/iso14000> consultado em 14 de setembro de 2012). Como muitas empresas ao redor do mundo passaram a guiar-se pelas normas da série ISO 14.000 para ajustar suas próprias operações e passaram a exigir que seus parceiros da rede de suprimentos (como seus fornecedores e clientes) também buscassem certificar-se, verificou-se um crescimento da demanda sobre as empresas para adequarem os tradicionais critérios de mercado a padrões mais ambientalmente adequados.

Em outras palavras, empresas exportadoras precisaram adequar seus produtos e processos

¹ Desenvolvimento sustentável: capacidade de propiciar o desenvolvimento econômico de forma sustentável, sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atender suas próprias necessidades (Relatório Brundtland, 1986).

aos requisitos legais ambientais, não apenas dos seus próprios países, mas também aos dos países com os quais estariam negociando seus produtos e serviços. Muitas empresas perderam espaço no mercado internacional por não terem tido flexibilidade suficiente para adequar-se. A questão ambiental tornou-se um importante requisito de mercado, sendo inclusive capaz de favorecer ou limitar a negociação entre empresas e até entre países.

Integração logística - meio ambiente

Nos Estados Unidos na década de 90, o estabelecimento de limites legais quanto a emissões de determinados modos de transporte (usualmente chamados “modais” no jargão da logística) em alguns estados pode ser considerado como um importante marco na interação entre a logística e o meio ambiente.

Bowman (1995) menciona empresas de grande porte como a Du Pont e a Santa Fé Railway como pioneiras no desenvolvimento de estratégias e técnicas de segurança e sustentabilidade ambiental para o transporte de produtos perigosos e gerenciamento de emissões atmosféricas.

Os Protocolos de Montreal (década de 80) e de Kyoto (década de 90) foram os precursores do estabelecimento de metas quanto a limites de emissões atmosféricas. Metas de gestão foram então estabelecidas dentro das organizações tendo em vista a necessidade da redução das emissões atmosféricas dos Gases do Efeito Estufa (GEE)².

As organizações tiveram que se adequar reorientando metas gerenciais e alocando/gerenciando recursos de forma mais ambientalmente eficiente. Entretanto, foi o Acordo da Basileia (década de 90), do qual o Brasil é signatário, que estabeleceu os padrões mais importantes para a interface entre logística e meio ambiente por intermédio de considerações sobre a movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos.

Os protocolos mencionados tiveram e tem, portanto, impacto direto na gestão organizacional, assim como fizeram-se refletir nas políticas públicas.

Muitos países adequaram-se aos limites de emissões promovendo a migração de parques industriais para outros países onde as exigências legais e normativas não estabeleciam restrições aos padrões de emissão atmosférica. Por meio desse mecanismo, muitas operações poluentes de empresas multinacionais estabeleceram-se em países em desenvolvimento.

O Acordo da Basileia teve impacto também nas políticas do comércio internacional, uma vez que a movimentação de resíduos perigosos passou a ser regulamentada em comum acordo entre alguns países signatários. O objetivo central desse acordo foi estabelecer limites para a migração de resíduos dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, o que ainda ocorre nos dias de hoje. Países da África e da Ásia, por exemplo, são ainda o principal destino de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), conforme ilustrado na Figura 1.3.

2

Gases do Efeito Estufa (ou Green House Gases – GHG) são os principais responsáveis pela formação do Efeito Estufa – efeito que, segundo muitos pesquisadores, teria importante papel no recente aquecimento global. Dentre os GEE podem citar-se o dióxido de carbono (CO₂), o metano (NH₄) e o óxido nítrico (NO_x).

Exportação de resíduo eletrônico



Figura 1.3 Exportação de resíduos eletrônicos no mundo.

Fonte: modificado a partir de Greenpeace e Basel Action Network (BAN) *apud* Greenfudge (2010).

Parte desses resíduos é caracterizada como “resíduos perigosos” em função do potencial de contaminação ambiental por materiais tóxicos, requerendo destinação ambientalmente adequada. A movimentação desses resíduos para países onde a legislação ainda não regulamenta a destinação é um mecanismo de repassar a responsabilidade e o dano, conforme já previa o Acordo da Basileia.

Logística verde ou ambiental

A gestão ambiental para a sustentabilidade também tem ganhado relevância e aplicações em diferentes setores produtivos. Relevante para uma adequada gestão ambiental, a *logística verde* (ou *ambiental*), apesar de ser um tópico relativamente novo no mundo acadêmico, já foi objeto de inúmeros estudos e aplicações em diferentes setores produtivos. É importante observar que a logística tradicional não considerou aspectos ambientais quando de sua concepção original, considerando-os como “externalidades” de seus processos. Nos dias de hoje, o apelo da sustentabilidade de produtos e serviços (entre eles os serviços logísticos) pode ser um critério relevante para a conquista e manutenção de nichos e fatias de mercado.

Logística ambiental e logística reversa

A questão ambiental foi sendo percebida, incorporada e gerenciada em paralelo ao próprio amadurecimento dos conceitos da logística, dando origem ao conceito de logística verde ou ambiental (do inglês, *green logistics*), que muitas vezes chega a ser confundido com o

conceito de logística reversa. No entanto, o conceito de logística ambiental está muito mais relacionado a atividades logísticas aplicadas à gestão ambiental, enquanto a logística reversa mescla necessidades ambientais e necessidades de sustentabilidade do negócio.

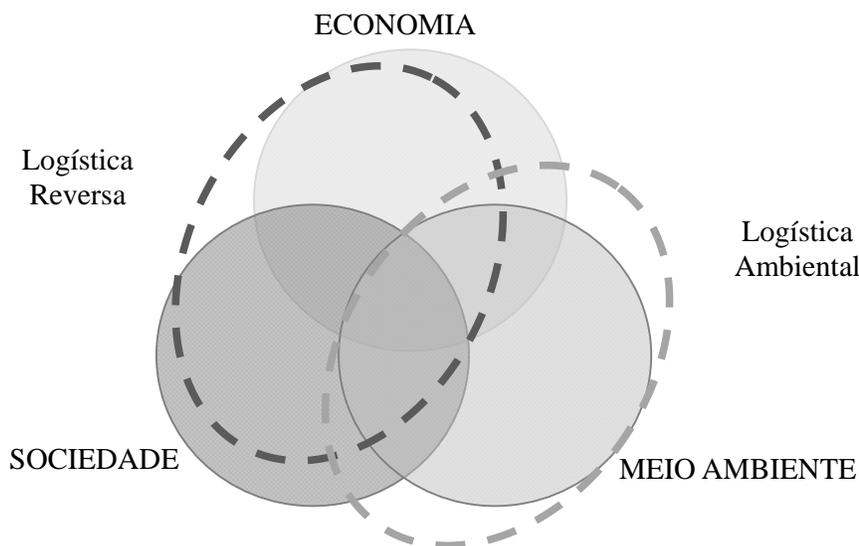


Figura 1.4 Abrangência da logística reversa e da logística ambiental no conceito de sustentabilidade.

Conforme apresentado na Figura 1.4 a logística reversa e ambiental apresentam pontos em comum em relação ao conceito de sustentabilidade (conforme o conceito do TBL abordado anteriormente).

Enquanto a logística reversa prioriza as três dimensões, a logística ambiental enfoca mais a dimensão ambiental. Ambas atuam de forma complementar na proposta da sustentabilidade dos sistemas produtivos, mas são conceitualmente diferentes.

Em um primeiro momento, os principais componentes ambientais incorporados à gestão logística foram os aspectos relacionados às emissões atmosféricas e à eficiência energética no transporte. Eficiência energética, neste contexto era compreendida prioritariamente como consumo eficiente de combustíveis (quanto a volume e tipo).

Mais recentemente, outras abordagens começaram a ser desenvolvidas quanto à interação entre a logística e o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos. Nesse contexto, surgiu, há não mais de duas décadas, o conceito de logística reversa, adotada por diferentes setores produtivos.

Alguns autores clássicos da logística tradicional (Lambert e Stock, 1993; Murphy, 1986) já faziam menção, há muitos anos, à logística reversa ao abordar a gestão de canais reversos (na gestão de devoluções comerciais) ou ainda, aspectos relacionados à gestão da cadeia de suprimentos e ao projeto do produto como aspectos potencialmente relevantes para a melhoria do desempenho ambiental em alguns setores produtivos.

A idéia de fluxos logísticos reversos portanto não é totalmente nova e aparece na literatura tradicional frequentemente relacionada a devoluções comerciais mais que à reciclagem. Desde a década de 70 termos como “canais reversos” ou “fluxos reversos” aparecem na

literatura (Zikmund e Stanton, 1971; Guiltinan e Nwokoye, 1974; Ginter e Starling, 1978) e continuam a ser tratados, ainda que de forma breve, por outros autores na década de 80 (Stock e Lambert, 1981; Murphy e Poist, 1989). De forma precursora, Zikmund e Stanton (1971) propõe que seriam necessárias estratégias específicas de logística reversa para o gerenciamento de canais reversos, ao invés do simples uso da logística e dos canais de distribuição tradicionais.

“Ciclos” na logística

Mais recentemente, autores como Dyckhoff et al. (2003), Dekker et al. (2004) e Ferguson e Souza (2010) propõem uma análise da logística reversa por meio do conceito de *ciclo*, ao invés de se considerarem apenas estruturas logísticas (reversas ou diretas) lineares.

Dyckhoff et al. (2003), propõe uma abordagem simples do ciclo de vida de materiais primários e de pós-consumo com a qual é possível identificar aspectos relevantes da interação entre as fases de produção e consumo. Também permite a proposição de ações de redução ou reciclagem, por meio das quais os resíduos são reinseridos na cadeia produtiva sob a forma de matéria-prima secundária.

Essa modelagem do ciclo produtivo possibilita ganhos por meio da reinserção das perdas (resíduos) do processo como insumos aproveitáveis.

Nesse sentido, a gestão de resíduos, antes uma disciplina vinculada exclusivamente ao saneamento e à saúde pública, passa a ser gradativamente incluída na gestão de processos, produtos e de negócios. Cada uma dessas esferas, no entanto, com um grau diferente de interesse e colaboração.

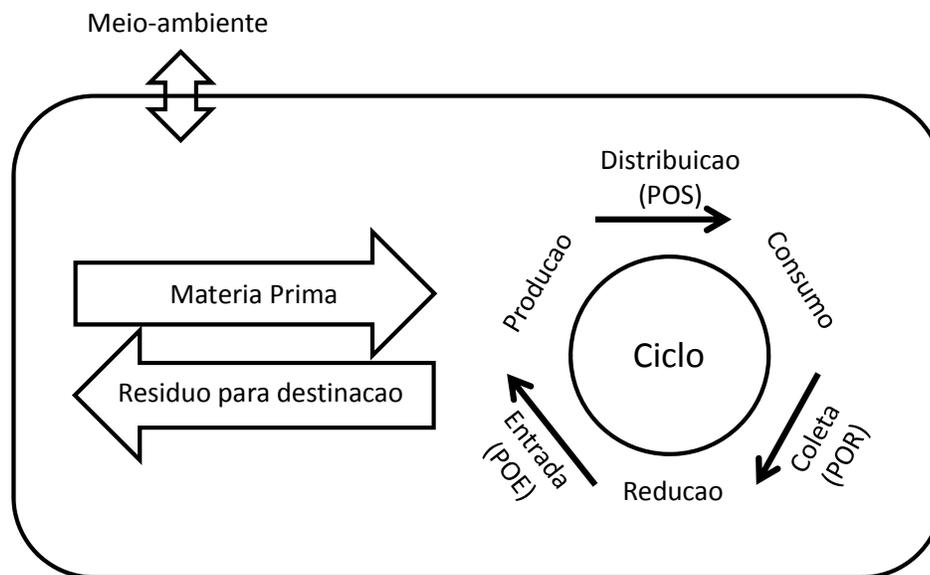


Figura 1.5 Fluxo de materiais na cadeia de suprimentos

Fonte: Modificado a partir de Dyckhoff et al (2003).

Dyckhoff et al. (2003), propõe uma visão do fluxo de materiais que se inicia com a exploração dos recursos naturais e continua na manufatura, uso e reuso de produtos e

resíduos como matéria prima primária ou secundária. A partir da destinação final, portanto, verifica-se uma redução dos efeitos negativos ao meio ambiente pelo retorno *cíclico* de produtos e resíduos.

Para tanto, os autores definem que a produção, consumo e redução podem ser classificados em três categorias básicas de processos de transformação no processo produtivo:

- POS: ponto de venda (*point of sale*), representa elementos da distribuição dos produtos como o varejo;
- POR: ponto de retorno (*point of return*), coleta ou redistribuição dos produtos considerados resíduos;
- POE: ponto de entrada, reentrada ou saída (*point of entry, re-entry or exit*), ponto de entrada, re-entrada ou saída de material primário ou secundário

Uma das contribuições do modelo proposto por Dyckhoff (2003, veja a Figura 1.5) é a relação entre a gestão da distribuição e a gestão da coleta ou retorno. Na medida em que se gerencia a distribuição já planejando o retorno, a logística reversa torna-se mais eficiente e resulta em redução de custos (por exemplo, pela utilização de fretes de retorno).

A conscientização e o estímulo pelo comércio para o retorno de produtos e materiais residuais pelos consumidores tendem a se tornar uma prática cada vez mais difundida em todo o mundo.

Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos

Um conceito não tão recente, produto da interação entre a gestão organizacional e a sustentabilidade, é a Gestão Ambiental da Cadeia de Suprimentos (do inglês, *Green Supply Chain Management – GSCM*).

Enquanto alguns autores percebem a GSCM sob a ótica econômica:

“O fornecimento verde se refere ao modo no qual a inovação da gestão da cadeia de suprimentos e o processo de compras das indústrias podem ser considerados no contexto ambiental” (Green et al., 1996).

“A gestão ambiental da cadeia de suprimentos consiste no envolvimento da função de compras em atividades que incluem a redução, a reciclagem, o reuso e a substituição de materiais” (Narasimhan e Carter, 1998).

outros autores definem a GSCM no contexto do desempenho ambiental ao longo da cadeia de suprimentos:

“A prática de monitoramento e melhoria do desempenho ambiental na cadeia de suprimentos...” (Godfrey, 1998).

“O termo ‘cadeia de suprimento’ descreve a rede de fornecedores, distribuidores e consumidores. Também inclui o transporte entre fornecedores e clientes, bem como o consumidor final [...] Os efeitos ambientais da pesquisa e desenvolvimento, manufatura, armazenagem, transporte e uso de um produto, bem como sua destinação, devem ser considerados.” (Messelbeck e Whaley, 1999).

Mais recentemente, Fan Wang e Gupta (2011) definem GSCM da seguinte forma:

“A ideia principal é reduzir o impacto ambiental por meio de uma cadeia de valor, da matéria prima até o produto final. Nesse caso, a redução dos impactos ambientais incluem a redução do uso de energia, do consumo de recursos naturais e inclui também redução de problemas relacionados à poluição. (...) Para esse efeito, a GSCM deve aumentar as atividades de gestão da logística reversa (que incluem redução do uso de recursos naturais, uso de matérias primas renováveis, reciclagem de materiais, gestão de materiais residuais e de substâncias perigosas) para integrar todos os aspectos da gestão ambiental relacionados os seu domínio.”

A GSCM busca portanto a redução do impacto ambiental de produtos e serviços incluindo ações em toda a cadeia de suprimentos. Para tanto, devem-se considerar sistemas cíclicos e suas interações, ao invés de apenas os sistemas lineares da gestão tradicional da logística e das cadeias de suprimento.

Fan Wang e Gupta (2011) descrevem a evolução do conceito da cadeia de suprimentos verde, veja a Figura 1.6.

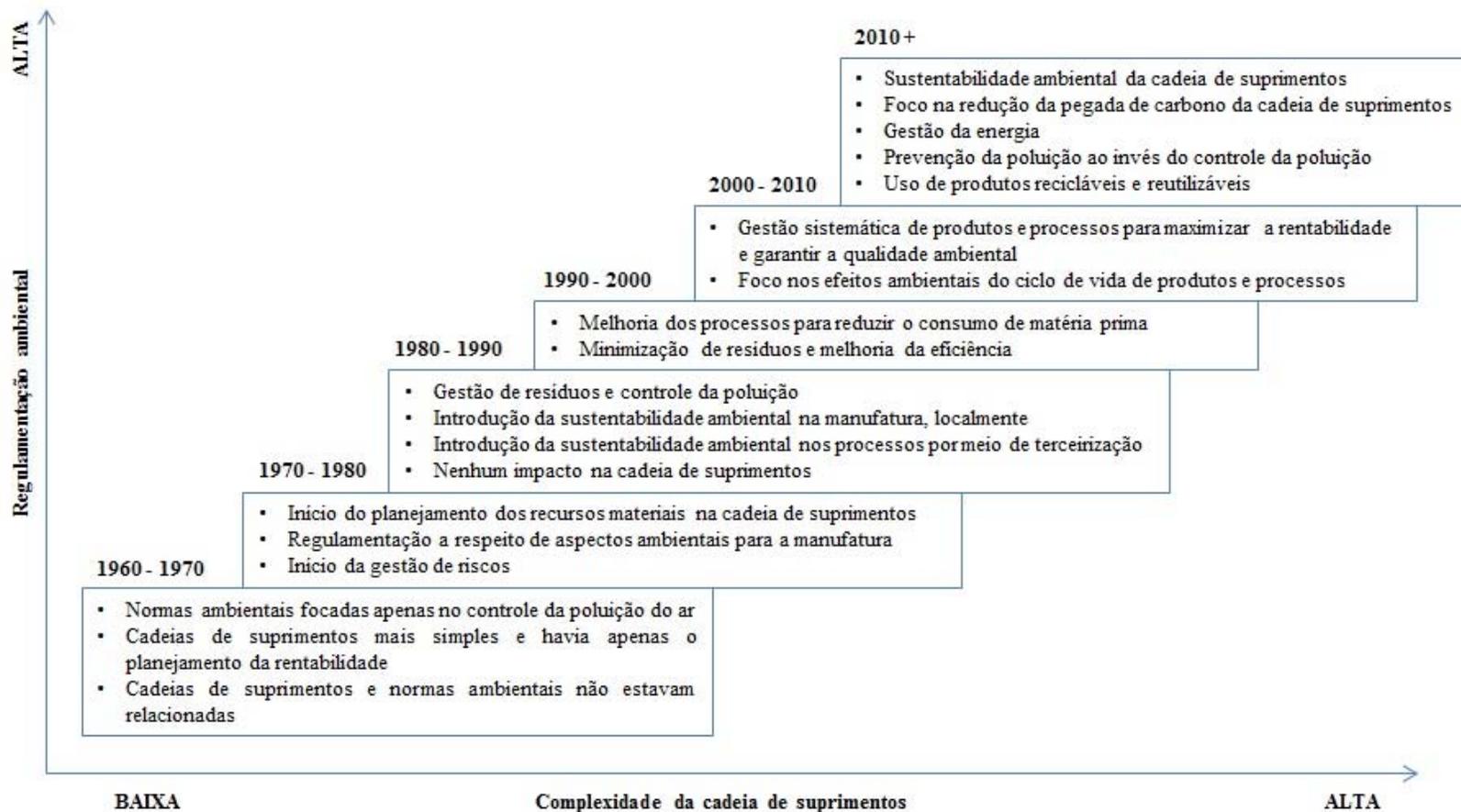


Figura 1.6 Evolução da cadeia de suprimentos verde

Fonte: Fan Wang e Gupta (2011)

Um dos principais desafios da GSCM relaciona-se à dificuldade de conciliação dos aspectos legais e normativos entre diferentes países. Com uma maior conscientização ambiental ampliou-se a consolidação da regulamentação ambiental. No entanto, essa consolidação ocorreu conforme as necessidades ou exigências locais.

Empresas em negociações transnacionais passaram a ter que atender a diferentes tipos de exigências e critérios de sustentabilidade de diferentes países para efetivar a exportação de produtos e a movimentação de materiais através de fronteiras nacionais.

Com o crescente desenvolvimento das ferramentas logísticas “verdes”, empresas passaram a oferecer serviços de consultoria relacionados a tipos mais adequados de material de embalagens, a movimentação adequada de cargas perigosas (consideradas ou não como resíduos), rastreabilidade de produtos (incluindo a fase pós-consumo) e avaliação do ciclo de vida, por exemplo.

A logística na gestão de resíduos

Originalmente a gestão de resíduos surgiu como solução para questões de saúde pública, no âmbito social, e como parte do equacionamento da insalubridade das atividades produtivas. O gerenciamento de resíduos foca o controle da poluição. O dimensionamento de estações de tratamento de efluentes (ETE) e o projeto de construção e operação de aterros sanitários, por exemplo, visam a mitigação dos impactos causados por efluentes e resíduos, respectivamente.

Prevenção na gestão de resíduos

Entretanto, ações preventivas podem e devem existir no gerenciamento de resíduos. Exemplos são ações de minimização de geração de resíduos na fonte, de dimensionamento mais adequado de frotas e recursos humanos para coleta de resíduos, de estabelecimento de rotas eficientes para a recolha, destinação de resíduos e de redução dos resíduos e emissões atmosféricas ao longo dos processos de produção e consumo.

Dos exemplos acima, à exceção da minimização da geração de resíduos, mais relacionada à educação ambiental, os demais têm grande importância na gestão logística.

A gestão ambiental de resíduos sólidos permeia as dimensões ambiental, social, tecnológica e econômica. A destinação inadequada de resíduos sólidos resulta, na maior parte das vezes, na contaminação ambiental e, conseqüentemente, em danos à saúde humana.

Por outro lado, a possibilidade de reutilização e reciclagem de materiais tem propiciado o reaproveitamento de insumos antes obtidos exclusivamente por meio da exploração de recursos naturais não renováveis e, ao mesmo tempo, gerado renda e emprego para indivíduos em situação socioambiental vulnerável.

A análise de um sistema de gestão torna-se complexa quando se consideram distintas possibilidades para o gerenciamento de resíduos, exigindo a aplicação de ferramentas específicas e, em alguns casos, específicas para o gerenciamento ambiental.

A otimização do processo decisório ambiental por meio de mecanismos que possibilitem a redução da incerteza tende a exigir uma equipe multidisciplinar para o acompanhamento e análise das muitas variáveis e critérios a serem considerados na tomada de decisão.

Ferramentas informatizadas para gestão ambiental

De modo adicional, as ferramentas informatizadas têm colaborado de forma significativa

para a dinâmica do processo decisório em diferentes níveis e setores. Inovações no desenvolvimento de *software* e *hardware* tem permitido o monitoramento e avaliação de processos e produtos de modo mais eficiente do que acontecia há uma década.

Nesse sentido, os sistemas de suporte à decisão ambiental, do inglês *environmental decision support system* (EDSS), tem ganhado relevo tanto no meio acadêmico quanto empresarial. A aplicação dessa categoria de sistema na gestão de resíduos sólidos ocorre principalmente na elaboração de estratégias de gerenciamento de rotas e frotas de veículos que atuam na coleta de resíduos. O roteamento e alocação de frota estão diretamente relacionados ao transporte, uma das áreas da logística.

No âmbito da logística ambiental, Barba-Gutierrez et al. (2008) e Rodrigue et al. (2001) abordam um fenômeno conhecido como paradoxo da logística ambiental. Haveria um paradoxo entre sustentabilidade ambiental e logística. Segundo esses autores, as estratégias para eficiência das operações logísticas conflitaria com os preceitos de sustentabilidade uma vez que tais operações consideram os custos ambientais como externalidades e para atingir eficiência econômica adotam opções com alto potencial de impacto. No transporte, por exemplo, o consumo de combustíveis fósseis, baratos mas poluentes e menos eficientes energeticamente, ilustraria este paradoxo. Esse paradoxo será abordado de forma mais aprofundada no Capítulo 3.

Referências

- BARBA-GUTIÉRREZ, Y., ADENSO-DÍAZ, B., HOPP, M., 2008. An analysis of some environmental consequences of European electrical and electronic waste regulation. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol 52, n 3, pp. 481-495.
- DEKKER, R.; FLEISCHMANN, M.; INDERFURTH, K.; WASSENHOVE, L.N. van (Eds.). *Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains*. pp. 436, 2004.
- DYCKHOFF, H., LACKES, R., REESE, J. (eds) *Supply Chain Management and Reverse Logistics*. , 2003.
- ELIAS-TROSTMANN, K. The need for Brazil to transition to a Circular Economy: a study in electronics. MSc Thesis. Imperial College London, Centre of Environmental Policy, 2012.
- ELKINGTON, J. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone, 1997.
- FAN WANG, H. GUPTA, S.M. *Green Supply Chain Management: Product Life Cycle Approach*. McGraw-Hill Ed. Pp. 320, 2011.
- FERGUSON, M.W., SOUZA, G.C. *Closed-Loop Supply Chains: New Developments to Improve the Sustainability of Business Practices*, Auerbach Publications, pp. 257, 2010.
- GODFREY, R. 1998. "Ethical purchasing: Developing the supply chain beyond the environment." in *Greener Purchasing: Opportunities and Innovations*, edited by T. Russel, Sheffield, England: Greenleaf Publishing: 244-251
- GREEN, K., MORTON, B., NEW, S.. 1996. "Purchasing and environmental management: Interactions, policies and opportunities." *Business Strategy and the Environment*. 5: 188-197.

- GREENFUDGE, 2010. UK govt and European e-waste illegally dumped in Africa. Disponível em: <http://www.greenfudge.org/2010/09/13/uk-govt-and-european-e-waste-illegally-dumped-in-africa/>. Acesso em 10 de novembro de 2012.
- KOUVELIS, P e NIEDERHOFF, J. On the globalization of operations and supply chain strategies: a conceptual framework and its application” in LEE, H. and LEE, C-Y. (eds) Building Supply Chain Excellence in Emerging Economies. Springer’s International Series, 2007.
- LAMBERT, D.M. e J.R. STOCK, Strategic Logistics Management, 3rd Edition, Irwin, Boston, 1993.
- MESSELBECK, J., e WHALEY, M. 1999. “Greening the health care supply chain: Triggers of change, models for success.” *Corporate Environmental Strategy*. 6 (1): 39-45.
- MURPHY, P., “A Preliminary Study of Transportation and Warehousing Aspects of Reverse Distribution,” *Transportation Journal*, pp. 12-21, 1986.
- MURPHY, P.R.; POIST, R.P. Management of Logistical Retromovements: An Empirical Analysis of Literature Suggestions. *Transportation Research Forum*, v. 29, n. 1, p. 177-184, 1989.
- NARASIMHAN, R., e CARTER, J.R... *Environmental Supply Chain Management. The Center for Advanced Purchasing Studies*. Arizona State University, Tempe, AZ, 1998.
- NOSSO FUTURO COMUM (Relatório Brundtland). Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1988.
- RODRIGUE, J-P, B. Slack and C. Comtois (2001) "Green Logistics", in A.M. Brewer, K.J. Button. and D.A. Hensher (eds) *The Handbook of Logistics and Supply-Chain Management*, Handbooks in Transport #2, London: Pergamon/Elsevier, pp. 339-351
- STOCK J.R., LAMBERT D.M. Strategic Logistics Management. *Journal of the American Society for Information Science*. Vol. 32, pg. 163–171.
- UNRUH, G.C. The Biosphere Rules. *Harvard Business Review*, February 2008.
- ZIKMUND, W. G. e STANTON, W. J. Recycling solid wastes: A channels-of-distribution problem. *Journal of Marketing*, 35 (3), 34-9, 1971.

Capítulo 2

Sistemas logísticos e a gestão ambiental

A interação entre os sistemas logísticos e a gestão ambiental e seu entendimento representam o primeiro passo no sentido da construção, implantação e consolidação dos sistemas de logística reversa. Ao final deste capítulo você terá as seguintes questões respondidas:

- Como se dá a interação entre os sistemas logísticos e a gestão ambiental?
- O que é logística ambiental?
- Quais as principais abordagens para ações de sustentabilidade?
- O que é a gestão ambiental da cadeia de suprimentos?
- Quais os impactos da obsolescência dos produtos na gestão ambiental da cadeia de suprimentos?
- Em que medida a análise de risco auxilia a logística reversa?

Introdução

A crescente necessidade da inclusão de questões ambientais na gestão de sistemas produtivos tende a tornar cada vez mais importante a relação entre Gestão Ambiental e Logística, inclusive através da elaboração de mecanismos legais e normativos que norteiem os processos decisórios organizacionais.

Até meados da década de 90, alguns autores adotavam uma abordagem para a logística ambiental que focalizava-se no atendimento às necessidades do cliente. Porém, nem sempre essas necessidades coincidiam com as exigências legais que passaram a vigorar (Bowman, 1995; Shear, 1997).

Nesse período, o apelo da sustentabilidade ainda não havia sido internalizado pela sociedade ou pelos mercados. As empresas necessitavam, por um lado, gerenciar a produção segundo critérios ambientais legais e, por outro, as vendas segundo exigências de mercado.

Em termos de sustentabilidade, o foco das empresas estava mais voltado para o atendimento aos requisitos legais e normativos que em usar a gestão ambiental como diferencial competitivo no mercado ou mesmo como ferramenta para aumento da eficiência.

Desde então, as empresas parecem ter evoluído, passando a usar a gestão ambiental também como diferencial competitivo além de meramente atenderem às necessidades legais ambientais e sociais. Uma ênfase maior no tema “logística reversa” tem ganhado gradativamente momento, em função de seu potencial para solucionar os problemas ambientais mais comuns nas empresas, como a destinação de resíduos, a gestão das embalagens e a reciclagem de material.

O termo logística ambiental, às vezes utilizado, resultou da necessidade da inserção das questões ambientais no ambiente empresarial, modificando a abordagem das organizações quanto aos negócios, fornecedores, clientes e meio ambiente. Inicialmente, o retorno (devolução) de produtos fora de especificação para as fábricas era o principal objetivo da logística reversa.

Inicialmente, conforme mencionado no Capítulo 1, a integração entre a logística e a gestão ambiental, que originou a logística ambiental, era considerada paradoxal e questionamentos relacionados à sua viabilidade começaram a ser feitos.

No início da década de 1990, seguindo a definição do conceito de “desenvolvimento sustentável” (popularizado pelo relatório Brundtland ou “Nosso Futuro Comum” <http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>) e antecedendo a elaboração das normas da série ISO 14.000, o conceito de *logística reversa* ganhou mais força no ambiente empresarial, com um propósito mais amplo, incluindo a reciclagem, a redução de uso de insumos naturais, o reaproveitamento pós-venda e a gestão dos produtos pós-consumo.

A partir da segunda metade da década de 90, com a consolidação das normas ambientais e, principalmente, com a certificação das primeiras empresas pela norma ISO 14.001, a sustentabilidade, adicionada ao portfólio da empresa, passou até mesmo a representar diferencial competitivo no mercado, em alguns casos.

Algumas empresas hoje esforçam-se para integrar o Índice Dow Jones de Sustentabilidade (DJSI - <http://www.sustainability-index.com/>), que é o principal índice que avalia e classifica as principais empresas do mundo por meio de indicadores que integram aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Logística verde e logística reversa

A logística ambiental ou logística verde é uma importante ferramenta que, aliando a gestão ambiental à gestão logística representa um importante avanço na gestão de sistemas produtivos: a logística ambiental compreende atividades como o planejamento de embalagens para a redução do uso de materiais e energia e redução da geração de emissões pelo transporte. Entretanto, segundo Rogers e Tibben-Lembke (1998), a *logística reversa* representa mais do que reuso de embalagens e reciclagem de materiais.

Pode compreender operações, por exemplo, de remanufatura e recondicionamento e pode ser definida como o processo de movimentar produtos a partir de seu descarte com o objetivo de agregar valor a eles ou promover a sua destinação adequada.

Apesar de não ter sido elaborada com a finalidade de atender a uma demanda calcada na sustentabilidade ambiental, a logística reversa também (e cada vez mais) abrange aspectos “verdes” ou ambientais na gestão da cadeia reversa.

Grupos de pesquisa em logística ambiental

Diferentes grupos de pesquisa tratam a questão da logística ambiental de forma diversa. Três grupos se destacam no cenário internacional: o REVLOG

(<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>), o RLEC (<http://www.rleclloginv.org>) e o LOGInv (www.uniovi.es/LogInv).

O primeiro é liderado por pesquisadores holandeses em colaboração com pesquisadores de outros países. O segundo foi pioneiro na consolidação das primeiras definições relacionadas à logística reversa e ambiental a partir dos trabalhos de Rogers e Tibben-Lembke (1998). O terceiro grupo tem liderança de pesquisadores espanhóis e também conta com pesquisadores de outras nacionalidades.

No Brasil, uma das primeiras entidades privadas especializadas em logística reversa foi fundada pelo Professor Paulo Leite, da Universidade Mackenzie. É o Conselho de Logística Reversa do Brasil (CLRB), que visa, segundo informações contidas no seu website <www.clrb.com.br>, “oferecer oportunidades de aumento de competitividade empresarial através da Logística Reversa”. O CLRB propõe a seguinte definição para logística reversa:

“A Logística Reversa planeja, opera e controla o fluxo físico e de informações, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo. Isso é feito por meio de Canais de Distribuição Reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, de prestação de serviços, de imagem corporativa.” (Leite, 2003).

Nota-se, de acordo com esta definição, como as questões da sustentabilidade ambiental e da gestão logística (principalmente de logística reversa) são estreitamente relacionadas.

Algumas iniciativas européias e americanas têm abrangência ainda maior, incorporando outros temas, além da sustentabilidade.

Como já comentado, a interação entre aspectos de sustentabilidade ambiental e sistemas produtivos ocorreu de forma gradativa e foi motivada, particularmente, por exigências legais e, mais recentemente, também por incentivos econômicos.

A melhoria da imagem corporativa e do valor da marca ou a conscientização ambiental muitas vezes surgiram como efeitos secundários da incorporação dos critérios ambientais no ambiente empresarial.

Frequentemente, os custos ambientais do gerenciamento sustentável são repassados aos consumidores na composição dos preços de produtos e serviços e muitas vezes não são sequer percebidos pelos consumidores.

Consumo e o gerenciamento ambiental

Em última instância, se o consumo e, conseqüentemente, a geração de resíduos são percebidos como os principais fatores de impacto sobre o ambiente, fica claro que o consumo também é um importante fator de impacto.

Nesse cenário, a tecnologia tem um papel relevante, podendo tanto potencializar o consumo e geração de resíduos por meio da viabilização de meios de produção cada vez mais avançados e eficientes, como também promover inovações para um melhor gerenciamento ambiental.

Tecnologia e o meio ambiente

Devem-se considerar duas abordagens relativamente recentes quando analisando a interação da tecnologia com o meio ambiente: a *obsolescência planejada* e a *obsolescência percebida*.

Na obsolescência planejada, os produtos tem sua vida útil estipulada por decisão do produtor que, conscientemente, define características ou funcionalidades do produto que pre-determinam seu tempo de utilidade.

Na obsolescência percebida, os consumidores determinam o fim da utilidade de determinado produto em função da disponibilidade no mercado (e desejo de consumo) de um outro produto mais atualizado ou com mais ou diferentes funcionalidades.

Em ambos casos, verifica-se a pressão pelo consumo e, conseqüentemente, uma maior geração de resíduos pelo encurtamento da vida útil do produto. No primeiro caso o agente ativo é o produtor ao determinar o fim da utilidade do produto, enquanto no segundo caso, o consumidor é quem age, optando por descontinuar o uso de determinado produto e substituí-lo por outro supostamente mais vantajoso. Visite a seguinte página da internet para um vídeo instrutivo sobre estes conceitos: <http://www.youtube.com/watch?v=N2KLyYKJGk0>

O homem, a tecnologia e o meio ambiente

Problemas ambientais frequentemente resultam da interação entre o homem e o meio ambiente. Ao exercer suas funções vitais, o metabolismo humano libera no ambiente resíduos como excrementos, suor e dióxido de carbono.

Os impactos ambientais mais expressivos não são causados pelos resíduos metabólicos – esses são fácil e naturalmente reincorporados há milhares de anos ao ambiente natural.

Diferentemente, os resíduos e rejeitos resultantes da produção, consumo e descarte de bens e serviços são os que apresentam impacto mais considerável no meio ambiente. O significativo aumento da urbanização e, por conseguinte, da densidade populacional em áreas urbanas, juntamente com o aumento desproporcional da disponibilidade, diversidade e complexidade de produtos manufaturados pelo homem agravaram os impactos negativos impressos ao meio ambiente ao longo do tempo.

Ecologia

Estudos clássicos da Ecologia analisam questões relacionadas a estas questões por meio de importantes conceitos como *resiliência* (capacidade de um sistema absorver um impacto ou perturbação e retomar seu estado original), *entropia* (relacionado ao grau de desordem e instabilidade da matéria ou de um sistema) e *capacidade suporte* (limite de *entrantes* em um determinado sistema em função da disponibilidade de recursos no sistema).

Hoje, ações lesivas ao meio ambiente são ainda mais significativas na medida em que aparentemente, em paralelo a uma explosão de consumo, tem havido insuficiente esforço das empresas direcionado para a mitigação ou eliminação de impactos ou de suas fontes geradoras. Note por exemplo a rápida taxa de

degradação do meio ambiente Chinês nos últimos anos, quando o país tornou-se a “fábrica” do mundo sem um correspondente cuidado as consequências desses imensos volumes de produtos produzidos em termos de geração de poluição.

Nesse sentido, os mecanismos reguladores governamentais atuam de forma a propiciar que mais esforço ocorra por meio de restrições e exigências de adequação a padrões estabelecidos para o controle da qualidade ambiental.

Prevenir e remediar

Como subsídio ao desenvolvimento de ações efetivas de prevenção (de caráter proativo) e remediação ou controle (de caráter reativo), o tratamento de um impacto ambiental negativo requer basicamente a mesma abordagem que a medicina adota para ações contra doenças – ações preventivas são sempre preferíveis e em geral menos custosas, devendo merecer consideração prioritária.

Entretanto, como pode ser impossível evitar 100% do potencial impacto ambiental de um sistema produtivo por intermédio de prevenção, deve-se também estar preparado para, ocorrido o impacto, adotar ações de remediação ou controle.

O que muitas vezes se verifica na realidade empresarial é, ao contrário, a predominância de ações no sentido de mitigar danos já causados em vez de proativamente tentar evitá-los. Alguns gestores adotam esta abordagem por ignorarem a potencial economia resultante da implementação de ações preventivas. Outros o fazem mesmo cientes da potencial economia, às vezes por desalinhamento de seus incentivos com ações mais proativas e às vezes por não saberem quantificar e avaliar as ditas economias.

Ênfase na correção em vez de prevenção de impactos ambientais tem sido bastante comum. Isso é preocupante, dada a necessidade premente de uma melhor conciliação das atividades humanas com a manutenção da qualidade e disponibilidade dos recursos naturais para as gerações futuras.

A poluição da atmosfera, dos cursos hídricos e dos solos, bem como a degradação dos principais ciclos biogeoquímicos tem causado o comprometimento da saúde humana e da biodiversidade do planeta (Foster e Kumar, 2011; Pascual et al., 2012).

É possível correlacionar positivamente o impacto da poluição com o aumento dos gastos com prevenção e com a disposição da sociedade de pagar por um ambiente mais saudável (Menz e Welsch, 2010; Desaignes et al., 2011). Sob o ponto de vista produtivo, os impactos ambientais podem tomar a forma de redução da qualidade ou da disponibilidade de matérias primas para o sistema produtivo – o que, por sua vez, pode causar escassez e correspondente aumento do custo dessas matérias primas e, futuramente, até a sua completa exaustão.

Desaignes et al. (2011) propõem uma abordagem de valoração por meio do uso de métricas que estimam o impacto econômico da mortalidade causada por poluição atmosférica, uma abordagem inovadora para uma questão antiga, tentando vincular diretamente os impactos ambiental e econômico.

Origens - os anos '60

Em seu trabalho “Tragédia dos Bens Comuns”¹, Hardin (1968), já postulava, quase de forma profética, que “a liberdade para produzir é intolerável”. O autor discute a questão da distribuição dos recursos entre as pessoas de uma determinada localidade e argumenta pela manutenção da qualidade de vida, mesmo em detrimento de ganhos econômicos.

Considerando os recursos naturais como recursos comuns, o autor propõe que, para a gestão de conflitos potencialmente decorrentes da exploração de petróleo, recursos minerais e outros, seja estabelecido o pagamento de *royalties*² pelos exploradores dos bens àqueles definidos como “proprietários” do bem explorado.

Recentemente os veículos de comunicação brasileiros tem divulgado as intensas discussões, por exemplo, sobre como distribuir os *royalties* gerados pela exploração das recentes jazidas de petróleo na camada “pré-sal” na costa brasileira entre as comunidades envolvidas.

Esta questão é portanto corrente e manifesta-se na atuação dos empreendimentos industriais. Segundo a lógica capitalista estrita, caso não sejam motivados por mecanismos legais ou econômicos, nem sempre as empresas empreenderão ações voluntárias no sentido de promover a prevenção de danos ou impactos potenciais ao meio ambiente e à saúde da coletividade.

Desde a primeira revolução industrial, no final do século XVIII gradualmente foram incorporados equipamentos mecânicos, elétricos e eletrônicos aos processos produtivos, antes predominantemente artesanais. Como decorrência, impactos ambientais muito mais significativos resultaram, o que alterou de forma substancial até mesmo a forma que a sociedade percebe a natureza.

A partir de meados do século XX, a preocupação com a questão ambiental começa a ser explicitada, mas muitas vezes com uma postura alarmante e com fundamentação questionável. Carson (1962), buscando evidenciar as questões ambientais relacionadas ao uso de pesticidas sintéticos, faz menção a eles como sendo “elixires da morte” e ressalta o fato de não haver precedentes históricos para o que ela via ocorrer:

¹ "The Tragedy of the Commons," Garrett Hardin, *Science*, 162 (1968):1243-1248. A provocação de G. Hardin sofreu várias críticas, algumas enfatizando a diferenciação entre recursos de que não se conhece o proprietário (*res nullius*) e recursos de propriedade comum (*res communes*).

² *Royalties* são valores pré-fixados em função do montante das vendas ou lucros obtidos por parte da negociação de território, recurso natural, produto, marca, patente de produto, processo de produção, ou obra original, pago aos detentores/proprietários pelos direitos de exploração, uso, distribuição ou comercialização do referido produto ou tecnologia. O proprietário em questão pode ser uma pessoa física, uma empresa ou o próprio Estado.

“Pela primeira vez na história do mundo, cada um dos seres humanos está agora sujeito a entrar em contato com substâncias químicas perigosas, desde o momento em que é concebido, até o instante da sua morte. Em menos de dois decênios do seu uso, os pesticidas sintéticos foram tão intensamente distribuídos pelo mundo – seja pelo mundo animado, seja pelo mundo inanimado – que eles aparecem virtualmente por toda parte.” (Carson, 1962; p. 25)

Conferência de Estocolmo – anos ‘70

Resultando de manifestações populares e de organizações sociais, é realizado na Suécia entre 5 e 16 de junho de 1972, a “Conferência de Estocolmo”, que consolida-se como uma das iniciativas globais precursoras na defesa do meio ambiente.

De acordo com a UNEP³, a Conferência de Estocolmo tinha como objetivo principal a busca por metas e princípios comuns para inspirar e guiar os indivíduos rumo à preservação e melhoria do ambiente humano. Foram, ao final, estabelecidos 26 princípios. Dentre os principais, podem-se citar:

- igualdade de direitos entre as nações;
- preservação dos recursos naturais e minimização dos impactos ambientais;
- desenvolvimento social e econômico considerados como prerrogativas para a qualidade de vida;
- sugestão de critérios para adoção de práticas sustentáveis em países em desenvolvimento;
- sugestão de planejamento racional como ferramenta-chave para gerenciar conflitos resultantes da necessidade de desenvolvimento e da necessidade de preservação e melhoria ambiental;
- estímulo à ciência e tecnologia como subsídio fundamental às questões econômicas e sociais envolvidas;
- investimento em educação ambiental;
- evitamento do repasse de custos sociais aos países em desenvolvimento; e
- cooperação internacional.

Para tanto, foi proposto um plano de ação com três linhas básicas:

- programa de avaliação ambiental global (*earthwatch*),
- atividades de gestão ambiental, e

³ United Nations Environmental Programme - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?documentid=97> (acesso em março de 2011).

- medidas de apoio.

Em torno destas linhas norteadoras, seriam desenvolvidas as principais ações de sustentabilidade das próximas décadas.

No entanto, ainda hoje as responsabilidades a respeito da gestão ambiental como um todo ainda não encontram-se claramente definidas. Conflitos de ordem técnica ou de interesses dificultam ações colaborativas na ausência de mecanismos regulatórios nesse sentido.

Da mesma forma, verificam-se conflitos em relação à gestão de resíduos. Há até pouco tempo não havia uma definição clara a respeito da atribuição de responsabilidades pela gestão de resíduos urbanos. Enquanto o Estado buscava minimizar os impactos decorrentes da gestão de resíduos e a população cobrava medidas de saneamento, as organizações, em muitos casos, omitiam-se.

Atualmente, a responsabilidade tende a ser compartilhada entre os agentes da cadeia produtiva, conforme estabelecido em instrumentos regulatórios dos diferentes países.

A evolução dos mecanismos de gestão ambiental, anos '80 e '90

Entre as décadas de 80 e 90, a partir da discussão que resultou na transição de uma maior ênfase nas medidas de *remediação* para uma maior ênfase na *prevenção* de danos ambientais, vários setores produtivos sofreram pressão da opinião pública e do mercado para serem mais proativos na conservação dos recursos naturais. Naquela época, no entanto, não havia ferramentas adequadas para uma melhor compatibilização entre a necessidade de conservação dos recursos naturais e a operação dos processos produtivos, estes preocupados com a obtenção de lucros.

A situação atual

Atualmente, as principais ferramentas disponíveis para o gerenciamento eficiente dos recursos naturais focam-se na melhoria de processos, como aqueles que, por intermédio de inovação tecnológica, visam a redução do consumo de insumos como energia, água e matéria-prima em sistemas produtivos.

Dessa forma, os recursos são geridos de forma mais eficiente e com menos perdas, contribuindo para a conservação dos recursos naturais e com a economia no uso dos recursos. Exemplos dessas inovações são técnicas de recirculação de água, aumento de eficiência energética, engenharia e análise de valor para redução do uso de materiais, adequação do *layout* (arranjo físico) para maior aproveitamento de iluminação natural, revisão de processos produtivos para reduzir o uso, por exemplo, de lubrificantes e aumentar a reutilização de materiais de apoio como paletes.

O Boxe 2.1 ilustra como a USIMINAS www.usiminas.com.br obteve ganhos significativos em seu processo por meio da implantação de recursos de tecnologia sustentável.

A USIMINAS tem índice de recirculação de água de 95% em unidades produtivas de Minas Gerais e São Paulo.

A Usiminas, empresa brasileira líder na produção de aços planos, possui um dos maiores e mais modernos complexos siderúrgicos da América Latina. Presente em oito estados brasileiros, atua em toda a cadeia produtiva do aço em segmentos estratégicos como automotivo, naval, óleo e gás, construção civil, máquinas e equipamentos, eletrodomésticos, distribuição e outros.

A partir de 2010, por meio do emprego de tecnologias que permitem a reutilização de forma contínua da água empregada no processo produtivo, duas plantas siderúrgicas localizadas em Ipatinga (MG) e Cubatão (SP) passaram a reaproveitar 1,4 bilhão de metros cúbicos de água por ano – o equivalente a 95% de toda a água utilizada no processo dessas duas unidades e o equivalente a mais de 2 anos de consumo da cidade do Rio de Janeiro.

Desta forma, a economia com a captação e tratamento de água reverte de forma significativa para o resultado da empresa, possibilitando a formação de um ciclo virtuoso, por meio do incentivo pelo uso de novas técnicas de conservação dos recursos naturais.

Algumas outras ações ambientais realizadas pela Usiminas são a reutilização de gases gerados no processo produtivo e o reaproveitamento de subprodutos da produção do aço, como a escória vendida às indústrias de cimento.

As ações empreendidas pela empresa foram alvo de reconhecimento público resultando em certificações e prêmios. A Usiminas foi a primeira empresa brasileira do setor siderúrgico e a segunda no mundo a se certificar pela ISO 14.001. Os produtos comercializados pela empresa ainda atendem padrões internacionais de sustentabilidade, como o RoHS e o ELV, selos de reconhecimento de iniciativas de proteção do solo, da água e do ar contra a poluição causada por substâncias nocivas.

Estas ações contribuíram, não só para o resultado da empresa, mas também para que a companhia conquistasse o Índice Dow Jones Global de Sustentabilidade (DJSI), em 2007 e 2008. A Usiminas é a única siderúrgica das Américas a integrar o índice.

Fonte: SIDERURGIA BRASIL, 2011.

Arranjo físico e sustentabilidade

Muitas vezes os ambientes produtivos são planejados e implementados sem considerar a totalidade de possibilidades referentes a alterações na escala de produção ou melhorias na unidade produtiva segundo critérios de sustentabilidade. Há casos nos quais, o simples estudo do rearranjo físico dos equipamentos e instalações visando aumentar o aproveitamento da iluminação natural, circulação do ar e melhorar o trânsito de funcionários e equipamentos de movimentação pode proporcionar ganhos por meio da melhoria do desempenho produtivo.

A esse respeito, casos nos quais se promove a recirculação da água residual ou se favorece o reaproveitamento de aparas de processo (como limalha de ferro e aparas de plástico) no próprio processo produtivo podem ser considerados processos de logística reversa.

De acordo com Camara et al. (2009), o rearranjo físico pode minimizar o impacto ambiental do processo produtivo. Isso ocorre por meio da avaliação da utilização de insumos e geração de efluentes e resíduos objetivando a melhoria da eco eficiência e a prática do desenvolvimento sustentável. Os autores apresentam o caso de sucesso de um curtume que adotou essa técnica (veja dados na Tabela 2.1).

Tabela 2.1 Comparação entre indicadores da produção do curtume antes e após a alteração do arranjo físico (Camara et al., 2009, p. 9).

Indicador	Antes	Depois	Varição
Volume de produção (Kg)	93.207	93.501	0,32%
Consumo de água (L)	5.111.400	3.188.739	-37,62%
Água m ³ /ton	53.447	34.070	-36,25%
Consumo de energia (KWh)	8.566.125	8.986.968	4,91%
Energia KWh/ton	92.544	96.284	4,04%
Consumo de cromo (Kg)	3.261	2.648	-18,80%
Consumo de cromo (ton/m ³)	3.503	2.838	-18,98%
Consumo de sulfeto de sódio (ton)	3.019	2.613	-13,45%
Sulfeto de sódio (ton/m ³)	3.236	2.804	-13,35%
Consumo de cal (ton)	2.608	2.167	-16,91%
Consumo de cal (ton/m ³)	2.795	2.324	-16,85%

Na Tabela 2.1, pode-se verificar a redução significativa de insumos utilizados no processo de produção do couro. Nota-se um aumento da ordem de 4% do consumo energético, mas os demais parâmetros analisados apresentaram redução significativa.

Hoje a necessidade de ações para redução da disposição de resíduos no meio-ambiente e do desenvolvimento e implementação de técnicas de reaproveitamento de resíduos é amplamente reconhecida. Por meio da logística reversa, os resíduos gerados passam a retornar ao processo produtivo como matéria-prima na cadeia de suprimento em vez de encher os aterros sanitários.

Do berço ao berço (*cradle-to-cradle*)

A evolução do conceito da gestão de materiais “do berço ao túmulo” (que prega uma gestão dos materiais durante todo o ciclo de vida extendido dos produtos, da extração dos materiais mais básicos até sua disposição pós-uso) para o conceito de “do berço ao berço” (da extração dos materiais mais básicos até que eles, depois de processados e usados, voltem ao processo como materiais básicos) exige que os materiais e produtos pós-consumo sejam gerenciados considerando cadeias de suprimento de ciclo fechado. Em outras palavras, desenvolve-se e projeta-se não apenas o produto, mas todo o processo produtivo com o propósito de se consolidar

um sistema de produção socialmente sustentável e ecologicamente inteligente (McDonough e Braungart, 2002). Ambos conceitos visam proporcionar sustentabilidade e ecoeficiência por meio do uso intenso da idéia de destinação como fonte de matéria-prima secundária para o mesmo fim ou para fim de maior valor agregado. Isso pode compreender tanto processos produtivos com cadeias lineares como com cadeias cíclicas.

As seguintes possibilidades utilizam cadeias lineares:

- *do berço ao túmulo*: gestão dos materiais desde a aquisição dos recursos (matéria, energia, mão-de-obra) até a disposição final dos resíduos, em que a responsabilidade seria distribuída entre os diferentes atores ao longo da cadeia;
- *da produção ao pós-venda*: gestão dos materiais desde o processo produtivo até o pós-venda. Cenário característico onde a responsabilidade do produtor termina com a venda do produto;
- *do pós-venda ao túmulo*: gestão dos materiais nas etapas subsequentes à venda do produto e concluindo com a disposição final. Nesse cenário a responsabilidade seria do consumidor e da coleta urbana;
- *do berço à produção*: gestão dos materiais desde a aquisição dos recursos até o processo produtivo. Neste cenário a responsabilidade é exclusivamente do produtor;
- *do berço ao pós-venda*: gestão dos materiais desde a aquisição dos recursos até a venda do produto, com a responsabilidade podendo ser dividida entre produtor e vendedor.

Para as etapas pós-venda, a responsabilidade pode permanecer com o produtor, mas também pode ser repassada ao vendedor que finaliza a negociação do produto (UNEP, 2007).

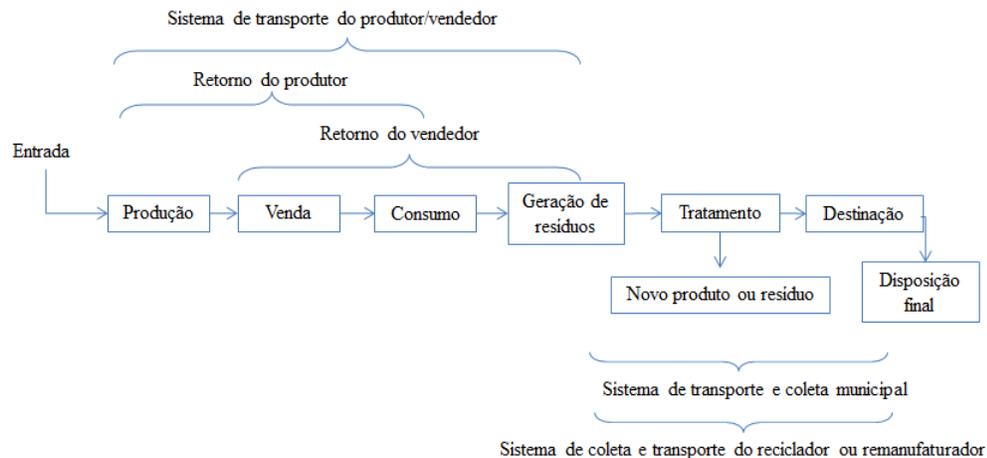


Figura 2.1 Sistema de coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos.
 Fonte: UNEP, 2007.

De acordo com a Figura 2.1 (UNEP, 2007), o perfil da produção “do berço ao túmulo” estaria representado pela abordagem do Sistema de transporte do Produtor/Vendedor, enquanto a abordagem da “produção ao pós-venda” equivaleria ao foco do Retorno do Produtor ou do Vendedor. A etapa do “pós-venda ao túmulo” seria representado pela responsabilidade do Sistema municipal de coleta e transporte, bem como pelo sistema sob a responsabilidade dos Recicladores.

Na disposição final, os produtos, componentes ou materiais não teriam mais potencial de reinserção na cadeia por meio de reuso, condicionamento ou reciclagem e, por este motivo, teriam como destino o aterro.

Na destinação, considera-se a possibilidade de reinserção cíclica do componente ou matéria-prima na mesma cadeia produtiva (“do berço ao berço”) ou em outra cadeia, com o objetivo de alcançar a sustentabilidade que, num entendimento mais amplo, compreende aspectos sociais e econômicos tanto quanto ambientais.

Incineração

A incineração, apesar de ser uma técnica controversa em alguns casos, ainda permite geração de energia e consiste em uma forma de destinação, juntamente com a reciclagem e reuso.

Reciclagem

Os resíduos antes indesejados passam assim a ser desejáveis e em volumes e quantidades viáveis para garantir o suprimento de matéria-prima residual para as cadeias que produzem a partir de resíduos. Há dessa forma agregação de valor aos produtos e materiais antes inservíveis que passam a ser disputados por catadores de resíduos nos mercados, alguns bastante concorridos.

Do pós-venda ao túmulo

O estabelecimento de novas técnicas de coleta, triagem, processamento e distribuição passa a ser necessário para a consolidação de uma cadeia reversa de

produção, na qual se estuda e gerencia a desmontagem de produtos, a reutilização/reciclagem de materiais e a consolidação de novos canais de suprimento.

BOXE 2.2 Crise da gestão de resíduos urbanos na Itália em 2008

A “crise do lixo” em Nápoles (Itália) teve início em 2008 e suas consequências foram sentidas até anos depois. Desde meados da década de 90 os aterros de Nápoles e região davam sinais de superutilização. No final de 2007, os trabalhadores recusaram-se a realizar a coleta e, como consequência, os resíduos começaram a acumular-se nas ruas, expondo a população da área urbana a riscos de saúde. Neste mesmo ano o governo italiano fechou um dos maiores aterros próximos à cidade e a mídia tornou evidente a relação do problema com a máfia (“Camorra”) da região de Campania, que criou um negócio lucrativo na destinação de resíduos urbanos. Metais pesados, resíduos industriais e químicos, bem como resíduos domésticos estavam sendo misturados e dispostos próximos às estradas, onde eram queimados, ocasionando graves impactos ambientais na atmosfera e solo. Em janeiro de 2008 o governador local anunciou planos para solucionar a crise por meio da construção de três novos incineradores. Entretanto, até maio ainda não se verificavam ações no sentido de reduzir os impactos e mais de 200 mil toneladas de resíduos permaneciam nas ruas. Com a eleição do Primeiro Ministro Sílvio Berlusconi, foi indicado um novo responsável pela gestão de resíduos na região, Guido Bertolaso. Este também enfrentou ondas de protesto dos moradores de Nápoles. Somente com a abertura de um novo aterro e a construção de um incinerador, a partir de julho de 2008, e o envio de cerca de 700 toneladas de resíduos por dia para incineradores na Alemanha, é que o problema começou a ser solucionado. Apenas em setembro de 2008 a situação foi minimamente normalizada. Em 2010 ainda foram anunciadas medidas a respeito da gestão de resíduos na região, como a construção de um aterro, dentro do Parque Nacional do Vesúvio. Residentes locais reclamaram que já sofrem com altos níveis de resíduos tóxicos dispostos em uma região próxima e que, possivelmente, o novo aterro receberia resíduos ilegais trazidos pela Camorra. Atualmente, a população mostra-se bastante preocupada a respeito da repercussão da imagem da Itália em todo o mundo a partir dos episódios ocorridos nos últimos anos.

O caso ilustra uma inconsistência entre as políticas públicas praticadas e a adequação da gestão de resíduos aos quesitos de sustentabilidade. Nesse caso, a contratação de empresas para a realização das atividades e o gerenciamento de recursos não surtiram o efeito desejado. A consequência foi a geração de impactos nas dimensões social, ambiental e econômica.



Fonte: Willey, 2007.

A logística reversa representa grande potencial para a prevenção e remediação de situações como a descrita no Boxe 2.2. Ela integra diferentes cadeias produtivas com o objetivo de possibilitar a destinação adequada de produtos que retornam após a distribuição, a venda ou o consumo, em vez de serem simplesmente dispostos em aterros sanitários que, se não bem gerenciados, podem permitir situações de risco para a saúde da população.

A visão sistêmica na gestão ambiental

Analisando a evolução da gestão ambiental, verifica-se que o estabelecimento, mensuração e acompanhamento/ monitoramento de indicadores ambientais ao longo das cadeias produtivas, tais como emissões atmosféricas, geração de resíduos e efluentes, foram inicialmente estabelecidos a partir de uma visão compartimentada de controle das condições ambientais.

As técnicas de prevenção sucederam e incorporaram-se aos mecanismos de controle e houve necessidade do estabelecimento de padrões e códigos de conduta que foram suportados pela elaboração de regulamentações específicas.

Desta forma, mediante a consolidação de uma visão mais sistêmica e integrada do processo e um melhor entendimento das variáveis e dos papéis dos atores envolvidos ocorreu uma maior normalização dos sistemas de gestão ambiental.

Impactos na gestão de resíduos

Com o desenvolvimento do conceito de gestão da cadeia de suprimentos de ciclo

fechado (veja o Capítulo 1) uma abordagem mais ampla que abrange tanto a logística direta quanto a logística reversa passou a predominar. Nela, a logística reversa é responsável pela gestão eficiente dos materiais a serem recolhidos e reinseridos na cadeia.

Tem também sido dada importância maior para as questões relacionadas ao consumo energético na etapa de produção e na geração de resíduos na etapa pós-consumo, devido ao seu significativo impacto potencial.

Logística reversa: compatibilizando a gestão ambiental e econômica

A logística reversa é um elemento essencial para que haja sinergia e não conflito entre as práticas de gestão ambiental e os esforços de otimização econômica da cadeia de suprimentos.

Por exemplo, depende de uma boa gestão da logística reversa a viabilidade econômica do retorno de produtos e materiais pós-consumo com o objetivo de atender à legislação sobre gestão de resíduos ou ainda do retorno de produtos fora de conformidade ou entregues de forma indevida (ou ainda simplesmente porque o cliente arrependeu-se da compra), com o objetivo de satisfazer o cliente.

A gestão de cadeias e da logística reversa encontra aplicabilidade em diferentes segmentos produtivos.

Verifica-se que em alguns segmentos, como no descarte de latas de alumínio, a gestão da cadeia reversa é mais “claramente” viável - o recolhimento e destinação das latinhas tem custos relativamente baixos quando comparados ao valor recuperado do material.

O principal motivo é a alta densidade de valor recuperado do alumínio e o aproveitamento eficiente e quase total do material para a produção de novas latas.

Por outro lado, produtos como monitores de computador, embalagens de defensivos agrícolas, lâmpadas fluorescentes ou pilhas e baterias representam categorias de resíduos considerados perigosos e cujo valor recuperado não é tão alto. Nesse caso, os custos para coleta e processamento dessas matérias primas secundárias (ou resíduos) podem inviabilizar uma destinação mais racional se processos muito bem desenhados e gerenciados de logística reversa não estiverem presentes.

Além da logística reversa, as emissões atmosféricas, por exemplo, no transporte, apesar de serem especificamente tratadas por especialistas em gestão ambiental, requerem conhecimento a respeito de roteamento e transporte dos veículos - aspectos importantes da logística.

Como quanto mais longo o trajeto percorrido por um veículo, maior a quantidade de combustível consumido e maior a emissão de poluentes, um roteamento inteligente que reduza distâncias percorridas pode reduzir emissões.

Além disso, se o veículo for rodoviário, haverá, em princípio, emissões atmosféricas superiores às das de modais de transporte relativamente menos poluentes, como o hidroviário ou ferroviário. Nesse sentido uma racional definição das malhas logísticas pode ter importância fundamental na redução da geração de resíduos poluentes.

Em logística reversa (similarmente a outras áreas da gestão), nem sempre haverá coincidência entre o ótimo econômico e o ótimo ambiental, já que pode haver casos de veículos e distâncias viáveis economicamente, mas inviáveis ambientalmente, e vice-versa.

Um exemplo dessa situação ocorre no caso da recolha de materiais a serem incinerados, com aproveitamento energético, onde os custos envolvidos na coleta podem ser compensadores mas o balanço ambiental, considerando as emissões causadas pela queima, pode ser desfavorável.

Para que as cadeias de suprimento de fato sejam otimizadas, é importante que em cada ponto delas, as decisões sejam analisadas quanto aos impactos no desempenho da cadeia como um todo (“*end-to-end*” ou e2e). Caso contrário, com decisões que considerem apenas o objetivo de otimizar sub-setores da cadeia, a cadeia como um todo poderá acabar sub-otimizada.

É importante que a gestão da cadeia de suprimentos cuide para que os incentivos dos sub-setores estejam alinhados entre si e alinhados com o objetivo da cadeia. A complexidade desta gestão aumenta na medida em que se introduzem etapas relativas à logística reversa.

A Tabela 2.2 ilustra a diversidade de aspectos da cadeia de suprimentos que têm interface com a gestão ambiental (adaptado de Slack et al., 2001) .

Tabela 2.2: Aspectos ambientais relacionados a algumas áreas de decisão da gestão de operações

Área de decisão	Relação com a gestão ambiental
Projeto do produto ou serviço	Reciclabilidade de materiais. Redução do uso de materiais. Minimização do consumo de energia e do processamento dos produtos. Redução da geração de resíduos.
Projeto de redes	Impacto ambiental da localização de instalações. Desenvolvimento de redes de fornecedores. Estrutura de distribuição.
Projeto da fábrica (arranjo físico ou <i>layout</i>)	Eficiência energética. Aproveitamento de luz natural. Layout compacto para reduzir movimentação.
Tecnologia de processos	Uso eficiente de matérias primas. Uso de materiais reciclados. Redução da contaminação acústica e atmosférica. Busca de eficiência energética.
Gestão de estoques	Gestão energética do transporte dos estoques. Redução da obsolescência e resíduos.
Planejamento e controle da cadeia de suprimentos	Minimização do consumo energético na distribuição. Reutilização de aparatos de

Planejamento da Qualidade	transporte (caixas, pallets, etc). Redução de retrabalhos e refugos. Redução do consumo energético.
Manutenção	Impacto ambiental das falhas de processo (como vazamentos).

Fonte: adaptado de Slack et al., 2001.

As questões ambientais e o aparato legal

Apesar das questões ambientais permearem diferentes áreas da gestão das operações de uma organização (veja Tabela 2.2), os mecanismos legais e normativos não estão suficientemente desenvolvidos para contemplar essa amplitude de forma adequada.

Um exemplo é a delimitação dos fatores de impacto ambiental relativos a cada etapa da cadeia produtiva. Em algumas cadeias, como é o caso da cadeia de óleo lubrificante, as embalagens descartadas são consideradas resíduos perigosos. Nesse caso, esta classificação ocorre em função da presença de óleo residual em seu interior. Entretanto, quando estão cheias as embalagens não são classificadas como “perigosas”. A justificativa é que o óleo residual tem potencial de dano ao meio ambiente e, por esse motivo, a embalagem funcionaria como veículo para a efetivação do impacto.

Em termos gerais, a linha que separa conceitualmente a logística reversa, considerando-se sua aplicação na área ambiental, e a gestão ambiental é tênue. Entende-se que a logística reversa está inserida na gestão ambiental e a suporta por meio de instrumentos logísticos. Tal aspecto pode ser observado na própria evolução do conceito, conforme apresentado a seguir.

Evolução do conceito de logística reversa

Tradicionalmente, os sistemas logísticos preocupavam-se apenas com a integração e otimização do fluxo de informação, a alocação de recursos, a distribuição, a embalagem e o manuseio de materiais das empresas para o mercado (Rodríguez et al., 2001).

Mais recentemente, entretanto, a gestão e a busca por otimização destas atividades passou a levar em conta, cada vez mais, os aspectos ambientais. Esta tendência começou pela função de distribuição, cuja gestão passou a se orientar pela redução do consumo de combustível e, conseqüentemente, da poluição atmosférica.

Ao longo da década de 80, a Economia Industrial e outras áreas do conhecimento começaram a demonstrar a importância crescente das questões ecológicas (Hannon et al., 1986 e Daly e Cobb, 1989) e na década seguinte, alguns dos principais textos sobre logística já se referiam à necessidade de buscar uma adaptação recíproca entre aquela disciplina e os conceitos ambientais (Johnson e Wood, 1993 e Ballou, 1998).

Segundo Lévêque et al. (1996), para conciliar as técnicas tradicionais de gerenciamento estratégico e operacional com o processo de implementação de

medidas ambientais, voluntárias ou compulsórias, os fatores-chave são a convergência de interesses intersetoriais (interesses comuns entre produtores, distribuidores, recicladores e consumidores) e o engajamento na questão ambiental, dentro de cada setor industrial.

A esta altura, difundia-se em todo o mundo a elaboração e implementação de leis e normas ambientais (Richard e Frosch, 1997). O meio ambiente passou a ser considerado pelos gestores de produção como um desafio (Clarke, 1994). Numa lista das sete principais tendências para a logística contemporânea, Johnson e Wood (1993) incluíram a reciclagem de produtos que, segundo eles, teria grande importância no século que se iniciaria oito anos mais tarde. Ainda na década de 90, o surgimento do conceito de cadeia de suprimentos deu novo impulso ao esforço de compatibilização entre conceitos da logística e os ambientais (Ballou, 1993).

Gavaghan et al. (1998) ressaltam a necessidade de se considerarem como parâmetros, nas atividades relacionadas ao gerenciamento ambiental da cadeia de suprimentos, os fluxos de energia, materiais e informações.

Com o conceito de logística reversa os sistemas logísticos passaram a ser considerados como uma ferramenta de apoio ao gerenciamento ambiental. Assim, vinte anos após ter se iniciado a discussão das relações entre meio ambiente e atividades industriais, a logística evoluiu a ponto de se transformar em fonte de soluções para atender à crescente demanda ambiental.

A aplicação prática de conceitos da logística tem sido sugerida como solução para os impactos em setores tão diversos como a indústria de biomassa (Browne e Allen, 1997) e a de construção e demolição (Shakantu et al. 2002). Forrester (1999) propõe análises logísticas para facilitar a própria participação pública na avaliação ambiental. O sucesso das empresas ambientalmente avançadas serve de inspiração até mesmo para a logística de atividades militares (Camm, 2001).

Desta forma, verifica-se uma crescente convergência entre a logística e a gestão ambiental no ambiente empresarial, com o movimento ambiental sendo internalizado pelas empresas.

ISO 14.000

Para atender à demanda das organizações por diretrizes ambientais internacionalmente válidas, foram elaboradas, na década de 90, as normas da série ISO 14.000. Para Szymankiewicz (1993), a necessidade de acesso aos mercados da União Européia garantiu às normas da série ISO 14.000 uma melhor aceitação do que as normas inglesas que as antecederam, possivelmente pelo motivo de as normas britânicas (British Standards) serem restritas geográfica e tecnicamente em relação às normas ISO.

A partir daí, sucedeu-se uma ampla adoção de critérios ambientais pelas empresas, marcando assim uma mudança de postura diante das pressões exercidas pelo governo, pela comunidade e pelo mercado. Segundo Szymankiewicz (op cit.), a logística desempenhou um papel decisivo nesta mudança pois as empresas só passaram a demonstrar comprometimento ambiental à medida que seus clientes as foram obrigando a isso por intermédio da imposição de conformidade às

correspondentes normas ISO. Mesmo assim, grande parte dos fornecedores optou por aguardar até que as novas práticas ambientais se tornassem obrigação legal, devido à incerteza em relação ao retorno comercial das exigências contidas nas normas ISO.

Outros autores, contudo, ressaltam que o número de certificações pela ISO 14.000 nunca chegou a ser tão expressivo quanto o da série ISO 9.000 (que trata de qualidade).

O processo de certificação ambiental tem também sofrido críticas: por um lado, a certificação ambiental não mediria o real desempenho ambiental de uma planta industrial; por outro, os custos de desenvolvimento, documentação e certificação desencorajariam as empresas de pequeno porte (Rondinelli et al., 2000 e Mahamed, 2001) a adaptarem-se para obter a certificação.

Brunstein e Buzzini (1999) atribuem às normas ISO 14.000 e ao conceito de Desenvolvimento Sustentável, nelas presente, a tendência de as empresas usarem o gerenciamento da qualidade como modelo de referência para a implementação dos sistemas de gestão ambiental. De fato, nas normas, os princípios dos dois sistemas gerenciais – de qualidade e ambiental (estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos, mudanças nos processos e alocação de recursos) guardam alguma semelhança entre si.

No que se refere especificamente ao desenvolvimento e à aplicabilidade da logística ambiental, a fundamental norma sobre análise do ciclo de vida só veio a público mais recentemente (ISO 14.000: 1997). Apesar da ausência desta referência normativa durante praticamente toda a década de 90, a logística ambiental firmou-se como um conjunto de medidas integradoras que dão uma visão geral dos aspectos e impactos ambientais das cadeias produtivas e que permitem a busca e implementação de soluções gradativas, abrangentes e eficazes para a viabilização de Sistemas de Gestão Ambiental.

Segundo Bowman (1995), foi o *trade off* (conflito) entre qualidade ambiental e padrões de competitividade que criou, nas empresas industriais, um contexto favorável ao desenvolvimento e implantação da logística ambiental que auxiliaria no ordenamento das etapas de implementação do gerenciamento ambiental a partir de conceitos e técnicas logísticas (e que, portanto, ajudaria a atenuar o referido *trade-off*). Atribui-se ao mesmo autor a proposta do conceito de *Green logistics* (logística verde) como termo alternativo ao termo logística ambiental.

A logística reversa, num primeiro momento, limitava-se à implantação de mecanismos de movimentação, no sentido reverso, das mercadorias; mais tarde, ela passou a atuar nos fluxos de produtos não-conformes e no reprocessamento de produtos pós-consumo, em atendimento a padrões de qualidade (Ballou, 2001).

Contudo, avanços subsequentes na gestão logística ampliaram ainda mais a incorporação da gestão ambiental aos processos produtivos. Desta forma, as empresas viram-se com a necessidade de formalizar seu engajamento ambiental e de responsabilidade social corporativa (questões já consideradas internamente pelas empresas), como a adoção de medidas de reutilização de insumos e de produtos fora de especificação, de reciclagem de resíduos e efluentes e de utilização de recursos renováveis como matéria-prima. Estas medidas passaram

então a ser objeto de planejamento conjunto entre fornecedores e clientes (Murphy et al., 1995).

Ainda na década de 1970, Ginter e Starling (1978) introduzem o conceito de “canais reversos de distribuição” como solução para a destinação de resíduos. Esta ideia precursora tem sido expandida para outras áreas de interesse, dentro da mesma orientação, para o reaproveitamento ou reciclagem de materiais e energia.

Logística reversa hoje

Stock (1992) identifica dois enfoques principais nas definições de logística reversa: o primeiro, mais restrito, é relacionado à logística na reciclagem, na gestão de resíduos e na gestão de materiais perigosos; o segundo, mais amplo, contempla todas as atividades logísticas relacionadas à redução, reciclagem, substituição, reuso e disposição de materiais.

Vários autores têm descrito aplicações da logística reversa nas organizações. Trabalhos sobre o uso da logística reversa na destinação de materiais plásticos (Pohlen e Ferris II, 1992) e de vidro (González-Torre et al., 2003) são relativamente frequentes, diferentemente de outros materiais, como pilhas/baterias (Tsoulfas et al., 2002) e materiais perigosos (Hu et al., 2002), menos frequentes.

Logística reversa e ecologia industrial

Uma abordagem que guarda alguma semelhança com a logística reversa é a da ecologia industrial (Cote, 1995 e Erkman, 1997). Esta também considera a reciclagem como instrumento fundamental para a otimização dos processos produtivos, mas ainda sem a robustez conceitual da logística e da gestão da cadeia de suprimentos, presentes na abordagem da logística reversa.

O desenvolvimento e aplicação da logística reversa também pode beneficiar-se do desenvolvimento de modelagem matemática, conforme sugerido pelo estudo de caso desenvolvido por Kroon e Vrijens (1995), no qual é desenvolvido um sistema logístico para avaliar o retorno de *containers*. Seguindo abordagem similar, Spengler (1997) utiliza programação linear para avaliar e melhorar o processo de reciclagem de produtos industrializados em indústrias alemãs.

A Figura 2.2 apresenta a cronologia da interação entre a logística e a gestão ambiental.

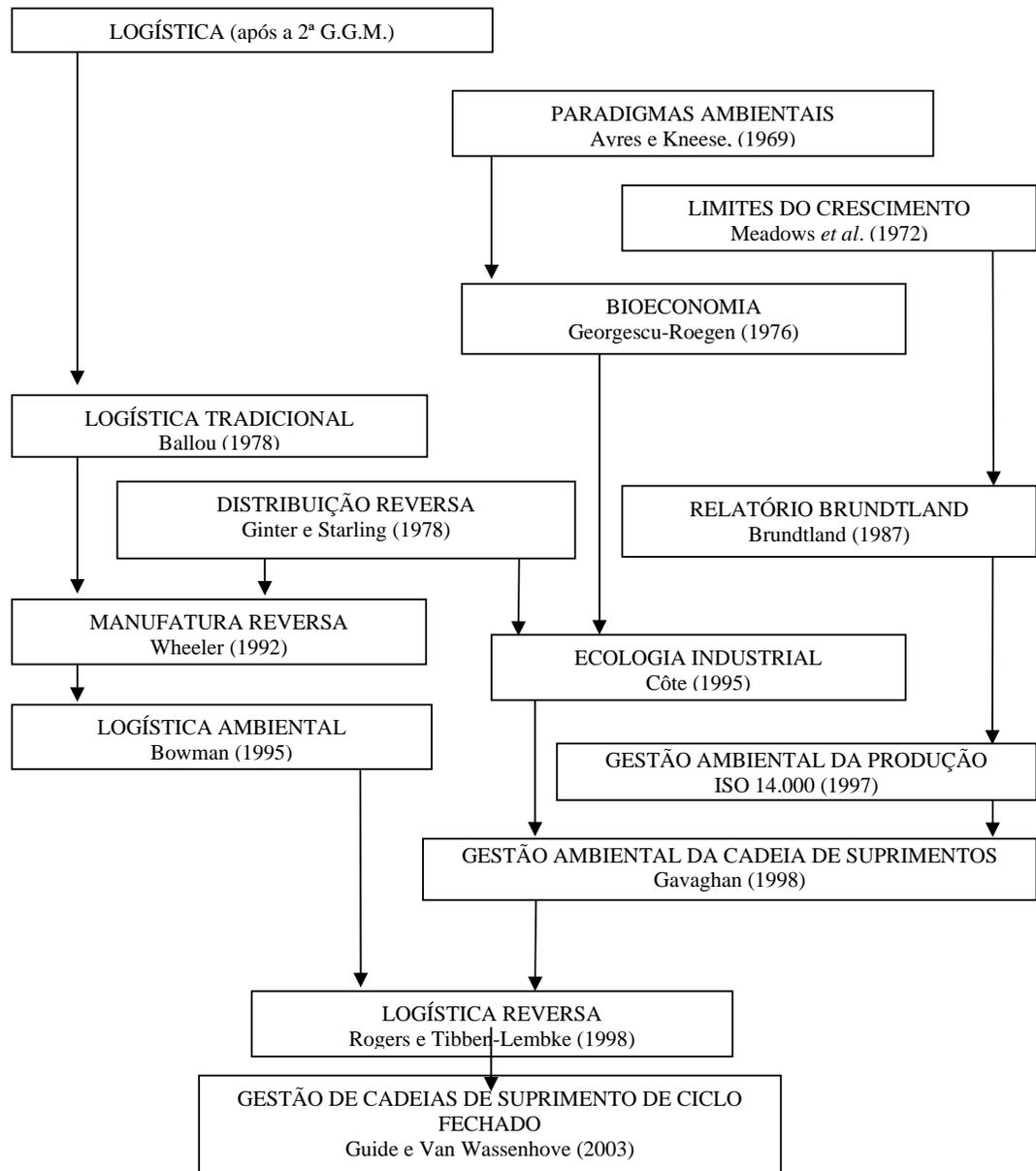


Figura 2.2 Ordenação cronológica da relação entre Logística e a Gestão Ambiental

No início da década de 1990, Wheeler (1992) foi um dos primeiros autores a apresentarem o conceito da remanufatura vinculado à gestão ambiental da manufatura. Segundo ele, as empresas estariam, naquele momento, focando suas estratégias logísticas com o objetivo de alinhamento com as políticas ambientais.

O processo de recuperação do produto por meio da remanufatura consiste em uma série de etapas que compreende: reparo ou manutenção, recondicionamento,

remanufatura, canibalização e reuso (Stahel e Jackson, 1993 e Andreu, 1997).

Outros autores como Thierry et al. (1995 e 1997) propõem que a re-manufatura seja definida como o conjunto de atividades em processos industriais a partir das quais um determinado produto pós-consumo recupera suas funcionalidades e aparência, recuperando parte do (ou todo) seu valor e reduzindo impactos ambientais.

A interação entre logística ambiental e estratégia empresarial por meio da logística reversa é desenvolvida por Corbett e Wassenhove (1995). Esta perspectiva passou a ser encontrada com maior frequência na literatura a partir da década de 1990, principalmente a partir da introdução do processo de logística reversa em empresas industriais (Fleischman et al., 1997).

O conceito da logística reversa é mais tarde retomado (Leite, 2002 e González-Torre, 2003), tendo como enfoque prioritário, neste momento, tanto a classificação dos materiais como a definição das etapas inerentes ao processo de retorno e os mecanismos políticos necessários para o seu sucesso.

A terminologia da área ainda não encontra-se firmemente estabelecida. Para efeito das discussões deste livro, é importante estabelecer as sutis diferenças entre termos semelhantes, diferenças estas que na prática tornam-se mais perceptíveis.

Tanto a gestão de resíduos como a logística reversa são partes integrantes da gestão ambiental. Porém, a gestão de resíduos apresenta especificidades que impactam diretamente a operacionalização dos sistemas de logística reversa (SLR). Por isso, um conhecimento aprofundado das questões relativas à gestão de resíduos é fundamental. Os riscos envolvidos na gestão de resíduos são aspectos-chave para a definição da importância e até mesmo do custo de um SLR.

Classificação dos resíduos: riscos e impactos

É importante discutir os conceitos de risco e impacto já que estes são importantes fatores para um aspecto importante dos sistemas de logística reversa: a classificação dos resíduos. Esta tem implicações diretas na *gestão dos resíduos* e, por conseguinte, na definição de ações de prevenção e controle dos impactos à saúde da população e ao meio ambiente.

De acordo com a norma ISO 31.000:2009, o conceito de risco compreende o efeito da incerteza do processo nos seus objetivos. Em outras palavras, o grau de incerteza inerente a um determinado processo ou produto é diretamente proporcional ao dano potencial ou risco quanto aos seus resultados. Para o efetivo gerenciamento do risco de impacto ambiental, devem-se priorizar ações como (Corrêa, 2010):

1. *Identificação de processos e recursos sujeitos a risco ambiental* - Como é muito complexa a tarefa de analisar os riscos da organização como um todo, em geral, o primeiro passo será a escolha de um processo ou um recurso cujos riscos se pretendam gerenciar;
2. *Identificação dos principais fatores de risco ambiental para cada processo e recurso* (analisado em maior detalhe adiante) - No processo de

identificação dos riscos, o que se visa é listar os potenciais riscos. Numa etapa posterior, estes riscos serão avaliados, em termos de sua probabilidade de ocorrência e sua severidade ou consequência. Ou seja, nesta etapa, é aconselhável que, na dúvida se um fator de risco deveria ou não ser listado, ele o seja. Desta forma, se ele não for importante, isso será identificado numa etapa posterior. Por outro lado, a não inclusão de um fator importante significará que ele não mais será analisado. Se o fator deixado de fora for importante, e se ele não for considerado, isso poderá trazer consequências indesejáveis;

3. *Avaliação da probabilidade de ocorrência associada aos principais riscos ambientais* - A avaliação de probabilidade de ocorrência é feita conforme o tipo de risco: aleatório (por exemplo, referentes a desastres naturais), acidental (causados por imprudência, imperícia ou negligência) e intencional (causados deliberadamente). Em geral esta avaliação baseia-se no estudo de dados e informações históricas, usados como indicadores para a estimação de probabilidades futuras de ocorrência;
4. *Identificação da severidade das consequências da ocorrência associada aos fatores de risco ambiental* - Na avaliação das consequências, ou impactos, da ocorrência ou evento associadas aos riscos, a estatística também pode auxiliar. Se a empresa já sofreu muitas vezes ocorrência similar no seu passado, pode tomar sua experiência como um elemento de estimativa para impactos similares no futuro. Por exemplo, uma empresa que sofreu frequentemente problemas com vazamentos de emissões poluentes pode usar o impacto percebido das interrupções passadas para estimar qual o impacto de um possível futuro vazamento. Já para interrupções menos frequentes, a história de eventos passados pode contribuir pouco – exatamente pelo fato de estes eventos serem raros. Neste caso, o uso de cenários e de perguntas do tipo “o que aconteceria se...” pode ser a única alternativa;
5. *Avaliação dos níveis de vulnerabilidade aos riscos* - A vulnerabilidade de uma empresa ou rede de suprimento aos riscos ambientais está associada à consideração conjunta da probabilidade da ocorrência associada ao risco com a seriedade (ou, às vezes chamada severidade) do seu impacto. A consideração conjunta dos níveis de probabilidade e impacto das várias ocorrências ambientais possíveis pode ser representada usando um gráfico conforme a Figura 2.3.

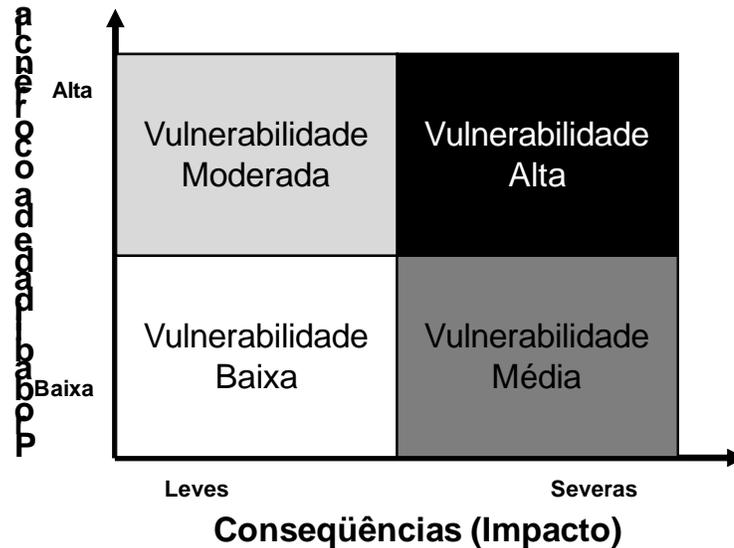


Figura 2.3 – Ferramenta para análise de vulnerabilidade aos riscos

6. *Definição de ações prioritizadas para redução de riscos* - Considerando que as vulnerabilidades ou níveis de risco têm dois elementos formadores: a probabilidade e a consequência das ocorrências, há genericamente duas formas de se reduzirem as vulnerabilidades: ou se reduzem as probabilidades de ocorrência ou se reduzem as suas consequências. Evidentemente estas duas possibilidades não são mutuamente exclusivas e as ações de redução de vulnerabilidades em geral envolvem uma mistura de ambas.

Anatomia do impacto ambiental

Para um impacto ambiental ocorrer, três fatores devem estar presentes: a fonte geradora do impacto, o veículo ou meio de propagação do impacto e o alvo a ser impactado. Esse modelo é conhecido como SPR (do inglês, *source-pathway-receptor*). Alguns exemplos de cada etapa são dados na Figura 2.3

FONTE
 Container ou transporte de produtos potencialmente perigosos
 Geração de chorume ou efluentes em aterros sanitários
 Fornos ou incineradores

MEIO
 Derramamento ou vazamento no solo
 Derramamento ou vazamento em corpos hídricos
 Emissões atmosféricas

<p>ALVO</p> <p>Contaminação de indivíduos, fauna ou flora</p> <p>Comprometimento ou destruição de estruturas por corrosão, inundação ou outro.</p>
--

Figura 2.3 Exemplos de aspectos para o modelo SPR

Na ausência de um desses fatores, o impacto não se concretiza. Quanto maior a probabilidade de os três ocorrerem simultaneamente, maior será o potencial de o impacto ocorrer. A intensidade do impacto, por sua vez, depende sua severidade e magnitude.

Assim, além do grau de vulnerabilidade, algumas etapas são importantes na análise de risco ambiental (EPA, 1997 e EPA, 2007):

- Identificação e definição da *fonte* do impacto ambiental potencial,
- Identificação e definição das *vias* pelas quais o impacto se propaga e,
- Identificação e definição dos principais *alvos* do impacto.

Para ilustrar, pode-se tomar como exemplo o vazamento ou o derramamento de uma substância perigosa (por exemplo, um combustível). O tanque de armazenagem de combustível representa uma fonte geradora de impacto ambiental. Os alvos a serem impactados podem ser o solo ao redor do tanque, as pessoas que por ali transitam e ainda os corpos hídricos presentes nas cercanias. Havendo vazamento ou derramamento com capacidade de se espalhar pelo ambiente, impacto significativo pode ocorrer. O veículo nesse caso seria a superfície pela qual escoar o conteúdo do tanque. Por outro lado, se o tanque estiver localizado em uma bacia de contenção impermeabilizada, o impacto não se concretiza e, apesar de haver potencial de impacto, este é baixo.

Na situação descrita acima, porém, considerando-se que o tanque esteja vazio, mesmo que não houvesse a bacia de contenção impermeabilizada, o potencial de impacto ambiental por vazamento do combustível seria nulo. Esse tipo de entendimento é fundamental para se definir a classificação dos resíduos em função dos diferentes cenários possíveis. Esse mesmo tipo de análise auxilia, tanto o gerenciamento efetivo dos riscos inerentes a diferentes setores, como também a elaboração de mecanismos legais e normativos consistentes, embasados técnica e ambientalmente.

Identificação dos fatores de risco

O primeiro instrumento normativo a respeito da gestão de resíduos perigosos no país foi a NBR 10.004, cuja primeira versão entrou em vigor em 1987. A versão mais recente, de 2004, é amplamente utilizada no que diz respeito à classificação de resíduos potencialmente perigosos ao meio ambiente e à saúde humana. A norma especifica a classificação dos resíduos como:

- *Classe I ou perigosos*: possuem inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade;

- *Classe IIB ou não-inerte*: possuem constituintes que são solubilizados em concentrações superiores ao Anexo G (descrito abaixo). Podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e,
- *Classe IIB ou inerte*: possuem constituintes que não são solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme Anexo G.

No Anexo G da NBR 10.004 são especificados os limites máximos (mg/L) para os principais compostos químicos. Valores acima dos apresentados na Tabela 2.3 permitem a classificação de “contaminação” de uma determinada área ou material.

Tabela 2.3 Padrões para ensaio de solubilização.

Parâmetro	Limite máximo no extrato (mg/L)
Mercúrio	0,001
DDT (todos os isômeros)	0,002
Cádmio	0,005
Arsênio	0,01
Chumbo	0,01
Selênio	0,01
Cromo total	0,05
Prata	0,05
Alumínio	0,2
Ferro	0,3
Surfactantes	0,5
Bário	0,7
Cobre	2,0
Zinco	5,0
Sódio	200,0
Cloreto	250,0

Os valores apresentados na Tabela 2.3 evidenciam o potencial de dano de determinadas substâncias a partir do estabelecimento os limites mínimos toleráveis a partir da solubilização em água. A partir desses limites configura-se uma situação de impacto por contaminação para cada uma das substâncias. Como pode-se observar, substâncias como arsênico, chumbo e, principalmente, cádmio possuem alto potencial tóxico. Os dois últimos estão presentes em quantidades significativas na maioria dos eletroeletrônicos produzidos atualmente.

O mercúrio, por sua vez, está presente nas lâmpadas compactas que utilizamos em nossas residências. Tais lâmpadas surgiram como solução para o consumo energético. Entretanto, as lâmpadas incandescentes, apesar de consumirem comparativamente mais energia, não possuem mercúrio em sua composição e, por este motivo, possuem um mecanismo de destinação final menos custoso econômica e ambientalmente.

A importância da gestão de risco na gestão de sistemas de logística reversa pode ser evidenciada em várias fases, mas é especialmente importante na definição dos custos de armazenagem e transporte de resíduos.

De modo geral, a composição do custo das operações logísticas é sensível à classificação de risco. O transporte de produtos pós-consumo considerados como *resíduos perigosos* podem chegar a ter custos até três vezes maiores àqueles referentes ao transporte de resíduos classificados como *inertes*. Isso pelo alto custo de remediação de passivos socioambientais, como descontaminação de locais, recuperação de fauna e flora, indenizações e pagamento de altos prêmios de seguros.

A esse respeito, cabe pontuar que a Lei nº 9.605 de 1998, conhecida como a Lei de Crimes Ambientais, estipula a aplicabilidade de multas e sanções para ações que resultem em dano ao meio ambiente. As multas, já aplicadas a empresas privadas e também ao setor público, representam uma das principais ferramentas para a adequação ambiental de organizações à legislação em vigor no país. Para efeito de gestão logística, as empresas devem se adequar a uma série de requisitos legais e normativos que variam entre os estados e conforme a atividade pretendida.

A NBR 13.221 de 2002 é a principal norma que estabelece os requisitos para o transporte terrestre de resíduos no país, incluindo materiais que possam ser reaproveitados, reciclados e/ou reprocessados e resíduos perigosos (segundo a definição da Convenção da Basileia). A NBR 12.235 de 1992, por sua vez, estabelece critérios para a armazenagem de resíduos sólidos.

Além de verificar os aspectos mencionados nas leis e normas apresentadas, o responsável pelo transporte de resíduos ainda deve providenciar o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) e a Ficha de Segurança que devem acompanhar o produto ou material pós-consumo durante o transporte. A Portaria nº 204, de 1997, do Ministério dos Transportes complementa as especificações a respeito do transporte de resíduos.

A seguir é apresentada a classificação de produtos perigosos segundo o tipo de risco que apresentam, segundo as Recomendações para o Transporte de Produtos Perigosos das Nações Unidas (ONU, 2011):

- Classe 1 – *Explosivos*
- Classe 2 – *Gases*, com as seguintes subclasses:
- Classe 3 – *Líquidos inflamáveis*
- Classe 4 – *Sólidos inflamáveis*
- Classe 5 – *Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos*

- Classe 6 – *Substâncias tóxicas e infecciosas*
- Classe 7 – *Materiais radioativos*
- Classe 8 – *Corrosivos*
- Classe 9 – *Substâncias perigosas diversas, inclusive substâncias ambientalmente perigosas*

Quanto a embalagens, as substâncias das classes 3, 4, 8, 9 e as subdivisões 5.1 (substâncias oxidantes), 6.1 (substâncias tóxicas) são agrupadas nas seguintes categorias, de acordo com o grau de perigo que apresentam:

- Grupo de Embalagem I - alto risco;
- Grupo de Embalagem II - risco médio; e,
- Grupo de Embalagem III - baixo risco.

O impacto ambiental dos sistemas logísticos

Conforme já estabelecido anteriormente neste livro, os sistemas logísticos surgiram com o propósito de aumentar a eficiência dos processos produtivos e de distribuição por meio da redução do tempo e custo de execução (produção, transporte, distribuição) e garantia de níveis de serviço. No entanto, com o passar do tempo, essa ferramenta também resultou em impactos ambientais indesejáveis e de alta complexidade. A esse respeito, Sathaye et al. (2006) sugere a seguinte relação de impactos relacionados à implantação de sistemas logísticos para o transporte.

Impactos econômicos:

- Congestionamentos
- Desperdício de recursos

Impactos ecológicos:

- Gases causadores do efeito estufa causam mudanças climáticas
- Uso de combustíveis fósseis não renováveis
- Efeitos de resíduos de produtos como pneus e óleo
- Destruição de ecossistemas e extinção de espécies

Impactos sociais:

- Impactos prejudiciais à saúde da poluição
- Destruição de lavouras
- Ferimentos e morte resultantes de acidentes de trânsito

- Ruído
- Poluição visual
- Congestionamentos prejudicando o transporte de passageiros
- Perda de áreas virgens e espaços abertos
- Deterioração de edifícios/ infra estrutura

Na lista, é possível verificar a diversidade de impactos decorrentes de uma das operações logísticas mais importantes – o transporte. A identificação e mitigação desses impactos faz parte do processo de gerenciamento ambiental e, ao mesmo tempo, pode auxiliar na melhoria do desempenho do sistema logístico como um todo. Por exemplo, iniciativas para roteamento mais racional de veículos tem impacto tanto nas emissões como nos custos de transporte.

Avaliação do impacto de fatores de risco específicos

Além da identificação, classificação de vulnerabilidade e análise dos riscos de impactos ambientais é importante, sempre que possível, a sua avaliação ou valoração financeira. Deve-se entender a valoração como a quantificação financeira do impacto evitado ou mitigado.

Valoração requer significativo conhecimento, tanto do gerenciamento do sistema logístico direto quanto do sistema logístico reverso.

Ao considerar a logística reversa aplicada ao setor de embalagens de bebidas é fácil perceber a aplicabilidade do conceito de valoração a partir da identificação e classificação do risco de impacto. Entre as décadas de 1980 e 2000, a reciclagem de latas de alumínio pós-consumo cresceu exponencialmente no Brasil. Esse sistema de logística reversa, um dos primeiros do país, consolidou-se em um curto espaço de tempo em decorrência de uma série de fatores que interagiram de forma positiva na cadeia da reciclagem. A situação econômica do país nesse período fazia da reciclagem uma alternativa viável de obtenção do sustento para um grande número de indivíduos que se encontravam fora do mercado formal de trabalho. Essas pessoas atuavam na catação e pré-processamento das latas e chegavam a receber nesse período R\$ 5,00 pelo quilo de lata entregue em centrais de reciclagem (hoje esse valor raramente ultrapassa R\$ 2,50).

Processo inverso aconteceu com as embalagens em PET (PoliEtileno Tereftalato, a resina usada em embalagens plásticas de refrigerantes e outros produtos). Inicialmente, essas embalagens não eram coletadas porque os catadores e carroceiros consideravam que o volume era excessivo para pouco retorno financeiro. A relação custo/benefício não era satisfatória. Dessa forma, tais embalagens passaram a representar um volume considerável da destinação para aterros, contribuindo para a redução da vida útil dessas áreas de destinação.

Mais recentemente, as embalagens em PET passaram a servir como matéria-prima para a confecção de fibras têxteis, pavimentação, produção de móveis entre outras. Adicionalmente, o meio de coleta e transporte destes materiais

evoluiu para veículos motorizados (carros e pequenos caminhões). O valor do quilo do PET também subiu nos últimos anos de R\$ 0,40 por quilo para aproximadamente R\$ 1,00 por quilo.

Em uma breve análise desses dois casos, a reciclagem do alumínio e a manufatura reversa do PET, é possível perceber os impactos que ambos os materiais causariam caso fossem destinados de forma inadequada, reduzindo a vida útil de aterros, contaminando cursos d'água e poluindo visualmente paisagens urbanas. Por outro lado, o processo de valoração permite uma mensuração mais precisa da importância de cada proposta feita para as diferentes dimensões da sustentabilidade: a social, a ambiental e a econômica.

A operacionalização de um sistema de logística reversa requer decisões que permitam o equilíbrio entre as dimensões da sustentabilidade. Entretanto, há a necessidade de uma ponderação entre os requisitos envolvidos. Em outras palavras, nem sempre o equilíbrio será o ponto de interseção entre as três dimensões da sustentabilidade. O ponto pode se deslocar em função do grau de importância dos fatores envolvidos no processo decisório, ou ainda outras dimensões, como a técnica, a legal ou a cultural, podem ser incluídas.

A análise de risco ou a avaliação de impacto ou de desempenho permitirá uma avaliação prévia e a definição da importância dos quesitos considerados para cada dimensão e, desta forma norteará o gerenciamento do SLR de forma aderente às necessidades organizacionais. Esse processo deve ser periodicamente revisto para permanecer fiel às necessidades organizacionais.

Tabela 2.4 Modelo de matriz de Avaliação de Desempenho Ambiental de SLR da torta de mamona proposta para a cadeia do biodiesel

Dimensão	Critério	Indicador	RAÇÃO			BIOGÁS		
			M	S	(M xS)	M	S	(M xS)
Ambiental	Legal	Atendimento ao PNPB	3	2	6	4	3	12
		Atendimento à PNRS	3	2	6	4	3	12
	Produção	Tratamento da Torta	3	-2	-6	4	-1	-4
		Destinação da Torta	2	2	4	3	3	9
		Tecnologia	3	2	6	3	3	9
Técnica	Recursos Humanos	Pessoal qualificado para atuar na gestão de resíduos	2	2	4	4	3	12
Econômica	Investimento	Custo do tratamento	3	-1	-3	4	-2	-8
		Custo da destinação	1	0	0	1	-1	-1
	Retorno	Valor de mercado resíduo	0	0	0	0	0	0
		Valor de mercado produto a partir de resíduo	3	2	6	4	1	4
	Logística reversa	Adoção da LR	3	3	9	4	3	12
		Reinserção da Torta de mamona na cadeia do biodiesel	0	0	0	4	1	4
		Reinserção da Torta em outro ciclo produtivo	2	2	4	4	2	8
			Total		51	Total		103

M = Magnitude

S = Significância

Fonte: Adaptado a partir de Almeida, 2012.

A Tabela 2.4 apresenta uma abordagem de Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) (OECD, 2001), como forma de se avaliar um SLR. No caso, é avaliada a eficiência da logística reversa de torta de mamona. Segundo a avaliação, na qual se considera a ponderação por meio da atribuição de valores para significância e magnitude de cada indicador, a produção de biogás a partir do material residual é mais interessante do que a aplicação da torta de mamona como ração animal. A matriz aqui exemplificada pode ser extrapolada para outros segmentos produtivos, incluindo-se dimensões, critérios e indicadores, conforme a necessidade.

Em síntese, a abordagem da análise de risco no contexto da construção de um SLR pode ser percebida como uma importante ferramenta para o auxílio ao processo decisório por meio da identificação dos aspectos preponderantes na gestão da logística reversa.

Referências

- ALMEIDA, K.M.V. *Logística Reversa Para Gestão de Resíduos E Coprodutos da Cadeia de Biodiesel – Estudo de Caso em Usinas do Nordeste Brasileiro*. Tese de doutorado. Programa de Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco. Pp. 189.
- BOWMAN, R. J. Green logistics. *Distribution*, Vol 94, n 6, pp. 48-52, 1995.
- CARSON, R. *Primavera Silenciosa*. Rio de Janeiro: Ed. Melhoramentos, 1962. 305 p.
- CORRÊA, H.L. *Gestão de Redes de Suprimento*. Atlas, São Paulo, 2010.
- DESAIGUES, B. AMI, D., BARTCZAK, A. BRAUN-KOHLÓVÁ, M. CHILTON, A., CZAJKOWSKI, M., FARRERAS,V., HUNT, A., HUTCHISON, M. JEANRENAUD, C., KADERJAK, P., MÁCA, V., MARKIEWICZ, O. MARKOWSKA, A. METCALF, H., NAVRUD, S., NIELSEN, J.S., ORTIZ, R., PELLEGRINI, S., RABL, An economic valuation of air pollution mortality: A 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY). *Ecological Indicators*, Vol 11, n 3, pp. 902-910, 2011.
- EPA, 1997. Disponível em: www.epa.gov/spc/pdfs/cumrisk2.pdf. Acesso em outubro de 2012.
- EPA, 2007. *Code of Practice: Environmental Risk Assessment for Unregulated Waste Disposal Sites*. Environmental Protection Agency, Ireland. pp. 97.
- FOSTER, A., KUMAR, N. Health effects of air quality regulations in Delhi, India. *Atmospheric Environment*, Vol 45, n 9, pp. 1675-1683, 2011.
- GUARNIERI, P., 2012. *Logística Reversa - Em busca do equilíbrio econômico e ambiental*. Ed. Clube de Autores. Pp. 307.
- ISO 31.000:2009. *Risk management - Principles and guidelines*. Pp. 24.
- LEMOS, P. F. I. Resíduos Sólidos e Responsabilidade Civil Pós-Consumo. São Paulo: *Revista dos Tribunais*, 2011.

- MENZ, T., WELSCH, H. Population aging and environmental preferences in OECD countries: The case of air pollution. *Ecological Economics*, Vol 69, n 12, pp. 582-2589, 2010.
- OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *OECD Environmental Indicators: Towards Sustainable Development*. OECD, Paris, 2001.
- ONU, 2011. *UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods - Model Regulations*. Seventeenth revised edition. Disponível em: http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev17/17files_e.html. Acesso em outubro de 2012.
- PASCUAL, M., BORJA, A., FRANCO, J., BURDON, D., ATKINS, J.P., ELLIOT, M., 2012. What are the costs and benefits of biodiversity recovery in a highly polluted estuary? *Water Research*, Vol 46, 1, pp. 205-217.
- PHILLIP Jr., A., 2012. *Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. Ed. Manole. Pp. 732.
- ROGERS, D.S. & TIBBEN-LEMBKE, R.S., 1998. Going backwards: Reverse Logistics trends and practices. *Reverse Logistics Executive Council*, Pittsburgh, P.A.
- SATHAYE, N., LI, Y., HORVATH, A., MADANAT, S., 2006. *The Environmental Impacts of Logistics Systems and Options for Mitigation*. Working Paper. UCB-ITS-VWP-2006-4. UC Berkeley Center for Future Urban Transport.
- SHEAR, H. Reverse logistics: An issue of bottom line performance. *Chain Store Age Executive with Shopping Center Age*, Vol 73, n 1, pp. 224, 1997.
- SIDERURGIA BRASIL, 2011. Água utilizada com responsabilidade – Usimina. Disponível em: <http://www.siderurgiabrasil.com.br/novosb/edicoesanteriores/revistas-de-2011/1972-agua-utilizada-com-responsabilidade--usiminas>. Acesso em novembro de 2012.
- SILVA, C. E SOLER, F., 2012. *Gestão de Resíduos – O que diz a lei*. Ed. Trevisan. Pp. 120.
- WILLEY, D. 2007. BBC News, Rome e Rubbish riots in Naples. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-11615969>. Acesso em outubro de 2012.

Capítulo 3

Logística Reversa: fundamentos e aspectos legais

A logística reversa é uma área relativamente nova tanto em pesquisa como em práticas empresariais. Alguns termos como logística ambiental, cadeia reversa, gestão de cadeias produtivas de ciclo fechado e distribuição reversa agregam o sentido correlato a práticas de coleta, desmontagem, remanufatura e destinação de produtos e materiais pós produção ou pós-consumo. Este capítulo visa responder às seguintes questões:

- O que especificamente a logística reversa compreende?
- Em quais estágios do ciclo de vida do produto a logística reversa se aplica?
- Quais operações fazem parte da logística reversa?
- Quais os principais impactos da logística reversa?
- Quais os principais indicadores de eficiência para logística reversa?

Introdução

Conforme anteriormente discutido neste livro, logística reversa é uma evolução da logística tradicional (adicionando fluxos reversos e ciclos aos fluxos diretos da logística tradicional) e que representa interessantes oportunidades relacionadas a negócios ambientalmente sustentáveis.

No entanto, a logística reversa não foi originalmente formulada para atender demandas relacionadas à sustentabilidade ambiental, mas para equacionar, por meio de ferramentas logísticas, questões relativas a devoluções de produtos. No Brasil, a logística reversa visava, num primeiro momento, mitigar impactos negativos referentes a produtos entregues fora dos padrões aceitáveis de qualidade, com vistas a manter a integridade da imagem corporativa e a manutenção do mercado consumidor.

Logística e logística reversa

De acordo com a Associação Brasileira de Logística¹, com base na definição do *Council of Supply Chain Management Professionals* www.cscmp.org (antigo *Council of Logistics Management*), o conceito de logística (direta) pode ser definido como:

¹ Associação Brasileira de Logística – ASLOG. www.aslog.org.br

“processo de planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenagem eficientes e de baixo custo de matérias primas, estoque em processo, produto acabado e informações relacionadas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do cliente.”

De acordo como o *Reverse Logistics Executive Council*², o conceito de Logística Reversa pode ser definido como:

“o processo de planejar, implementar e controlar de um modo eficiente o fluxo de materiais, estoque em trânsito, produtos acabados e informação relacionada, desde o **ponto de consumo até a origem para recuperar o valor dos materiais e dar a eles um destino adequado**”. (negritos nossos)

Outra definição de logística reversa, proposta por Rogers e Tibben-Lembke (2006), também enfatiza a importância da gestão do ponto de consumo até a origem:

“Processo de planejamento, execução e controle eficaz e eficiente do fluxo de matérias-primas, produtos em processo ou acabados, bem como a informação relacionada ao processo, do ponto de consumo ao ponto de origem (para reutilização) com o objetivo de recuperar valor ou realizar a destinação adequada.”

Leite (2003) entende logística reversa como:

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

A principal inovação dessas conceituações é o entendimento de canais *reversos* para o fluxo de materiais no contexto da sustentabilidade. Outro aspecto relevante é o entendimento de retorno ao ciclo de negócios e não necessariamente ao ponto de origem, conforme proposto por Rogers e Tibben-Lembke (2006).

Pode-se ainda acrescentar a esse conceito o retorno de resíduos de produtos pós-industrializados (resíduos de processo ou produtos cuja não conformidade ou obsolescência foi detectada antes da venda).

Pós-consumo, pós-venda e pós-industrialização

Produtos pós-consumo são aqueles que chegaram ao final de sua vida útil (com ou sem perda de suas funcionalidades) e encontram-se aptos ao descarte e destinação. Há ainda os produtos pós-industrializados e os produtos pós-venda retornados depois da venda mas antes do final da vida útil. Essas três categorias são fontes de suprimento para os sistemas de logística reversa. Neste texto as três categorias são genericamente denominadas como sendo de “pós-consumo” quando não houver necessidade de identificação da origem do

² Reverse Logistics Executive Council – RLEC. www.rlec.org

material residual.

Na medida em que os procedimentos operacionais da logística reversa consolidam-se, percebe-se que apesar de o processo iniciar-se a partir de materiais e produtos pós-consumo, estes não chegam necessariamente ao seu ponto de origem. O retorno pode ocorrer para a cadeia produtiva de origem ou para *outra cadeia* que não esteja diretamente relacionada ao produto ou material original.

O caso de embalagens em PET é emblemático. Após o consumo, até recentemente, o material não voltava para a produção de novas garrafas, mas frequentemente era utilizado para produzir fibras para a indústria têxtil, não relacionadas à cadeia original do material.

O motivo de não haver retorno para a produção de novas garrafas (tipo de reciclagem conhecida como *bottle-to-bottle*) é o risco de não se atender às especificações mínimas para a segurança alimentar. No entanto, no ano de 2012 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou e autorizou o uso de um percentual de material reciclado na fabricação de novas garrafas em PET. Este é um mercado ainda novo, em fase de experimentação, mas que já tem a adesão, por exemplo, da Coca-Cola.

O retorno, por sua vez, pode dar-se ainda em uma etapa anterior ao final da produção, por exemplo, no caso da reincorporação de peças e partes retrabalhadas e recuperadas por processos de reaproveitamento de refugos e aparas resultantes do próprio processo produtivo.

Nesse caso, apesar de haver um aproveitamento dentro da própria unidade produtiva, considera-se como logística reversa de pós-industrializado, uma vez que os refugos e as aparas são considerados como material residual.

Não havendo possibilidade de reaproveitamento no processo produtivo que lhe deu origem (ou outro), esses resíduos deveriam ser destinados de forma ambientalmente adequada. A esse respeito, em indústrias metalúrgicas, por exemplo, a limalha de ferro resultante do processo pode tanto ser reaproveitada por meio da retirada de óleo por centrifugação e fundição, bem como ser vendida como insumo para outros processos produtivos. A proposta de reinserção de resíduos em sistemas produtivos é exemplificada na Figura 3.1.

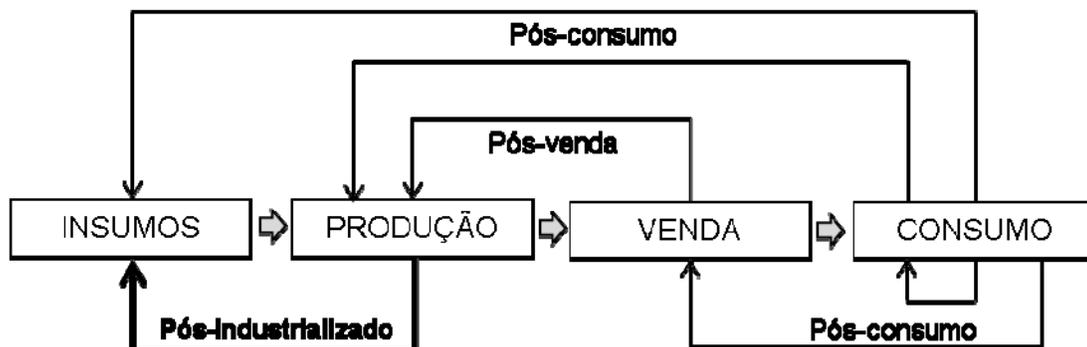


Figura 3.1. Esquema de fluxos de reinserção de resíduos nos sistemas produtivos com ênfase no pós-industrializado

O mesmo acontece, por exemplo, com o enxofre retirado do óleo Diesel. A Refinaria

Duque de Caxias (REDUC), localizada em Duque de Caxias, no Rio de Janeiro possui uma unidade de beneficiamento do enxofre retirado do Diesel (hoje o Diesel comercializado no país tem uma redução do teor de enxofre que pode chegar a 90% ou mais). A partir da década de 1990 as refinarias brasileiras começaram a investir na redução do teor de enxofre do óleo diesel, exigindo a ampliação da capacidade de hidrotreatamento (Bonfá, 2011). Enquanto a legislação de 2006 estabelecia que o limite máximo de enxofre no Diesel poderia ser 500 ppm (partes por milhão) para a área metropolitana, em 2009 esse limite caiu para apenas 50 ppm. O enxofre, retirado para atender padrões de sustentabilidade, era estocado e não possuía canais de destinação até que a REDUC optou por construir uma planta para o beneficiamento do enxofre que hoje é comercializado para indústrias químicas onde é aplicado como insumo na produção de, por exemplo, fertilizantes fosfatados e ácido sulfúrico (MME, 2009).

BOXE 3.1 Logística reversa de embalagens plásticas pós-consumo de óleo lubrificante

Segundo Pires (2004), a reciclagem total de embalagens pós-consumo de óleo lubrificante resultaria em ganhos ambientais pela redução de contaminação por cerca de 300 toneladas de óleo residual e ainda o reaproveitamento de aproximadamente 26 mil toneladas de plástico que seriam de outra forma, destinados anualmente a aterros no país (além da vantagem de geração de empregos na cadeia da reciclagem).

A indústria Metalúrgia Barra do Piraí, com sede no estado do Rio de Janeiro e pertencente ao Grupo MBP (< www.mbp.com.br >), diversificou sua atuação investindo na fabricação de artefatos plásticos e gabinetes de computadores há mais de uma década. A empresa foi pioneira na reciclagem de embalagens pós-consumo de óleo lubrificante para a fabricação de bombonas plásticas a partir da recuperação da resina em Polietileno de Alta Densidade (PEAD). Ao iniciar o processo, a empresa percebeu um nicho de mercado ainda muito pouco explorado na época e o investimento possibilitou retorno econômico tanto quanto diferencial de mercado, a partir de uma solução sustentável com benefícios econômicos, ambientais e sociais. Para tanto, foi fundamental a parceria da empresa com a cooperativa Riocoop 2000, responsável pela coleta das embalagens em mais de 100 pontos de coleta distribuídos na cidade do Rio de Janeiro e pela entrega na empresa. Outra parceria importante no processo foi concretizada por meio do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e Lubrificantes (SINDICOM, www.sindicom.com.br), que viabilizou a colaboração das principais empresas distribuidoras.

Desde 2005, a iniciativa se consolidou nacionalmente por meio do Programa Jogue Limpo (<http://www.programajoguelimpo.com.br/>), que tem atuação em seis estados das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Apesar de uma representatividade ainda restrita, até outubro de 2012 o programa coletou mais de 160 milhões de embalagens, o equivalente a mais de 8 mil toneladas de resina plástica que deixaram de ser descartadas em aterros e lixões. Esse plástico é passível de reciclagem, conforme iniciativa inovadora do Grupo MBP, além de reciclagem energética, ou seja, incineração com aproveitamento de energia. O poder calorífico do PEAD é comparável ao do óleo combustível,

por isso, resíduos desse tipo de material podem ser importante fontes de energia desde que as emissões resultantes da queima sejam controladas.

Fonte: Pires (2004), Martins (2005), Moreno (2007) e MBP (2012).

Alguns aspectos tem motivado o aumento do interesse em logística reversa:

- Exigências legais e normativas. A legislação brasileira em atuado na regulamentação da gestão de resíduos e, especificamente, na prática da logística reversa;
- Exigência de consumidores cada vez mais conscientes;
- O aumento do número de retorno de produtos, ou por estarem fora de conformidade ou por outros motivos, como política de satisfação do cliente. Esse tipo de ação resulta de acordos entre fornecedores e clientes na cadeia reversa;
- Aumento significativo das vendas pela *internet* tem resultado no aumento da taxa de retorno por troca ou devolução, resultado de inadequação ao uso pretendido, não-conformidade com especificações ou desistência da compra pelo consumidor;
- O encurtamento do ciclo de vida de determinados produtos, o que tem exercido pressão para o estabelecimento de canais de destinação mais eficientes;
- Necessidade de redução dos custos de produção, que tem motivado empresas a atuarem na remanufatura de partes e peças. Isso tem se tornado uma prática cada vez mais frequentes em grandes montadoras (de veículos, copiadoras, impressoras, entre outros);
- Aumento do uso de embalagens retornáveis para reuso;
- *Recall* de produtos que apresentam não-conformidade. O custo das sanções pelos impactos decorrentes do uso de produtos não-conformes tem motivado um grande aumento do número de *recalls*; e,
- Retorno de produtos comercializados sob a forma de locação (*leasing*) ou comodato.

Analisando-se os motivos que determinam a necessidade da logística reversa podem-se identificar dois grandes grupos.

- O primeiro é o dos *produtos pós-venda*, ou seja, aqueles que ainda foram utilizados por parte pouco relevante da sua vida útil ou mesmo que não foram submetidos a qualquer forma de consumo ou uso. Como estes produtos ainda não chegaram ao fim da fase de consumo o retorno se dá de forma mais centralizada muitas vezes a partir do varejo; e
- O segundo grupo é caracterizado por *materiais pós-consumo*, ou seja, aqueles que

tiveram sua vida útil extinta e, por isso, possuem mais alto grau de deterioração dos materiais que o compõem. Assim, em função das características dos materiais, sua condição, localização e quantidade disponível, pode-se decidir a alternativa adequada para a destinação dos diferentes, produtos, componentes e materiais. Estes produtos retornam a partir dos consumidores, portanto de forma muito pulverizada.

Operações da logística reversa

As etapas da logística reversa diferem consideravelmente daquelas da logística direta. As diferenças são tanto em termos dos recursos necessários quanto dos tempos e volumes processados. O retorno de produtos e materiais *pós-consumo*, ao final da vida útil ainda é, para muitas cadeias estabelecidas, o principal problema.

Muitas empresas tem equacionado essa questão por meio da implantação de postos de coleta voluntária, incentivos econômicos ou ainda por meio do apoio ao estabelecimento e manutenção de associações e cooperativas (por exemplo, como no caso dos catadores de latas de alumínio e de embalagens em PET).

Possivelmente por tratar-se de uma área de desenvolvimento mais recente, os procedimentos operacionais e técnicas para gerenciamento de fluxos logísticos reversos ainda não se encontram totalmente estabelecidos e, seguramente, menos estabelecidos que os procedimentos e técnicas da logística direta. Na Tabela 3.1 são detalhadas as principais operações da logística reversa.

Tabela 3.1 Operações envolvidas na logística reversa

Operações	Descrição
Planejamento	
Planejamento do processo	Definição do escopo do processo com a definição dos produtos e materiais pós-consumo a serem processados.
Planejamento da cadeia	Diferentemente de muitos casos de logística direta, na logística reversa os clientes e fornecedores ainda não encontram-se estabelecidos ou atuando de forma colaborativa. Assim, a identificação, contratação e capacitação de parceiros são necessárias em uma etapa preliminar do processo.
Projeto da logística reversa	Essa etapa requer as seguintes atividades: (i) identificação ou estimativa da frequência de descarte e volumes gerados por tipo de produto; (ii) definição das rotas e meios (modais) de transporte para executar a recolha do produto ou material pós-consumo; (iii) definição dos volumes mínimos a serem coletados e a frequência de coleta; (iv) definição de etapas de pré-processamento como triagem ou desmontagem (total ou parcial); (v) definição sobre a necessidade pontos de transbordo; (vi) estabelecimento de parcerias para redução dos custos ou redução do tempo de processamento e (vii) definição dos procedimentos de destinação. As rotas e modos de transporte devem ser estabelecidas de forma eficiente com vistas a não impactar a viabilidade econômica do sistema; os volumes e frequências visam garantir tanto a eficiência do transporte quanto do processamento.
Coleta e separação	
Coleta	O procedimento de coleta pressupõe inicialmente a identificação das fontes geradoras, dos tipos de materiais e volumes gerados. Dependendo da cadeia produtiva, a coleta se realiza a partir de postos de entrega voluntária (PEV), operações especiais em parceria com parceiros que já possuem know-how de logística reversa, como é o caso dos Correios (veja o Capítulo 11) e outros, entrega em assistência técnica, devolução diretamente pelo consumidor ou ainda a partir da atividade de catadores independentes ou por meio de associações e cooperativas.
Triagem	Seleção mecânica ou manual de materiais, componentes e produtos identificando se estão aptos ao reuso ou revenda imediata, se devem ser submetidos a testes que avaliem sua condição ou ainda se devem ser

	diretamente destinados.
Teste	Componentes e produtos podem ser submetidos ao reuso ou revenda após serem reconicionados. Para tanto, as condições mínimas de funcionalidade e critérios de segurança devem ser verificados.
Armazenagem	A armazenagem é às vezes necessária para se atingirem os volumes mínimos viáveis economicamente para os processos de transporte e reciclagem. Para os demais processos, essa atividade pode ser suprimida.
Reprocessamento	
Recondicionamento	Consiste na realização de limpeza e reparos menores com o objetivo de restaurar as funcionalidades de componentes ou produtos danificados. Componentes reconicionados atuam como componentes no recondicionamento de outros produtos pós-consumo. Em alguns casos, esta etapa já faz parte da etapa de remanufatura.
Remanufatura	Reparo e manutenção de um equipamento, partes ou peças, com o objetivo de restaurar as especificações do produtor OEM (<i>Original Equipment Manufacturer</i>) – o fabricante ou montador do produto final em si. Estes serviços frequentemente são prestados por terceiros e os produtos chegam a ser comercializados com garantias dos próprios fabricantes ou de terceiros.
Manufatura reversa	Conjunto de processos constituído por todas ou algumas dessas etapas: recebimento de produtos e materiais pós-consumo, armazenagem, pré-processamento, processamento, desmontagem, descaracterização, rastreabilidade, balanço de massa, gestão de estoque e venda.
Redistribuição	
Revenda	<p>A revenda pode ocorrer basicamente por quatro canais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>pós-consumo, a partir do consumidor</i>: o consumidor anuncia o produto ou material por meio de bolsas de resíduos. Este mecanismo ainda é pouco utilizado em função da grande variação dos preços praticados e do custo de transporte. • <i>pós-consumo a partir do fabricante</i>: empresas que atuam com as modalidades de aluguel e comodato de seus equipamentos realizam a revenda desses após manutenção ou reparos (um exemplo é a Xerox e suas copiadoras). • <i>pós-venda</i>: produtos são devolvidos aos fabricantes (por vários motivos) e esses realizam a triagem, destinação e possivelmente revenda com ou sem a desmontagem do produto.

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>assistência técnica</i>: segmentos produtivos credenciam postos de assistência técnica para a revenda de seus produtos remanufaturados. Essa alternativa está em crescimento no setor de equipamentos eletroeletrônicos. O credenciamento, em alguns casos, inclui a emissão de nota fiscal e concessão de garantia na revenda para produtos que passaram por reparos ou foram remanufaturados.
Destinação	<p>No caso de confirmação da impossibilidade de reuso direto ou reuso indireto (por meio de testes e condicionamento), o produto, componentes ou materiais seguem para destinação. De acordo com a PNRS, essa etapa consiste tanto em etapas como reuso, reciclagem, incineração, etc. como também a disposição final (aterro). A forma de destinação depende da composição, condição, volume e proximidade de unidades de reprocessamento.</p>

Conforme a necessidade e a especialidade, cada setor produtivo poderá desenvolver algumas ou todas as operações acima, que dependerão também do nível de capacitação dos recursos humanos envolvidos.

Coleta e transporte

A coleta é uma atividade-chave para a logística reversa, sendo, em grande parte, responsável pela viabilidade e nível de eficácia do processo, em função da qualidade do material coletado e, mais especificamente, dos custos do processo. Por exemplo, se a entrega ocorre de forma voluntária pelo consumidor (o que, na ausência de outros incentivos, depende do seu nível de conscientização ambiental), a tendência é que os custos operacionais sejam menores nessa etapa. Por outro lado, se houver necessidade de percorrer grandes distâncias, realizar o acondicionamento dos produtos pós-consumo, consolidação de carga ou ainda, se o resíduo for considerado perigoso, os custos operacionais da coleta acabarão por encarecer a logística reversa como um todo.

Ainda em relação ao transporte de produtos e materiais pós-consumo, as empresas tem desenvolvido mecanismos interessantes. Algumas alternativas tem foco na gestão de resíduos. Porém, outras passam a fazer parte do negócio da empresa e podem ser considerados como exemplos de integração de logística reversa na cadeia produtiva direta, como é o exemplo do caso da gestão de embalagens pela Coca-Cola, apresentado no Boxe 3.2

BOXE 3.2 Embalagens sustentáveis: logística reversa na Coca-Cola Brasil.

A logística reversa é praticada por diferentes empresas já há várias décadas. A Coca-Cola é uma das empresas que possui a logística reversa bem estabelecida, como parte integrante de seu negócio. Desde 1889, quando Coca-Cola começou a ser produzida em escala fabril, todas as suas garrafas, inclusive a primeira delas conhecida como Hutchinson, eram fabricadas em vidro. A partir de 1978, a empresa iniciou a venda da bebida em garrafas em PET, também conhecidas como *one-way* (não-retornáveis). As garrafas em PET tornaram-se muito populares por muitos motivos, entre eles, o fato de serem inquebráveis, de dispensarem o convencional retorno do vasilhame de vidro na compra do produto e de serem leves no transporte e manuseio. No entanto, após várias críticas a respeito do volume que ocupavam em aterros e a recorrente identificação da destinação inadequada das garrafas em PET em rios urbanos, a empresa retomou a comercialização de parte dos seus produtos em garrafas de vidro.

De todas as embalagens em PET lançadas pela Coca-Cola, as produzidas em resinas pigmentadas (coloridas) foram as mais controversas. Geralmente lançadas em eventos comemorativos como Natal e Copa do Mundo, tais embalagens possuem edições limitadas e baixa capacidade de serem absorvidas pelo mercado da reciclagem. Por ter um consumo pulverizado de grande número de embalagens, a recolha de garrafas fora do padrão usual (em resina transparente) torna menos viável o processamento em larga escala da embalagem pós-consumo. Assim, os órgãos fiscalizadores brasileiros estipularam que a utilização eventual dessa modalidade deveria ser acompanhada, em seu planejamento, de uma ação de compensação ambiental.



As embalagens de vidro apresentam vantagens e desvantagens em relação à garrafa em PET. A capacidade de preservar o gás da bebida e a possibilidade de reuso são as principais vantagens da garrafa de vidro, sendo uma desvantagem o fato de ser mais sujeita à quebra que as em PET durante processamento e transporte. Por outro lado, as garrafas em PET mostram-se vantajosas durante o transporte porque acarretam economia de combustível e emissões reduzidas pelo transporte mais “leve” de um mesmo volume da bebida transportada em garrafas de vidro. Para ambas há a possibilidade de reciclagem da embalagem pós-consumo. O PET permite maior perda de gás do produto e ainda apresenta, até o momento, dificuldade de reuso como embalagem segundo critérios da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

A ANVISA autorizou, só em 2007, o sistema *Bottle-to-Bottle* para a Coca-Cola Brasil, que consiste na produção de novas embalagens em PET a partir de resina PET reciclada. O projeto significa um incremento de 15% na reciclagem de PET no país, com expressiva atuação de catadores no processo.

No ano 2000 a Coca-Cola lançou uma garrafa de vidro com especificações melhoradas (40% mais resistente e 20% mais leve), com o objetivo de atender a critérios de sustentabilidade e, com isso, conquistar um público diferenciado. No entanto, o lançamento em 2010 no Brasil das garrafas com formato tradicional produzidas em alumínio representaram grande potencial de inovação no segmento com significativos impactos no sistema de logística reversa da Coca-Cola.



Embalagens inovadoras de alumínio da Coca-Cola

Fonte: <http://thepackaginginsider.com/aluminum-bottles-coca-cola/>, acessado em 5 de dezembro de 2012.

De acordo com a empresa, garrafas de vidro tendem a ser banidas de grande parte dos

eventos e áreas públicas por conta do risco de quebra e acidentes com o vidro. Outro aspecto é a redução do custo logístico, uma vez que a redução do peso da embalagem impacta diretamente o consumo de combustível e as emissões atmosféricas.

Ainda em 2010 foi lançada a *PlantBottle*, uma garrafa PET produzida com 30% de resina de origem vegetal da cana de açúcar, por meio de um processo inovador. A redução de 25% nas emissões de CO₂ para a produção dessas garrafas, bem como o uso de recurso renovável (cana de açúcar) são os principais impactos positivos em termos de sustentabilidade. Em termos de logística reversa, essa embalagem é comparável à de PET tradicional (cuja matéria-prima é oriunda exclusivamente do petróleo).

A Coca-Cola experimentou, nas últimas décadas, três tipos principais de embalagem para o envase e comercialização do refrigerante. As embalagens de vidro, as de PET e as de alumínio. Em uma breve análise, observa-se que as embalagens de vidro representam mais alto custo logístico em função do peso, mais alto consumo de combustível e maior ocorrência de quebras, com perdas de embalagem. As embalagens do tipo PET ou do tipo *PlantBottle* são economicamente mais vantajosas que as embalagens de vidro em função do mais baixo peso do material, o que torna o transporte econômico tanto para a logística direta quanto para a logística reversa. Por fim, as embalagens em alumínio possuem baixo peso (um pouco superior ao da embalagem em PET), são facilmente compactadas e apresentam maior potencial de reciclabilidade que a embalagem PET, considerando-se aspectos técnicos e mercadológicos.

No que tange à logística reversa dessas embalagens, as embalagens em alumínio parecem apresentar a maior vantagem. Em segundo lugar estariam as embalagens de vidro, apesar do impacto negativo em processos da logística reversa e em terceiro lugar, as embalagens em PET em razão do volume que ocupam e de restrições quanto à reciclagem da resina. Entretanto, não são apenas os fatores logísticos que norteiam o processo decisório. O mercado asiático, por exemplo, prefere embalagens de vidro a outros tipos de materiais, enquanto nos Estados Unidos, o consumo de plástico é bastante expressivo e corresponde mundialmente a um mercado de mais de US\$ 23 bilhões em 2010.

Fonte: Transparency Market Research, 2010 e Coca-cola Brasil, 2012a e 2012b.

A disposição final é uma outra modalidade de destinação a que sistemas logísticos recorrem para tornar o processo de gerenciamento de resíduos mais eficiente.

Quando um produto pós-consumo ou um resíduo é direcionado para a disposição final (em aterros sanitários ou industriais), entende-se o processo como *disposição* de resíduos e não como logística reversa, visto que os fluxos percorridos por estes resíduos nada têm de “reversos”. Logística reversa pressupõe a *destinação* e o reaproveitamento de resíduos, produtos e coprodutos na mesma ou em outra cadeia produtiva. Os conceitos de destinação e disposição final de resíduos serão discutidos mais em detalhe adiante neste texto. Antes, serão apresentadas considerações a respeito da inserção dos aspectos ambientais no processo gerencial do sistema produtivo.

Capacitação

O processo de capacitação é outro ponto fundamental para a manutenção e consolidação da logística reversa.

A formação de agentes que irão atuar diretamente na gestão de resíduos necessita de formação específica, conforme o escopo de atuação. De modo abrangente, o conteúdo da capacitação deve abordar noções de sustentabilidade ambiental, viabilidade econômica, qualidade, gestão de materiais, gestão de processos logísticos e legislação correlata. Essas competências permitirão uma visão mais ampla dos aspectos e impactos inerentes ao gerenciamento da logística reversa.

Enquanto um gestor de uma cooperativa necessita aprender conceitos relativos à saúde ocupacional, gestão financeira e aspectos legais, um catador necessita reconhecer diferentes tipos de materiais, desenvolver percepção a respeito de impactos decorrentes da manipulação de resíduos, bem como ter noções de diferentes modelos de acordo praticados por associações e cooperativas. Uma empresa que atua com reparo e condicionamento de produtos pós-consumo também precisa, além do conteúdo técnico inerente à atividade, ter noções fiscais e tributárias para comercialização dos equipamentos processados por meio de assistência técnica e, em muitos casos, em parceria com as empresas produtoras.

A capacitação dos agentes envolvidos na logística reversa é um aspecto ainda a ser melhor explorado. Atualmente a solução deste problema tem se beneficiado do aprendizado da logística tradicional. Entretanto, aspectos específicos ainda necessitam de maior atenção. O estabelecimento de programas de capacitação está previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Apensar de não ser compulsória, caracteriza-se como uma necessidade de grande importância na sustentabilidade dos SLR.

A industrialização e os padrões de gestão

Com a evolução dos sistemas de produção, várias áreas do conhecimento tem, já há décadas, se debruçado sobre as implicações econômicas e sociais da industrialização. Uma destas vertentes, cada vez mais importante, é a análise das mútuas relações de causa e efeito entre a industrialização e o meio ambiente.

Enquanto o início do Século XX foi marcado pelo tecnicismo e cientificismo que culminou com o avanço das técnicas de produção em massa, a gestão ambiental, conforme a entendemos hoje, inexistia.

Era prevalente a idéia de crescimento ilimitado com a exploração de recursos naturais ocorrendo sem critérios ou limites estabelecidos. Neste período, a Natureza era considerada como inesgotável provedora de matérias-primas e energia e sempre apta a receber, absorver e processar diferentes formas de poluição e resíduos de um sistema produtivo considerado promissor sob uma ótica predominantemente econômica.

Com o substancial aumento populacional e com o conseqüente aumento da atividade produtiva e, portanto do uso de recursos, a situação passou a mostrar-se evidentemente insustentável.

O aumento populacional, por um lado, incrementa a atividade produtiva (ao ampliar o mercado consumidor, cada vez mais ávido por mais produtos) e por outro, induz a uma queda nos padrões de desempenho ambiental para abaixo daqueles requeridos pelos princípios do desenvolvimento sustentável.

As décadas de 30 e 40 testemunham o surgimento de críticas ao modelo de produção então vigente. O uso da força de trabalho, naquele período inicial, não era orientado a perceber, medir e gerenciar os possíveis impactos para a saúde do trabalho e qualidade ambiental – o recurso humano era visto como simples fator de produção.

Em oposição ao modelo anterior, os movimentos da Escola de Relações Humanas (ERH), com origem nos anos 20 e 30, passam a estudar e caracterizar os limites e sinergias entre o homem e a máquina.

Nessa forma alternativa de interpretação da função do trabalhador como parte complementar – não como extensão da máquina, mas suscetível à sua ação – mecanismos de controle da poluição passam a ser considerados como forma de minimização do impacto da produção na saúde do trabalhador.

Aspectos como limites de carga horária de trabalho, considerações sobre insalubridade, adequação ergonômica, capacitação e proteção ambiental, tão difundidos e regulamentados nos dias de hoje, não eram considerados no período inicial da industrialização.

A evolução ocorreu de forma lenta e gradual. Há segmentos nos quais a proteção ambiental antecedeu a regulamentação das condições de trabalho. Esse aspecto se deve basicamente à visibilidade e percepção do impacto. Enquanto as chaminés das fábricas denunciavam um agressivo impacto ambiental por meio de densas emissões atmosféricas ou efluentes a altas temperaturas e com altas cargas de corantes, o impacto à saúde do trabalhador ainda era um mal silencioso em muitos segmentos produtivos.

BOXE 3.3 O amianto e seus impactos

Um caso clássico envolvendo processos produtivos e a saúde do trabalho são as doenças causadas pelo amianto³ na fabricação, entre outros produtos, do cimento-amianto com o qual foram (e ainda são, no Brasil) produzidas telhas e caixas d'água ao longo de muitas décadas. Inicialmente, os produtos em amianto foram questionados em função dos seus impactos sobre a saúde. Entretanto, não havia relatos de ocorrência de danos para usuários dos produtos desse tipo de material, mas sim durante o processo de extração das fibras e da fabricação dos produtos. Por isso, tem havido quem defenda a continuidade da produção desde que respeitados os requisitos estabelecidos para a proteção do trabalhador.

Enquanto certos trabalhadores apresentavam problemas pulmonares, por vezes fatais, em decorrência da contaminação pelo amianto, a discussão prosseguia em vários países, até que alguns deles decidiram que o amianto deveria ser banido das linhas de produção. Em decorrência disso, materiais alternativos foram tomando o lugar ao amianto na produção de fibrocimento para a produção de caixas d'água e telhas.

Mais recentemente, como alternativa à destinação de embalagens do tipo longa vida, começaram a ser produzidas telhas a partir dessas embalagens. De acordo com Cerqueira (2000), as telhas produzidas a partir de embalagens longa vida pós-consumo apresentam maior resistência mecânica e absorvem menos água do que as telhas de fibrocimento. Em outro estudo desenvolvido por Herrera (2008), verificou-se significativa eficiência dessas mesmas telhas em relação ao conforto térmico, comparando-se o desempenho com o de telhas convencionais.

Por outro lado, alguns especialistas (Paredes, 2012) argumentam que estudos realizados com o material alternativo mostram que este ainda não seria mais seguro que o

³ As partículas liberadas no processamento de estruturas de amianto ficam suspensas no ar e podem ser facilmente inaladas, causando lesões no tecido pulmonar (asbestose), verrugas de asbesto, placas pleurais, espessamento pleural difuso e câncer do tipo mesotelioma (atinge a pleura).

fibrocimento. Embora estes especialistas concordem que, de fato devem-se buscar alternativas sustentáveis para a destinação de resíduos mistos, como é o caso das embalagens cartonadas longa vida (Paredes, 2012), para a produção de telhas há a necessidade de se agregar resinas que confirmam resistência e também plasticidade ao material. Essa mesma resina pode comprometer a destinação quando essas mesmas telhas chegarem ao final da sua vida útil.

O caso relatado é um dos muitos exemplos do que Rodrigue et al. (2001) denomina de “paradoxo da logística ambiental”. Essa questão é de grande relevância no processo decisório da logística reversa e será discutida de forma mais detalhada mais adiante neste texto.

No exemplo relatado no Boxe 3.3, a evidência de impacto à saúde do trabalhador afetou negativamente toda a cadeia de suprimentos (direta) do amianto e, por outro lado, impactou positivamente a cadeia (reversa) da matéria-prima secundária composta com embalagens longa vida como material alternativo para a produção de produtos já conhecidos, como telhas.

O custo, no entanto, ainda mostra-se como um dos mais importantes fatores limitantes, podendo inclusive inviabilizar o processo de adoção de medidas para minimizar ou prevenir impactos ambientais. Apesar disso, forças legais e de mercado podem induzir a adoção de técnicas que colaborem para a melhoria do desempenho ambiental através da prevenção ou redução dos riscos ambientais.

Com uma visão mais contemporânea, compreendendo a gestão ambiental como uma oportunidade para se promover o aumento da produtividade e lucratividade, muitos gestores e executivos passaram a investir nesta área e alguns têm obtido benefícios já que numa abordagem simples, todo e qualquer efluente e emissão gerados ou resíduo sólido enviado para o aterro, representa desperdício se não se recuperar tanto valor quanto tecnologicamente possível deles. Alguns dos benefícios frequentemente mencionados são:

- Melhoria da saúde, segurança e bem-estar dos funcionários e das comunidades locais e circunvizinhas;
- Redução ou eliminação das perdas e desperdícios relacionados com os processos da organização;
- Racionalização e otimização do consumo de recursos naturais renováveis e não-renováveis; e,
- Aproveitamento interno ou externo de resíduos e de outros refugos como insumos com valor.

Os benefícios acima são, muitas vezes responsáveis por redução dos custos operacionais das indústrias que optam pela implementação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Em muitas situações, os custos de adequação, com vistas a atender às exigências ambientais, podem trazer benefícios e economias que superam os referidos custos.

Esta nova postura foi um reflexo da criação, pelos poderes legislativos e executivos, de leis e normas restritivas, alavancadas pela formação de uma cultura de maior consciência ambiental pela sociedade.

Por outro lado, o questionamento sobre formas mais eficientes (econômica e

ambientalmente) de obtenção de matérias-primas, processamento de materiais, uso de energia, consumo e destinação de resíduos, tornaram a preocupação com a gestão ambiental imprescindível em grande parte dos setores produtivos em todo o mundo. Na gestão ambiental podemos ainda considerar a gestão dos recursos como outro aspecto de significativa relevância. Tanto os resíduos quanto os recursos, devem ser geridos de forma coordenada, buscando-se o equilíbrio e sustentabilidade do sistema.

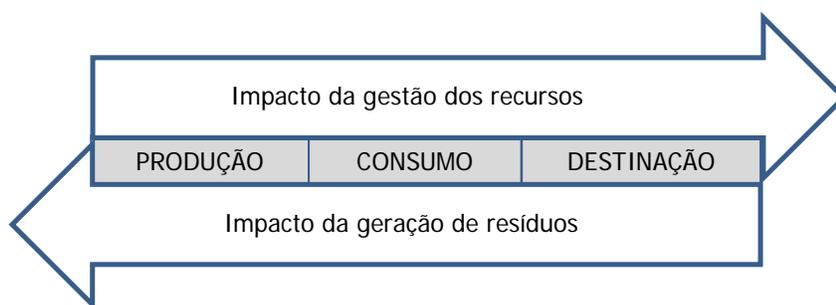


Figura 3.2 A logística reversa e direta no ciclo de vida do produto

A Figura 3.2 representa duas categorias de impactos ao meio ambiente a serem mitigados na logística direta e na logística reversa, a partir da gestão do ciclo de vida do produto: impacto da gestão de recursos e da geração de resíduos.

A gestão de recursos como água, energia e recursos humanos pode ser considerada fonte de dano (impacto negativo) ou benefício (impacto positivo) ao meio ambiente. A demanda energética na cadeia de suprimentos pode ocorrer, por exemplo, em função do aumento da escala de produção: mais produtos sendo produzidos exigem maior dispêndio energético.

Entretanto, o impacto do consumo energético também pode ser considerado segundo a opção pelo uso de fontes energéticas renováveis ou não renováveis. A redução do consumo de água ou energia são exemplos de impactos positivos alcançados por meio de ações que contribuem para melhoria do desempenho ambiental e dos padrões de sustentabilidade.

Por outro lado, a geração de resíduos pode resultar em impactos positivos como a criação de empregos na cadeia reversa ou ainda em danos ambientais por meio da destinação de resíduos recicláveis para aterros. O próprio aumento do número de rotas para a coleta de resíduos é um aspecto que resulta em impacto negativo pelo aumento na geração de emissões atmosféricas.

Cabe ao gestor identificar esses aspectos e optar por ações que favoreçam o equilíbrio para se atingirem padrões satisfatórios de sustentabilidade.

Por intermédio do fortalecimento das normas e códigos de conduta, a responsabilidade empresarial quanto ao meio ambiente deixou de ter apenas característica compulsória para transformar-se em atitude voluntária, às vezes até superando as expectativas da sociedade.

A compreensão e adoção dessa mudança é importante para o setor produtivo brasileiro como um todo, mas é essencial para uma expressiva parcela, que é aquela voltada à exportação.

Situar-se acima de exigências legais, mediante sistemas exigentes de gestão ambiental, deixa de ser apenas uma estratégia preventiva e de obtenção de diferencial competitivo no

mercado. Isto porque as melhorias introduzidas (novos processos e tecnologias) decorrentes do ajustamento da empresa a níveis mais elevados de qualidade ambiental resultam no uso mais racional e produtivo de insumos, reduzindo os custos de produção. Além disso, as mudanças podem gerar novas oportunidades de negócios.

Em relação principalmente aos países desenvolvidos, a gestão ambiental tem respondido de forma eficiente à existência de restrições a produtos ambientalmente inadequados e à atitude de consumidores muito mais conscientes que estão dispostos a pagar mais por produtos ambientalmente mais adequados.

Em relação ao Brasil, as empresas brasileiras passaram também a mudar sua postura, buscando atender às exigências da legislação e das normas ambientais, para se manterem no mercado. Nesse sentido, passaram a adequar seus produtos aos padrões internacionais, que em termos gerais, sugerem que isso aconteça segundo os critérios apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Critérios para a adequação de produtos a padrões ambientalmente sustentáveis.

-
- Reduzido consumo de matéria-prima e elevado índice de conteúdo reciclável;
 - Produção não-poluente e materiais componentes não-tóxicos;
 - Não realização de testes não absolutamente necessários com animais e cobaias;
 - Não produção de impacto negativo ou dano a espécies, principalmente as em extinção;
 - Baixo consumo de energia durante produção, distribuição, uso e disposição;
 - Embalagem mínima ou nula;
 - Possibilidade de reuso ou reciclagem;
 - Períodos mais longos de uso, permitindo atualizações em vez de substituição;
 - Possibilidade de coleta e/ou desmontagem após o uso e
 - Possibilidade de remanufatura ou reutilização.
-

Fonte: Simon, 1992.

A gestão ambiental de sistemas produtivos emergiu, basicamente, a partir da necessidade de adequação de processos às exigências legais nas últimas duas décadas. No entanto, novas adequações agora são necessárias com vistas à implementação de sistemas de logística reversa, conforme regulamentada por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, discutida adiante neste capítulo).

A regulamentação da logística reversa no Brasil

O uso eficiente dos recursos naturais, bem como a redução ou eliminação da geração de resíduos, efluentes e emissões tem sido estudados sob a ótica da sustentabilidade, por intermédio de uma gestão mais ecoeficiente de recursos, processos e infraestrutura.

No entanto, o uso eficiente e sustentável dos recursos naturais ainda encontra-se em situação incipiente em muitos setores produtivos e as iniciativas encontradas tem ocorrido

por força de regulamentação legal. Hoje, no Brasil, existem leis específicas que têm impactado os sistemas produtivos de forma significativa. Abaixo são discutidos brevemente alguns desses mecanismos regulatórios.

Aspectos da regulamentação ambiental no Brasil

Durante a década de 1980 e a primeira metade da década de 1990, a Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938 de 1981, consolidou-se como o principal marco regulatório a tratar do gerenciamento ambiental no país.

A lei, aprovada ainda durante o período do governo militar, mostrou-se um instrumento moderno e inovador em relação aos padrões ambientais então vigentes na América Latina. Ainda assim, as menções no texto da lei ao desenvolvimento socioeconômico, à segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana refletem não apenas as perspectivas do pensamento estratégico militar, mas também a do crescimento ilimitado em detrimento das perspectivas de proteção e de desenvolvimento sustentável.

Na Constituição do Brasil de 1988 foram incluídos artigos específicos a respeito da proteção ao meio ambiente, nos artigos 23 e 225.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, delibera sobre a outorga⁴ e cobrança pelo uso dos recursos hídricos, bem como sobre a compensação dos municípios em que ocorre a exploração de recursos ambientais. Por meio desta lei, foram regulamentados os mecanismos de gestão dos recursos hídricos e também de prevenção da poluição decorrente do lançamento de esgotos e resíduos (líquidos ou gasosos) em corpos hídricos.

A Lei nº 9.605 de 1998, conhecida como a Lei de Crimes Ambientais, regulamenta a aplicação de sanções e multas (proporcionais ao dano causado) para os responsáveis por impactos ambientais e considera a *pessoa física* como responsável pelo impacto ambiental decorrente de atividade industrial.

Por exemplo, o administrador de um empreendimento industrial pode ser penalizado por impactos ambientais decorrentes do gerenciamento ambientalmente inadequado do empreendimento. Por meio da Lei nº 11.445 de 2007 foram instituídas as diretrizes e a Política Nacional para o Saneamento Básico. Por contemplar os processos inerentes ao manejo de resíduos sólidos e ainda especificar o controle social como mecanismo de atuação, essa lei tem relação direta com a logística reversa.

A regulamentação a respeito da inclusão de associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis no processo de gerenciamento de resíduos em larga escala⁵, representou uma evolução. A partir dessa lei o Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) encontrou legitimidade para atuar através da regularização das associações e cooperativas.

A atuação dos catadores ainda aparece no Decreto 5.940 de 2006, que regulamenta a gestão

⁴ As águas são bem inalienável, de acordo com a Lei nº 9.433. Assim, a outorga confere o direito ao uso dos recursos hídricos por período não superior a 35 anos. A renovação da outorga segue parâmetros definidos na própria lei.

⁵ A Lei nº 11.445 de 2007 regulamenta, entre outros assuntos, a atuação de pessoas físicas na catação de materiais recicláveis ou reutilizáveis, por meio de associações e cooperativas.

de materiais recicláveis em órgãos públicos federais. Nesse documento, tais materiais devem ser destinados por meio de associações e cooperativas como forma de inclusão social. Esse aspecto é retomado na Lei 12.305 de 2010, conforme discutido a seguir.

Perspectiva da regulamentação da logística reversa

O principal instrumento regulamentador que define o conceito e a implantação da logística reversa no Brasil é a Lei nº 12.305 de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Nessa lei os produtores, importadores e comerciantes são co-responsabilizados pelos impactos decorrentes da produção, transporte, consumo e destinação de produtos. A redação da PNRS inicia fazendo menção à alteração da Lei de Crimes Ambientais, justamente por enfatizar a imputabilidade de multas e sanções por danos causados por gestão ambientalmente inadequada de resíduos (podendo estes ser, de acordo com a lei, sólidos, líquidos ou gasosos).

Dependendo da forma de uso dos recursos naturais e da forma de destinação de resíduos, a qualidade dos recursos naturais e, portanto, a qualidade de vida da população podem ser seriamente comprometidas.

Por outro lado, a gestão ambiental eficiente evita tanto a exploração abusiva dos recursos como a degradação ambiental. A gestão ambiental torna-se uma necessidade, tanto pela ótica da preservação e melhoria da qualidade de vida, como também pelo uso eco-eficiente dos recursos visando sua preservação para uso das gerações futuras.

Ferramentas que visam a otimização de processos produtivos devem ser adequadas e aplicadas objetivando não só a atender as demandas técnicas e econômicas da produção, mas também as ambientais.

Por quase duas décadas o projeto de lei da PNRS permaneceu em discussão antes de ser aprovado em 2010. Ao longo desse período muitos estados e municípios elaboraram seus próprios mecanismos regulatórios.

Provavelmente a elaboração de regulamentação específica para a gestão de resíduos por iniciativa das cidades e estados, antes mesmo da aprovação de uma Política Nacional, tenha sido resultado de pressão de mercado ou até mesmo de uma maior conscientização ambiental da população.

Dos estados e municípios que apresentam regulamentação da gestão dos resíduos sólidos poucos fazem menção à logística reversa. Alguns desses encontram-se em período de adequação às exigências contidas na PNRS (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 Leis e Decretos sobre destinação de resíduos sólidos

LEI/DECRETO	ESTABELECE
Rio Grande do Sul	
9.921/93	Gestão de resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul.
Paraná	
10.182/92	Todos os produtos acondicionados em recipientes de vidro, plástico, isopor ou latas, fabricados no Estado do Paraná terão na embalagem a aplicação do selo-símbolo: Reciclagem de materiais.
12.493/99	Política para o gerenciamento de resíduos sólidos industriais.
Rio de Janeiro	
2.011/92	A obrigatoriedade da implantação de Programa de redução de resíduos.
2.030/92	O selo-símbolo para a reciclagem de vidro, plástico, latas, papel e papelão, utilizados em embalagens de produtos fabricados no estado do Rio de Janeiro.
3.206/99	Normas e procedimentos para o serviço de coleta, reciclagem e disposição final de garrafas e embalagens plásticas no Estado do Rio de Janeiro.
3.369/00	Normas para a destinação final de garrafas plásticas e outras providências.
4.191/03	Política Estadual de Resíduos Sólidos
Pernambuco	
12.008/01	Política Estadual de Resíduos Sólidos
12.114/01	Recompra, reutilização, reciclagem e descarte de garrafas e embalagens plásticas no Estado de Pernambuco.
35.760/10	Decreto que institui a Comissão Técnica Interinstitucional – CTI, para a gestão regionalizada e consorciada de resíduos sólidos em Pernambuco.
São Paulo	
997/76	Art. 57- Licenciamento para disposição e uso de incinerador ou outro dispositivo para queima de resíduos sólidos.
13.316/02	Coleta, destinação final e reutilização de embalagens, garrafas plásticas e pneumáticos e outras providências.
12.300/06	Política Estadual de Resíduos Sólidos e define diretrizes.
53.323/12	Decreto que aprova o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos⁶ (PNRS) define logística reversa como:

“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”

A destinação de resíduos sólidos, portanto pode incluir alternativas com reaproveitamento ou sem reaproveitamento dos resíduos. Entendem-se por “destinação final ambientalmente adequada” as alternativas de reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético ou ainda outras formas de destinação desde que autorizadas por órgãos competentes, como os que compõem o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). A disposição final, apesar de ser interpretada também como uma possibilidade de destinação, é restrita aos rejeitos, ou seja, refere-se àquela categoria de resíduos que não é passível de reaproveitamento ou tratamento.

A responsabilidade dos agentes envolvidos na cadeia reversa é um aspecto que foi amplamente debatido

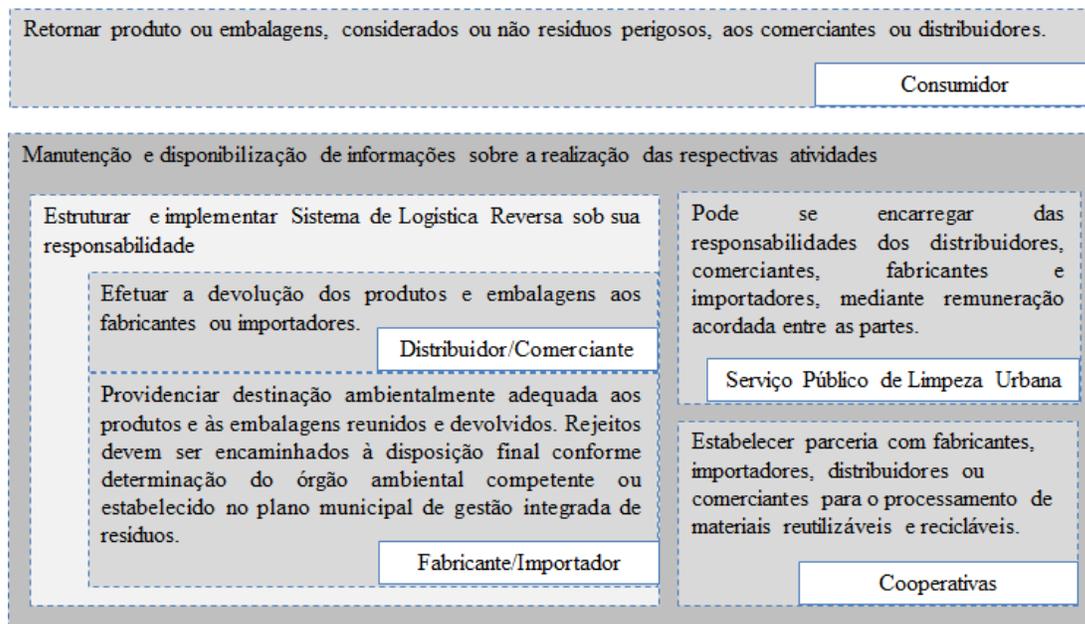


Figura 3.3 Responsabilidades dos participantes da logística reversa, segundo o artigo nº 33 da PNRS.

Com base no entendimento do PNRS, pode-se analisar a influência de cada alternativa na logística reversa. Os rejeitos não podem ser objeto de retorno na cadeia produtiva por serem considerados como incapazes de serem submetidos a qualquer forma de tratamento ou recuperação com tecnologia economicamente viável. Por outro lado, as

⁶ A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi aprovada em julho de 2010 e sancionada em agosto do mesmo ano por meio da Lei nº 12.305. O Decreto nº 7.404, de dezembro de 2010, regulamenta a PNRS.

alternativas de destinação de resíduos são passíveis de serem incluídas nas cadeias que compõem a logística reversa e de ciclo fechado.

Aspectos da implantação da logística reversa

Segundo Leite (2003), a logística reversa é definida e redefinida ao longo do tempo em função de sua crescente importância na estratégia de sustentabilidade e competitividade empresarial. Leite (*op. cit.*) identifica como aspectos motivadores para a implantação da logística reversa na cadeia produtiva:

- a revalorização econômica de componentes ou materiais;
- a prestação de serviços a clientes ou consumidores finais;
- a proteção da imagem corporativa ou da marca; e,
- o cumprimento da legislação.

No entanto, há ainda aspectos que são desafios para a implantação da logística reversa, tais como:

- o custo logístico do retorno de produtos pós-consumo ou resíduos perigosos;
- a localização “pulverizada” dos pontos de descarte e unidades de triagem, o que compromete a eficiência da coleta e processamento;
- a qualidade dos produtos pós-consumo coletados, muitas vezes contaminados com impurezas ou material residual;
- a localização dos centros de reciclagem como aspecto facilitador ou comprometedor no planejamento das rotas de coleta e entrega; e,
- a especialização dos centros de reciclagem por tipo de material como forma de garantir o foco dos processos desenvolvidos.

Centros de reciclagem

O conceito de centro de reciclagem compreende tanto cooperativas a associações de catadores, bem como empresas recicladoras. Entretanto, as atividades desempenhadas em cada centro de reciclagem ocorrem de forma diferente para um mesmo produto. Enquanto a grande maioria das cooperativas de catadores atua no pré-processamento dos resíduos (recebimento, triagem, separação, compactação e enfardamento), há aquelas que chegam a processar determinados tipos de materiais.

Parece haver um movimento consistente no sentido de se estabelecerem “cadeias de suprimento sustentáveis” e “produção ambientalmente responsável”.

Entretanto, racionalmente, poucas empresas investirão em medidas ambientais com o simples propósito de salvar o planeta (Guide et al., 2003). As empresas não existem com essa finalidade e, em última análise, os clientes terão que absorver os custos dessa escolha.

Muitas empresas ainda percebem a gestão ambiental apenas como um custo a ser minimizado e não percebem o potencial interesse econômico como incentivo à ação, por exemplo, como uma oportunidade de explorar novos mercados, reduzir custos ou recuperar valor de produtos e materiais pós consumo.

Em casos nos quais a implantação de soluções de sustentabilidade não apresentam

perspectivas de lucratividade, a única opção plausível de incentivo ocorre por intermédio de mecanismos legais, normalmente com o estabelecimento de prazos para que os negócios e sistemas produtivos se adaptem.

O governo tem tido um importante papel na efetivação da gestão de resíduos sólidos no Brasil. Empresas de países como os Estados Unidos têm gradualmente se interessado mais pela gestão de cadeias reversas por motivações econômicas (Schatteman, 2003, Greeve e Davis, 2011). Para alguns setores produtivos, os volumes de produtos pós-consumo processados naquele país atingem escala que justifica essa motivação econômica.

Por outro lado, na União Européia as empresas têm se motivado pela necessidade de adequação às medidas estabelecidas por meio de instrumentos legais e normativos (Amini e Retzlaff-Roberts, 2000). Um aspecto interessante é a evolução da remanufatura. Enquanto no passado era apenas usual o processamento de produtos com alto valor agregado (como por exemplo, máquinas industriais e veículos), tem se tornado mais frequente o processamento em larga escala de produtos com baixo valor agregado (como por exemplo, latas de alumínio e embalagens plásticas).

Características e impactos da logística reversa

Apesar de perspectivas promissoras, a logística reversa ainda enfrenta desafios importantes.

Um deles é a questão da coleta e recebimento dos materiais pós-consumo. O acirramento da competição global, o encurtamento do ciclo de vida dos produtos, a imposição de restrições legais quanto ao ambiente e a resistência de muitos consumidores em consumir produtos “não-novos” são aspectos que tendem a impactar e tornar mais complexo o gerenciamento dos processos envolvidos e a venda de produtos re-manufaturados. Isso porque ainda não estão bem estabelecidos os processos das cadeias reversas, as políticas de retorno e de marketing & comercialização que garantam níveis mínimos necessários de eficiência, qualidade e aceitação pelo consumidor.

Fica clara a importância da elaboração de modelos de negócio específicos para a gestão efetiva das cadeias reversas que as considerem não exclusivamente como um mal necessário, mas também como oportunidade de negócio lucrativo. Para isso, os gestores têm que ser capazes de quantificar os custos e benefícios econômicos e não-econômicos envolvidos.

Leite (2003) discute alguns dos principais impactos na organização das cadeias reversas de produtos pós consumo. Dentre estes encontram-se as limitações enfrentadas pelo planejamento, instalação e manutenção dos sistemas de logística reversa. Da mesma forma, Dekker et al. (2010) apresenta características específicas da logística reversa que também devem ser avaliadas. A seguir, são apresentadas e comentadas alguns dessas características.

- *características físicas dos produtos descartados*: a heterogeneidade dos produtos, mesmo sendo estes de mesma natureza, dificulta as fases de reuso, teste e triagem. O transporte somente será eficiente com a consolidação das cargas que, por sua vez, necessitam de um efetivo adensamento dos produtos e materiais pós-consumo;
- *incerteza quanto ao fornecimento*: o pouco conhecimento ou inexistência de um padrão a respeito dos padrões de consumo e descarte de produtos pós-consumo

conferem incerteza ao planejamento e ao processo decisório a respeito da elaboração e manutenção dos SLRs. A redução do grau de incerteza obtém-se, basicamente, com a melhoria da previsibilidade do fim de vida útil e do descarte de produtos e materiais pós-consumo. A inconsistente qualidade dos produtos e materiais fornecidos é outro desafio relevante a esse respeito.

- *localização geográfica das origens e destino do produto pós-consumo*: como os produtos pós-consumo apresentam desafios e custos altos de transporte, as atividades logísticas tendem a ser realizadas localmente. Quanto maior o volume e maior o valor agregado, maiores distâncias podem ser percorridas sem comprometimento da viabilidade econômica do processo.
- *projeto de rede reversa*: em função da grande diversidade de produtos centralmente processados em poucas unidades, poucas empresas têm foco em uma determinada categoria de produto. Em geral as empresas recicladoras e cooperativas atuam com grande diversidade de produtos e materiais como forma de obter uma escala viável. Isso afeta positivamente o transporte, possibilitando a consolidação de cargas em menor espaço de tempo. Os SLR pode ser estruturados tanto para um segmento produtivo específico, para um determinado tipo de material ou ainda para uma empresa.
- *grau de centralização dos testes e da triagem*: a necessidade de testes e triagem é uma consequência direta do grau de incerteza dos processos de retorno. Percebe-se que a centralização dessas atividades favorece as economias no transporte e, conseqüentemente, tornam o processo mais eficiente. O estabelecimento de uma rede integrada, local e de fácil acesso é um objetivo desejável.
- *relação entre os fluxos diretos e reversos*: devem-se considerar possíveis sinergias entre diferentes produtos e processos como forma de se otimizar o processo de logística reversa. Enquanto na logística direta há a distribuição a partir de uma ou poucas origens para vários destinos, na logística reversa há a distribuição de muitos pontos de origem para poucos pontos de teste e triagem e, novamente, para muitos pontos de destinação. A sinergia, com uso de cadeias de ciclo fechado melhora os processos diretos e reversos.

Barba-Gutiérrez et al. (2008) argumenta que o cumprimento da diretiva europeia sobre destinação de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) aumentou o número de rotas percorridas para a realização da atividade de coleta e, dessa forma, o impacto disso no consumo de combustível fóssil e emissões atmosféricas comprometeu, em alguns casos, a viabilidade da proposta de sustentabilidade. Os mesmos autores propõem um modelo para avaliar até que ponto seria viável a inclusão de novas rotas sem comprometer o balanço de sustentabilidade ambiental.

Outro ponto relevante e ainda requerendo melhor equacionamento é a questão dos produtos denominados “órfãos”. Esses produtos chegaram ao final de sua vida útil, precisam ser destinados, mas ou as empresas que os fabricaram cessaram suas atividades ou não é possível identificar a marca ou origem do produto.

Cadeias reversas e meio ambiente

Conforme discutido anteriormente neste livro, um desenvolvimento relativamente recente e complementar ao conceito de cadeias reversas compreende a gestão de cadeias de suprimento de ciclo fechado. Dentro deste conceito a reciclagem ganha uma

perspectiva de continuidade por meio de um processo produtivo que reinsere o resíduo (percebido como matéria-prima secundária) na mesma ou em outra cadeia produtiva.

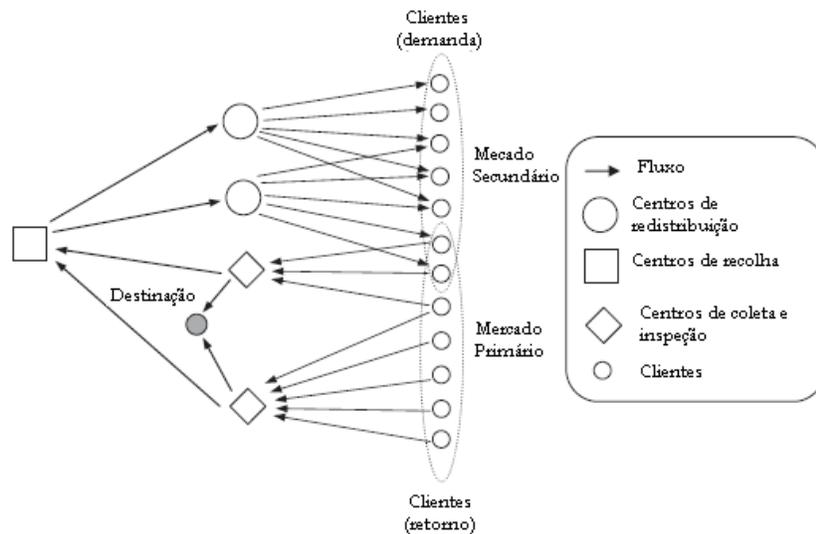


Figura 3.4 Modelo de uma rede de gestão reversa de ciclo fechado.

Fonte: Pishvae et al (2011)

Na Figura 3.4, são exemplificados os principais fluxos em uma cadeia de ciclo fechado. É possível observar nesse modelo a presença de centros de coleta e inspeção, bem como o envolvimento dos consumidores (usuários ou clientes) que auxiliam no recolhimento dos produtos, minimizando custos e agregando valor ao produto ou material pós-consumo, em conformidade com o estabelecido pela PNRS.

Adicionalmente, na avaliação das cadeias reversas há a necessidade de se estabelecerem métricas para análise e comparação dos resultados com parâmetros definidos. O uso de indicadores para a avaliação do desempenho dos SLR podem ser vantajosos na medida em que possibilitam a repetibilidade das análises e são suficientemente flexíveis para aceitarem a atribuição de peso, conforme o cenário priorizado.

Apesar de haver poucos cenários de referência ou parâmetros estabelecidos para a logística reversa, ainda assim, os indicadores podem ser utilizados para análises comparativas de seus próprios resultados ao longo do tempo – servindo, inclusive, como modelo para o estabelecimento de critérios de referência.

Como exemplo, considere hipoteticamente a comparação dos SLR de duas empresas. A empresa A pode ser num certo momento, superior à empresa B em termos de atendimento a requisitos legais e estabelecimento de políticas de geração de emprego.

Acompanhando a avaliação de desempenho dessas empresas ao longo do tempo, considerando-se o mesmo conjunto de indicadores, pode ser possível identificar que, apesar de as empresas terem num momento futuro o mesmo desempenho quanto ao atendimento dos requisitos legais, a empresa B não gerou postos de trabalho uma vez que optou por automatizar o processo de reciclagem de seus resíduos.

Nesse cenário, apesar de a empresa B não ter atingido excelência em relação ao desempenho “social”, segundo os critérios considerados, ela obteve vantagem competitiva ao investir na gestão automatizada de seus resíduos, podendo ser bem avaliada segundo os indicadores de mercado.

A seguir são apresentadas considerações a respeito da avaliação da eficiência social, ambiental e econômica na gestão de SLR.

Indicadores de desempenho social

O desempenho social das cadeias reversas pode ser avaliado, principalmente, pela atuação de catadores, ou ainda, pela geração de postos de trabalho. A atuação dos catadores e cadeias reversas é fortemente amparada por instrumentos legais. No entanto, na própria PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) há restrições a respeito da atuação dos catadores na gestão das seis categorias de resíduos considerados perigosos. Além disso, em alguns casos, há também limitações de ordem técnica.

Como exemplo de indicadores de eficiência social, o número de empregos gerados, o volume de resíduos processados ao longo do tempo e os custos operacionais devem ser considerados na tomada de decisão para a operacionalização da logística reversa.

Indicadores de desempenho ambiental

O desempenho ambiental das cadeias reversas pode ser avaliado basicamente por meio do monitoramento das emissões, consumo energético e consumo de água.

Conceitualmente, os indicadores ambientais para avaliação da logística reversa avaliam impactos positivos relacionados a gestão de recursos e de resíduos. No entanto, há ainda a possibilidade de impactos negativos da logística reversa como, por exemplo, a ampliação das rotas percorridas para a recolha de produtos e materiais residuais que, por sua vez, podem resultar no aumento do consumo de combustíveis e, proporcionalmente, no aumento das emissões atmosféricas de poluentes.

Como se busca o equilíbrio entre a prática ambiental e a eficiência do processo, os indicadores tem grande relevância no monitoramento ambiental da cadeia reversa. No entanto, não existem suficientes parâmetros de comparação estabelecidos no Brasil. Nesse sentido, nas diretivas da comunidade europeia que abordam a reciclagem de materiais são estabelecidos percentuais de recolha e de reciclagem para os materiais pós-consumo.

Indicadores de desempenho econômico

Os indicadores ambientais e econômicos são relacionados entre si. Muitas medidas de redução de impacto ambiental resultam em redução de custos, seja pela reutilização de resíduos como insumos ou pelo impacto evitado.

Os indicadores dessa categoria tendem a acompanhar as exigências do mercado como, por exemplo, os critérios para a certificação pela ISO 14.001 que, por sua vez, estão vinculados aos mecanismos regulamentadores. Desta forma, pode-se afirmar que a regulamentação ambiental tem impacto no desempenho financeiro das organizações produtivas.

No processo decisório indicadores como custo da coleta, do pré-processamento e valores recebidos com a venda dos materiais devem ser comparados com o custo da destinação, por exemplo.

Por outro lado, diferentemente dos processos usuais de gestão ambiental ou gestão de resíduos, a logística reversa traz retorno financeiro por meio da valorização dos resíduos. As etapas primárias de recolha, triagem e desmontagem agregam valor ao resíduo e possibilitam a sua venda. Por este motivo, empresas de grande porte tem

investido na logística reversa de seus próprios produtos.

Em outras palavras, a gestão de resíduos que, num primeiro momento representava custo para as organizações, por meio da logística reversa, passam a gerar retorno por meio de ações com repercussões sustentáveis.

Etapas do sistema de logística reversa

A seguir são detalhas as principais etapas de um sistema de logística reversa, com ênfase para a etapa de desmontagem. Na parte II o tema será aprofundado.

Coleta

Etapas de grande importância para a logística reversa. Os volumes de resíduos coletados ou recebidos pelos centros de reciclagem são monitorados e servem como importantes indicadores para a avaliação da viabilidade econômica e sustentabilidade da logística reversa como um todo.

A definição dos pontos geradores de resíduos, o conhecimento técnico para distinção entre tipos de produtos e respectivos materiais, bem como a identificação das melhores rotas para o deslocamento eficiente de carga de materiais pós-consumo são alguns dos quesitos a serem considerados na fase de coleta.

Ações de estímulo ao descarte de produtos e materiais obsoletos também são importantes para a efetividade da logística reversa.

Deve-se considerar entretanto o “consumo sustentável” para que não se estimule excessivamente o consumo apenas como forma de atingir metas de destinação. Ao contrário, pode-se argumentar que, do ponto de vista de sustentabilidade, deve-se incentivar o prolongamento da vida útil dos produtos, desde que sejam minimamente energeticamente eficientes.

Resíduos que são coletados ou recebidos em pequenas quantidades e com grande espaço de tempo entre recebimentos podem ser economicamente inviáveis, enquanto resíduos movimentados em maior escala tendem a ser mais viáveis e ter maior aceitação no mercado da reciclagem.

No segmento da remanufatura são mais interessantes os produtos ou peças que apresentam menos desgaste e maior potencial de funcionalidades. Para que estas características possam ser determinadas, equipamentos e materiais pós consumo precisam ser testados.

Teste

Consiste na avaliação da possibilidade de reuso de determinado produto mesmo após sua descaracterização, mas antes de sua desmontagem. O reuso implica no prolongamento da vida útil de produtos pós-consumo e, por isso, é considerado uma prática desejável de destinação.

Desmontagem de produtos e componentes

A análise, o projeto e a gestão da cadeia reversa podem ser mais complexas do que da cadeia direta. Enquanto a cadeia direta considera a entrada, processamento e

distribuição de produtos e serviços, na cadeia reversa parte-se do pressuposto de que determinados tipos de resíduos podem subsequentemente servir como insumos podendo ser considerados para três finalidades:

- Restauração de partes, peças e componentes;
- Desmontagem priorizando o reprocessamento por intermédio de reciclagem, remanufatura, reuso ou outra forma de re-inserção na cadeia produtiva e,
- Destinação por meio da incineração ou disposição final em aterros.

Quando produtos são retornados após o consumo, talvez a etapa mais relevante seja a sua desmontagem que pode agregar ou reduzir o valor de materiais e componentes.

A desmontagem de tubos de raios catódicos (CRT) ou de pilhas e baterias, por exemplo, representam risco de contaminação e dano ambiental. Por isso, para esses casos é fundamental a manutenção da integridade dos produtos até a destinação final.

A desmontagem é fundamental em outros casos, por exemplo, no de móveis, veículos e embalagens, para agregar valor ao material a ser destinado.

Há produtos pós-consumo que requerem maior capacitação técnica e conhecimento do produto na desmontagem, como é o caso de geladeiras que podem liberar o poluente gás CFC (clorofluorcarbono) quando da desmontagem, bem como de equipamentos eletromédicos (Boxe 3.4).

BOXE 3.4 Risco na desmontagem de equipamentos eletroeletrônicos.

Em setembro de 1987 ocorreu em Goiânia (GO) o maior acidente radiológico do Brasil a partir da contaminação por Césio 137 de um equipamento do tipo eletromédico. O acidente foi resultado da abertura de uma máquina de radioterapia por catadores. Os resultados foram devastadores e sem precedentes no país. O objetivo principal, por meio de ações emergenciais, naquele momento era se desfazer da substância radioativa e de todo material contaminado por ela. Todo material contaminado passou a ser considerado rejeito tóxico por poder causar dano à saúde.

Como solução, foi instalada uma área de depósito no município de Abadia de Goiás, localizado na Região Metropolitana de Goiânia. Esse é o único depósito de lixo radioativo do Brasil, onde também se encontra instalada uma unidade da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). Mais de 700 técnicos atuaram em medidas mitigadoras do impacto ambiental naquele caso. O material radioativo principal pesava apenas 19 gramas e resultou na contaminação de cerca de 40 mil toneladas de rejeito.

A causa do acidente foi, em primeira instância, a abertura e manipulação de um equipamento médico sem o devido conhecimento por parte dos catadores. Esse tipo de procedimento ainda ocorre em menor escala para outros segmentos, como é o caso da contaminação por óleo residual de equipamentos pós-consumo.

As bifelinas policloradas (PCBs) tem alto potencial tóxico. Seu comércio, importação e produção são proibidos no Brasil desde 1981. Ainda assim, há equipamentos no país que operam com o uso desse tipo de óleo. Usados principalmente em transformadores, capacitores, fluidos hidráulicos e isolantes térmicos, estima-se que haja cerca de 70 mil toneladas desse tipo de óleo no país.

No entanto, o desconhecimento sobre os impactos potenciais e o processo de destinação adequada preocupam as autoridades que estão atuando na consolidação de parcerias para a coleta de dados e elaboração de análises estatística sobre os materiais e equipamentos a serem devidamente destinados.

A desmontagem é uma técnica que tem sido amplamente estudada e é conhecida em língua inglesa como *disassembling*. A forma de destinação planejada para o produto determinará a forma de desmontagem a que deverá ser submetido. A definição da forma de desmontagem requer considerações a respeito do tempo, recursos e processo de destinação mais adequado. Suponha que um equipamento hipotético, representado na Figura 3.4, possa ser submetido a algumas sequências para sua desmontagem:

- (1) J1 – J3 – C3 – J2 – C1 – C2
- (2) J3 – J1 – C3 – J2 – C1 – C2
- (3) J3 – C3 – J2 – J1 – C1 – C2

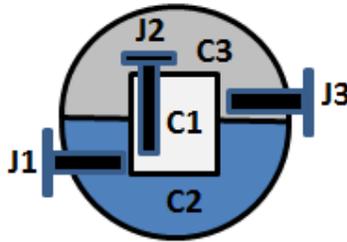


Figura 3.4 Ilustração de alternativas para desmontagem de um equipamento.

Supondo que o equipamento acima fosse um televisor, dependendo da forma de desmontagem, alguns circuitos, componentes ou materiais poderiam ser danificados de modo irreversível caso a seqüência de desmontagem fosse muito distinta da seqüência original de montagem do produto. Assim, conhecer o processo de montagem do produto pode viabilizar destinações que permitam a preservação e reutilização de peças ou até mesmos módulos inteiros de um determinado produto.

O uso de ferramentas adequadas também colabora para a desmontagem, reduzindo o tempo do processo. Furadeiras e parafusadeiras elétricas são exemplos de ferramentas amplamente utilizadas.

Separação

Separação, segregação ou triagem podem ser considerados sinônimos na etapa de seleção de componentes e materiais resultantes de processos parciais ou completos de desmontagem.

Essa etapa compreende a separação para acondicionamento e posterior destinação de diferentes materiais separados por tipo, com vistas a agregar valor aos mesmos. A agregação dos materiais, por sua vez, permite a composição de lotes mínimos que tornem o processamento economicamente viável.

Destinação

Conforme o tipo, quantidade, localização e respectivos requisitos legais, o material é avaliado e encaminhado para uma destinação adequada. Dentre as possibilidades de destinação estão: reuso, recondicionamento (manutenção de partes e peças), canibalização (desmontagem e retirada de peças e componentes para aproveitamento em outros equipamentos), remanufatura (desmontagem, recondicionamento e revenda de partes, peças e equipamentos), reciclagem e incineração.

Disposição final

Os produtos ou materiais que não apresentam qualquer funcionalidade ou possibilidade de reinserção na cadeia de suprimentos são encaminhados para aterros. Essa é uma solução que deve ser adotada após consideração das outras alternativas de destinação: reuso, reciclagem, remanufatura e recondicionamento.

Referências

- AMINI, M. M. E RETZLAFF-ROBERTS, D., 2000. Reverse Logistics Process Reengineering: Improving Customer Service Quality. White Papers, 2003. The University of Memphis. Bayles. The Role of Reverse Logistics. Prentice Hall PTR.
- BONFÁ, M.H.P., 2011. Diesel S10: impacto sobre o rendimento do parque de refino brasileiro em 2020 e propostas mitigadoras. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. UFRJ/COPPE, 2011. 143 p.
- BRASIL, Decreto nº 5.940, 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.
- BRASIL, Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2012. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
- BRASIL, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.
- BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- BRASIL, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.
- BRASIL, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.
- CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO CENTRO-OESTE - CRCN-CO, 2012. Disponível em: <http://www.crcn-co.cnen.gov.br/>. Acesso em novembro de 2012.
- CERQUEIRA, M.H. Placas e telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens Tetra Pak. pp. 32. 2000.
- COCA-COLA BRASIL, 2012b. Disponível em: http://www.cocacolabrazil.com.br/release_detalhe.asp?release=220&Categoria=30 Acesso em novembro de 2012.
- COCA-COLA BRASIL. 2012a. Embalagens sustentáveis. Disponível em: <http://www.cocacolabrazil.com.br/conteudos.asp?item=1&secao=48&conteudo=141>. Acesso em novembro de 2012.
- DEKKER, R., FLEISHMANN, M., INDERFURTH, K, Van WASSENHOVE, L.N.

- Reverse Logistics: Quantitative Models for Closed-Loop Supply Chains. Ed. Springer, pp. 436, 2010.
- GREEVE, C. E DAVIS, J., 2011. Recovery Lost Profits by Improving Reverse Logistics. UPS. Disponível em: http://www.ups.com/media/en/Reverse_Logistics_wp.pdf. Acesso em novembro de 2012.
- HERRERA, J.A.Q. Aplicação da climatologia dinâmica ao estudo do comportamento térmico das edificações, caso específico: telhas produzidas a partir da reciclagem de caixas acatonadas. Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação de Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. 2008.
- LEITE, P.R. Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade. Ed. Pearson: São Paulo, pp. 250, 2003.
- MARTINS, H.M. Gerenciamento Ambiental dos Frascos de Óleo Lubrificante Automotivo . Simpósio de Engenharia de Produção. SIMPEP, 2005. pp. 12.
- MBP, 2012. Metalúrgica Barra do Piraí. Disponível em: http://www.mbp.com.br/site_grupo/. Acesso em outubro de 2012.
- MME, 2009. Relatório Técnico 54 – Perfil do enxofre. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P29_RT54_Perfil_do_Enxofre.pdf. Acesso em janeiro de 2013.
- MORENO, F.N. Tratamento de Efluentes de uma Indústria de Reciclagem de Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes: Processo Biológico e Físico-Químico . Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, pp. 157, 2007.
- PAREDES, F. Uma questão de cobertura. Sustentabilidade Social. Disponível em: <https://www.revistaconstrucaoenegocios.com.br/materiais.php?FhIdMateria-218> Acesso em agosto de 2012.
- PIRES, A.S. (2004) Reciclagem de frascos plásticos de postos de gasolina. Jornal de Plástico. Disponível em: http://www.sfipec.org.br/iel/bolsaderesiduos/Artigos/Artigo_Reciclagem_de_Plasticos.pdf. Acesso em outubro de 2012.
- Rogers, D.S. e Tibben-Lembke, R.S., 2006. Returns management and reverse logistics for competitive advantage. Monograph, Vol 3, CSCMP Explores...Council of Supply Chain Professionals, Oak Brook, IL, pp. 1-15.
- SCHATTEMAN, O. 2003. Reverse logistics. In Handbook of supply chain management. Aldershot: Gower Publishing.
- TRANSPARENCY MARKET RESEARCH, 2010. Global Polyethylene Terephthalate (PET) Value Chain Market Analysis (Ethylene, PET, PET Packaging) - Industry Analysis, Market Size, Share, Trends, Growth And Forecast, 2010 – 2016. Disponível em: <http://www.transparencymarketresearch.com/>. Acesso em novembro de 2012.

Parte II

Aspectos estratégicos e operacionais da logística reversa

Capítulo 4

A atuação de associações e cooperativas em SLR

Os catadores de materiais recicláveis tem encontrado significativo respaldo para atuarem por meio de políticas públicas elaboradas recentemente pelo governo brasileiro. No entanto, apesar de ser uma profissão reconhecida e fundamental para a gestão de resíduos, ainda possui poucos profissionais qualificados em segmentos específicos de atuação. Nesse capítulo são discutidas as especificidades de algumas cadeias reversas, bem como algumas das razões para a limitação da ação de catadores em setores produtivos específicos. Este capítulo visa responder às seguintes perguntas:

- Qual a importância da atuação dos catadores na logística reversa no Brasil?
- Como está regulamentada a atuação dos catadores no Brasil?
- Quais os principais desafios enfrentados pelos catadores?
- Quais as limitações para a atuação dos catadores?

A atividade de catação

A motivação para a implantação de sistemas de gerenciamento de resíduos ou, mais especificamente, programas de gestão de materiais recicláveis no Brasil se deu a partir de leis que favorecem a organização e a atuação dos catadores por meio do estabelecimento de associações e cooperativas.

Segundo dados de relatório do Banco Mundial (Hoornweg e Bhada-Tata, 2012), a indústria da reciclagem tem, mundialmente, mais de dois milhões de catadores trabalhando na informalidade. O Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) consiste em um movimento social que defende os interesses dos catadores de forma independente e com foco no controle da cadeia da reciclagem por parte dos trabalhadores segundo modelos de auto-gestão (<http://www.mnrc.org.br>). De acordo com o MNCR estima-se que 800 mil catadores atuem no Brasil em 2013, dos quais 65 mil são filiados ao MNCR.

Em pesquisa divulgada em 2008, o IBGE verificou que cerca de 8% dos 5.565 municípios brasileiros reconhecem a participação de catadores na coleta seletiva por meio de associações e cooperativas. Além disso, 5% dos municípios reconhecem a participação desses catadores trabalhando de forma independente ou não formalizada.

A atuação de catadores de materiais recicláveis, uma atividade característica dos países em desenvolvimento e pouco observada nos países desenvolvidos, já usava a lógica de logística reversa antes mesmo de o termo ter sido cunhado, da área ter sido amplamente estudada no meio acadêmico e antes de se articularem os seus primeiros mecanismos regulatórios.

A atividade ocorre de forma espontânea e motivada por condições de extrema pobreza ou exclusão social em que algumas pessoas vivem. Esses indivíduos têm na destinação de resíduos a oportunidade de obtenção de recursos mínimos para uma sobrevivência digna.

Os catadores podem atuar de forma autônoma ou cooperada. De forma autônoma, esses trabalhadores têm maior liberdade de horário e área de atuação. Por outro lado, os

catadores cooperados têm horário mais rígido, áreas definidas para a catação e maior previsibilidade a respeito dos volumes que processarão ao longo do mês. Em outras palavras, há maior *incerteza e flutuação* dos valores obtidos com a venda de material reciclado por catadores autônomos que pelos cooperados.

Apoio institucional à atividade de catação

A Lei nº 11.445 de 2007, que estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), é o primeiro instrumento regulamentador no país a respaldar a atuação de catadores que atuem por meio de associações e cooperativas legalmente constituídas.

Essa lei altera mecanismos de licitação *em favor* das associações e cooperativas, dispensando-as do processo licitatório. Em seu Art. 57 a referida lei altera a Lei nº 8.666 de 1993 que estabelece a regulamentação das licitações e contratos administrativos no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. A referida lei, em seu Art. 24, considera a dispensa de licitação:

“na contratação da coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis, em áreas com sistema de coleta seletiva de lixo, efetuados por associações ou cooperativas formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda reconhecidas pelo poder público como catadores de materiais recicláveis, com o uso de equipamentos compatíveis com as normas técnicas, ambientais e de saúde pública.” (Lei nº 8.666 de 1993, inciso XXVIII, Art. 24).

A PNSB autoriza a isenção de processo licitatório na contratação de serviços de coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis desde que efetuados por associações e cooperativas de catadores.

Essa mesma lei, em seu Art. 10, ainda legitima a atuação de associações e cooperativas atendendo atividades de saneamento básico em condomínios e em “localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários” sem a exigência de formalização de contrato.

É importante ressaltar que tanto a PNSB, quanto o Decreto nº 5.940 de 2006 (que regulamenta o descarte de materiais recicláveis por órgãos públicos federais) e a PNRS enfatizam a gestão de materiais recicláveis por meio da atuação de catadores *cooperativados* ou *associados*.

Durante a década de 90 e os anos 2000 o Brasil figurava, para orgulho dos brasileiros, como o país com melhor colocação no ranking mundial de percentual de coleta e reciclagem de latas de alumínio pós-consumo.

No entanto, a constatação de que a “liderança” era resultado da situação de miséria na qual se encontrava uma parcela significativa da população levou a uma reanálise do caminho trilhado.

Os percentuais brasileiros de reciclagem de latas de alumínio são hoje ainda mais expressivos, com muitos catadores organizados em associações e cooperativas, nas quais trabalham sob condições mais dignas e passíveis de organização segundo critérios básicos de produção industrial.

Praticamente 97% das latas de alumínio consumidas no país é reciclado. Conforme dados divulgados pela Associação Brasileira de Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (ABRALATAS), verifica-se que o Brasil supera países como Japão, Argentina, Estados Unidos e países da Europa na reciclagem de alumínio (Figura 4.1).

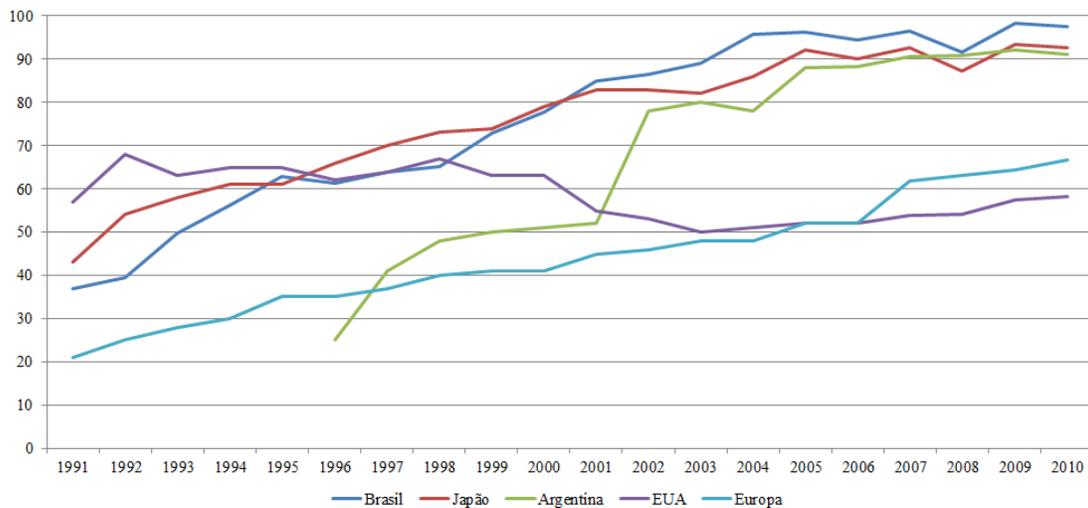


Figura 4.1 Índices de reciclagem de latas de alumínio para bebidas de vários países, de 1991 a 2010 (%)

Fonte: Abralatas, 2011.

Enquanto em países como Estados Unidos e Japão a reciclagem ocorre por motivos mais associados à conscientização ambiental, a aspectos culturais ou ao potencial tecnológico, em países como o Brasil os altos índices de reciclagem na última década refletem basicamente a condição social e econômica na qual significativa parcela da população se encontra.

Diferentemente dos países desenvolvidos, alguns países da América Latina, Ásia e África possuem mão-de-obra disponível para a atividade de catação de material reciclável. Entretanto, apesar de a atividade de catação ser legalmente regulamentada no Brasil, muitos trabalhadores da catação ainda não são reconhecidos formalmente e sequer contam com condições mínimas de infraestrutura, treinamento e equipamento de proteção para a execução das tarefas.

As condições de insalubridade nas quais atua grande parcela desses trabalhadores levam à frequente ocorrência de doenças, tendo isso como uma das consequências, a queda da produtividade.

De acordo com dados da Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), o consumo per capita de alumínio no Brasil foi de 5,0 kg/hab.ano em 2007, considerando-se nesse montante o total estimado para todas as aplicações, como equipamentos e componentes, artefatos da construção civil e embalagens.

Este valor é bastante expressivo, considerando-se que a média de descarte total de resíduos por habitante (alumínio e outros) é de aproximadamente 380 kg/hab.ano, dos quais cerca de 340 kg/hab.ano são coletados, segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2011).

Custos da atividade de coleta de resíduos sólidos urbanos

A partir dos valores divulgados nesse mesmo estudo de 2011, considerando-se o investimento dos municípios na gestão de resíduos sólidos urbanos, o custo médio pago pela coleta de resíduos no país equivale a cerca de R\$ 45,00 anuais por habitante, enquanto para os demais serviços de limpeza urbana o brasileiro chega a pagar, em

média, pouco mais de R\$ 67,00 anuais. Os demais serviços incluem a destinação final dos resíduos e ainda serviços de varrição, capina e manutenção de áreas urbanas.

Esses valores refletem o alto custo logístico da coleta e do transporte dos resíduos que podem superar 40% das despesas com a destinação, conforme os valores apresentados pela ABRELPE (2011). Nesse contexto, a atividade de catação surge como uma alternativa interessante para o poder público, em termos financeiros.

Outro dado que confirma que a catação tornou-se uma opção atraente de trabalho profissionalizado e produtivo é o estabelecimento conjunto de metas de produtividade junto a compradores de material reciclado.

Empresas de médio e grande porte, como Suzano, Tetrapak e Klabin já trabalham com cooperativas brasileiras há vários anos, negociando e comprando material reciclável a ser realimentado na mesma ou em outra cadeia produtiva.

BOXE 4.1. A atuação dos catadores na gestão de embalagens longa vida

Um exemplo bastante recente da atuação efetiva de catadores na gestão de materiais é a gestão de embalagens longa vida pela Cooperativa de Catadores de papel, papelão, aparas e materiais reaproveitáveis (COOPAMARE). A COOPAMARE é a mais antiga cooperativa de catadores do país, atuando desde 1989 e membro da Rede Catasampa, um conglomerado de 15 cooperativas e associações de catadores que atua segundo princípios de economia solidária e cidadania.

Na COOPAMARE são recebidas as embalagens longa vida coletadas ou doadas e segue-se o pré-processamento. Essas embalagens são prensadas e formados os fardos para transporte. A cada lote formado com, pelo menos 300 quilos, a cooperativa entra em contato, por exemplo, com a Natura e a Suzano que se responsabilizam pelo recolhimento do material pós-consumo. O material é encaminhado à produtora Tetrapak, responsável por sua destinação. É um fluxo bastante eficiente e promissor, em escala, tipificando a atuação das redes de cooperativas e associações.

Esse processo é eficiente nas etapas subsequentes ao enfardamento. No entanto, para que as embalagens sejam prensadas e enfardadas há a necessidade de recebimento de uma quantidade mínima. Leva cerca de três meses para os cooperativados atingirem a quantidade de embalagens necessárias para tornar o transporte economicamente viável. Durante esse período os cooperativados são obrigados a armazenar as embalagens. Grande parte das embalagens é destinada sem qualquer tipo de limpeza e, por este motivo, o resíduo das embalagens longa vida deterioram-se e resultam na proliferação de vetores de doenças, comprometendo a qualidade ambiental na etapa de armazenagem.

Há cooperativas que chegam a recusar esse tipo de material em função do baixo valor pago (cerca de R\$ 0,25 por quilo) em relação a outros materiais e do impacto causado pela armazenagem. Uma solução possível seria a lavagem das embalagens recebidas. No entanto, para se ter um processo de lavagem seria necessário o licenciamento para a instalação de uma unidade de tratamento de efluentes na cooperativa, o que não é possível de acordo com os órgãos ambientais, uma vez que as cooperativas são limitadas a atuar no pré-processamento dos resíduos sem a instalação de estações de tratamento desses resíduos.

Dessa forma, o ganho para os catadores na destinação de embalagens longa vida pós-consumo ocorre apenas para grandes volumes. A opção pela gestão em rede de cooperativas é uma alternativa plausível, já adotada em grandes centros urbanos.

Regulamentação da atividade da catação

Um dos desafios das cooperativas é quanto à exigência de cumprimento de carga horária e dedicação por parte dos cooperados. Apesar de os próprios cooperados acordarem mecanismos de remuneração compatíveis com o desempenho e proporcional à dedicação, nem sempre os cooperados cumprem o que foi definido. A evasão e a falta de capacitação são outros aspectos relevantes que comprometem a organização.

O aumento relevante da coleta e processamento de materiais nas economias emergentes por meio da informalidade é um indicador das características singulares do gerenciamento de resíduos nesses países (MEDINA, 2000).

Apesar da consolidação de cooperativas a associações em vários países, muitas dessas ainda não encontram-se legalmente instituídas. Dentre os países pertencentes ao G-20 (grupo informal de 19 países mais a União Européia, que tem representantes no Fundo Monetário Internacional e no Banco Mundial), os que mais se destacam por apresentarem ações bem sucedidas com a atuação de catadores são Brasil, México, Filipinas, Índia e Indonésia (SEMBIRING e NITIVATTANANON, 2010).

Atividade de catação em países emergentes

Na maioria dos países latino-americanos e em alguns países asiáticos e africanos, a gestão de resíduos conta com a atividade de catadores de forma voluntária. A atividade desses trabalhadores passou a ser regulamentada apenas recentemente, com a elaboração de leis em uma parcela significativa dos países latino-americanos.

A Tabela 4.1 apresenta uma análise dos principais instrumentos regulamentadores da atividade dos catadores na América Latina.

Tabela 4.1 Legislação inclusiva da atuação do catador em alguns países latino-americanos

País	Legislação	Escopo
Uruguai	Decreto nº 24.542 de 1990 Lei nº 17.849 de 2004	Permite a atuação de catadores na operacionalização da gestão de embalagens não retornáveis.
Argentina	Lei nº 1854 de 2005	Estabelece critérios para a gestão de resíduos e especifica que aqueles que manuseiem os resíduos devem observar regulamentação sobre segurança e saúde.
Brasil	Decreto nº 5.940 de 2006 Lei nº 11.445 de 2007 Lei nº 12.305 de 2010	Inclusão de catadores na cadeia da reciclagem de materiais recicláveis.
Colombia	Lei nº 1259 de 2008 Lei nº 1466 de 2011	Regulamenta a gestão de resíduos por meio da cultura de separação e estímulo à atividade de catação.
Peru	Lei nº 29.419 de 2009	Reconhece a atuação do catador e formaliza e integra sua participação nos Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos do país.

Bolívia	Projeto de Lei de agosto de 2012	Estabelece critérios para a atuação dos catadores.
---------	----------------------------------	--

O Uruguai reconhece a atuação dos catadores desde 1990, por meio de um decreto específico, enquanto o Peru promulgou uma lei específica a respeito do reconhecimento da atuação dos catadores, em 2009. O Brasil desenvolveu um conjunto de leis que prioriza a atuação de catadores de materiais recicláveis por meio de associações e cooperativas legalmente constituídas.

Bidegain (2011) descreve o fluxo de gestão de resíduos por catadores no Uruguai. Segundo essa descrição, similar àquela de outros países latinoamericanos, verifica-se a interação entre os consumidores (coleta), indústrias da reciclagem (destinação para a reciclagem) e poder público (destinação em aterros). No entanto, não está claramente definida a atuação da indústria produtora (Figura 4.2).

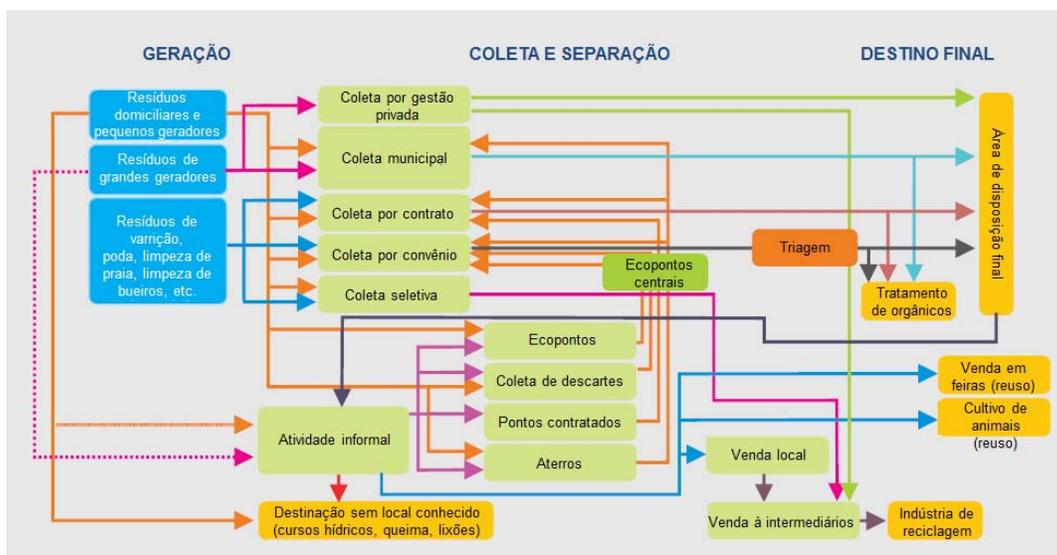


Figura 4.2 Diagrama dos processos dos resíduos sólidos.

Fonte: Traduzido a partir de Bidegain, 2011.

A integração com produtores, ainda que indiretamente, pode representar ganhos significativos tanto para os que operacionalizam quanto para os gestores dos ciclos reversos. Um exemplo é a interação com indústrias como Tetrapak e Natura, mencionadas anteriormente (veja Boxe 4.1), na gestão de embalagens do tipo longa vida.

Na Índia, a Política Ambiental Nacional, estabelecida em 2006, reconhece o setor informal e incentiva a coleta e reciclagem de resíduos.

Na China foram desenvolvidos mecanismos para o licenciamento dos catadores (Chaolin, 2012), porém essa proposta não parece ter sido eficaz já que apenas 80 catadores aderiram ao licenciamento no país.

Em Pequim, por exemplo, desde 2005, foram licenciados cerca de 80 catadores de um total de 200 mil existentes naquela cidade. Os diferentes países estão experimentando soluções para a atuação dos catadores no gerenciamento de seus resíduos sólidos. Esse modelo de organização social requer o amadurecimento dos mecanismos regulamentadores, bem como sua adequação às práticas de negociação de materiais

recicláveis.

Castells (1999), em estudo sobre organizações sociais emergentes, conclui que:

“Nosso estudo sobre as estruturas sociais emergentes, nos domínios da atividade e da experiência humana, leva a uma conclusão abrangente: como tendência histórica, as funções e os processos dominantes na era da informação estão cada vez mais organizados em torno de redes. Redes constituem a nova morfologia social da nossa sociedade.” (Castells, 1999, p.497).

Alguns estudos já evidenciam aspectos da formação de redes de cooperativas de catadores de materiais recicláveis (Vieitez e Dal Ri, 2000; Novaes, 2004). A esse respeito, Dias (2009) apresenta a abordagem de redes de cooperativas, sob a ótica da Economia Solidária, nas cidades de São Paulo e Belo Horizonte. Esse último estudo buscou analisar a cooperativa como solução para a exclusão social e conclui, entre outros aspectos, que:

“a reciclagem no Brasil só se fez possível, em grande escala, quando o recolhimento e a separação dos resíduos se mostraram tarefas viáveis e de baixo custo. Isto é, já no seu nascedouro era uma atividade realizável por trabalhadores cuja remuneração compensasse investimentos em tecnologia para o surgimento do setor da reciclagem.” (Dias, 2009).

Aspectos como a vulnerabilidade socioambiental e a baixa qualificação daqueles que atuam em cooperativas e associações acabam impactando indiretamente o custo de produção nesse segmento. Com isso cria-se de certa forma uma concorrência desleal com a indústria da reciclagem, mas uma solução para o fenômeno da exclusão social. Daí as principais críticas do mercado.

Assumindo que os mercados se formam a partir de interesses econômicos e relações sociais, as cooperativas passam a atuar de forma integrada com o objetivo de potencializar os ganhos econômicos e atender demandas sociais.

As cooperativas de catadores, ao se articularem em rede, possibilitam a obtenção de matéria-prima em volumes e tempos compatíveis com a dinâmica das linhas de produção. Geralmente as cooperativas trabalham com um *mix* de materiais residuais que, em determinado casos, nem chega a ser todo convertido em matéria-prima secundária.

Parte do volume recebido ainda é encaminhado a aterros por falta de composição de um volume mínimo que venha a interessar à indústria da reciclagem. Não é economicamente viável para a indústria da reciclagem disponibilizar o transporte para coletar pequenas quantidades de insumo em um grande número de cooperativas.

Por isso, nos acordos firmados (na maior parte das vezes, informalmente) essas indústrias estipulam os volumes mínimos para a compra e retirada do material pós-consumo.

A diversidade de materiais processados nas cooperativas não significa que elas possuam alta capacidade de processamento, mas que de fato há o recebimento de uma ampla variedade de resíduos que requer triagem e enfardamento para se atingirem os volumes necessários para serem estocados até que a indústria recicladora os recolha.

Ou seja, as cooperativas atuam como unidades de pré-processamento (triagem,

compactação e enfardamento) e armazenagem.

Mesmo as indústrias que operam em cadeias reversas com reciclagem ou acondicionamento de materiais e produtos pós-consumo necessitam do fornecimento de insumos (nesse caso, os resíduos) com algum grau de previsibilidade para o planejamento do processo produtivo.

É justamente nesse aspecto que a operação em rede mostra-se mais vantajosa para os membros da cadeia. A gestão de resíduos a partir de uma organização maciça de catadores de resíduos cooperados e trabalhando em redes tem fomentado uma cadeia lucrativa de suprimentos da indústria da reciclagem.

A diversidade de materiais recicláveis recuperados por meio da coleta seletiva ilustra a potencial lucratividade que podem ter as atividades de triagem, compactação, enfardamento, armazenagem e venda desses materiais.

Desafios da atividade de catação

No entanto, muitas barreiras ainda são enfrentadas por catadores de materiais recicláveis desde a capacidade de distinção entre os tipos de materiais até o seu transporte e comercialização.

O mais importante fator alavancador desta lucratividade (que é essencial para a viabilidade sustentável da atividade) é o investimento na educação desses profissionais.

Parece haver consenso quanto à educação ambiental ser uma estratégia eficaz para o estabelecimento de uma nova consciência pautada nas necessidades ambientais, bem como ser necessária na construção de valores e atitudes com impacto social, econômico e ambiental para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável (Bagnolo, 2010).

Nesse sentido, a PNRS, apesar de ser clara quanto à inclusão dos catadores na gestão dos resíduos, estabelece limitações a respeito da atuação destes profissionais na categoria dos resíduos especiais.

O gerenciamento de resíduos sólidos é um dos principais desafios na prática do desenvolvimento sustentável. Inicia-se na concepção e projeto de um produto ou serviço e culmina no descarte e destinação de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos.

Entretanto, os procedimentos da logística direta e da logística reversa são realizados de forma estanque, por agentes que desconhecem-se mutuamente em termos de seus processos. Na maior parte das vezes, a atuação dos catadores é feita de forma não planejada, eventual e sem infraestrutura adequada. Ainda assim, prestam significativa contribuição à gestão de resíduos em função dos respectivos volumes coletados e do custo do serviço.

Os resíduos sólidos no Brasil são geridos, prioritariamente, pelo poder público. A iniciativa privada tem encontrado dificuldade na gestão lucrativa de resíduos sólidos em função do alto custo de processamento para as principais alternativas de destinação.

No entanto, a logística reversa tem interessado particularmente a alguns empresários que atuam no setor da reciclagem e da logística direta. Entre outros motivos, isso ocorre porque a logística reversa não se limita à gestão de resíduos ou à gestão ambiental, mas também compreende o retorno comercial de produtos que foram devolvidos por terem sido entregues indevidamente ou por não atenderem às exigências ou expectativas dos consumidores. Esse aspecto será discutido em mais detalhes adiante neste texto.

Regulamentação da atividade de catação

São basicamente três os instrumentos reguladores da atuação dos catadores por meio de associações e cooperativas. O primeiro instrumento é o Decreto nº 5940 de 2006 que

regulamenta a destinação de materiais recicláveis gerados em órgãos públicos federais. Esse Decreto especifica a necessidade de destinação por meio de associações e cooperativas legalmente constituídas, com atuação por meio de rodízio sistemático e rastreamento da destinação.

O segundo instrumento é a Lei nº 11.445 de 2007 que institui a Política Nacional de Saneamento Básico. Essa Lei estabelece critérios para o gerenciamento de materiais recicláveis pela atuação de associações e cooperativas e torna mais ampla a possibilidade de atuação dos catadores legalmente associados.

Por fim, a Lei nº 12.305 de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Decreto nº 7.404 de 2010 que regulamenta a PNRS. A criação destas leis são ações concretas com implicações na regulamentação e orientação da atuação de cooperativas e associações de catadores formais, bem como na definição da co-responsabilidade do segmento empresarial. Isso é feito pela definição e regulamentação da prática da logística reversa no país e pela definição de critérios para educação e comunicação a respeito do gerenciamento ambiental.

Sistemas de logística reversa e o papel do governo federal

A partir de orientações da PNRS, em fevereiro de 2011, o Governo Federal instalou o Comitê Orientador responsável pela implementação dos Sistemas de Logística Reversa definindo regras para a devolução dos resíduos à indústria, considerando-se resíduo tudo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reutilizado. Fazem parte desse Comitê o Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Saúde (MS), da Fazenda (MF), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Desde maio de 2011 as equipes de assessoramento trabalham em cinco Grupos Técnicos Temáticos (GTTs) para cadeias produtivas específicas:

- Descarte de medicamentos;
- Embalagens em geral;
- Embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos;
- Lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e
- Eletroeletrônicos.

O objetivo desses GTTs é elaborar propostas de modelagem da logística reversa e prover subsídios para o edital de chamamento para o acordo setorial, que consiste no estabelecimento de ações para a implantação dos Sistemas de Logística Reversa de forma consensual entre os tomadores de decisão envolvidos.

As ações serão submetidas à avaliação do Comitê Orientador. Desta forma, entende-se que os sistemas de realimentação dos recicláveis aos produtores serão implementados por meio dos *acordos setoriais*. Está prevista ainda a realização de estudos de viabilidade técnica e econômica, bem como a avaliação dos impactos sociais para a implantação da logística reversa. O esquema abaixo (Figura 4.3) ilustra o fluxo decisório, bem como as respectivas coordenações dos GTTs na forma de um fluxograma de organização da estrutura para a gestão de resíduos por meio de sistemas de logística reversa.

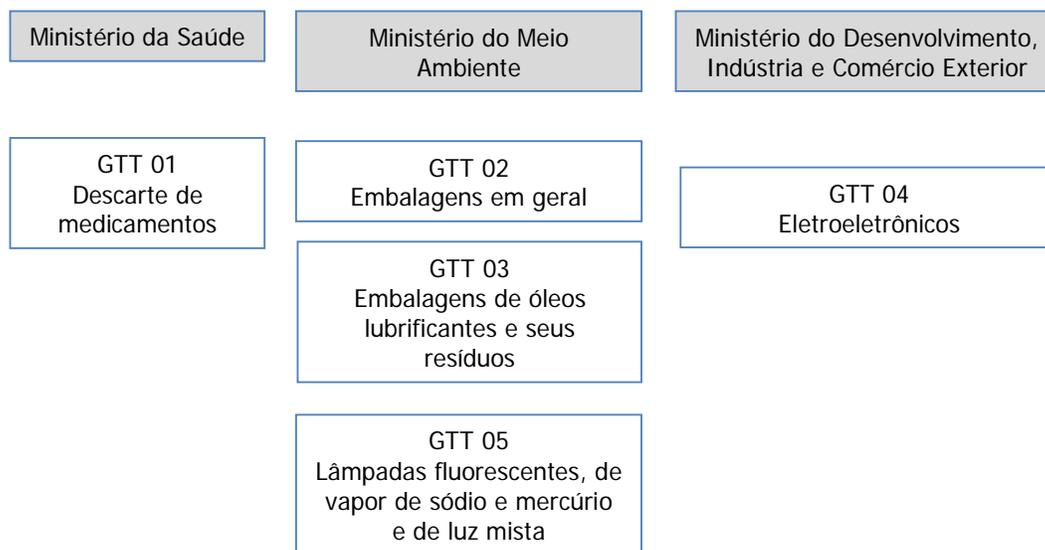


Figura 4.3 Organização para a estruturação dos SLR

Todos os GTTs são coordenados por um Ministério e tem como objetivo a elaboração de proposta de sistemas de logística reversa para um segmento específico.

Para tanto, os membros, que são representantes da sociedade civil (governo, academia, organizações não-governamentais, empresas, associações e cooperativas), devem subsidiar a elaboração dos editais de chamamento para a consolidação dos acordos setoriais entre os grupos de interesse, por meio dos grupos técnicos de assessoramento (GTAs) e sob a aprovação do Comitê Orientador. O próprio GTT é responsável pela elaboração de estudo de viabilidade técnica e econômica, bem como a avaliação dos impactos sociais da implantação dos SLRs.

O Decreto nº 7.405 de 2010, por sua vez, instituiu o Programa Pró-catador que tem como objetivo compor e articular ações governamentais orientadas ao apoio e fomento à organização produtiva dos catadores, melhoria das condições de trabalho, ampliação da inclusão social e econômica, bem como a expansão da coleta seletiva, reuso e reciclagem a partir da atuação dos catadores.

Valoração do serviço de catação

Um assunto relativamente recente e que tem suscitado muitas discussões a respeito da atuação dos catadores na cadeia da reciclagem é a definição de critérios para o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Entende-se por serviço ambiental a provisão de *bens ambientais* (como ar, água, energia solar e energia eólica) ou a mitigação de impactos por meio de ações preventivas (como a gestão de resíduos e a gestão de recursos hídricos).

Ações corretivas como descontaminação ou remediação, a princípio, não são consideradas como serviços ambientais. A atividade de catação seria um serviço ambiental na medida em que evita o potencial impacto da destinação ambientalmente inadequada de resíduos sólidos. Gera também emprego e renda para os catadores. Assim, previne impacto ambiental negativo e, ao mesmo tempo, induz impacto social positivo. Entretanto, ainda não há consenso quanto à definição dos valores adequados para o pagamento por esses serviços.

Os serviços ambientais são valorados por estimativa em função do uso pretendido ou aplicado ao bem ou serviço ambiental. Apesar de o custo dos serviços ambientais prestados pelos catadores ainda não estar bem estabelecido, pode-se sugerir a valoração do serviço a partir de metodologias de valoração ambiental.

Antes, no entanto, vamos apresentar alguns conceitos importantes para a valoração ambiental. Conceitualmente, existem aspectos a serem observados para a valoração de um determinado recurso natural, conforme apresentado a seguir (Motta, 1990 e IBAMA, 2012):

- *Valor de Uso Direto (VUD)*: considera bens e serviços ambientais pela exploração do recurso e consumo no presente. Ex.: recreação, lazer, caça, pesca, educação, extrativismo e ecoturismo;
- *Valor de Uso Indireto (VUI)*: referente a bens e serviços ambientais que são gerados por meio de funções ecológicas da biodiversidade e apropriados e consumidos no presente. Ex.: sequestro de carbono, proteção do solo, manutenção dos ciclo biogeoquímicos e hidrológico, proteção de bacias hidrográficas, estabilização climática e polinização;
- *Valor de Opção (VO)*: contempla bens e serviços ambientais de uso direto e indireto (VUD e VUI) , a serem apropriados e consumidos no futuro. Derivam, portanto, da opção de usar o recurso no futuro e os custos decorrentes dessa opção. Ex.: bioprospecção para produção de fármacos e pesquisas genéticas;
- *Valor de Existência ou de Não-Uso (VE ou VNU)*: são aqueles valores que as pessoas atribuem ao recurso ambiental, sem que ele esteja ligado a algum de seus usos presente ou futuro. Está relacionado a questões morais, culturais, éticas ou altruísticas. Ex.: preservação da biodiversidade, consumo sustentável ou não-consumo.

De acordo com a proposta de Valoração Ambiental é possível se calcular o Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) a partir da seguinte equação:

$$\text{VERA} = (\text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO}) + \text{VE}$$

Esse método encontra-se bem consolidado e amplamente aplicado para a valoração de recursos naturais e análise do valor da biodiversidade. Como exercício, se considerarmos que na cadeia reversa os resíduos passam a ser um insumo ou matéria-prima secundária, podemos considerar os geradores de resíduos como geradores de recursos que serão reinseridos em cadeias produtivas da mesma forma que ocorre com os recursos naturais.

Ao não utilizamos um recurso natural, ele mantém-se preservado, por isso, o valor de não-uso será maior tanto quanto o recurso natural for raro ou estiver em risco de extinção.

Para exemplificar, a extração de palmitos nativos passou a ser uma prática condenável a partir da exploração predatória de espécies nativas e a conseqüente elevação do seu

custo. Hoje, culturas alternativas e cultiváveis de palmito de açaí e pupunha são comercializadas em substituição à variedade juçara.

Nesse caso, o valor de não-uso é representado por quanto o consumidor está disposto a consumir outras variedades de palmito para fins de preservação de uma variedade nativa. O mesmo acontece com áreas de visitação como parques e áreas de preservação em que pagamos a taxa de manutenção para *visitar* e não para explorar economicamente.

A partir dessa abstração, podemos atribuir os valores de uso e não-uso para a ‘extração’ de resíduos. Podemos, de fato, segundo conceitos logísticos, avaliar como recursos tanto a mão-de-obra do catador como também o resíduo a ser incorporado em um processo produtivo na cadeia reversa. Metodologicamente, várias formas podem ser usadas, mas são todas *estimativas*.

Os valores obtidos com a catação, separação e venda de materiais por catadores cooperados ou autônomos varia consideravelmente em função da localização, dos volumes negociados e da qualidade (grau de separação ou contaminação) do material em questão.

Estas variáveis tornam complexo o processo de mensuração e definição dos critérios para o PSA a partir da atividade dos catadores. Por outro lado, para materiais de alta densidade de valor, o mecanismo de precificação tem sido regulado pelas forças de mercado. As indústrias do setor acabam determinando os valores pagos às associações e cooperativas de catadores.

Até os anos 90, a atividade de catação era uma atividade que os catadores realizavam baseados na necessidade de sobrevivência (LEAL et al, 2002; SANTOS, 2003). Com o tempo, no entanto, por meio da organização, articulação em rede e melhoramento dos processos de gerenciamento dos resíduos, a atividade de catação passou a ser uma função melhor remunerada e com dedicação dos membros nos moldes de outras associações e cooperativas e não mais apenas uma solução para uma situação emergencial.

Nessa mesma linha de valoração ambiental, um estudo publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010), propôs um método para a definição do pagamento a catadores pelos serviços prestados, com base em uma análise de produtividade. Essa metodologia pressupõe a avaliação da quantidade (em peso) de material processado ao longo do tempo como premissa para definição do custo dos trabalhadores em cooperativas e associações de materiais reciclados.

Conforme apresentado na Tabela 4.2, o teto estimado para o pagamento pelos serviços ambientais prestados pelos catadores seria o valor proposto de R\$ 260,00 por catador para uma unidade de alta eficiência. O valor não corresponde à realidade, apenas é um resultado do método proposto para escalonamento do pagamento. Uma proposta bastante interessante, uma vez que verifica-se de fato uma ampla variação dos valores praticados para a venda de materiais recicláveis, sem qualquer forma de reconhecimento do serviço, mas simplesmente pela quantificação do valor do material.

Tabela 4.2 Exemplo ilustrativo de um esquema de pagamento por produtividade para catadores em cooperativas de reciclagem.

Eficiências relativas	Cooperados	Produção total física (t)	Valores básicos (R\$/t)	Valores globais repassados (R\$)	Valor recebido por catador (R\$)
Alta eficiência	100	2.600	10,00	26.000,00	260,00
Média eficiência	100	1.400	15,00	21.000,00	210,00
Baixa eficiência	100	600	30,00	18.000,00	180,00
Baixíssima eficiência	100	230	50,00	11.5000,00	115,00

Fonte: IPEA, 2010.

A proposta do IPEA (2010) apresenta outra forma de abordagem do gerenciamento dos resíduos, a partir da qual os catadores são remunerados pelos serviços prestados e não apenas recebem o valor do material coletado. Nos moldes de uma produção extrativista, os catadores “mineram” os materiais e são pagos pela atividade que desempenham.

Motivações e limitações na atuação dos catadores

Apesar de a legislação ambiental brasileira incentivar a atuação dos catadores, há restrições quanto à sua atuação em determinados segmentos. A própria PNRS estabelece limites em relação à atuação desses trabalhadores. Na Tabela 4.3 são detalhados aspectos motivadores e limitações da atuação de catadores para as principais cadeias produtivas, consideradas como classes especiais de resíduos, apresentados na PNRS.

Tabela 4.3 Análise das cadeias produtivas propostas pela PNRS quanto à atuação de catadores.

Categoria	Motivação	Limitações
Defensivos agrícolas, seus resíduos e embalagens	Exige-se tríplice lavagem antes do descarte.	Resíduo produzido na área rural, onde há número reduzido de catadores em relação à área urbana
Pilhas e baterias	—	Exige cuidados específicos e uso de equipamento de proteção em função do potencial de contaminação
Pneus	Destinados em postos de serviço e concessionárias que podem atuar como postos de coleta	Parte da produção é comercializada em supermercados e, portanto, não há controle quanto ao descarte

Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens	—	As embalagens são consideradas resíduos perigosos e, por isso, não podem ser manuseadas por catadores
Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	—	Exigem cuidados especiais para que se evite a quebra e contaminação
Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.	Possuem componentes com alto valor agregado que pode ser ampliado por meio da segregação	Há necessidade de conhecimento técnico a respeito dos componentes para otimizar o tempo de desmontagem e evitar a contaminação

Observando a Tabela 3.4, nota-se que para três das seis categorias analisadas, não há aspectos motivadores para a atuação de catadores. O potencial de risco ambiental e à saúde humana é o principal fator limitador da atuação dos catadores.

Como alternativa, para essas categorias estão sendo implantados sistemas de coleta por meio de empresas privadas que direcionam o material para recicladoras, sem a atuação de catadores. As recicladoras, por sua vez, por possuírem equipamentos e infraestrutura compatíveis com as necessidades operacionais, apresentam um diferencial competitivo na comercialização com indústrias de reciclagem.

As associações e cooperativas, de um modo geral, ainda não possuem potencial para a gestão eficiente do fluxo de materiais a ponto de poderem comercializar os resíduos de forma eficiente e, por este motivo, repassam os materiais para as empresas recicladoras que atuam na segregação, pré-processamento e processamento dos materiais.

Entretanto, é a partir da análise ao longo de toda cadeia produtiva e da comercialização do material reciclável que são identificadas as limitações e oportunidades de que depende a geração de emprego e renda na atividade de catação.

A identificação dos principais atores das cadeias produtivas na comercialização de materiais recicláveis, por origem e tipo, é uma necessidade básica para a construção dos sistemas eficientes de logística reversa.

Essa identificação leva à compreensão das diferentes formas de produção, da valorização dos resíduos e dos ganhos ao longo da cadeia para uma dada configuração dos procedimentos operacionais da logística reversa

Embora as cooperativas de catadores atuem como um elo fundamental em algumas cadeias reversas, muitas vezes por falta de conhecimento técnico e gerencial por parte dos responsáveis, submetem-se a negociar com atravessadores ou sucateiros. Nesse processo, os sucateiros compram o material reciclável dos catadores de rua ou das cooperativas e depois revendem os materiais para sucateiros (que atuam em maior escala) ou para as empresas recicladoras.

Em qualquer cadeia reversa, pode haver limitações quanto ao tipo de material a ser processado, ao conhecimento técnico necessário e quanto à disponibilidade de infraestrutura. Há materiais como latas de alumínio e vidro, por exemplo, que são

facilmente recicláveis e não exigem profundo conhecimento técnico a respeito de técnicas de coleta, armazenagem e transporte.

Diferentemente, materiais contaminantes ou de grande porte exigem um maior planejamento o que, por sua vez, exige conhecimento prévio a respeito de suas especificidades. Contudo, havendo um estudo prévio de viabilidade econômica, social e ambiental e um correto projeto dos processos e papéis dos agentes envolvidos na logística reversa, muitas dessas limitações podem ser solucionadas.

No tocante à atuação dos catadores, é importante a consolidação de estratégias como a educação ambiental, o fornecimento de informações quanto à segurança do trabalho, às técnicas de triagem e acondicionamento com o uso de equipamentos apropriados para a atividade e à conscientização sobre os cuidados relativos à saúde ocupacional, o que permitirá que haja uma melhor inserção e consolidação das associações e cooperativas nos sistemas de logística reversa.

Perspectiva de atuação dos catadores nos acordos setoriais

A implementação da PNRS estabelece a obrigatoriedade da implantação de sistemas de logística reversa. Para a eficácia desses sistemas, considerando-se os interesses difusos entre os agentes da cadeia reversa, a lei estabelece a elaboração de *acordos setoriais* como base da implementação. Desde a aprovação da lei foram definidos prazos intermediários e finais para a elaboração destes acordos setoriais.

Tais acordos setoriais requerem entendimento entre as partes para a definição de metas e prazos para a implantação do sistema de logística reversa, que contempla as atividades de coleta, transporte e processamento de resíduos e produtos/ materiais pós-consumo.

De acordo com o parágrafo 1º do artigo 33, a atuação de associações e cooperativas seria restrita a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, exceto para os resíduos considerados *especiais*. Isso em função do significativo potencial de dano que os resíduos perigosos (uma categoria dos resíduos especiais) apresentam. Conforme redação do artigo 33 da PNRS:

“§ 1º Na forma do disposto em regulamento ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, os sistemas previstos no **caput [sistemas de logística reversa]** serão estendidos a produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 2º A definição dos produtos e embalagens a que se refere o § 1º considerará a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

§ 3º Sem prejuízo de exigências específicas fixadas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS, ou em acordos setoriais e termos de compromisso firmados entre o poder público e o setor empresarial, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos a que se referem os incisos II, III, V e VI ou dos produtos e embalagens a que se referem os incisos I e IV do **caput** e o § 1º tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas:

I - implantar procedimentos de compra de produtos ou embalagens usados;

II - disponibilizar postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis;

III - atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, nos casos de que trata o § 1º.
(grifo nosso)

Por outro lado, a desmontagem e descaracterização dos resíduos especiais podem resultar em partes e peças sem significativo potencial de risco e, portanto, a partir deste ponto, passíveis de tratamento por associações e cooperativas. A esse respeito, o Decreto nº 7.404 de 2010, que regulamenta a PNRS, estabelece que:

“§ 1º Na implementação e operacionalização do sistema de logística reversa poderão ser adotados procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas e instituídos postos de entrega de resíduos reutilizáveis e recicláveis, devendo ser priorizada, especialmente no caso de embalagens pós-consumo, a participação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis.” (Decreto nº 7.404 de 2010, Artigo 18. Grifos nossos)

Fica claro nessa redação o incentivo à atuação dos catadores na operacionalização de sistemas de logística reversa. No entanto, é importante ressaltar que, ainda no Decreto nº 7.404 de 2010, em seu artigo 58 é estabelecido que a participação de associações ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis ou reutilizáveis é prevista quando:

“I – houver cooperativas ou associações de catadores capazes técnica e operacionalmente de realizar o gerenciamento de resíduos sólidos;

II – a utilização de cooperativas e associações de catadores no gerenciamento de resíduos sólidos for economicamente viável; e

III – não houver conflito com a segurança operacional do empreendimento.”

(Decreto nº 7.404 de 2010)

A exigência legal de capacitação técnica e operacional, viabilidade econômica e segurança operacional define os requisitos básicos a serem atendidos pelas cooperativas e, ao mesmo tempo, resguarda e garante a efetividade da destinação ambientalmente adequada, sob responsabilidade dos produtores. Por outro lado, tais exigências podem restringir a proporção de cooperativas e associações aptas à implementação de um SLR. Percebe-se, portanto, que este cenário exige a profissionalização dos catadores para que venham a integrar tais sistemas.

A RioCoop 2000 (Cooperativa de Coleta Seletiva de Materiais Plásticos e Resíduos) tem atuado no Rio de Janeiro na gestão de embalagens pós-consumo de óleo lubrificante, coletando, pre-processando (enfardamento) e transportando estes materiais até unidades de reciclagem. Da mesma forma, a Coopamare tem atuado em São Paulo na descaracterização e triagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos. Nenhuma dessas cooperativas mencionadas há a realização do processamento dos materiais, mas apenas as etapas preliminares de coleta, segregação e prensagem.

A Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis e de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Londrina (COOPERSIL), é um dos poucos exemplos de cooperativa licenciada no país. A cooperativa possui mais de 200 cooperados e encontra-se apta,

segundo a licença concedida pelo órgão ambiental, a realizar os serviços de transporte, armazenagem e comercialização de materiais recicláveis.



Figura 4.4 Alternativas de destinação de pneus: artesanato.

A Figura 4.4 ilustra soluções para a destinação de pneus para uso em artesanato. São opções práticas e capazes de ajudar na qualificação de catadores em logística reversa. Entretanto, legalmente, o artesanato não é considerado como uma das alternativas de destinação de resíduos.

Nesse tipo de produto pós-consumo estão presentes substâncias potencialmente contaminantes como cádmio, o cromo, o níquel e o zinco.

Outro aspecto relevante para soluções desse tipo é a necessidade de disseminação de informações a respeito da destinação ambientalmente correta quando esses produtos artesanais chegam ao final de sua vida útil.

Nesse caso, é importante informar os locais que podem receber determinada categoria de resíduo, bem como os principais cuidados no manuseio para evitar contaminação. No caso dos pneus pós-consumo, por exemplo, se o manuseio não for feito com luvas, pode haver contaminação por metais pesados presentes na sua composição.

A principal preocupação da indústria produtora em relação à inclusão dos catadores na gestão da logística reversa de seus produtos é a capacidade sustentada de geração de um volume significativo de material pré-processado em um período de tempo que seja viável economicamente para a indústria da reciclagem. A organização das cooperativas em redes pode contribuir para que isso seja conseguido.

No entanto, há ainda uma outra questão relevante: a indústria necessita que sejam

realizadas duas etapas fundamentais: o *balanço de massa* e o *rastreamento dos resíduos* de acordo com a destinação para evidenciar a eficácia do gerenciamento da logística reversa (ao poder público que fiscaliza o atendimento a requisitos legais de práticas ambientais e ao consumidor que exige responsabilidade ambiental), possivelmente como parte de estratégias mercadológicas.

- O *balanço de massa* é a relação entre o peso total dos materiais de determinada marca que passarão pelas etapas da destinação e o peso total de cada material resultante. Não é exigência legal, mas tem caráter informativo e gerencial, além de agregar em termos de gerenciamento dos recursos; e,
- A *rastreabilidade*, que por sua vez, consiste na identificação de todas as etapas pelas quais um determinado resíduo ou lote de resíduos de uma determinada marca passou no processo de destinação. Tem objetivo informativo e é passível de fiscalização pelos órgãos ambientais ou auditorias de sistema de gestão.

Algumas empresas optam por incentivar o consumidor a recolher e retornar seus produtos pós consumo, concedendo descontos na aquisição de novos produtos da mesma marca. Outros ainda oferecem mecanismos de retorno dos produtos pós consumo sem custo para o consumidor final.

No entanto, essas práticas têm sido gradualmente substituídas pela contratação de empresas recicladoras que passam a realizar tanto o balanço de massa quanto a rastreabilidade dos produtos. Isso porque muitas das associações e cooperativas de catadores não encontram-se aptas a realizar as etapas de rastreabilidade e balanço de massa. Os custos e o alto requerimento tecnológico desses procedimentos os tornam, na maior parte das vezes, inacessíveis para as cooperativas e associações.

Em linhas gerais, percebe-se a atuação de catadores por meio de associações e cooperativas, como trazendo benefício significativo em termos sociais e econômicos.

O benefício na área social ocorre pela possibilidade de ocupação funcional de pessoas em situação de vulnerabilidade socioambiental. Além disso, traz também vantagem econômica em virtude da economia de escala pela atuação de um número significativo de catadores que realizam a prestação de serviços por um custo bastante reduzido em relação às empresas de reciclagem.

Por outro lado, esses benefícios são limitados pelo fato de os catadores não encontrarem-se tecnicamente capacitados (em termos de conhecimento e instrumentação) a proporcionar mecanismos para a rastreabilidade da destinação ou legalmente autorizados a realizar determinadas operações que garantam o desempenho dos processos, tais como a instalação de unidades de tratamento de efluentes ou controle de gases.

Para que a atuação de catadores na implantação de sistemas de logística reversa seja eficaz deve-se considerar o segmento em questão, os riscos envolvidos, o custo de processamento e as limitações legais tratadas nesse capítulo. Para cada tipo de material os catadores poderão ter maior ou menor inserção na operacionalização da cadeia reversa. Desta forma, a análise dos custos da gestão dos resíduos, bem como a sustentabilidade em termos de segurança e saúde ocupacional devem ser as principais métricas a serem ponderadas para a inserção do catador no SLR.

Referências

ABAL, 2008. Relatório de Sustentabilidade da Indústria do Alumínio – 2007. 3ª edição. São Paulo. Disponível

- em:http://www.abal.org.br/servicos/biblioteca/rel_sustentabilidade_0607.asp. Acesso em setembro de 2012.
- ABRALATAS, 2011. Índices da reciclagem da lata de alumínio para bebidas 1991-2011. Disponível em: <http://www.abralatas.org.br/common/html/grafico5.html>. Acesso em setembro de 2012.
- ABRELPE, 2011. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2011.pdf> . Acesso em setembro de 2012.
- BIDEGAIN, N., 2011. Hacia una gestión integrada de los residuos con inclusión Social: Recomendaciones para la acción Centro Interdisciplinario de Estudios sobre el Desarrollo, Uruguay (CIEDUR).
- BRASIL, Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
- CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999;
- CHAOLIN, D., 2012. Want China Times. Disponível em: <http://www.wantchinatimes.com/news-subclass-cnt.aspx?id=20121006000006&cid=1103>. Acesso em dezembro de 2012.
- CNI, 2011. Disponível em <http://www.cni.org.br/portal/data/pages/FF808081272B58C0012730CF83E447A3.htm>. Acesso em agosto de 2012.
- DIAS, S.L.F.G., 2009. Catadores: uma perspectiva de sua inserção no campo da indústria de reciclagem. Tese de Doutorado. Programa de Ciências Ambientais – PROCAM/USP.
- HOORNWEG, D., BHADA-TATA, P., 2012. What a Waste: A global review of solid waste management. Urban Development Series nº 68135. World Bank, nº 15, pp. 116.
- IBAMA, 2012. Conceito de Ecossistemas. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/conceito.htm> Acesso em outubro de 2012.
- IPEA, 2010. Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos. Relatório de Pesquisa. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf. Acesso em dezembro de 2012.
- LEAL, A.C.; JÚNIOR, A.T.; ALVES, N.; GONÇALVES, M.A. & DIBIEZO, E.P. A., 2002. Reinscrição do lixo na sociedade do capital: uma contribuição ao entendimento do trabalho na catação e na reciclagem. Revista Terra Livre, São Paulo, 18(19), pp. 177-190.
- MEDINA, M., 2000. Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. Resources, Conservation and Recycling, Vol31, 1, pp. 51-69.
- MOTTA, R.S. Análise de custo-benefício do meio ambiente. In: Margullis, S. (org). Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA: 1990, pp. 109-134.
- NOVAES, H.T. Os Simões Bacamarte da Economia Solidária. Textos para Discussão da ITCP. Unicamp, 2004. Disponível em: http://web.tau.org.ar/upload/89f0c2b656ca02ff45ef61a4f2e5bf24/Os____Sim_es_

Bacamarte_da_Economia_solid_ria_ITCP.pdf Acesso em outubro de 2012.

SANTOS, M. C. L. ; Pereira, A.F., 2002. Design pré-reciclagem e pós-reciclagem: contribuição à discussão do lixo urbano em embalagem, levando em conta a complexidade sistêmica da coleta e triagem. Anais do I Congresso Internacional de Pesquisa em Design e do V Congresso Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento em Design P & D, Brasília.

VIEITEZ, C. G.; DAL RI, N. M. Virtualidades político-sociais das organizações econômicas dos trabalhadores. Organizações e Democracia, Marília, Vol 1, n 1, p. 53-69. 2000.

Capítulo 5

Logística reversa como estratégia de negócio

Promover negócios sustentáveis consiste num dos principais desafios atuais das empresas de médio e grande porte. Mesmo pequenas empresas tem buscado desenvolver suas estratégias de sustentabilidade visando fornecer produtos e serviços para outras empresas que passam gradualmente a exigir isso como critério qualificador. As restrições legais e a necessidade de conquistar e manter fatias de mercado consistem em alguns dos principais desafios gerenciais das últimas décadas. A logística reversa surge nesse cenário motivada por exigências legais mas também como oportunidade de negócios. Apoiar a resposta às seguintes perguntas é o objetivo deste capítulo:

- Qual a relação entre sustentabilidade ambiental e crescimento econômico?
- Como a logística reversa pode apoiar estratégias de negócios sustentáveis?
- Quais são as ferramentas para a prática da logística reversa enquanto negócio?

Logística reversa: consumo, sustentabilidade e negócios

Em relação à gestão ambiental e, mais especificamente, à gestão de resíduos, o cenário em que se encontram hoje os países em desenvolvimento não é muito diferente do cenário vivenciado por alguns países desenvolvidos há pouco menos de um século atrás. Países em desenvolvimento tem portanto a oportunidade de aprender com os erros de países que trilharam este caminho antes. Dessa forma, podem mais direta e rapidamente adequar-se aos preceitos da sustentabilidade.

Há especialistas (Cordero et al, 2005; Cronin, 2009) que afirmam que a prosperidade econômica de que hoje desfrutam os países desenvolvidos, em parte se deve à exploração irrestrita de seus recursos naturais ao longo dos anos que resultaram no seu desenvolvimento. Nesse sentido, Barbier (2002) sugere uma relação inversa entre a disponibilidade de recursos naturais e a prosperidade econômica.

Embora seja inegável que tenha havido algum nível de abuso dos recursos naturais pelos países hoje desenvolvidos durante seu processo de industrialização, é também inegável que o panorama atual da grande maioria dos países da Europa não é de devastação ambiental. Isso porque, também durante o processo de desenvolvimento, estes países passaram por um processo importante de aprendizado e aperfeiçoamento de estratégias para uma melhor adequação dos sistemas produtivos a uma visão de sustentabilidade.

Outro aspecto importante para o entendimento desta questão é a intensa migração de parques industriais, muitos poluentes, do hemisfério Norte para o hemisfério Sul, que ocorreu entre as décadas de 70 e 90. Muitas empresas multinacionais estabeleceram-se em regiões menos desenvolvidas do planeta como forma de buscar mão-de-obra mais barata e também de desvencilhar-se das restrições legais e normativas relacionadas ao meio ambiente dos seus países de origem.

Um modelo que agrega a questão da exploração dos recursos naturais, o crescimento econômico e o desenvolvimento de tecnologias para a gestão ambiental é a Curva de

Kuznets. Segundo esse modelo, a degradação ambiental tende a aumentar em países com baixas rendas *per capita*. Por outro lado, o aumento progressivo da renda per capita resulta na redução do nível de degradação (veja a Figura 5.1).

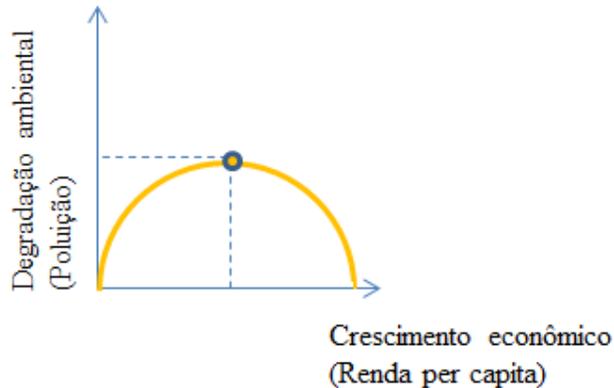


Figura 5.1 Curva de Kuznets

A principal explicação para a redução da degradação está no desenvolvimento tecnológico para mitigação de impactos ambientais. O ponto máximo da curva representa o ápice, onde há um ponto máximo de degradação ambiental e, ao mesmo tempo, a maior taxa de crescimento econômico dentre os países em desenvolvimento.

A curva então decresce, sinalizando a progressiva recuperação ambiental na medida em que o crescimento econômico prossegue. Esse modelo, considerado clássico, ilustra a realidade de muitas economias emergentes, como é o caso do Brasil.

Aspectos relativos ao consumo também resultam em pressão sobre as fontes de recursos naturais. Os produtos sustentáveis tendem a ter custo superior. Dessa forma, alinhado à idéia descrita pela curva de Kuznets, os consumidores dispostos a adquirir produtos sustentáveis tem renda superior aos consumidores que não estão dispostos ou aptos – aspecto que retroalimenta a redução da degradação ambiental. A seguir será feita uma breve análise dos padrões de produção e consumo brasileiros, seus impactos e oportunidades, principalmente sobre aspectos relacionados à logística reversa.

Reconstruindo hábitos de consumo

O plástico teve uma explosão de produção, uso e consumo a partir da década de 1950. Hoje o uso de plástico está presente em praticamente todos os aspectos da vida. Mas, por um momento imagine como as pessoas faziam, antes da era do plástico, para acondicionar alimentos, transportar compras do supermercado, guardar documentos, produzir brinquedos e equipamentos eletrônicos e, até mesmo, conter seu lixo. Soluções muito diferentes das de hoje eram certamente utilizadas.

Hoje, o uso de sacolinhas plásticas em supermercados é tema de discussão nos principais estados e cidades do país. O impacto das sacolinhas no meio ambiente é comprovado. Feitas de polietileno, as sacolas não biodegradam-se; as estimativas são de que leva entre 10 e 100 anos para que nos aterros, elas se degradem não por ação biológica mas por ação do Sol.

Empresários, políticos, consumidores e outros grupos de interesse tem debatido as várias motivações para a regulamentação e, em alguns casos, proibição do uso das

sacolinhas plásticas.

Em que pese uma aparente ausência de estratégia do poder público no processo de descontinuação do uso das sacolinhas em alguns estados, é inegável também a falta de informação fornecida aos consumidores a respeito dos aspectos e impactos envolvidos, levando a população a não posicionar-se, quanto à questão, de maneira mais informada.

Conforme já abordado anteriormente neste texto, educação é essencial para que as mudanças relevantes que levem a um mundo mais sustentável sejam viabilizadas. É possível a reorientação de hábitos por meio da educação. De posse de informação de boa qualidade (e transmitida de forma palatável), o consumidor é mais capaz de construir/ alterar seus valores e, com o tempo, de optar por opções e ações mais sustentáveis. A informação é priorizada na legislação ambiental brasileira por intermédio do incentivo à educação ambiental.

A sustentabilidade ambiental e os negócios

Em relação aos *negócios* ambientalmente sustentáveis, além de educação ambiental, é importante que vantagem competitiva no mercado seja criada/ mantida, uma vez que a opção pelo gerenciamento ambiental pode implicar em custos adicionais.

Em outras palavras, na busca por competitividade, as empresas devem gerenciar a logística e a cadeia de suprimentos de forma a balancear a necessidade de redução de custos e a manutenção de padrões satisfatórios de desempenho ambiental, que podem em alguns casos ser objetivos contraditórios (Zhu et al., 2008). Gerenciar adequadamente este balanceamento tem sido preocupação de muitas empresas ao redor do mundo.

Para que os atores envolvidos (fabricantes, transportadores, consumidores, entre outros) apoiem e adotem práticas mais eficazes de gerenciamento sustentável, o poder público usa como mecanismo a elaboração de leis e normas ambientais específicas que enfatizam a preocupação da sociedade com a gestão de resíduos específicos que tenham potencial de danos ao meio ambiente e, por esse motivo, exigem atenção até sua destinação final.

Consumo ou produção?

Quanto à questão do consumo, Zacarias (2009) destaca que o principal fator direcionador da organização da sociedade contemporânea é a esfera do consumo e não a da produção. A partir da compreensão de que o nível de produção é definido pelo nível de consumo, é possível perceber a forte influência que o consumo tem sobre o volume de produção e, conseqüentemente, sobre os resíduos gerados pré e pós consumo. A geração de resíduos, que é proporcional ao consumo, pode ser reduzida a partir, por exemplo, de campanhas educativas e regulamentações que orientem o padrão de consumo.

Um estudo sobre gestão de resíduos sólidos urbanos na Grécia, por exemplo, revelou que os cidadãos não estão devidamente informados sobre os procedimentos necessários à gestão dos resíduos resultantes do consumo e nem estão ambientalmente educados (Bosdogiani, 2007).

Nos países europeus, em geral vigoram níveis mais altos de responsabilização do produtor, em relação à gestão dos materiais pós-consumo. Atividades relacionadas a esta gestão são, em sua maioria, terceirizadas para empresas especializadas.

Na Europa também é importante o papel dos governos municipais, no sentido de educar os cidadãos a respeito da responsabilidade destes na segregação dos materiais, por meio de campanhas educativas e mesmo da estipulação de multas.

Principalmente em países em desenvolvimento, produtos de vida útil longa como um colchão, um móvel, um refrigerador ou um carro, ao chegarem ao final de sua vida útil do ponto de vista de um consumidor, muitas vezes tem a sua fase de consumo ampliada ao serem doados ou vendidos para outras pessoas, possivelmente de menor poder aquisitivo.

Essa prática é às vezes denominada “consumo em cascata” e evidentemente termina com o último usuário dando uma destinação final ao item. Até há relativamente pouco tempo era difícil imaginar um destino final para determinados produtos e materiais que não fosse o aterro.

Produtos de vida útil curta (não duráveis), como produtos descartáveis e alguns equipamentos eletroeletrônicos de pequeno porte, possuem uma dinâmica própria quanto à destinação e gestão de resíduos. Esses tipos de materiais muitas vezes tem sua obsolescência planejada pelo produtor, conforme discutido no capítulo 1.

O descarte de um produto pós-consumo se dá com o esgotamento de suas funcionalidades. Aqueles com maior valor ou dentro do período de garantia são reutilizados ou encaminhados para assistência técnica, entrando em uma cadeia de logística reversa. Outros, que possuem baixo valor são caracterizados como resíduo e passam a fazer parte de outra cadeia de logística reversa.

Educação para o consumo

Ao adquirir um produto, o consumidor busca informações sobre suas funcionalidades para avaliar se o preço é ou não compatível com uso e benefícios pretendidos.

Nessa avaliação, frequentemente baseada em intuição, o consumidor em geral não tem informações suficientes para ponderar se o produto atende a critérios de sustentabilidade ambiental. Na maior parte das vezes, ele desconhece até quais sejam esses critérios. Daí a importância da educação para a sustentabilidade e para o consumo.

Hoje a educação para o consumo inclui aspectos relacionados ao gerenciamento econômico do consumo. Ainda que este seja um aspecto de grande relevância, a ‘economia’ envolvida é apenas uma das faces da questão.

O consumo ‘educado’ pressupõe a obtenção de informação sobre diferentes áreas de interesse com a finalidade de apoiar o processo decisório.

Particularmente importante como fator influenciador da tomada de decisão, o marketing também é um processo informativo. Uma importante lição do marketing é que o comportamento do consumidor está relacionado à informação sobre o produto. A escolha pelo produto a ser consumido é um processo complexo e não apresenta um padrão que possa ser generalizado para diferentes produtos (Policy Studies Institute, 2006).

O processo de decisão de compra pelo consumidor tem sido objeto de estudo há muito tempo. Segundo Kotler (2012), o processo inclui:

- “Infomediários” (como relatórios de entidades de apoio ao consumidor);
- Fatores situacionais não antecipados (acaso)
- Risco percebido
- Decisão sobre marca
- Decisão sobre o vendedor
- Decisão sobre a quantidade

- Decisão sobre o momento
- Decisão sobre o método de pagamento

Com o advento da internet, Verhagen e Dolen (2011) sugerem que as compras online são motivadas mais por fatores emocionais (como interface gráfica e canal de comunicação) do que com os racionais tradicionais.

Logística reversa no pós-venda e no pós-consumo

A partir da estruturação e do fortalecimento de técnicas de comércio eletrônico (e-commerce), a quantidade de retornos pós-venda tem aumentado significativamente nos últimos anos (Krikke et al., 2001).

Com a facilidade de adquirir produtos usando a internet, o consumidor passa a exigir métodos eficientes para o retorno de produtos comprados de forma equivocada ou fora das especificações pretendidas. Na maior parte dos casos o custo da devolução é de responsabilidade do produtor.

De acordo com pesquisa desenvolvida por Rodrigues et al. (2004), ao longo do ano de 2003, as principais motivações para o retorno de produtos pós-venda por lojas de departamento que realizam logística reversa no Brasil, são apresentadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Motivos para retorno de produtos

Motivos	Empresa X	Empresa Y	Empresa Z
Produtos não vendidos	60%	40%	10%
Produtos defeituosos	30%	35%	45%
Embalagens	10%	25%	15%
Remanejamento	-	-	30%

Fonte: Rodrigues et al., 2004.

De acordo com um estudo no segmento de logística em comércio eletrônico (Greeve e Davis, 2011), estima-se que cerca de 9 a 15% do valor da venda seja reinvestido no retorno de produtos e que apenas cerca de 20% dos produtos retornados apresentam algum tipo de defeito.

Enquanto a logística reversa do pós-venda resulta de alguma falha ou aspecto indesejável no processo e, invariavelmente, implica em custos, a logística reversa do pós-consumo pode ser revertida em oportunidade de negócios.

Com o objetivo de explorar as oportunidades de negócio existentes após o consumo de determinado produto ou material, a seguir são apresentadas definições e considerações relacionadas exclusivamente ao processo de descarte e revalorização.

Descarte e revalorização

O descarte pós-consumo só acontece a partir do consumidor e, geralmente, é induzido pela obsolescência planejada ou pela obsolescência percebida. O descarte pode acontecer ainda por ação dos produtores, no caso de geração de aparas e refugos ao longo dos processos, e ainda por parte do comércio e distribuição, quando são identificadas avarias no produto, ainda na fase pós-industrializado e antes da fase venda

ou pós-venda.

No descarte pós-venda, os produtos encontram-se ainda aptos ao reuso necessitando o produto, em alguns casos, de pequenos reparos. Nesse estágio do ciclo de vida, havendo a necessidade de retorno do produto, algumas empresas se valem do *recall*, informando ao público o produto (tipo, lote e série) que deverá ser retornado pelo consumidor. O custo de retorno em caso de *recall* é alto, mas não comparável ao custo da ocorrência de acidentes decorrentes do uso de um produto defeituoso. Um dos principais segmentos produtivos que realiza *recall* com certa frequência é o segmento automotivo (Boxe 5.1; veja também casos de *recall* no capítulo 12).

Boxe 5.1 Recall de produtos: logística reversa no pós-venda.

Em outubro de 2012 a Ford anunciou um recall envolvendo cerca de 27 mil veículos de modelos 2011 a 2013 em função da necessidade de reparo do “air bag”. Nos Estados Unidos, Canadá, México e outros países da América do Sul já haviam sido convocados ao todo 262 mil proprietários, dos quais 154 eram apenas dos Estados Unidos (Valor Econômico, 2012a).

Grandes empresas optam pela divulgação de campanhas de recall para evitar o desgaste da imagem que pode impactar as vendas de forma significativa. Apesar do custo do retorno, o *recall* garante a manutenção da imagem corporativa e previne mais custos como por exemplo, a responsabilização civil. A esse respeito, ainda em outubro de 2012 a Kellogg informou que o custo do recall de cereal contaminado com malha de metal seria da ordem de US\$ 30 milhões (Gomes, 2012).

O retorno, ainda que de um pequeno lote de produto, tem um custo considerável, principalmente se houver possibilidade de ocorrência de impacto à saúde ou ao meio ambiente. Um *recall* de cosméticos, feito pela Avon em dezembro de 2012, teve como objetivo o recolhimento, como medida de precaução, de mais de 500 unidades de xampu. Nesse produto foram identificadas bactérias que podem resultar em dano à saúde (Valor Econômico, 2012b).

Em 2003 foram realizados no Brasil *recalls* de 33 produtos. Esse número em 2011 chegou a 75. No entanto, ainda é um montante pouco expressivo, considerando-se que nos Estados Unidos, apenas no mês de dezembro de 2011 foram realizadas 60 campanhas de *recall* (Seabra, 2011).

Será discutida aqui a fase de pós-consumo, ou seja, a partir da qual determinado produto já sofreu desgaste em função do seu uso e é, portanto, objeto potencial de revalorização.

Para que determinado produto inicie o processo de revalorização, ele precisa ser descartado pelo consumidor após o seu consumo. Porém, verificam-se situações nas quais o descarte não ocorre no período previsto, por diferentes razões. Entende-se descarte como a descontinuação do uso seguida de doação, destinação ou processamento por parte do consumidor. A descontinuação do uso seguido de *não-descarte* ocorre nas seguintes situações:

- o consumidor considera o produto como um item colecionável e o mantém para fins de exibição;

- há criação de vínculo emocional com o produto ou material pós-consumo, justificando a posse sem uma funcionalidade; e,
- o consumidor identifica que o produto é um item raro ou possui partes ou componentes de valor e o mantém com a finalidade de valorização e posterior venda.

Ao não descartar e permanecer de posse de um bem que não apresenta funcionalidade, o consumidor o faz a partir da percepção de algum valor (material ou emocional) atrelado ao produto.

Os equipamentos eletroeletrônicos são um caso emblemático dessa categoria. Segundo estimativas da agência americana de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency – EPA <http://www.epa.gov/osw/conserva/materials/ecycling/manage.htm>), em 2009, nos Estados Unidos, foram vendidos 438 milhões de equipamentos eletroeletrônicos.

No mesmo período, cerca de 2 milhões de toneladas de equipamentos teriam chegado ao final da vida útil e estariam aptos à destinação, mas apenas 25% desse montante foram coletados para a reciclagem.

A própria definição de bem (de consumo ou de capital), na economia, remete à atribuição de valor a determinado produto ou serviço. Os resíduos, de modo geral, são percebidos pelos consumidores como desprovidos de valor e, por isso, são excluídos de sua posse (descartados).

Segundo o entendimento corrente, a partir dos preceitos legais e normativos ambientais e código do consumidor, aquele que adquire o bem pode optar, em qualquer estágio do ciclo de vida do produto, por descontinuar o seu uso.

Segundo o Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.780 de 1990 que estabelece a Política Nacional de Relações do Consumo), ao identificar não-conformidade no produto ou serviço adquirido, o consumidor tem o direito de exigir reparação do dano constatado ou simplesmente desistir do contrato, caracterizando, nesse último exemplo, o descarte pós-venda.

Segundo esse código, o comerciante deve se responsabilizar pelo produto na ausência da identificação ou reconhecimento do fabricante. Apesar da orientação ser para produtos pós-venda, essa é uma informação importante que pode ser valiosa para o caso dos produtos considerados “órfãos”, ou seja, aqueles que após o final da vida útil os seus fabricantes não encontram-se mais em atividade e, por isso, não podem responsabilizar-se pela gestão dos resíduos gerados.

Retomando a questão da valorização, o fator *não-descarte* é de grande importância na cadeia da reciclagem, uma vez que pode comprometer os mecanismos de previsão da geração de resíduos, uma das primeiras etapas da gestão da logística reversa.

A elaboração de um sistema logístico inicia-se pelo levantamento de informações sobre o planejamento e o controle do processo, tais como: identificação do tipo de processo (produção de bem ou serviço), demanda, tipo e quantidade de insumos, recursos necessários, volumes transportados e armazenados e canais de distribuição.

Consumo e resíduos

No caso da logística reversa, inicia-se o processo pela estimativa da geração de resíduos que, por sua vez, está relacionada ao consumo. Quanto mais se consome, mais resíduos são gerados em determinado espaço de tempo.

O resíduo só é gerado após a descontinuação do uso e subsequente descarte. A variável que falta na equação para o planejamento da logística reversa em muitos segmentos produtivos é justamente o tempo entre o início do consumo e a geração do resíduo.

Enquanto o descarte das embalagens de produtos alimentícios, bebidas e remédios, por exemplo, ocorre em um curto espaço de tempo após a compra pelo consumidor, produtos como roupas, sapatos ou livros ainda podem permanecer na esfera do consumo mesmo após serem usados pelo primeiro consumidor.

No caso da doação de brinquedos, roupas e calçados isso não é considerado descarte pois ainda haverá o prolongamento do uso desses produtos por outros consumidores, que não o consumidor inicial.

Os exemplos citados são de cadeias produtivas para as quais se tem um mínimo de acurácia na previsão do descarte efetivo. Um empreendedor do segmento da logística reversa dificilmente investirá na reciclagem de livros pós-consumo, por exemplo. Por outro lado, o setor de embalagens pode ser uma alternativa de investimento conservadora, com menor risco.

Boxe 5.2 Valorização de resíduos: caso da TerraCycle

A Terracycle é uma empresa americana que é conhecida pelo alto nível de sustentabilidade, com atuação no nicho de logística reversa de embalagens pós-consumo. A partir de parcerias com empresas como: Kraft Foods, Frito Lay, Stonyfield Farm e Mars Wrigley, a TerraCycle coleta embalagens flexíveis de salgadinhos e sucos em pó. Essas embalagens, consideradas resíduo de difícil reciclabilidade por serem elaboradas com materiais mistos, são descartadas inclusive por catadores.

Fundada em 2001, por iniciativa de Tom Szaky, a empresa agrega valor ao resíduo produzindo bolsas, mochilas e estojos.

A empresa atua no Brasil com mais de 15 mil voluntários que atuam coletando resíduos. Segundo a empresa, já foram coletadas mais de 200 mil embalagens com as quais foram produzidas mais de sete mil produtos – a maior parte comercializada na rede Wal-mart.

Por meio do programa Lixo Patrocinado, empresas como Unilever, Nestlé, Pepsico e Johnson & Johnson investem na logística reversa de suas respectivas embalagens. Este é um importante indício do comprometimento de empresas de grande porte na gestão de materiais pós-consumo relacionados ao seu ciclo produtivo. No Brasil, apenas a Pepsico e a Kraft trabalham nesse sistema de parceria até o momento. A empresa desenvolveu o sistema de brigadas, por meio de grupos de voluntários que atuam na coleta, recebimento e envio gratuito das embalagens para a empresa que paga R\$ 0,02 para cada unidade recebida. Os valores são registrados e acumulados e a cada seis meses o grupo pode solicitar o resgate correspondente para fins de destinação a uma instituição sem fins lucrativos escolhido pelo grupo. Outros países latino-americanos devem aderir ao programa em breve.

A proposta ainda é respaldada por pesquisas no segmento da diversificação de aplicações das embalagens pós-consumo como técnica para a revalorização do resíduo com prolongamento da vida útil do material, segundo o conceito de Design para o Reuso.

Fonte: Revista Sustentabilidade, 2012.

Consumo sustentável para “não-consumidores”

O momento a partir do qual um determinado material ou produto passa a ser considerado resíduo é motivo de debate em muitos países. Outra questão que tem chamado a atenção de legisladores e ainda requer pesquisa e melhores definições conceituais é a definição do momento a partir do qual ou sob quais circunstâncias determinado material ou produto pós-consumo passa a apresentar risco. Desta forma, como medidas mitigadoras, alguns grupos propõem o *consumo sustentável*, enquanto outros mais engajados propõem o *não-consumo*.

A discussão a respeito do consumo sustentável para se atingir potenciais “não-consumidores” é, de fato, bastante recente e consiste em um grande desafio para as empresas produtoras.

Mas como se caracterizam os *não-consumidores*?

Em linguagem de mercado, os não-consumidores consistem basicamente do público que não é o público-alvo consumidor dos produtos. Enquanto as técnicas de venda mais antigas buscavam identificar e satisfazer o público-alvo consumidor, as pesquisas mais recentes evidenciam maior potencial de se auferir lucros atingindo os não-consumidores – que representariam um público maior.

A Coca-Cola, por exemplo, passou a investir na venda de água e sucos como forma de atingir os *não-consumidores* do seu produto original. Nesse caso, a empresa se valeu do seu *know-how* da produção e distribuição de bebidas para ampliar seus negócios atingindo um público-alvo que não estaria motivado a consumir refrigerantes

Em termos de gestão ambiental, o apelo dos produtos e serviços sustentáveis já tem cativado uma parcela significativa de consumidores. No entanto, tais produtos e serviços apresentam normalmente custos superiores aos dos concorrentes não-sustentáveis. Possivelmente isso é um efeito colateral do potencial inovador e tecnológico que demandam para atender aos requisitos legais e exigência dos próprios consumidores.

Negócios sustentáveis

Negócios ambientalmente sustentáveis são aqueles que resultam em ganhos em segmentos relacionados à sustentabilidade ambiental ao longo da cadeia de suprimentos. Os ganhos são realizados por meio de receita adicional (por exemplo, de produtos ou serviços alternativos ou com apelo ambiental) ou redução de custo (por exemplo, por economia de energia, redução do consumo de água e redução de emissões).

A implantação dos negócios ambientalmente sustentáveis é dependente do planejamento dos seus produtos e processos.

Conceitos como a ecologia industrial, análise do ciclo de vida e o planejamento para o meio ambiente (apresentados e discutidos mais adiante) são amplamente difundidos em diversos países, mas muitas organizações, principalmente as empresas de pequeno e médio porte, ainda se mostram cautelosas quanto ao direcionamento de investimentos para negócios ambientalmente sustentáveis.

Por outro lado, muitas empresas de grande porte já incorporaram negócios ambientalmente sustentáveis aos seus processos e, nesses casos, o próprio marketing de divulgação de uma imagem corporativa positiva em termos ambientais auxilia o retorno dos investimentos e o aumento do valor da marca (pense por exemplo no caso da Natura Cosméticos).

Alguns segmentos produtivos se mostram mais aptos a investir em negócios ambientalmente sustentáveis que outros. Pode parecer difícil imaginar empresas como

grandes mineradoras e petroquímicas investindo ou praticando ações de sustentabilidade, mas isso já é realidade.

A Companhia Vale do Rio Doce, empresa mineradora de grande expressão nacional e internacional tem realizado significativos investimentos em transporte alternativo para o minério extraído, com o uso de trens que possuem composições mais longas (mais vagões para uma mesma locomotiva), bem como uma mistura de Diesel e biodiesel como combustível alternativo.

A dificuldade de adoção de padrões de sustentabilidade por empresas de médio e pequeno porte reside no fato de que os investimentos são relativamente altos e o retorno ocorre no médio e longo prazo.

A opção por não incluir negócios ambientalmente sustentáveis na visão estratégica da empresa parece não ser a melhor alternativa, uma vez que no médio e longo prazo a competição só tende a aumentar e a sustentabilidade cada vez mais configura-se, não apenas como uma fonte potencial de vantagem competitiva, mas também um promissor mecanismo de redução de custos.

Talvez a possibilidade de evitar ou reduzir custos por intermédio de negócios ambientalmente sustentáveis ainda não seja evidente para alguns setores produtivos, mas já o é para outros como por exemplo, a indústria de papel e celulose e de açúcar e álcool. A Companhia Suzano tem se beneficiado da venda da celulose residual de seu processo que é prensada e utilizada como material combustível, assim como já há muitos anos, o bagaço da cana-de-açúcar é usado para geração de energia e alimentação de rebanhos.

Empresas têm replanejado seus processos, produtos e serviços para incorporar a variável ambiental. O caso do Supermercado Wal-Mart, ilustrado no Boxe 5.3 evidencia o engajamento de um gigante do varejo como também mostra a importância da atuação em rede com os fornecedores nesse processo.

BOXE 5.3 Wal-Mart Brasil lança Projeto Sustentabilidade de Ponta a Ponta

O Walmart Brasil e alguns dos seus principais fornecedores lançaram em 2007 o projeto “Sustentabilidade de Ponta a Ponta”, contemplando um universo de 7 mil fornecedores e 60 mil itens. As empresas parceiras desenvolveram alterações significativas em produtos do seu portfólio, buscando reduzir seus impactos socioambientais. Além da sustentabilidade na produção, o projeto visa colaborar ainda com o consumo consciente - afirma o presidente do Wal-mart Brasil, Héctor Núñez. Segundo ele, “Os produtos trazem diferenciais que vão da redução ou alteração do tipo de embalagem e matéria-prima utilizada, optando por opções recicláveis ou certificadas, à diminuição no consumo de energia, água e dos resíduos sólidos gerados”. O papel do Wal-mart foi fornecer suporte técnico – representado pelo CETEA (Centro de Tecnologia de Embalagens), ligado ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), do governo de São Paulo – para todo o processo de desenvolvimento do produto, avaliando os resultados apresentados pelas empresas do início ao fim da cadeia produtiva. Além disso, a empresa ofereceu a garantia de compra, a visibilidade e exposição diferenciada desses itens no ponto de venda.

O projeto contou com reuniões mensais que envolviam o mapeamento da cadeia produtiva do produto, a identificação de oportunidades de otimização e reduções de impactos ao meio ambiente em cada etapa de seu desenvolvimento, além de mais de 3000 horas de consultoria técnica, com reuniões entre o fornecedor, o Wal-mart e o

CETEA (Centro de Tecnologia de Embalagens).

Ao todo, dez produtos vendidos na Walmart foram “esverdeados”. São eles:

- o achocolatado Toddy Orgânico, da Pepsico;
- a linha de águas Pureza Vital, da Nestlé;
- o amaciante Comfort Concentrado, da Unilever;
- o Band-Aid, da Johnson&Johnson;
- o desinfetante Pinho Sol, da Colgate-Palmolive;
- a esponja de banho Ponjita Naturals Curauá, da 3M;
- a fralda Pampers Total Comfort, da Procter&Gamble;
- o Matte Leão Orgânico, da Coca-Cola Brasil;
- a linha de óleos vegetais Liza, da Cargill
- e o sabão TopMax, do Wal-Mart, fabricado pela Gaúcha Bertolini.

Somada a essa iniciativa, CEOs de 20 grandes indústrias firmaram o Pacto pela Sustentabilidade Wal-Mart Brasil, em prol de práticas mais sustentáveis em toda a cadeia de suprimento. Entre os pactos, na área de cadeia produtiva e redução de embalagem, as empresas se comprometeram a:

1. *Compras responsáveis*

- Reduzir em 70% o fosfato nos detergentes para lavanderia e cozinha até 2013;
- Oferecer produtos de lavanderia, no mínimo, 2 vezes mais concentrados até 2012;
- Oferecer pelo menos 1 produto orgânico por categoria de alimentos até 2012;
- Estimular as vendas de produtos com diferencial em sustentabilidade;
- Apoiar e estimular o desenvolvimento de produtos de ciclo fechado;
- Produtos de marca própria do Walmart Brasil devem liderar pelo exemplo em sustentabilidade.

2. *Redução de Resíduos*

- Reduzir as embalagens em 5% até 2013;
- Implantar o Packaging Scorecard até 2009;
- Reduzir o consumo de sacolas plásticas em 50% até 2013.

Fonte: Agencia Valor Ecológico, 2010.

Conforme discutido no Capítulo 2, o conceito de logística ambiental, por não abranger o processo de retorno como a logística reversa, estaria mais diretamente relacionado ao desenvolvimento e comercialização de produtos sustentáveis ou planejamento de processos ecoeficientes. No entanto, alguns negócios sustentáveis já tem utilizado a gestão da cadeia reversa como base. A seguir são apresentados e discutidos conceitos e casos práticos relacionados mais diretamente à logística reversa.

Transporte e armazenagem de produtos e materiais pós-consumo

Tradicionalmente, ao final da sua vida útil, os itens residuais eram usualmente descartados no lixo doméstico ou, dependendo do seu estado de conservação, doados a

obras assistenciais. Com o desenvolvimento da logística reversa, criou-se a necessidade do estabelecimento de procedimentos de recolha, transporte e armazenagem de produtos e materiais pós-consumo para fins de destinação ambientalmente adequada. Para determinados segmentos produtivos, foi necessária a especialização de operações logísticas reversas para o atendimento dessa demanda.

Bolsa de resíduos

No Brasil, apenas cerca de 30% dos resíduos gerados são destinados de forma adequada em aterros sanitários e industriais. Desse percentual, apenas uma pequena parte é reciclada, que chega a movimentar cerca de R\$ 12 bilhões anualmente. (<http://www.brasil.gov.br/sobre/meio-ambiente/gestao-do-lixo/descarte> visitado em 10 de novembro de 2012)

Conforme divulgado pelo relatório *Waste Market Overview & Outlook* (2012) (<http://www.wastebusinessjournal.com/overview.htm> visitado em 10 de novembro de 2012), os Estados Unidos movimentaram em 2008 aproximadamente US\$ 56 bilhões com negócios relacionados ao recolhimento e comercialização de materiais recicláveis, um montante bastante expressivo mesmo para a economia americana e que, de acordo com o mesmo relatório, apresenta tendência de crescimento para os próximos anos.

Outra proposta para a gestão de resíduos é a bolsa de resíduos que, de acordo com definição da Federação das Indústrias de São Paulo, tem como objetivo a divulgação de ofertas de compra e venda de resíduos industriais recicláveis, promovendo o intercâmbio entre geradores e compradores de resíduos industriais. Essa alternativa tem se desenvolvido de modo promissor no Brasil por iniciativa da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e das respectivas Federações Nacionais.

A bolsa de resíduos consiste em um mecanismo relativamente simples de anúncio de ofertas e demandas de resíduos por diferentes agentes previamente cadastrados em uma base de dados. As informações são vinculadas ao CNPJ da indústria como forma de validação.

O gestor da base de dados não é responsável pela realização dos negócios, mas apenas pela divulgação das informações e gerenciamento da base de dados conforme o produto ou material estiver sendo disponibilizado pelo cliente.

Os custos da transação comercial (acondicionamento, transporte e armazenagem) são acordados entre os interessados.

Entretanto, a CNI aponta algumas das principais dificuldades para um adequado gerenciamento de resíduos sólidos por meio da bolsa de resíduos (CNI, 2011):

- ausência da diferenciação dos resíduos sólidos dos co-produtos, que são aqueles materiais requalificados por processos ou operações de valorização para os quais há utilização técnica, ambiental e economicamente viável, não sendo dispostos no meio ambiente;
- falta de base de dados disponíveis, em nível nacional, em relação a geração, tratamento e disposição final dos resíduos industriais. A base de dados é uma ferramenta fundamental para planejamento de ações de gerenciamento dos resíduos sólidos;
- falta de locais licenciados para tratamento e disposição final de resíduos sólidos industriais;
- dificuldades de financiamento para aquisição de equipamentos, instalação de sistemas de tratamento de resíduos (aterros, incineradores, usinas de reciclagem etc); e,

- altos custos atrelados à logística do processo.

Nesse sentido, com a oferta dos serviços e a integração virtual entre diferentes Bolsas de Resíduos no país, consolidou-se o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR), na qual encontram-se congregadas as *Federações das Indústrias da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Pará, Paraná, Pernambuco e Sergipe*. De acordo com o sistema instituído, pode participar das Bolsas de Resíduos qualquer empresa estabelecida legalmente no país, ou de outros países que possuam um representante legal devidamente autorizado para comercialização de resíduos. Não são autorizadas a participar do Sistema Integrado pessoas físicas ou empresas com pendências de ordem fiscal.

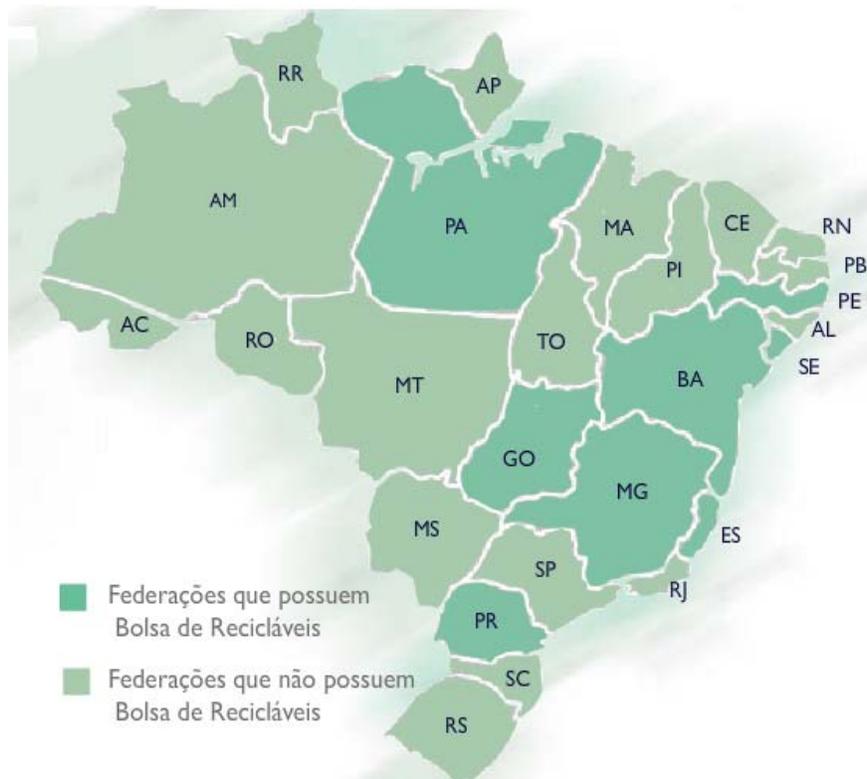


Figura 5.2 Sistema Integrado de Bolsas de Resíduos (SIBR)

Fonte: http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp visitado em 12 de novembro de 2012.

Interessante ressaltar que nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, onde encontra-se a maior densidade de empresas recicladores do país, ainda não há integração com o SIBR. Por um lado, verifica-se a ausência de importantes cidades no sistema, por outro lado, o Pará, que não possui histórico de atuação na logística reversa está integrado ao sistema e pode atuar como ponto de recebimento de regiões mais remotas.

Ciente da importância da Bolsa de Resíduos e da diversificação dos serviços originalmente propostos, o Conselho de Logística Reversa do Brasil (CLRB) apresenta em seu site um mecanismo relativamente simples e eficiente para a busca ou divulgação de produtos e materiais adequados à logística reversa. O CLRB denomina a prática como “negócios verdes” e realiza a intermediação entre ofertantes e demandantes. Veja o Boxe 5.4.

BOXE 5.4 Negócios verdes do CLRB (Conselho de Logística Reversa do Brasil)

O CLRB oferece serviços de intermediação de negócios, apresentando sob sigilo empresas prestadoras de serviços especializados em Logística Reversa que melhor se adaptam às necessidades de empresas industriais e comerciais.

O CLRB "NEGÓCIOS VERDES" é um serviço que apresenta às empresas associadas as ofertas de prestadores de serviço que melhor se adaptam aos serviços requeridos.

VEJA COMO FUNCIONA:

A empresa interessada especifica as características do serviço requerido, usando o formulário à direita, recebendo por email e de forma sigilosa as ofertas de empresas prestadoras destes serviços.

O CLRB mantém a solicitação anônima em sua página e utiliza o seu banco de dados de prestadores de serviços de Logística Reversa nacional e internacional, encaminhando as ofertas para avaliação da empresa requerente. O prestador de serviço cadastrado tem acesso às solicitações em caráter anônimo para avaliação, e indica ao CLRB seu interesse na oportunidade.

Fonte: CLRB, 2012.

No conjunto de ações pertinentes à bolsa de resíduos, a logística reversa aparece por meio do retorno de resíduos sob a forma de matéria-prima secundária para o processo produtivo. Entretanto, para cada ator, o processo pode ser percebido sob uma ótica diferente. Enquanto o ofertante do resíduo está realizando a destinação ambientalmente correta dos resíduos ou coprodutos gerados, o demandante reconhece o resíduo como insumo em seu processo produtivo.

Software para logística reversa

Em função das especificidades das operações de logística reversa, o desenvolvimento de *software* para gerenciamento de cadeias reversas requer uma gama de customizações e ainda não é o foco de muitas empresas. No entanto, o potencial de crescimento de negócios sustentáveis a partir da logística reversa tem despertado o interesse de muitas empresas da área de tecnologia da informação.

As principais empresas que possuem pacotes de sistemas informatizados para a gestão de sistemas logísticos já investiram e desenvolveram *software* especializados para a gestão da logística reversa, se antecipando à demanda. Apesar de a logística reversa ainda representar um custo significativo na gestão organizacional, o investimento dessas grandes empresas da área de TI sinalizam um futuro promissor para o segmento de *software* nessa área.

Tabela 5.2 Análise comparativa dos principais softwares para a logística reversa

Empresa	Rastreamento	Gestão de trocas e reparos	3PL	4PL	Histórico	Relatório	Gestão da garantia
GEODIS		✓		✓	✓	✓	
IBM	✓	✓	✓		✓	✓	✓
METRIX	✓	✓	✓				✓
ORACLE	✓		✓		✓	✓	
SAP		✓	✓			✓	✓

Informações adicionais para cada sistema podem ser encontradas em:

SAP

<http://www.sap.com/lines-of-business/scm/reverse-logistics/index.epx>

METRIX

<http://www.metrix.com/reverse-logistics-software.html>

IBM

<http://www.oxford-consulting.com/solutions/supply-chain-management/order-management/returns-management-reverse-logistics/>

ORACLE

<http://www.processweaver.com/oracle-EBS-erm.html>

GEODIS

<http://www.geodis.de/Geodis/transport-logistics-de.nsf/business-lines/reverse>

Das empresas avaliadas, apenas a GEODIS atua especificamente no segmento de logística reversa e possui *software* próprio atuando na gestão da cadeia reversa. As demais empresas são do segmento de TI e desenvolveram *softwares* específicos para a gestão da logística reversa.

Conforme apresentado na Tabela 5.2, a gestão de trocas e reparos, bem como o gerenciamento de terceiros e a elaboração de relatórios são processos presentes na maioria dos sistemas das empresas. Destaca-se a operação de troca e reparos como uma das que agregam maior valor na gestão da cadeia reversa.

Conforme apresentado por Greeve e Davis (2011), os custos de retorno do pós-venda e pós-consumo são compensados por operações de reparo e remanufatura que, em parceria com empresas produtoras, permite a revenda.

Enquanto a METRIX parece ter maior foco na gestão do processo por meio da alimentação do sistema com informações relacionadas ao ciclo de vida, garantia e destinação de peças e partes, a IBM parece ter maior controle sobre a documentação e relatórios gerados. A ORACLE subdivide seus sistemas de logística direta e logística reversa, buscando tornar transparentes os respectivos processos. O sistema da SAP, por sua vez, foca na otimização do sistema de logística reversa por meio da gestão logística e da garantia.

A complexidade do gerenciamento dos SLRs pode tornar o processo caro. Mas, se por um lado o sistema informatizado demanda tempo e pessoal dedicado, por outro lado, reduz os custos e tempo de processamento de pedidos no médio prazo. Desta forma, a relação custo/benefício deve ser avaliada na aquisição de sistemas informatizados para a logística reversa, considerando-se o porte da empresa e os volumes a serem gerenciados.

Outro aspecto que deve ser observado quando do uso de um sistema desenvolvido no exterior para aplicação no Brasil é a adequação dos parâmetros às exigências legais e normativas. Conforme discutido anteriormente, a PNRS estabelece a responsabilidade *compartilhada*, o que assume, em certa medida, a terceirização dessas atividades. Não se pode desconsiderar entretanto a possibilidade de uma gestão mais centralizada e especializada do processo.

Referências

- AGÊNCIA VALOR ECOLÓGICO, 2010. WalMart e Fornecedores lançam Produtos mais Sustentáveis. Disponível em: [www. http://valorecologico.com](http://valorecologico.com). Acesso em dezembro de 2012.
- BARBIER, E.B., 2002. The role of natural resources in economic development. Disponível em: http://homepage.univie.ac.at/adusei.jumah/natural_resources.pdf. Acesso em dezembro de 2012.
- BOSDOGIANNI, A., 2007. Municipal solid waste management in Greece – legislation – implementation problems. In: Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium. Sardinia.
- CLRB, 2012. Conselho de Logística Reversa do Brasil. Disponível em: [Fonte: http://www.clrb.com.br/ns/negocios2.asp?interesse=solicitante](http://www.clrb.com.br/ns/negocios2.asp?interesse=solicitante). Acesso em dezembro de 2012.
- CORDERO, R.R., ROTH, P., SILVA, L., 2005. Economic growth or environmental protection? The false dilemma of the Latin American countries. *Environmental Science & Policy*. Vol. 8, 4, pp. 392-398.
- CRONIN, R. 2009. Natural Resources and the Development-Environment Dilemma. Disponível em: http://www.stimson.org/images/uploads/research-pdfs/Exploiting_Natural_Resources-Chapter_5_Cronin.pdf. Acesso em dezembro de 2012.
- GOMES, J.R., 2012. Kellog gastará US\$ 30 milhões com recall de cereal nos EUA, diz 'WSJ'. Estado de São Paulo. <http://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,kellog-gastara-us-30-milhoes-com-recall-de-cereal-nos-eua-diz-wsj,130432,0.htm>. Acesso em dezembro de 2012
- GREEVE, C. e DAVIS, J., 2011. Recovering lost profits by improving reverse logistics. Report. Disponível em: http://www.ups.com/media/en/Reverse_Logistics_wp.pdf. Acesso em dezembro de 2012.
- Kotler, P. e Kotler, K. 2012, *Marketing Management*, 14th edition. Pearson.
- KRIKKE, H.; BLOEMHOF_RUWAARD, J. e Van WASSENHOVE, L. Design of closed loop supply chains: a production and return network for refrigerators. ERIM – Report Series Research in Management, 2001.
- POLICY STUDIES INSTITUTE. Designing policy to influence consumers: Consumer behaviour relating to the purchasing of environmentally preferable goods. London, pp. 110, 2006. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/enveco/pdf/RealWorldConsumerBehaviour.pdf>. Acesso em outubro de 2012.
- REVISTA SUSTENTABILIDADE, 2012. Empresa de logística reversa faz upcycling de 200 mil embalagens em 7 meses no Brasil, 15 abr. 2010. Disponível em:

<<http://revistasustentabilidade.com.br/empresa-de-logistica-reversa-faz-upcycling-de-200-mil-embalagens-em-7-meses-no-brasil/>>. Acesso em dezembro de 2012.

RODRIGUES, G.G., PIZZOLATO, N., SANTOS, V.P., 2004. Logística reversa dos produtos de pós-venda no segmento de lojas de departamento. XVIII ANPET. Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Disponível em: http://www.cbtumetrorec.gov.br/estudos/pesquisa/anpet_xviiiCongrpesqns/ac/arq107.pdf. Acesso em dezembro de 2012.

SEABRA, L. 2011. Número de recalls mais do que dobra em oito anos no Brasil. Valor Econômico. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/1158502/numero-de-recalls-mais-do-que-dobra-em-oito-anos-no-brasil#ixzz2F9x3U35G>. Acesso em dezembro de 2012.

STERN, H. The Significance of Impulse Buying Today, Journal of Marketing, Vol. 26, pp. 59-62, 1962.

Valor Econômico, 2012a. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/2933098/avon-faz-recall-de-xampus-no-brasil#ixzz2F9sui2ux>. Acesso em dezembro de 2012.

VALOR ECONÔMICO, 2012b. Disponível em: <http://www.valor.com.br/empresas/2876492/ford-do-brasil-anuncia-recall-do-new-fiesta#ixzz2F9pt2bhR>. Acesso em dezembro de 2012.

VERHAGEN, T., Van DOLEN, W., 2011. The influence of online store beliefs on consumer online impulse buying: A model and empirical application. Information & Management, Vol 48, n 8, pp. 320-327.

ZACARIAS R. Consumer society, ideology of consumption and environmental and social inequities of the current patterns of production and consumption. In: Loureiro, CFB. (Eds.). To rethink the environmental education: a critical view. Cortez; 2009. p. 119-39. (in Portuguese)

ZHU, Q., SARKIS, J.; LAI, K. Green supply chain management implications for “closing the loop”. Transportation Research Part E. Vol. 44, pp. 1–18, 2008.

Capítulo 6

Aspectos conceituais dos sistemas de logística reversa

Conceitos como ecologia industrial, avaliação do ciclo de vida e *design* ambiental serviram como base para o desenvolvimento e consolidação da gestão de resíduos e do entendimento da logística reversa. Nesse capítulo são apresentados importantes conceitos nos quais os sistemas de logística reversa baseiam-se. Com a leitura do capítulo será possível responder às seguintes questões:

- Quais as principais bases conceituais para o desenvolvimento e gestão dos sistemas de logística reversa?
- Como essas bases conceituais influenciam e contribuem para uma gestão mais adequada das cadeias de suprimento reversas?
- Qual a importância do projeto do produto na gestão de sistemas de logística reversa?

Introdução

O processo de implantação da logística reversa pode se dar de várias formas. Apesar de ainda não haver definição consolidada a respeito da elaboração e implementação de sistemas de logística reversa, no Brasil eles devem ser desenhados por meio de acordos colaborativos, como especificado na própria Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dentro de acordos setoriais. As diferentes áreas envolvidas devem buscar soluções conjuntas e viabilizá-las por ações coordenadas em prol da sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Apesar de algumas similaridades, os países em desenvolvimento apresentam algumas especificidades que diferem, por exemplo, do modelo europeu.

A principal delas, já discutida anteriormente neste livro, é a disponibilidade de mão-de-obra para a realização da catação e triagem de resíduos (veja o Capítulo 4) – característica que resulta na redução dos custos de produção, porém aumentando o grau de incerteza do processo.

Outro fator não menos importante é a *responsabilidade compartilhada*, a partir da qual todos os agentes da cadeia tornam-se co-responsáveis pela gestão dos resíduos, segundo estabelecido na Política Nacional que regulamenta a gestão de resíduos no país.

No entanto, mesmo após a definição das responsabilidades dos envolvidos na cadeia reversa, ainda há a necessidade do estabelecimento de ferramentas estratégicas e operacionais para o desenvolvimento de ações coordenadas, conforme pressupõe-se em um sistema.

Diante desse cenário, são abordados nesse capítulo os aspectos estratégicos e operacionais da implementação dos sistemas de logística reversa.

Construção conceitual

A logística reversa ocupa-se do gerenciamento de fluxos reversos de produtos e materiais a partir dos estágios de pós-venda e pós-consumo. A possibilidade de valorização/ recuperação de valor e reinserção de resíduos em cadeias produtivas é um benefício ambiental adicional, possivelmente não considerado inicialmente como prioridade principal na gestão de cadeias reversas.

Pode haver vantagens comerciais em ambos aspectos, apesar de os sistemas de logística reversa ainda serem frequentemente percebidos apenas como um “custo necessário” para muitas empresas.

Muitos gestores são levados a implementar os sistemas de logística reversa pela regulamentação legal sobre gestão de resíduos sólidos.

A construção destes instrumentos legais, por exemplo aqueles relacionados à gestão de resíduos, foi fundamentada por diferentes conceitos como a ecologia industrial, a avaliação do ciclo de vida, o *design* (projeto) para o meio ambiente e a gestão da cadeia de suprimentos de ciclo fechado.

Esses conceitos são abordados a seguir como base conceitual para construção dos sistemas de logística reversa. Começamos por descrever o conceito de ecologia industrial.

Ecologia industrial

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 conceito de ecologia industrial começou a ser elaborado na década de 1950 (Odum, 1955; Margalef, 1963) a partir do conceito de *metabolismo industrial* que, por sua vez, consiste em uma análise do processo produtivo sob a ótica do processamento energético nos sistemas biológicos. Apesar disso, apenas na década de 1970 o conceito começou a ser empregado com sua interpretação mais recente.

Os conceitos de metabolismo industrial e de ecologia industrial chegam às vezes a ser confundidos já que ambos propõem maximizar a eficiência do uso das matérias-primas, potencialmente reutilizadas como materiais secundários de processos produtivos em vez de serem meramente dispostas no ambiente.

Ecossistemas naturais e industriais

Conforme comentado anteriormente, o conceito de ecologia industrial evoluiu do de *metabolismo industrial*, segundo o qual a indústria pode ser percebida como um conjunto de sistemas capazes de gerar um produto, analogamente ao que acontece nos processos metabólicos que ocorrem desde em estruturas unicelulares até em organismos complexos.

Os *ecossistemas naturais* são compostos por uma série de organismos, que se nutrem de fluxos de matéria, água e energia para obtenção de substâncias e/ou metabolização de produtos cujo consumo satisfaça suas necessidades e permita sua sobrevivência. Da mesma forma, nos *ecossistemas industriais*, ocorre o fluxo de material e energia entre diferentes empresas que, de forma análoga, podem ser percebidas como ‘organismos’ capazes de “metabolizar” insumos.

A ecologia industrial busca maximizar a eficiência dos processos industriais através da redução, reutilização e reciclagem (objetivos similares, de certa forma, aos da logística reversa). Isso requer a transição de uma economia de fluxos lineares para um modelo de economia de fluxos circulares ou cíclicos.

Do ponto de vista econômico a aplicação de conceitos da ecologia industrial pode acarretar na redução do impacto ambiental das empresas e o possível aumento de sua competitividade.

Como benefício adicional, muitas empresas que optaram pela adoção de medidas ambientalmente corretas passaram também a investir em *green slogans* (Erkman, 1997) numa tentativa de capitalizar suas iniciativas em termos de vantagens mercadológicas.

Segundo Urresti (1996), como consequência deste processo, pode também haver geração de empregos, já que novas empresas surgem com o propósito de atender a demandas ambientais das indústrias de maior porte.

De acordo com a Sociedade Internacional para a Ecologia Industrial (ISIE, 2009), o campo de atuação da ecologia industrial compreende, entre outras áreas:

- estudos do fluxo de energia e materiais (“*industrial metabolism*”);
- desmaterialização e descarbonização;
- inovações tecnológicas e meio ambiente;
- planejamento, *design* e avaliação do ciclo de vida; (“*ecodesign*”);
- *design* para o ambiente;
- responsabilidade ampliada do produtor (“*product stewardship*”);
- simbiose industrial e parques ecoindustriais;
- parques ecoindustriais (“*industrial symbiosis*”);
- políticas ambientais orientadas ao produto; e,
- ecoeficiência.

Patnaiki e Poyyamoli (2012), propõem ainda cinco aspectos-chave a serem considerados na ecologia industrial:

- planejamento de produtos, processos e unidades produtivas, serviços e sistemas de tecnologia de modo a possibilitar sua adaptação à inovações sustentáveis com geração mínima de resíduos;
- minimização da produção de resíduos e consumo de recursos em todas as atividades;
- uso de alternativas o menos tóxicas possíveis sempre, particularmente quando os materiais possam ser dispersados no meio ambiente;
- planejamento de produtos, processos e unidades produtivas para preservar a utilidade dos materiais e energia utilizada na manufatura inicial. Assim, planejar em que medida seriam desejáveis a extensão da

vida útil dos produtos e o apoio à reciclagem, recuperação e reuso de partes ou peças, bem como outros materiais; e,

- planejamento de produtos físicos não apenas para realizar a sua função pretendida, mas também para ser utilizados na criação de outros produtos úteis, no final da sua vida útil atual.

A ecologia industrial se vale de uma série de ferramentas para apoiar os objetivos de uso sustentado dos recursos naturais, promoção da qualidade de vida, sustentabilidade ambiental e equidade social.

No conceito de “*simbiose* (relação mutuamente vantajosa ou necessária) *industrial*” é importante a conexão física entre empresas vizinhas, permitindo a troca de água, energia e resíduos, com a finalidade de reduzir custos de produção e de tratamento de resíduos. Entretanto, a simbiose industrial apresenta uma limitação importante: as empresas devem estar situadas próximas umas das outras, como ocorre nos polos petroquímicos.

Alguns autores recomendam uma distância máxima de, por exemplo, três quilômetros entre as empresas envolvidas num sistema de ecologia industrial; entretanto, a distância dependerá de fatores como o valor de mercado do produto trocado, o custo da infraestrutura necessária para que ocorram as trocas e, principalmente, a natureza da produção de cada empresa.

O primeiro e mais difundido modelo considerado como consistente com o conceito de ecologia industrial é o parque eco-industrial de Kalundborg, implantado em 1975 na Dinamarca. Com a meta de reduzir o impacto ambiental, foram analisados os fluxos de matéria e energia de produtos e processos industriais buscando-se alternativas tecnológicas e políticas para o uso sustentável dos recursos naturais.

A implementação de parques eco-industriais baseia-se em princípios de análise de sistemas, metabolismo industrial, análise de fluxo de material, avaliação de ciclo de vida, prevenção da poluição, *design* para o meio ambiente, responsabilidade social e responsabilidade compartilhada.

A Figura 6.1 evidencia os principais fluxos de material e energia no caso da cidade de Kalundborg. Verifica-se que o fluxo de água aquecida, que antes era descartado, passa a ser reaproveitado na piscicultura.

Os dejetos resultantes da criação de peixes, por sua vez, são reaproveitados como adubo na agricultura. O gás produzido como resíduo em refinarias é reincorporado na geração de energia elétrica. O resíduo do processo de geração de energia (termo)elétrica é utilizado em pavimentação. Outros processos similares são propostos com o objetivo de promover a reciclagem de material e energia de forma eco-eficiente (Figura 6.1).

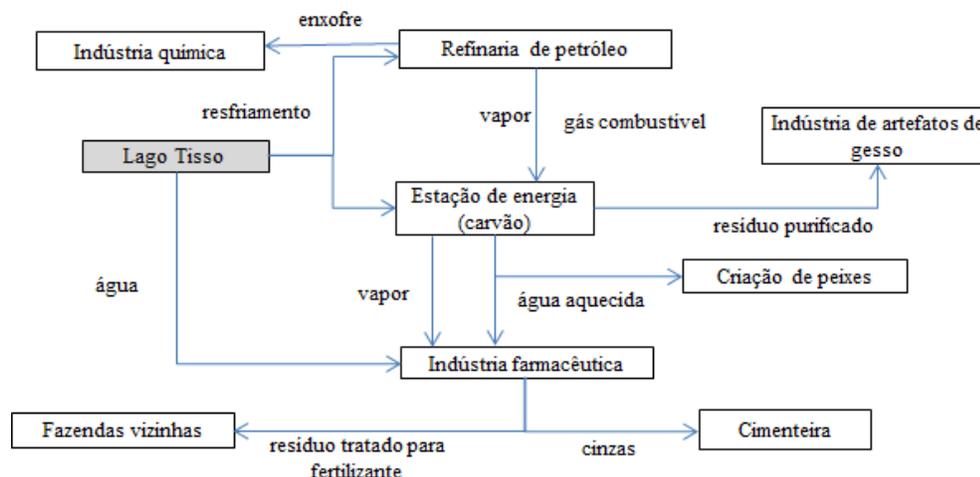


Figura 6.1 Fluxo de recursos no modelo de Ecologia Industrial de Kalundborg.

Fonte: Domenech e Davis, 2011.

Nesse sistema de ecologia industrial, os fluxos trocados de matéria (água, cinzas, vapor e resíduos) e energia (aquecimento e resfriamento) evidenciam uma economia significativa.

O caso da cidade de Kalundborg é um exemplo bastante antigo e conhecido que estabelece um modelo inovador de gerenciamento de resíduos baseado no conceito ecológico de cooperação ou *simbiose*. Esta perspectiva pode ser considerada como um dos conceitos formadores da logística reversa.

A eficiência na gestão de recursos materiais e energéticos da ecologia é o principal indicador dos benefícios pretendidos para os envolvidos no processo de cooperação. Similarmente, nos sistemas industriais, o foco está na eficiência produtiva que, em última instância, resulta no uso eficiente dos recursos. Esta analogia entre sistemas naturais e industriais indica a importância da implantação dos sistemas de logística reversa quando se pretendem desenvolver práticas mais sustentáveis.

A Tabela 6.1 apresenta os valores para a economia de recursos ou emissões evitadas por meio da recirculação de matéria entre os diferentes atores do sistema de ecologia industrial de Kalundborg.

A eficiência do processo é resultado de uma gestão logística eficiente do fluxo de matéria e energia. A proximidade das instalações industriais e demais unidades do sistema contribui para a viabilização dos custos de transporte necessários.

Tabela 6.1 Benefícios anuais da rede de Ecologia Industrial de Kalundborg.

Recurso/Emissões	Economia/Emissão evitada por ano
Água subterrânea	1.900.000 m ³
Água superficial	1.000.000 m ³
Enxofre líquido	20.000 t

Biomassa	319.000 m ³
Emissões de CO ₂	64.460 t
Emissões de SO ₂	53 t
Emissões de NO _x	89 t
Água residual	200.000 m ³
Gesso	170.000 t

Fonte: Domenech e Davis, 2011.

Com base nos benefícios atingidos por meio do modelo de ecologia industrial descrito acima, é possível visualizar a utilização de princípios similares no esforço de otimização de processo e implementação de modelos mais ecoeficientes para diferentes sistemas produtivos e parques eco-industriais.

Compatibilizar diferentes anseios em prol de um desenvolvimento sustentável consiste em equacionar variáveis de significativa complexidade. Por este motivo, a gestão de resíduos é uma disciplina complexa. Porém, é também de considerável importância para a gestão eco-eficiente dos recursos naturais.

A abordagem de negócios também entra nas análises de eficiência e otimização dos sistemas produtivos, contribuindo para o aumento da complexidade e exigindo ferramentas versáteis e precisas para subsidiar o processo decisório nas esferas organizacionais, governamentais e na sociedade.

Apesar de conceitos como o da ecologia industrial representarem um avanço conceitual e prático significativo como alternativa para a destinação e reaproveitamento de resíduos, ainda são pouco frequentes os casos nos quais a interação entre os agentes do sistema ocorre de forma harmônica.

Na maior parte dos casos, a concorrência ou outras pressões de mercado dificultam uma cooperação mais efetiva. No âmbito da logística reversa, nem sempre os sistemas geram produtos com a qualidade necessária ou com custos aceitáveis a ponto de serem reabsorvidos pelo mercado.

Para corrigir esses desvios há a necessidade de se compreenderem e buscarem os aspectos que motivam cenários de cooperação e, particularmente, entender o ciclo de vida dos produtos. As ferramentas para avaliação e gestão do ciclo de vida possibilitam a remodelagem de sistemas inteiros ao identificarem os pontos passíveis de melhoria, segundo critérios de sustentabilidade.

Como a *ecologia industrial* é de certa forma a continuação do processo de *metabolismo industrial*, no qual os resíduos e co-produtos são reinseridos na cadeia produtiva como insumos, a logística reversa seria a ferramenta por meio da qual os resíduos retornam ao processo produtivo em fluxos reversos.

O sistema de logística reversa abrange todas as etapas, desde a produção e o consumo, passando pelo descarte até chegar à destinação. Nota-se aqui certa similaridade com o conceito de ciclo de vida dos produtos. A seguir esse conceito (Avaliação do Ciclo de Vida) será aprofundado, como mais um subsídio para a construção de sistemas de logística reversa.

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

Todo produto ou processo resulta, em maior ou menor medida, em impacto sobre o meio ambiente. Esse impacto pode ocorrer durante a obtenção de matéria-prima, durante o processamento ou transporte, na etapa de consumo ou

pós-consumo (na destinação ou disposição final). Entretanto, para gerenciar os aspectos e impactos relacionados ao ciclo de vida de um produto ou relativos à execução de determinado processo, são necessárias informações de apoio à tomada de decisão.

A gama possível de diferentes processos produtivos e produtos existentes não permite a definição de soluções padronizadas que sejam aplicáveis a todos os casos.

A avaliação de ciclo de vida (ACV) trabalha com uma visão ampla e integrada de todas as etapas da vida útil de um produto, avaliando o impacto da extração, composição e processamento dos materiais, consumo energético e gestão dos resíduos.

Uma análise abrangente dos aspectos e impactos relacionados à fabricação, consumo e pós-consumo de um determinado produto por meio da ACV possibilita a identificação de etapas com maior potencial de impacto e, dessa forma, permite nortear as principais ações no sentido de reduzir ou mitigar os danos ao meio ambiente e à saúde humana.

Sumariando, a ACV consiste na análise de um sistema por meio da avaliação das entradas, das saídas e dos impactos ambientais potenciais ao longo do ciclo de vida de um produto.

Dentre as aplicações possíveis para a ferramenta da ACV estão¹:

- desenvolvimento de produtos;
- escolha de tecnologias;
- identificação da fase do ciclo de vida em que ocorrem os impactos mais significativos;
- seleção de indicadores ambientais relevantes para a avaliação de projetos; e,
- reformulação de produtos ou processos.

Outro aspecto relevante que decorre da ACV é a possibilidade do uso do método como subsídio à elaboração de mecanismos legais e normativos a respeito, por exemplo, da gestão de produtos, materiais e resíduos perigosos.

A falta de uma visão sistêmica, muitas vezes, pode levar à criação de normas e legislações setoriais que não atendem às reais necessidades da sociedade. A partir de uma visão sistêmica e multidisciplinar do processo produtivo e suas interfaces, torna-se possível a identificação, análise e modificação das etapas ou processos.

Tanto a redução no uso de energia e na extração de materiais de reservas naturais quanto a minimização da geração e descarte de resíduos no meio ambiente fazem parte de um processo sistemático que contempla interesses sociais, ambientais, políticos e econômicos.

¹ Informação disponível em <http://acv.ibict.br>

A ACV consiste, portanto, em uma ferramenta que permite avaliar os efeitos ambientais da atividade, do processo e do produto em questão a partir do ciclo de vida do produto. Esta análise inclui:

- *Escopo* – Definição dos objetivos do estudo e estabelecimento de limites;
- *Inventário* – Obtenção de informações referentes a quantidades e tipos de matérias-primas, energia, água, resíduos, emissões e outros impactos ambientais através do ciclo de vida do produto, processo ou atividade analisadas;
- *Valoração de impactos* – Análise técnica e quantitativa na qual se caracteriza e avalia a informação obtida durante a fase de inventário, de forma a determinar o impacto real causado. Podem ser considerados aspectos como: impactos sobre a saúde humana e a qualidade ambiental;
- *Oportunidades de melhoria* – Nesta fase, tendo em vista os impactos causados pela atividade, processo ou produto, são consideradas as diferentes possibilidades para a redução de tais impactos como, por exemplo, o redesenho do produto ou processo, a substituição ou alteração de insumos, a gestão de resíduos, entre outros.

BOXE 6.1 Análise da eficiência de lâmpadas incandescentes e fluorescentes

As lâmpadas incandescentes, produzidas desde o século XIX, estão tendo seu uso gradualmente descontinuado em muitos países em decorrência da sua ineficiência energética. Essas lâmpadas geram mais calor do que produzem iluminação. As lâmpadas fluorescentes compactas (CFL ou *Compact Fluorescent Lamp Bulbs*) ou lâmpadas LED (*Light Emitting Diodes*) ainda chegam a durar 10 vezes mais que as lâmpadas incandescentes. Em função do potencial de eficiência energética e durabilidade as novas lâmpadas chegam a ser 75% mais eficientes que as convencionais. Desde 2008, nos Estados Unidos, é atribuída por meio do programa Energy Star (www.energystar.gov), uma classificação para as lâmpadas em função dos critérios de eficiência energética. Da mesma forma, o Selo Procel certifica as lâmpadas (www.eletronbras.com/procel) no Brasil.



A partir de determinação governamental, conforme a Portaria nº 1007 de 2010, as lâmpadas incandescentes serão gradualmente descontinuadas até 2016, quando deixarão de ser comercializadas ou importadas e serão substituídas pelas versões mais econômicas. Conforme divulgado em SECOM (2011), existem no Brasil 147 modelos de lâmpadas incandescentes de quatro fabricantes diferentes. Anualmente são consumidas cerca de 300 milhões dessas lâmpadas e 100 milhões das lâmpadas compactas.

Apesar da comprovada eficiência energética das lâmpadas alternativas, essas possuem mercúrio em sua composição (de 1,7 a 15 mg por lâmpada, conforme o modelo), sendo essa característica um dos principais aspectos observados pelos órgãos ambientais que impactam a avaliação do ciclo de vida desse tipo de produto. Enquanto intacta, as lâmpadas não oferecem risco, mas ao serem quebradas liberam vapor de mercúrio que pode se dispersar ao longo de até duas semanas. Dependendo da temperatura ambiente, até um terço do vapor de mercúrio contido na lâmpada se dispersa nas primeiras oito horas após a quebra (Aucott, 2004). Há, portanto, impacto ambiental significativo se a destinação de lâmpadas compactas for inadequada. Conforme apresentado na tabela abaixo, apesar de as lâmpadas compactas oferecerem uma significativa contribuição para a eficiência energética, o impacto decorrente do mercúrio presente pode comprometer o uso dessas lâmpadas em comparação com as lâmpadas incandescentes, segunda a avaliação de ciclo de vida.

Tabela 6.2. Análise comparativa da eficiência energética de lâmpadas compactas e incandescentes

Tipo de lâmpada	Watts	Consumo na fase de uso (kWh)	Média nacional de emissão de mercúrio (mg/kWh)	Mercúrio proveniente do uso da eletricidade (mg)	Mercúrio no aterro (mg)	Mercúrio total (mg)
CFL	13	104	0,012	1,2	0,44	1,6
Incandescente	60	480	0,012	5,5	0	5,5

Fonte: Energy Star, 2010.

No entanto, num estudo conclusivo de Ramroth (2008), a partir da análise de ciclo de vida, entre essas duas categorias de lâmpadas, fica evidente que, apesar da complexidade e alto consumo energético ao longo da fabricação das lâmpadas compactas, bem como da presença de mercúrio, o consumo energético ao longo da fabricação, transporte e uso das lâmpadas incandescentes são mais significativos e ainda representam emissões na sua fabricação, uma vez que grande parte das lâmpadas produzidas mundialmente tem carvão como principal matriz energética das indústrias, resultando em emissões de mercúrio durante o processo produtivo.

Uma vez que as lâmpadas incandescentes tem a vida útil mais curta e um

consumo energético maior para gerar luminosidade, em comparação às lâmpadas compactas, a eficiência ambiental é comprometida na medida em que são adquiridas mais lâmpadas incandescentes durante um mesmo período – o que representa mais horas de trabalho na indústria e, conseqüentemente, mais emissões de mercúrio. Por outro lado, em um país como o Brasil, cuja matriz energética é baseada em hidroeletricidade, a ACV resultaria mais equilibrada entre as duas alternativas de lâmpadas.

A proposta da ACV deve ser implementada de acordo com normas internacionais. As normas da série ISO 14.020 e 14.040 são as que estabelecem os requisitos para a gestão ambiental relacionada à ACV. As normas da série ISO 14.020 são específicas para a rotulagem ambiental, enquanto as normas da série ISO 14.040 regulamentam aspectos da própria ACV, conforme especificado na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 Normas da série ISO 14.000 sobre Análise do Ciclo de Vida.

Norma	Conteúdo
ISO 14.020	Princípios básicos para todas as categorias de rotulagem ambiental com recomendações sobre a aplicação da ACV.
ISO 14.021	Especifica rotulagem do tipo II na qual não se aplica a ACV com vistas à redução dos custos. Consiste em auto-declarações das organizações.
ISO 14.024	Especifica rotulagem do tipo I na qual recomenda-se a aplicação da ACV como forma de identificação dos critérios de avaliação do produto ou processo. Conhecidos como “Programas Selos Verdes”.
ISO/TR 14.025	Especifica rotulagem do tipo III, especifica padrões para implementação de programas de rotulagem com vistas a padronização do Ciclo de Vida e certificação do programa de rotulagem.
ISO 14.040	Define os princípios, estrutura e requisitos para conduzir e relatar estudos de ACV, não incluindo as técnicas em detalhe.
ISO 14.041	Apresenta diretrizes sobre o escopo e avaliação do inventário do ciclo de vida que envolve a coleta de dados e procedimentos de cálculo para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema.
ISO 14.042	Orienta a respeito da avaliação do impacto do ciclo de vida, especificando elementos fundamentais para a estruturação dos dados, caracterização e avaliação dos impactos potenciais identificados por meio do inventário.
ISO 14.043	Define procedimento para identificar, quantificar, conferir e avaliar as informações dos resultados do inventário do ciclo de vida ou da avaliação do

	inventário do ciclo de vida, como subsídio ao relatório final.
ISO/TR 14.047	Consiste em um relatório que apresenta exemplos de aplicação da Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida, em conformidade com a norma ISO 14.042.
ISO/TR 14.048	Especificação do formato para a apresentação dos dados que serão utilizados no inventário e na análise.
ISO/TR 14.049	Apresenta exemplos de aplicação da ISO 14.041 e visa auxiliar a definição de objetivos, escopos e análise de inventários, orientando a padronização para diferentes tipos de ACV.

Como a análise do ciclo de vida considera os aspectos relacionados à produção, consumo e pós-consumo de produtos, a logística reversa pode ser usada dentro do conceito de ACV, na medida em que os fluxos de retorno também podem (e devem) ser considerados quanto ao consumo de recursos e gestão de material e energia.

Design para o meio ambiente (Design for the Environment - DfE)

Uma definição importante, relacionada à ACV é o *design* ou projeto do produto para o meio ambiente, do inglês *Design for the Environment* (DfE). Esta ferramenta está diretamente relacionada com o Ciclo de Vida do Produto.

Consiste da análise das implicações ambientais da construção de uma nova planta industrial, do projeto ou modificação de um produto, entre outros. Esta ferramenta requer a experiência de uma equipe multidisciplinar, na qual devem estar presentes, pelo menos, especialistas das seguintes áreas: engenharia, economia, sociologia, gestão de materiais, biologia e administração.

Durante muito tempo as organizações questionaram-se sobre a importância de se engajar e implementar a gestão ambiental em seus processos produtivos. Hoje, pressões de leis e normas reforçam e induzem a adoção de práticas ambientais pelo setor produtivo.

O retorno sobre os investimentos necessários para a gestão ambiental não era claro para os gestores, até que os mecanismos legais e exigências de mercado tornaram a gestão ambiental uma potencial fonte de diferencial competitivo de mercado.

O principal questionamento era em relação ao custo da adoção de práticas sustentáveis ao longo do processo produtivo. Nesse período, o projeto de um produto ou processo considerando a adequação ambiental acarretava custos altos e aparentemente desnecessários. Dentre os custos “evitáveis” estavam alguns como custos logísticos, investimento em equipamentos e tecnologias específicas, contratação de equipe capacitada, investimento na formação de novos postos de trabalho e gestão de resíduos.

Segundo o *DfE*, o projeto de um produto ou processo deve considerar aspectos de sustentabilidade que possibilitem a ecoeficiência do projeto como um todo. Por exemplo, eletrodomésticos que consomem menos energia, tanto na sua fabricação com processos mais eficientes como ao longo de sua vida útil, com tecnologias embutidas nos produtos que economizem energia no seu uso.

Da mesma forma, o uso de materiais menos poluentes ou a menor quantidade de insumos por produto ou o uso de insumos que sejam mais recicláveis aplicados em produtos mais facilmente desmontáveis e remanufaturáveis também são partes do conceito de ecoeficiência, pressuposto para o DfE.

O conceito de DfE transcende o entendimento de que os produtos devem ser usados de forma eficiente e contemplam em suas análises a mitigação de impactos ao longo da vida útil, na destinação pós uso e finalmente no descarte. Reflete uma migração de um comportamento *corretivo* para um comportamento *preventivo*.

Até a década de 1980, pelo menos no ocidente, em vários aspectos, o ambiente produtivo enfatizava estratégias de *controle* na produção. Em relação à gestão ambiental, ferramentas como filtros instalados em chaminés ou a instalação de estações de tratamento de efluentes eram as principais soluções para o controle das emissões e geração de efluentes. Com o passar do tempo tornou-se evidente que medidas de *prevenção* seriam mais eficazes ambiental e economicamente a médio e longo prazo.

Fiksel e Wapman (1994), pioneiros na conceituação de DfE, o definem como “consideração sistemática durante o desenvolvimento de novos produtos e processos, de questões de *design* relacionados com a segurança e saúde ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto.”

Esta ferramenta busca desde o projeto do produto e do processo gerar produtos de qualidade, com o menor impacto ambiental possível.

Adenso-Díaz et al. (2004) entendem o DfX como um termo que abrange as diferentes formas de projeto de produtos e processos considerando “X”, onde “X” pode ser a qualidade, a desmontagem, entre outros (veja a Tabela 6.3).

Tabela 6.4 Algumas definições de DfX.

<i>Design para X</i>	Características
Qualidade (DfQ)	A preocupação com a qualidade deve se incorporar ao produto desde o projeto, para diminuir a probabilidade de geração de não conformidades.
Desmontagem (DfD)	Minimizar no projeto a complexidade da estrutura reduzindo o número de componentes; utilizar o maior número possível de materiais em comum; buscar os tipos mais adequados de união das peças considerando a etapa de desmontagem.
Montagem (DfA)	Projetar o produto de forma a facilitar a montagem para redução do seu custo, por exemplo, minimizando o número de componentes e a considerando a facilidade de manejo.
Confiabilidade (DfRel)	Buscar projetar o produto visando aumentar a probabilidade de que ele funcione sem apresentar falha durante um determinado período de tempo.
Manutenção (DfMt)	Projetar produtos de forma a facilitar a manutenção com a redução do grau de dificuldade dos seus processos. Por exemplo: acessibilidade, detecção rápida de falhas,

	material de reposição com pouco peso e volume, formatos padronizados de forma que permitam o uso de ferramentas padronizadas.
Manufatura (DfM)	Projetar o produto levando em conta todas as considerações da fabricação, avaliando custos, utilizando projeto modular, utilizando engenharia e análise de valor, componentes padronizados, seleção adequada de materiais, entre outros.
Meio Ambiente (DfE)	Projetar produtos que causem o mínimo impacto ao meio ambiente (em termos de consumo de recursos e geração de emissões e resíduos contaminantes) ao longo de todo o ciclo de vida do produto.
Reciclabilidade (DfR)	Projetar produtos maximizando uso de materiais recicláveis, valorizando e utilizando partes reaproveitadas e, desta forma, minimizando a disposição final em aterros.
Serviço (DfS)	Inclusão no projeto do produto de melhorias para que determinado serviço facilitado pelo produto, ao ser utilizado, resulte em benefícios para o usuário.
Testabilidade (DfT)	Visa aumentar no projeto as possibilidades de verificar o bom funcionamento na fase de produção e uso dos diferentes componentes do produto.

Fonte: Adaptado a partir de Adenso-Díaz (2004).

O projeto do produto ou processo que, tradicionalmente, tinha a finalidade de adequação exclusivamente a requisitos técnicos e econômicos, agora passa a atender outras exigências relacionadas à gestão da cadeia reversa.

Nesse quesito são priorizado os aspectos de sustentabilidade ambiental e social relacionados a gestão de produtos e materiais pós-consumo. No entanto, evoluindo-se de uma visão de *controle* para a prática da *prevenção*, a proposta de projeto do produto e de processo considerando critérios de sustentabilidade ganhou respaldo de diferentes áreas de conhecimento.

A esse respeito Fry (2009) descreve o conceito de *design sustentável* e sua evolução ao longo do tempo, enfatizando o conceito de design para a desmontagem. Este (do Inglês *Design for Disassembly*) é um termo bastante antigo e aplicado na arquitetura a construções sustentáveis. O termo *design* portanto evoluiu para o projeto de produtos e processos considerando padrões legais, econômicos e ambientais de sustentabilidade. O Boxe 6.2 apresenta dois casos de aplicação do conceito de projeto (*design*) para a desmontagem.

BOXE 6.2 Design para a desmontagem

Um dos principais desafios da logística reversa é a desmontagem de equipamentos, o que exige conhecimento tanto da montagem do equipamento,

quanto das alternativas de destinação. Um aspecto relevante é a *descaracterização*, que consiste na destruição da marca do fabricante e, eventualmente, dos dados existentes nos produtos. A esse respeito, estudantes da Universidade Stanford, nos Estados Unidos, desenvolveram num projeto de curso, um laptop projetado para ser desmontado em poucos minutos sem o uso de qualquer ferramenta. Chamado de Bloom laptop, o equipamento facilita o processo de descaracterização e desmontagem sem ferramentas em até dois minutos, com a finalidade de reciclagem de suas partes. A proposta ainda confere facilidade de reparo e *upgrade* de componentes durante o uso do produto, prolongando sua vida útil.



Figura 6.4 Bloom laptop, que é facilmente desmontável

Fonte: <http://inhabitat.com/stanford-students-design-a-fully-recyclable-laptop/> visitado em 14 de março de 2013.

Apesar de a reciclagem ser uma forma muito importante de destinação, ela só tem efeito a partir da logística de recolha que, por sua vez, necessita da etapa de desmontagem e segregação dos materiais. Nesse sentido, outro exemplo interessante com a aplicação de métodos de desmontagem é a proposta por Shedroff (2009), na qual ele destaca a segregação dos materiais como ponto fundamental no *design* de um produto sustentável. A diversidade de materiais que pode compor um produto, ilustrada na Figura 6. abaixo, pode vir a comprometer a etapa de desmontagem e, conseqüentemente o processamento na cadeia reversa.

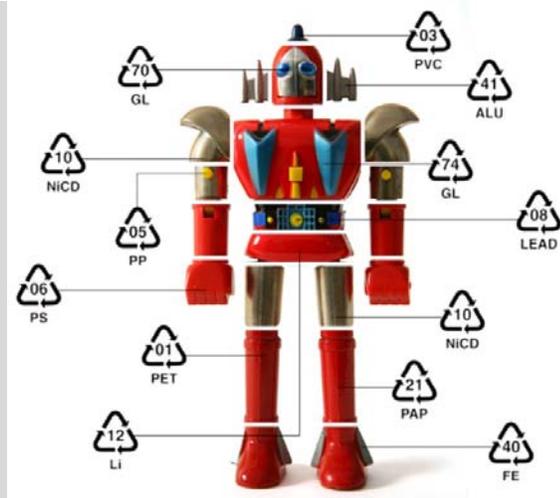


Figura 6.5 Ilustração da diversidade de materiais que compõem um produto

Fonte: <http://www.atissuejournal.com/2010/03/31/design-for-disassembly/>, visitado em 13 de março de 2013.

Shedroff (2009), ainda sugere aspectos a observar no projeto do produto e que trabalham para a facilidade de desmontagem:

- partes desenvolvidas em materiais puros que não necessitem tecnologia mais apurada para separação;
- poucas partes, com o objetivo de reduzir o tempo e o custo da desmontagem, como também minimizar o impacto ambiental decorrente da quantidade de materiais utilizados por produto;
- baterias e outros componentes eletrônicos fáceis de remover em função do potencial de risco que apresentam;
- padronização e acessibilidade dos fixadores para agilizar e reduzir o custo permitindo uso de ferramentas universais;
- componentes padronizados como tomadas, cartuchos e carregadores de baterias;
- substituir fixadores por encaixes, quando for possível; e,
- rotulagem dos materiais para fins de identificação.

Gestão da cadeia cíclica de suprimentos (*Closed-Loop Supply Chain*)

A gestão de cadeias cíclicas de suprimentos (ou de *ciclo fechado*) é parte essencial de processos produtivos que pretendam ter mais altos níveis de sustentabilidade. A reutilização de resíduos recuperados como matéria-prima de processos produtivos subsequentes reduz a disposição de resíduos e melhora o desempenho ambiental.

Uma definição de gestão da cadeia cíclica de suprimentos, do inglês *closed-*

loop supply chain (CLSC), (Guide e Van Wassenhove, 2008) é:

“o planejamento, a operação e o controle do sistema para maximizar a criação de valor por todo o ciclo de vida do produto com a recuperação dinâmica de valor vindo de diferentes tipos e volumes de fluxos de retorno ao longo do tempo.”

A gestão das cadeias de ciclo fechado inclui as atividades diretas da cadeia de suprimentos tradicional e também as atividades da cadeia reversa de suprimentos. Enquanto a cadeia de suprimentos tradicional compreende atividades de fornecimento, produção, vendas e consumo, na cadeia reversa estão compreendidos, adicionalmente:

- a aquisição de materiais a partir de produtos pós-consumo de usuários finais;
- logística reversa para movimentar os produtos pós-consumo das fontes geradoras de resíduos até pontos de destinação;
- testes e triagem para a determinação da condição dos produtos com o objetivo de determinar a opção de reuso mais viável economicamente;
- acondicionamento visando possibilitar a adoção da alternativa mais viável economicamente: reuso direto, reparo, remanufatura, reciclagem ou disposição, e
- revenda para criar e expandir mercados para produtos reconicionados ou resíduos a serem aproveitados por outras cadeias, bem como promover a sua distribuição.

Autores como Guide et al. (2003) consideram que, de um modo geral, ainda não se compreendem totalmente as atividades da gestão de cadeias de ciclo fechado porque essas atividades variam em complexidade e também em grau de importância para diferentes setores industriais e até para diferentes empresas. O retorno de produtos pode acontecer em diferentes estágios do ciclo de vida do produto.

É possível haver retorno durante a fase de produção em função da geração de produtos não-conforme; retornos no pós-venda, considerando-se a ocorrência de falhas dentro do período de garantia do produto ou arrependimento do consumidor; e, o mais comum, retorno no pós-consumo que pode ocorrer ou quando termina a vida útil do produto ou porque tornou-se obsoleto.

Usam-se diferentes denominações para diferentes formas de “fim de vida” de um produto: fim da *vida útil* e fim do *uso*. A diferenciação se dá com base em conceitos técnicos, tem sido utilizada para produtos tecnológicos e está relacionada ao grau de responsabilidade do produtor em relação à oferta de assistência técnica e manutenção dos equipamentos comercializados:

- O fim da vida útil, do inglês *End-of-Life* (EoL) refere-se à situação na qual determinado equipamento deixa de apresentar suas funcionalidades em decorrência do aumento da probabilidade de

ocorrência de falhas². É basicamente desta forma que as empresas fabricantes conseguem determinar em quanto tempo determinado equipamento começará a apresentar uma maior probabilidade de ocorrência de falhas e, dessa forma, estipular os prazos da garantia do produto antes dessa fase da vida útil.

- O fim do uso, do inglês *End-of-Use* (EoU) antecede o fim da vida útil e, geralmente, acontece de forma espontânea, enquanto um produto ainda está funcional ou não. Nessa categoria são incluídas outras definições que englobam aspectos relacionados a manutenção, suporte, vendas e outros aspectos da cadeia de suprimentos (Tabela 6.4).

² Indicadores específicos são utilizados para definir a probabilidade de ocorrência de falhas de um equipamento ou componente ao longo do tempo de vida. Os mais utilizados são MTTF (*Mean Time To Failure*) e MTBF (*Mean Time Between Failure*). Os testes são realizados usualmente pelas empresas fabricantes.

Tabela 6.4 Definições de diferentes empresas sobre os estágios do ciclo de vida de equipamentos tecnológicos.

Empresa	Estágio do ciclo de vida	Definição
CITRIX ³	Notificação de Mudança de Status (NSC)	Divulgação pública das datas nas quais os produtos alcançarão o EoS, EoM ou EoL.
	Fim de Vendas (EoS)	Data na qual determinado software ou aplicativo não estará mais disponível para a comercialização. É informada, pelo menos 90 dias antes de expirar para que o consumidor possa optar pelo upgrade ou obtenção de nova licença de uso.
	Fim da Manutenção (EoM)	Data a partir da qual o produto não terá mais assistência técnica ou manutenção além das atualizações de segurança.
	Fim da Vida Útil (EoL)	Data a partir da qual consertos, assistência técnica e <i>download</i> de produtos não estarão mais disponíveis. É definida com, pelo menos, seis meses de diferença da data do EoM.
Hewlett-Packard ⁴	Fim do Uso (EoU)	Momento a partir do qual o equipamento não encontra-se mais em uso pelo consumidor, independentemente de ainda apresentar funcionalidade ou não. Compreende diferentes possibilidades: <i>reciclagem</i> (cartuchos, toners e <i>hardware</i> de computadores), <i>comercialização</i> (recompra de todas as categorias de equipamentos usados da área de informática, da marca HP ou não, por valor de mercado, na compra de produtos novos), <i>reembolso</i> (compra de equipamentos usados para fins de recondicionamento, destruição de dados e revenda) e <i>doação</i> (recondicionamento dos equipamentos para doação por meio de uma fundação).

³ <http://www.citrix.com/support/product-lifecycle/milestones.html>

⁴ <http://www8.hp.com/us/en/hp-information/environment/recycling-reuse.html>

JUNIPER ⁵	Fim de Vida Útil (EoL)	A empresa estabelece prazos intermediários a partir da definição do EoL. A partir desse são definidos EoS, LOD e EoE. Para software, equivale ao EoS.
	Data do Último Pedido (LOD)	Data até a qual pode ser realizado o último pedido do produto.
	Fim do Suporte (EoS)	Prazo para final da assistência técnica. Pode chegar a cinco anos após a data do último pedido (LOD). Equivale ao EoE para hardware. Para <i>software</i> , equivale ao EoL.
	Fim da Engenharia (EoE)	Data a partir da qual <i>softwares</i> não serão mais assistidos pela Engenharia de <i>Software</i> . Não serão mais disponibilizados informes de atualização de serviços e manutenção. Para <i>hardware</i> , equivale ao EoS.
CISCO ⁶	Fim de Vida Útil (EoL)	Data de divulgação pública a respeito do Fim das Vendas e Fim da Vida Útil.
	Fim das Vendas (EoS)	Indicação da última data para realização de pedido de determinado produto em pontos de venda.
	Final de Manutenção de Software (EoSM)	Última data em que a empresa divulga sobre prazos finais para manutenção de <i>softwares</i> ou reparos. Após esta data não serão mais fornecidos serviços de desenvolvimento, reparo, manutenção ou teste de <i>software</i> .
	Final de Rotina de Avaliação de Falhas (EoRFA)	Última data possível para rotina de avaliação de falhas, com vistas à identificação de falhas ou defeitos de produtos.
	Final de Renovação de Contrato de Serviços (EoSCR)	Última data para extensão ou renovação um contrato de serviço para determinado produto.

⁵ <http://www.juniper.net/support/eol/>

⁶ http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/routers/ps380/eol_c51_577888.html

As definições apresentadas tem semelhanças em relação ao conceito de ciclo de vida do produto. A Juniper apresenta um modelo a respeito do ciclo de vida que ilustra as definições apresentada por diferentes empresas do segmento (veja a Figura 6.5). Cabe enfatizar que os prazos podem variar de acordo com o tipo de equipamento, o porte e o uso pretendido.

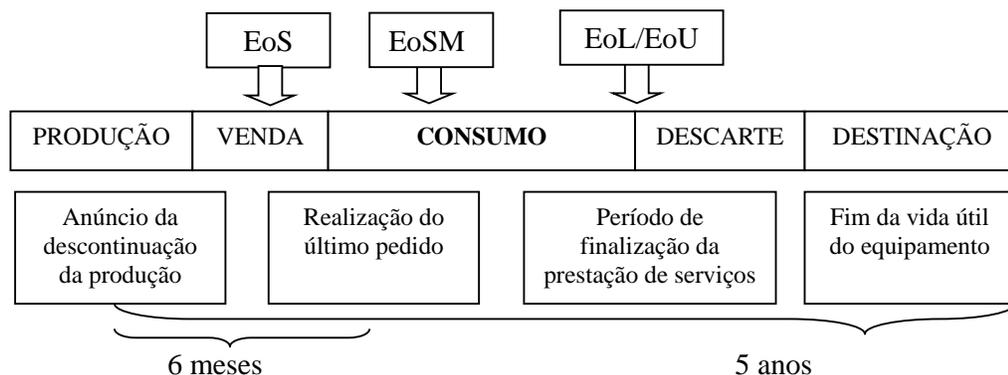


Figura 6.5 Modelo do fim de vida útil de produtos.

Fonte: Modificado a partir de Juniper (2012)⁷.

Conforme apresentado na Figura 6.5, a fase de descontinuação do uso pode ter início ainda na fase de produção. O anúncio da descontinuação da produção de determinado produto antes mesmo da venda desse produto terá impacto no consumo, uma vez que o consumidor optará ou não por obter um produto que, apesar de ter a redução do seu custo, não terá assistência técnica ou garantias de fábrica.

Da mesma forma, haverá impacto durante a fase de uso pela limitação da disponibilidade de peças e serviços que atendam eventuais defeitos. Conforme o modelo usado pela Juniper, a logística reversa teria início em aproximadamente cinco anos após a produção do equipamento, quando deverão ser realizadas as etapas de recolha e destinação do produto.

Referências

AUCOTT, M., MCLINDEN, M. WINKA, M. 2004. Release of Mercury from broken fluorescent bulbs. Research Project Summary. Environmental Assessment and Risk Analysis Element. Disponível em: <http://www.state.nj.us/dep/dsr/research/mercury-bulbs.pdf>. Acesso em outubro de 2012.

AYRES, R. U. "Industrial Metabolism" in Technology and Environment, J. H. Ausubel and H.E. Sladovich. Eds. National Academy Press, 1989.

⁷ <http://juniper.net/support/eol/images/01.gif> (Acessado em agosto de 2012).

- AYRES, R.U. 1994. Industrial metabolism: Theory and policy. In: Ayres, R.U., Simonis, U.K. (Eds.), *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. United Nations University Press, Tokyo, pp. 3–20.
- DOMENECH, A.T., DAVIES, M., 2011. Structure and Morphology of Industrial Symbiosis Networks: the Case of Kalundborg. *Procedia- Social and Behavioural Sciences*, Vol.10, pp.79-89.
- ENERGY STAR, 2012. http://www.energystar.gov/ia/partners/promotions/change_light/downloads/Fact_Sheet_Mercury.pdf
- ERKMANN, S., Industrial ecology: an historical view. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 5, No. 1-2, pp. 1-10. 1997.
- FRY, T. 2009. *Design Futuring: Sustainability, Ethics and New Practice*. Berg Publications, Oxford, UK.
- GUIDE, D.J., JAYARAMAN, V. e LINTON, J.D., 2003. Building contingency planning for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*. Vol, 1, n. 3. pp. 259-279.
- GUIDE e VAN WASSENHOVE,INSEAD, 2008. <http://www.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=19631>
- ISIE, 2009. Disponível em; <http://www.is4ie.org/resources/Documents/ISIE%20Marketing%20Trifold%20Updated%20Sept%202009.pdf> Acesso em outubro de 2012.
- MARGALEF, R. The American Naturalist, 1963, 97, 357-374. Apud Erkman, S., *J. Cleaner Production*, Vol. 5, No. 1-2, pp. 1-10. 1997.
- ODUM, H. T. And Pinkerton, R. C. American Scientist, 1955, 43, 331-343. Apud Erkman, S., *J. Cleaner Production*, Vol. 5, No. 1-2, pp. 1-10. 1997.
- PATNAIKI, R., POYYAMOLI, G., 2012. Industrial Ecology as an Integrated Framework for Business Management. *Developing Country Studies*. Vol 2, n 2, pp. 1-13.
- RAMROTH, L., 2008. Disponível em: http://www.rmi.org/Knowledge-Center/Library/C08-12_LCAFluorescentIncandescentLamps. Acesso em outubro de 2012.
- SECOM, 2011. Lâmpadas incandescentes saem do mercado até 2016. Disponível em: <http://www.secom.gov.br>. Acesso em outubro de 2012.
- URRESTI, J. ECOLOGIA INDUSTRIAL: Sostenibilidad, Rentabilidad, Económica y Generación de Empleo. 1996.

Capítulo 7

A construção de sistemas de logística reversa

A proposta de construção de sistemas de logística reversa (SLR) aqui apresentada é consistente com os requisitos legais apresentados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e com outros regulamentos decorrentes dessa iniciativa. Apesar de existirem iniciativas similares em outros países, as especificidades da organização das redes de suprimentos e de questões socioambientais brasileiras exigem soluções específicas para a eficácia dos SLR no Brasil. Ao final deste capítulo o leitor deverá ser capaz de responder às seguintes perguntas:

- Quais as principais motivações para a elaboração de SLRs?
- Quais os elementos principais de um SLR?
- Qual a importância do projeto na estruturação de um SLR?
- Como os agentes se articulam na gestão de SLR no Brasil?

Aspectos estratégicos dos sistemas de logística reversa

Conforme abordado no Capítulo 1, o conceito de logística reversa teve origem no âmbito da logística direta, como continuidade dessa e com o objetivo de retornar ao produtor os produtos fora de conformidade.

No entanto, em pouco tempo a logística reversa mostrou-se uma importante ferramenta para questões relacionadas à gestão ambiental e à gestão do ciclo de vida do produto pela gestão de canais reversos. Em alguns casos, chega-se a confundir o conceito de logística reversa com o conceito da logística ambiental.

No entanto, é importante reforçar o entendimento de que, apesar de a logística reversa ter aplicabilidade no contexto da logística ambiental, a logística reversa tem abrangência que não se limita ao transporte. Engloba ainda a gestão de produtos pós-venda e pós-industrialização.

Já estabelecemos anteriormente que um conceito fundamental para a construção do sistema de logística reversa é o da gestão do ciclo de vida do produto. A partir dela podem ser envolvidos todos os níveis da organização, conforme proposta da UNEP (Figura 7.1).



Figura 7.1 Fases da gestão do ciclo de vida do produto.

Fonte: Adaptado a partir de UNEP, 2007.

O esquema da Figura 7.1 evidencia a interseção que diferentes áreas do negócio podem ter com a meta de sustentabilidade pela gestão do ciclo de vida do produto. No entanto, a adoção e manutenção de padrões de sustentabilidade exigem um esforço além da gestão dos processos e necessita incluir aspectos como exigências legais e manutenção da imagem corporativa.

Decisões errôneas a respeito dos investimentos ambientais podem comprometer o desempenho da organização como um todo. Exemplos emblemáticos são os casos de desastres ambientais resultantes de vazamento de petróleo que, em maior ou menor escala, são produto da falta de investimentos em sistemas eficientes de segurança ou ações de contingência e emergência que poderiam minimizar impactos ambientais, sociais e os riscos financeiros.

A British Petroleum, responsável pelo acidente ocorrido em 20 de abril de 2010 no Golfo do México com a plataforma *Deepwater Horizon*, estima que tenha tido um custo de 23 bilhões de dólares (em limpeza e reparações à população afetada) para a mitigação dos impactos.

Organizações que primeiro optaram por incorporar padrões de sustentabilidade ambiental passaram a apresentar um diferencial mercadológico. Porém, com o repasse dos custos ao consumidor na forma de preços mais altos ou com a ausência de planejamento adequado,

muitas acabaram perdendo espaço no mercado ou não atingiram suas expectativas de ganhos financeiros decorrentes de ações de sustentabilidade.

Por outro lado, as empresas que não incorporarem padrões de sustentabilidade ambiental acabarão por impactar a sociedade causando custos ambientais como, por exemplo, o aumento da contaminação do ar e da água, que resulta em maior número de consultas médicas, maior consumo de medicamentos, perda de dias de trabalho, internações e até mesmo perda de vidas.

A esse respeito, Laszlo (2003), relembra casos de grandes empresas envolvidas em escândalos corporativos e sugere como resposta medidas preventivas baseadas em um conjunto de critérios que denomina como *lógica da sustentabilidade* que estaria relacionada ao conceito de responsabilidade corporativa.

Sugere ainda cinco esferas de atuação a partir dessa lógica: a científica, a regulatória, a política, a moral e de mercado.

Ainda segundo esse autor, "... companhias globais não terão futuro se a Terra não tiver futuro." Esse argumento, apesar de não ecoar em todos os setores produtivos, consolida o entendimento recente de que a sustentabilidade deve ser incorporada aos negócios.

No entanto, não implica necessariamente na tomada de consciência ou até mesmo na adoção de soluções efetivas – mas reflete uma lógica de causalidade entre a alocação de recursos nesse sentido e o desempenho dos processos produtivos e dos negócios no longo prazo.

Pesquisas e os meios de comunicação mostram-se fundamentais para a divulgação de informação e criação de senso crítico a respeito de algumas atividades produtivas.

O desenvolvimento sustentável tornou-se uma prática corrente e os relatórios de sustentabilidade tornaram-se termômetros importantes das empresas. Diversos exemplos de produtos que passaram a ser comercializados em forma mais concentrada, em embalagens menores ou vendidos a granel são exemplo da busca por padrões de eficiência ambiental. Veja o Boxe 7.1.

BOXE 7.1 Gestão e sustentabilidade na Unilever <www.unilever.com.br>

A partir do lançamento de um plano mundial de sustentabilidade para o segmento de cuidados com a roupa, denominado *Por Um Planeta Mais Limpo* (<http://www.cleanerplanetplan.com>), a Unilever investe em ações de longo prazo que visam o lançamento de produtos sustentáveis, adaptação de processos produtivos e conscientização do consumidor. Nesse sentido, buscando conciliar inovação e sustentabilidade a empresa investiu R\$ 30 milhões no processo de produção de detergentes líquidos. A marca Omo, líder nacional no segmento de detergentes em pó, atinge hoje cerca de 50 milhões de residências, ou o equivalente a 80% da população brasileira.

A principal vantagem de uma versão líquida do detergente é a redução significativa do uso de água na fabricação do produto concentrado. Outra vantagem importante dessa solução é a redução das emissões de CO₂ decorrentes da economia no transporte. Segundo estimativas da empresa, o benefício seria da ordem de 130 mil toneladas de emissões evitadas de CO₂ por ano.

A empresa divulga ainda informações referentes à implantação do programa em países europeus, na Oceania e na Ásia. No entanto, os critérios de sustentabilidade que mais se destacam nessas regiões são a redução do consumo energético e a redução de plástico nas embalagens. Entretanto, um aspecto é ressaltado em praticamente todos os países, a importância de se utilizar a dosagem adequada do produto concentrado. Essa informação

resulta do fato de os consumidores não estarem atentos às indicações do produto e utilizarem mais produto do que o necessário ou não reduzirem o número de ciclos de lavagem – um dos benefícios do produto.

Dessa forma, um produto que foi desenvolvido como um exemplo de inovação e sustentabilidade, e assim é comercializado, passou a representar um risco na medida em que o consumidor não se encontrava suficientemente informado a respeito dos impactos do uso inadequado do produto.

Em uma breve análise do impacto na cadeia pode-se perceber que os impactos evitados por meio do projeto do produto foram comprometidos pela carência de uma ação informativa mais eficaz. Como resultado, a contaminação pelo excesso de sabão na água utilizada para a lavagem de roupas reduziu os benefícios da logística ambiental e reversa (como a redução das emissões e a redução do número de embalagens e, conseqüentemente do plástico a ser reciclado).

Um dos critérios para a otimização dos sistemas logísticos na cadeia reversa é a redução do grau de incerteza gerado pela imprevisibilidade da geração e coleta ou recebimento da matéria-prima secundária (material residual). No caso da gestão de resíduos tecnológicos, a definição das etapas do ciclo de vida, conforme descrito, possibilita a estimativa de destinação dessa categoria de resíduos a partir do conhecimento da data de fabricação e compra.

Em termos estratégicos, numa visão integrada dos sistemas que compõem o ciclo de vida (logística direta) e após a vida útil (logística reversa) do produto, pode-se delinear o que de fato configura-se no sistema da logística reversa.

Como já mencionado anteriormente, o sistema de logística reversa pressupõe a gestão de fluxos diretos e reversos que constituem a gestão das cadeias produtivas cíclicas (*closed-loop supply chain*). A logística reversa congrega diferentes cadeias que são acionadas a partir do atingimento da situação de “fim de vida útil” do produto, quando o produto não mais apresenta a funcionalidade desejada ou esperada pelo consumidor.

É o consumidor quem define a descontinuação do uso de um produto quando esse ainda apresenta funcionalidade. Por outro lado, quando um produto deixa de atender às exigências de funcionamento, seja por avaria, mal uso, final da validade ou desgaste por consumo, a opção por descontinuar o uso depende mais do produto em si. Em casos extremos, o uso ainda pode ser interrompido por mecanismos legais ou regulatórios que estabeleçam a interrupção na comercialização, consumo ou uso.

A definição do estágio a partir do qual o produto foi descontinuado poderá ser uma informação valiosa para o processo decisório a respeito das alternativas de destinação. Na Tabela 7.1 são exemplificadas situações nas quais ocorrem cada uma das fases mencionadas acima, bem como possibilidades de destinação correlacionadas.

Tabela 7.1 Fases e exemplos de interrupção do uso do produto e possíveis destinações pós-consumo.

Fase	Exemplo	Destinação
Funcional	Lançamento de novas versões que tornam o modelo anterior	Recondicionamento Manutenção ou reparo

	obsoleto; Comercialização de aparelhos mais eficientes energeticamente.	Reuso
Não-funcional	Avaria por mau-uso; Falha inesperada ou defeito de fabricação.	Desmontagem Reparo Descaracterização Reciclagem
Dano irreparável	Recall de partes e peças automotivas; Lotes de medicamentos com não-conformidade.	Desmontagem Descaracterização Reciclagem Destruição

Os exemplos apresentados são genéricos, mas podem ser desenvolvidos para diferentes segmentos produtivos. Um sistema de logística reversa deve ter sua estratégia desenvolvida a partir de um modelo que permita visualizar diferentes fases do pós-consumo até a reinserção na cadeia produtiva, conforme sugerido na Tabela 7.1.

A gestão de sistemas em rede para a logística reversa

Em geral, a gestão das cadeias reversas ainda ocorre de forma desarticulada. Os custos mais relevantes da logística reversa consistem provavelmente mais no custo da ausência de integração que efetivamente no custo do processo em si.

Uma configuração em rede das cadeias tende a reduzir os custos e tornar o processo como um todo mais eficiente. A alocação do transporte, o uso de equipamentos e o consumo de recursos (materiais e energéticos) tornam-se mais eficientes, principalmente, pelo aumento do volume de processamento. Isso é conhecido como economia de escala.

Como mencionado anteriormente, um dos principais desafios do SLR é a baixa previsibilidade e o alto grau de incerteza a respeito da entrada de material e produto pós-consumo no sistema. A ineficiência logística inicia-se com a falta de informação ao consumidor final (fonte dos resíduos), passa pela deficiência no processo de coleta dos resíduos e culmina com a baixa eficiência de processamento em função do não atingimento dos volumes mínimos para o processamento.

O custo para a operação de equipamentos de grande porte que realizam, por exemplo, o processamento de plástico residual ou papel pós-consumo não é viável para processamento de pequenas quantidades. A solução imediata seria a estocagem (aguardando que volumes mínimos sejam atingidos) em pontos de transbordo. Ainda assim, o tempo para se atingirem os volumes mínimos necessários para a operacionalização da fase de destinação pode ser excessivo e, dessa forma, impactar o processo de logística reversa.

Com base nos argumentos apresentados é possível perceber a importância da gestão de processos em rede. Vários agentes atuando de forma articulada podem colaborar para a redução do tempo de armazenagem e de processamento de materiais e produtos desde o momento de descarte até o processamento.

A esse respeito, Hammond e Beullens (2007) apresentaram um estudo aplicado à cadeia de

resíduos tecnológicos e motivado, principalmente, pelo impacto das diretrizes europeias. Como esse, vários estudos se sucederam no sentido de avaliar a eficiência da gestão em redes de cadeias cíclicas.

A remanufatura é uma opção de gestão de cadeia cíclica segundo a qual o próprio produtor atua na coleta e recondição de partes e peças para a revenda com garantia e nota fiscal. Esta é uma prática corrente tanto no setor automotivo (como é o caso da remanufatura de baterias e amortecedores) quanto no segmento de equipamentos eletroeletrônicos (como no caso de copiadoras).

Um estudo mais recente, com empresas remanufatureiras atuando no segmento de OEM (*Original Equipment Manufacturer*, ou “integradores”), verificou-se que a preferência por *cooperação* (trabalho em redes) ou *competição* (trabalho independente) depende fortemente do custo da remanufatura e ainda do grau de competição existente entre as empresas (Chen e Chang, 2012). Segundo os autores, a competição de OEMs atuando na logística reversa ocorre com a terceirização da remanufatura que acaba concorrendo com o produto novo do próprio fabricante. Por outro lado, em um processo de cooperação, tanto a empresa produtora quanto indústrias de remanufatura podem atuar em rede para a redução dos custos da remanufatura e, conseqüentemente, para a ampliação do mercado.

Ciclo de vida dos produtos

Um fator importante a ser considerado na elaboração do SLR é o segmento produtivo de origem do produto ou material pós-consumo a ser processado, bem como os respectivos tipos de ciclo de vida. Materiais e produtos de grande porte, geralmente correspondem a um ciclo mais longo e lento, enquanto os de menor porte ou os descartáveis tendem a ter um ciclo mais curto.

Equipamentos como, por exemplo refrigeradores, freezers, transformadores, geradores e servidores de grande porte tem vida útil média que varia entre cinco e dez anos e consomem significativa energia em sua fabricação e ao longo de sua vida útil. Por esse motivo, essa categoria de equipamentos demora mais tempo para ser descartada e ser incorporada ao SLR. Enquanto isso, produtos descartáveis feitos em papel ou plástico, equipamentos eletrônicos de pequeno porte, pilhas e baterias são produtos que tem vida útil curta e por isso o seu ciclo de vida é rápido.

Enquanto os produtos de maior porte possuem maior quantidade de material por unidade, os de pequeno porte possuem menor quantidade por unidade e, principalmente no caso de produtos eletroeletrônicos e brinquedos, há uma diversidade de materiais em um único produto.

Uma das primeiras etapas da logística reversa é a desmontagem, a partir da qual serão obtidos e separados os diferentes materiais com a finalidade de venda e reinserção no sistema produtivo em substituições às matérias primas obtidas de recursos naturais. Entretanto, se o processo de aproveitamento de materiais residuais, conhecidos também como matéria prima secundária, for mais dispendioso que a obtenção dos recursos naturais, a logística reversa torna-se economicamente inviável e os resíduos tendem a seguir para disposição final em aterros – destino que deve ser evitado do ponto de vista ambiental.

Em outras palavras, a opção pelo uso de matéria prima secundária é preferível como alternativa para se evitar o aterro, porém, nem sempre é economicamente viável.

Ciente disso, o governo brasileiro instituiu mecanismos de incentivo econômico para estimular o uso de matéria prima secundária. Exemplo dessa medida é a Lei nº 12.375 de

2010 que estabeleceu isenção de IPI até o ano de 2014 para indústrias que utilizarem matéria prima reciclada como insumo.

Aspectos operacionais na construção de SLR

A exigência da estruturação e implantação de sistemas de logística reversa para diferentes setores produtivos é explicitada pela política brasileira oficial sobre o tema e, mesmo não sendo explícitos nas diretrizes europeias, os sistemas de logística reversa já são uma realidade em alguns dos países membros da Comunidade Europeia.

No entanto, o processo de implantação da logística reversa enfrenta vários desafios. Guide et al. (2003) nota que o retorno de materiais é o primeiro passo para a implantação da logística reversa, mas tem ocorrido de forma passiva na maior parte das vezes: o consumidor se incumbe da responsabilidade de retornar o produto ou material conforme sua vontade e conveniência.

Por este motivo, o tempo para a reciclagem dos produtos pós-consumo é maior do que poderia ser. Isso dificulta a formação de *lotes mínimos*. Em função da coleta não ocorrer de forma sistematizada, nas áreas de recebimento de matéria-prima secundária (materiais ou produtos pós-consumo) não se formam os volumes mínimos necessários para tornar economicamente viável o transporte e o processamento do material. Dessa forma, a irregularidade do fluxo impacta diretamente o custo do processo e o mercado da reciclagem.

Outro aspecto relevante é a alta variabilidade da frequência de entrega dos produtos pós-consumo pelos consumidores que representam o principal argumento contra um único sistema de logística reversa para atender a todos os segmentos. Apesar de em geral haver uma estimativa melhor a respeito do consumo, frequentemente não há projeções confiáveis para o retorno dos produtos pós-consumo.

Como solução podem-se, por exemplo, estabelecer mecanismos que tornem a coleta mais ativa tais como os incentivos econômicos (por exemplo, na Califórnia e em países da Europa, as garrafas de PET pós-consumo são “vendidas” de volta a pontos de coleta nos pontos de venda por algo como US\$0,05 cada, pagos ao consumidor).

Podem-se também usar exigências legais (na Europa, os fabricantes de baterias e pneus têm obrigação legal de retornar uma certa quantidade de produtos pós uso, correspondente a uma determinada porcentagem de sua produção de produtos novos) ou ainda o planejamento de produtos e serviços (por exemplo, na compra de algumas bebidas e de cloro líquido para uso em piscinas, o comerciante ou o consumidor são obrigados a retornar os vasilhames vazios sob a penalidade de ter que pagar a diferença para adquirir um novo produto).

Outra possibilidade que tem funcionado bem no Brasil é a iniciativa, por parte de produtores que incentivam o recolhimento por meio do mercado varejista, para tornar o processo de logística economicamente viável. A C&C, varejista do mercado da construção civil, tem atuado no recolhimento de equipamentos eletroeletrônicos por meio de campanhas em parceria com empresas produtoras como Philips e Daneva, bem como recicladoras, como a Reciclo Ambiental.

Na última campanha, em 2011, foram coletadas aproximadamente duas toneladas de resíduos de produtos eletroeletrônicos ao longo da semana de campanha. A proposta resulta em movimento de clientes para a loja, destinação adequada dos produtos pós-consumo para as produtoras e volume de material para as recicladoras.
<<http://rmai.com.br/v4/Read/792/mutirao-do-lixo-eletronico-c-c-pretende-recolher-mais-de-duas-toneladas-em-sao-paulo-.aspx>>

Os sistemas de logística reversa surgem como resposta à necessidade de sistematização de processos a partir dos quais se realiza a gestão de produtos e materiais pós-venda e pós-consumo. Entende-se, nesse contexto, a sistematização como a combinação de meios, ações e procedimentos para o fim desejado.

O foco principal da logística reversa de resíduos é a destinação e disposição final ambientalmente adequada. No entanto, o conceito pode, por meio da gestão de cadeias cíclicas, atender tanto fluxos de resíduos que serão dispostos quanto solucionar a gestão de produtos e materiais pós-consumo que retornam sem necessariamente ser classificados como resíduos.

A gestão de cadeias cíclicas, por abranger tanto a logística direta quanto a reversa, possibilita um gerenciamento integrado de materiais e produtos segundo critérios de sustentabilidade ambiental, social e também econômica.

O sistema de logística reversa não pode simplesmente restringir-se ao processo de logística reversa, mas sim contemplar a gestão das cadeias cíclicas, ou seja, a logística direta e a reversa concomitantemente. Em termos operacionais, esse entendimento aumenta a complexidade mas acarreta resultados mais efetivos e consistentes.

Enquanto na Europa os sistemas de logística reversa encontram-se bem estabelecidos para a maioria das cadeias produtivas, no Brasil e em outros países latinoamericanos, africanos e asiáticos, uma melhor estruturação ainda está por acontecer. Alguns aspectos práticos da gestão de cadeias reversas podem ser aprendidos a partir da experiência europeia, destacando-se entre esses:

- estabelecimento de padrões restritivos e gradativos a respeito da quantidade de resíduos gerados e reciclados pelos cidadãos;
- aumento gradual dos percentuais de coleta e reciclagem por parte das empresas e municipalidades;
- comunicação à população a respeito das práticas de triagem e destinação de produtos e materiais pós-consumo;
- definição de instrumentos econômicos para a aplicação de multas e sanções ou ainda incentivos fiscais para a prática da logística reversa.

Muitos gestores ainda não consideram as cadeias reversas como processos de negócio, mas apenas como uma exigência legal que resulta em custo adicional. De modo geral, as empresas conhecem técnicas da logística direta e as gerenciam de forma relativamente efetiva, já que o fazem há muito tempo.

Muitas entretanto ignoram o potencial da logística reversa de *recuperar valor* dos resíduos e produtos pós venda e a consideram apenas como um *custo*, resultante da implementação dos requisitos restritivos legais que impõem padrões mínimos de sustentabilidade aos setores produtivos.

Nesse sentido, muitas empresas e seus executivos enfocam apenas os aspectos operacionais ou táticos da sustentabilidade, em vez de investirem estrategicamente, mais a longo prazo.

Em um estudo recente desenvolvido no Brasil pelo IPEA (2010), apenas 2,4% dos mais de 50 milhões de toneladas de resíduos geradas anualmente é alvo da coleta seletiva no país. Esse mesmo estudo evidencia que cerca de 30% dos resíduos destinados aos aterros são passíveis de reciclagem, ou seja, 15 milhões de toneladas de resíduos recicláveis por ano deixam de ser reincorporadas ao sistema produtivo.

Outra descoberta da mesma pesquisa é que cerca de 90% de todo plástico consumido é coletado, 5% e 18% de todo aço e alumínio, respectivamente produzidos, é coletado. Isso porque os plásticos estão presentes, em sua maioria, em produtos de ciclo de vida curto e por isso são mais facilmente recuperáveis por meio da coleta, enquanto o aço é aplicado em produtos de ciclo de vida longo como equipamentos de maior porte, na construção civil, no setor automotivo e outros.

O alumínio, por sua vez, tem alta densidade de valor mesmo como resíduo e, por esse motivo, é pouco destinado a aterros. Após o descarte, o alumínio é rapidamente reincorporado à cadeia produtiva.

É grande a diversidade de características específicas e de níveis de exigência de cada segmento industrial quanto à sustentabilidade. O setor de produtos eletrônicos (como telefones celulares ou computadores), por exemplo, lida com produtos que obsoletam-se rapidamente e, portanto a gestão da logística reversa requer agilidade e gestão cuidadosa do tempo, mesmo que a um custo um pouco maior.

Por outro lado, o setor editorial de clássicos da literatura lida com produtos de obsolescência lenta, com sua logística reversa, por isso, devendo favorecer o critério de redução de custo já que o tempo não contribui tanto para a perda de valor do produto.

No âmbito dos sistemas de logística reversa é importante favorecer a atuação colaborativa de diferentes cadeias produtivas em *rede* com o objetivo de se otimizarem soluções não apenas para a gestão de resíduos, como também para a aquisição de matéria-prima secundária (resíduos) de forma eficiente nos processos logísticos.

A previsão da disponibilidade de insumos é um fator importante para o planejamento e gestão das operações do sistema de logística reversa. A pulverização da localização dos produtos e materiais pós-venda e pós-consumo, bem como a ausência de padrões, tornam a previsão da disponibilidade dos insumos para a logística reversa o principal desafio para o seu planejamento.

Enquanto na logística direta os insumos são previamente encomendados, com quantidades e prazos bem definidos, a logística reversa ainda depende, para a maioria dos segmentos, do volume de geração e coleta para tornar o processo sustentável sob a ótica econômica. O planejamento da logística reversa é dependente portanto da geração e do descarte de itens pós-venda e pós-consumo.

Um segundo aspecto importante na implementação da logística reversa é a qualidade da matéria-prima secundária, uma vez que a coleta seletiva e as informações referentes à triagem e ao pré-processamento ainda não são suficientemente conhecidas e difundidas.

Em suma, a gestão da cadeia reversa representa um desafio para os gestores, dado que estes devem responder a exigências legais e expectativas econômicas sem precedentes.

Elementos principais para o SLR

Ao longo dos anos de 2012 e 2013 foram apresentadas as bases legais, conceituais e aspectos estratégicos para a composição dos SLR. A principal referência no Brasil são os Editais de Chamamento, lançados pelo governo federal para a elaboração dos SLR, cuja principal função é orientar aqueles envolvidos no processo a respeito de suas responsabilidades e quanto ao estabelecimento de metas de gerenciamento do SLR.

A dinâmica da logística reversa varia conforme o segmento produtivo, os recursos e as ferramentas disponíveis. Adicionalmente, o gestor deverá identificar quais informações são relevantes para sua tomada de decisão e quais ferramentas serão úteis para o processo decisório.

A seguir, são apresentados alguns conceitos úteis para a gestão de cadeias reversas. Um conceito relativamente antigo e que é resgatado a partir da proposta do estabelecimento de redes de cooperação entre diferentes cadeias produtivas é a ecologia industrial que, juntamente com a ACV e, principalmente, a gestão das cadeias cíclicas, podem auxiliar a implementação e manutenção dos sistemas de logística reversa.

A partir dos conceitos discutidos acima neste capítulo, é possível se delinear um modelo estratégico das etapas principais da logística reversa, conforme proposto na Figura 7.2 O esquema propõe a ordenação das atividades e algumas considerações sobre as possíveis interações entre elas.

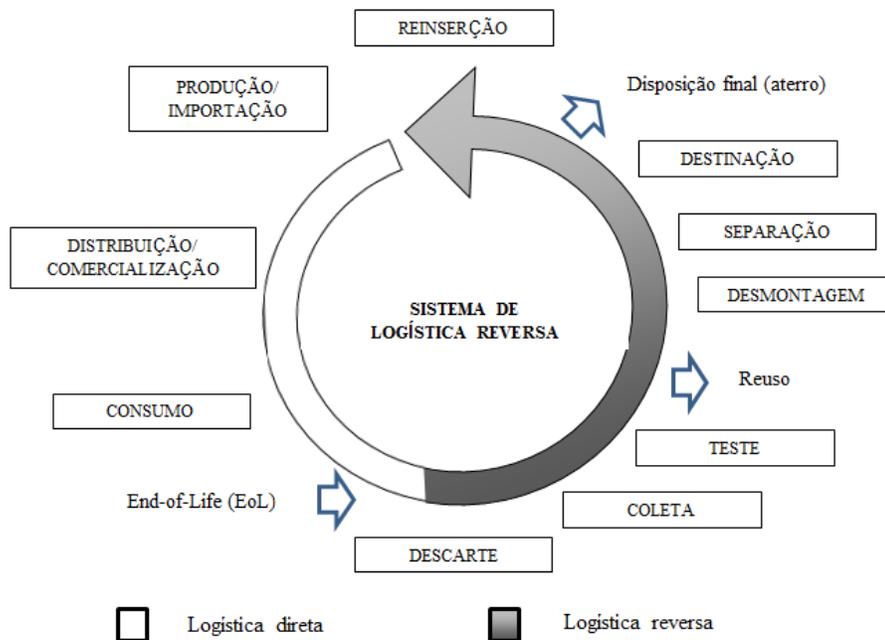


Figura 7.2 Modelo estratégico do sistema de logística reversa.

No modelo proposto na Figura 7.2 estão implícitas as etapas de transporte e armazenagem que acontecem entre praticamente todos os pares subsequentes de etapas apresentadas.

Em algumas dessas etapas, o ciclo pode dar origem a outros ciclos, como é o caso da etapa de teste, caso o produto apresente funcionalidade, podendo ser reparado e reinserido nesta ou em outra cadeia de consumo por meio do reuso.

Da mesma forma, de acordo com a opção de destinação (por exemplo, reciclagem, remanufatura, incineração ou aterro) o produto pode ser reinserido na mesma cadeia produtiva na qual teve origem, em outra cadeia, ser direcionado ao consumo ou ainda encerrar seu ciclo por meio da disposição final em aterro.

A logística direta tem início com a produção e termina com o descarte do produto, momento no qual tem início a logística reversa. As etapas que se sucedem após o descarte podem resultar em três caminhos: reuso (sob a forma de produto reparado), disposição final (ao ser considerado rejeito) ou reinserção na cadeia produtiva (sob a forma de materiais, partes ou componentes secundários).

Guide e Van Wassenhove (2002) define que a recuperação de um produto pressupõe:

aquisição do produto (ou material) usado; logística reversa; distribuição (teste, classificação, separação); remanufatura/reparo e a revenda.

Uma etapa importante na cadeia reversa é a desmontagem dos produtos, a partir da qual são recuperados componentes ou prossegue-se com processamento adicional até a obtenção de materiais componentes. A desmontagem para a obtenção, teste e acondicionamento de componentes caracteriza-se como remanufatura e tem como finalidade a revenda – uma forma de destinação não contemplada, *a priori*, na gestão de resíduos.

De acordo com Guide e Van Wassenhove (2008), existem três atividades principais para a gestão da cadeia reversa:

1. Gestão do retorno de produtos (*front end*): programação, quantificação e qualificação dos produtos pós-consumo;
2. Aspectos operacionais da remanufatura: logística reversa, teste, separação, distribuição, desmontagem, reparo e remanufatura.
3. Desenvolvimento de mercados para produtos remanufaturados: desenvolvimento de canais, revenda, mercados secundários, canibalização;

Segundo esses mesmos autores, apenas uma operação coordenada entre essas atividades permite agregação de valor ao processo e a eficácia de todo o sistema.

A partir do referencial prático da PNRs, bem como das Diretivas Europeias RoHS (*Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment*) e WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*), estão contemplados no modelo estratégico os principais atores: produtores, comerciantes, distribuidores, importadores, consumidores e recicladores.

Conceitualmente, até a etapa de consumo, os estágios podem ser considerados como logística direta. Da mesma forma, após a destinação e a partir da reinserção de materiais e produtos pós-consumo em processos produtivos, também percebe-se o processo de logística direta – uma vez que, nesse caso os materiais e produtos pós-consumo também podem ser denominados matéria prima secundária.

No entanto, deve-se ressaltar que a apesar da logística reversa estar restrita às atividades de retorno de produtos e materiais descartados, os sistemas de logística reversa estão fortemente relacionados ao conceito de gestão de cadeias cíclicas (*closed-loop*) no qual estão compreendidas todas as etapas diretas e reversas da gestão do ciclo de vida do produto. Por esse motivo, todas as etapas da logística direta e da logística reversa devem ser consideradas para fim de elaboração de uma estratégia eficaz.

Referências

CHEN, J.M., CHANG, C.I., 2012. The co-opetitive strategy of a closed-loop supply chain with remanufacturing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 48, 2, pp. 387-400.

GUIDE e VAN WASSENHOVE, 2002. *The Reverse Supply Chain*. *Harvard Business Review*. Vol. 80, n. 2, pp 25-26.

GUIDE, D.J., JAYARAMAN, V. e LINTON, J.D., 2003. *Building contingency planning*

- for closed-loop supply chains with product recovery. *Journal of Operations Management*. Vol, 1, n. 3. pp. 259-279.
- GUIDE e VAN WASSENHOVE, 2008. The Evolution of Closed-loop Supply Chain Research. INSEAD, 2008. Disponível em: <http://www.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=19631>. Acesso em janeiro de 2013.
- HAMMOND, D. e BEULLENS, P., 2007. Closed-loop supply chain netwar equilibrium under legislation. *European Journal of Operational Research*. Vol, 183, 1, pp 895-908.
- IPEA, 2010. Pesquisa sobre Pagamento de Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos. Relatório de Pesquisa, pp. 63.
- LASZLO, C., 2003. *The sustainable company: How to create lasting value through social and environmental performance*. Washington: Island Press.
- PATNAIKI, R., POYYAMOLI, G., 2012. Industrial Ecology as an Integrated Framework for Business Management. *Developing Country Studies*. Vol 2, n 2, pp. 1-13.
- UNEP, 2007. <http://www.unep.org/pdf/dtie/DTI0889PA.pdf>

Capítulo 8

Bases para a estruturação dos canais reversos dos SLR

Para a consolidação dos canais para fluxos reversos em SLR é necessária a organização das partes interessadas em um sistema que busque atender tanto às necessidades do mercado como os aspectos legais e normativos. Ao final do capítulo será possível responder as seguintes questões:

- Como compatibilizar os interesses difusos e às vezes conflitantes em sistemas de logística reversa?
- Como os sistemas logísticos podem incorporar os requisitos de sustentabilidade?
- Quais as principais etapas para a implantação de um sistema de logística reversa (SLR)?

Sistemas logísticos, sustentabilidade econômica e sustentabilidade ambiental

A principal dificuldade relacionada à sistematização da logística reversa é a conciliação de interesses difusos e muitas vezes conflitantes entre sustentabilidade econômica e sustentabilidade ambiental. Por exemplo, considere a gestão de resíduos perigosos, que pode ser automatizada. Com automação, eliminam-se (em parte) a mão-de-obra necessária e os correspondentes riscos ocupacionais envolvidos.

Por outro lado, a gestão de resíduos perigosos passa a requerer tecnologias de mais alto custo, podendo inviabilizar a atuação de empresas de pequeno e médio porte nestas atividades. Principalmente nos países em desenvolvimento, essas empresas acabam atuando de forma irregular, gerando impactos socioambientais significativos.

Na cadeia de logística direta o pedido do cliente ou uma previsão de vendas desencadeiam o planejamento da produção e este, por sua vez, desencadeia a aquisição de materiais, de outros recursos e da produção em si do produto. Diferentemente, na cadeia reversa, o fim da vida útil do produto e seu descarte são os disparadores das operações de coleta e triagem, que por sua vez definem a aquisição de recursos e definição das alternativas da manufatura reversa.

Após a etapa de consumo podem-se gerar *resíduos* ou *rejeitos*. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os *rejeitos* consistem em uma categoria de produtos e materiais pós-consumo que não são passíveis de reaproveitamento. Já os *resíduos* são aptos à reinserção na cadeia produtiva.

Para que façam parte da cadeia reversa, os resíduos precisam ser descartados, classificados e destinados de forma correta. Entende-se por descarte a transferência da posse do consumidor para uma instituição responsável pela destinação adequada.

A destinação, por sua vez, consiste no encaminhamento do produto ou material pós-consumo a processo ambientalmente adequado que possibilite o reaproveitamento do todo ou de partes.

O descarte é realizado pelo consumidor, enquanto a destinação pode ser realizada pelo consumidor ou por outro agente dentro do sistema de logística reversa.

O processo de geração de resíduos, destinação e reinserção de produtos e materiais pós-consumo pode parecer simples. No entanto, é comum que equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo permaneçam em posse de seus consumidores mesmo não apresentando funcionalidade ou utilidade.

Motivos como o valor investido na aquisição do bem, intenção de realizar manutenção em um futuro próximo (que muitas vezes não se materializa) ou até mesmo apego emocional são algumas justificativas para o consumidor não descartar o produto.

Faz parte da educação e conscientização ambiental a apresentação de informações a respeito do ciclo de vida dos produtos e materiais para que os consumidores sejam capazes de identificar (e aceitar) o final da vida útil de produtos e materiais e possam assim dar início ao processo de logística reversa, por meio do descarte e destinação. A educação ambiental tem portanto impacto significativo na etapa inicial da logística reversa.

Se por um lado o estímulo ao consumo e o encurtamento da vida útil dos produtos contribui para um maior impacto ambiental, por outro, a definição da vida útil de produtos e materiais pode ser útil para a determinação da entrada de matéria prima secundária (resíduos) na cadeia reversa.

Desta forma, independentemente do encurtamento ou prolongamento da vida útil dos produtos, a definição do fim de vida útil (em língua inglesa, *end-of-life*) é importante para a redução do grau de incerteza no gerenciamento da logística reversa.

Não é possível a proposição de um modelo único de logística reversa para todas as cadeias produtivas. Por isso a PNRS estabeleceu a formação de grupos temáticos específicos para analisar as diferentes categorias de resíduos gerados em diferentes cadeias.

No entanto, mesmo dentro dessas categorias, há diferenças significativas que não podem ser tratadas de forma homogênea. As embalagens, por exemplo, diferem em tipo de material em que são confeccionadas, presença de rótulos, material residual, entre outras; diferentes medicamentos possuem graus diferentes de risco ao meio ambiente, embalagens diferentes e distintas apresentações (sólido, pó ou líquido). Os equipamentos eletroeletrônicos e as lâmpadas estão entre as categorias mais complexas em função, tanto da diversidade quanto do potencial de risco ambiental de seus componentes.

Nossa proposta de modelo para o projeto e implantação de sistemas de logística reversa representa um quadro de referência básico de onde os gestores podem partir. O modelo considera as principais características que devem estar presentes, embora em diferentes formas, em SLR específicos.

Os gestores, quando planejando seus sistemas de logística reversa específicos devem então adaptar estas características às suas necessidades particulares. Exemplos da adaptação do modelo proposto a necessidades específicas de alguns setores industriais são apresentados na forma de estudos de caso, mais adiante neste livro.

Nesse capítulo é apresentado um quadro de referência para a construção dos SLR, com base no conceito de gestão de cadeias cíclicas (ou gestão de cadeias de ciclo fechado).

A seguir são apresentadas as nossas definições operacionais de *sistema* como subsídio para a elaboração dos SLR. É também discutida a gestão de fluxos de materiais na gestão de resíduos, no contexto dos SLR.

Sistema

Para uma conceituação inicial, definimos um “sistema” como um conjunto de componentes que interagem ou são interdependentes, como parte de um todo que transforma entradas em saídas, visando determinado objetivo. Várias disciplinas usam o *enfoque sistêmico* como, por exemplo, a teoria de sistemas, a cibernética, os sistemas dinâmicos, a termodinâmica ou a teoria de sistemas complexos. Sistemas podem abranger diferentes aspectos e categorias. Consideram-se propriedades comuns dos sistemas:

- estruturação (componentes que interagem em maior ou menor grau),
- comportamento (entradas, processo de transformação e saídas),
- interconexão (integração dos componentes por meio de relações estruturais) e,
- limites (contornos do “todo” definidos por regras internas ou externas).

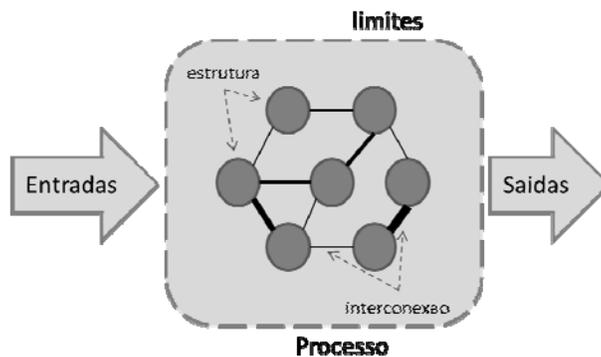


Figura 8.1 Esquema representativo de um sistema

O esquema apresentado na Figura 8.1 representa os limites de um sistema no qual se observa a ordenação de uma estrutura com interconexões e interações entre os processos que interagem com o ambiente externo por meio de entradas e saídas.

Os sistemas naturais abertos, como os que incluem seres vivos, por exemplo, ainda consideram a *homeostase* (manutenção do equilíbrio) como necessária para o objetivo de sobrevivência. A regulação do funcionamento de órgãos do corpo humano ou a própria organização desses em nível celular, por exemplo, ocorre de forma harmônica e buscando o equilíbrio dinâmico do “todo”, no caso, o corpo.

De forma análoga, os componentes do sistema de logística reversa parecem apresentar equilíbrio quando analisados individualmente: as centrais de coleta realizam o recebimento, pré-processamento e estocagem; as transportadoras realizam a coleta e transporte de materiais residuais, conforme a demanda; as recicladoras recebem e processam o material conforme as quantidades e método de processamento estabelecido.

Porém, de modo geral, diferentemente dos sistemas biológicos, o desempenho de sistemas de logística reversa é composto dessas e de outras atividades e apresenta baixa eficiência pelos volumes coletados e processados. Esta baixa eficiência é comum nas operações logísticas reversas, no processamento e na destinação dos resíduos. Os baixos

volumes coletados exigem investimento em armazenagem e podem inviabilizar tanto o transporte quanto o processamento por não atingirem escala viável mínima.

Fatores externos também podem ter influência no sistema. Por exemplo, a gestão de resíduos, que é parte da gestão ambiental, sofre forte influência de aspectos sociais, econômicos e políticos. Esta diversidade de fatores causa um aumento da complexidade.

É complexo o processo decisório envolvido no equacionamento de desafios relativos a empresas que visam obter lucro sem gerar impactos ambientais negativos. Isso porque estas empresas precisam necessariamente lidar com conflitos (*trade-offs*) complexos entre manter alto desempenho econômico e simultaneamente atender a exigentes requisitos de sustentabilidade ambiental.

A complexidade envolvida no gerenciamento ambiental faz com que os problemas ambientais, muitas vezes sejam considerados como *problemas não-estruturados*.

Diferentemente dos sistemas orgânicos, as organizações produtivas são consideradas sistemas fechados em razão da estanqueidade das suas operações, cujos desdobramentos, repercussões e impactos na sociedade e no ambiente são normalmente considerados como *externalidades*.

A partir do desenvolvimento do conceito de *cadeia de suprimentos*, a partir da década de 1990, houve uma gradual ampliação da compreensão das importantes interações relacionadas aos sistemas produtivos.

Passaram a ser estudadas várias interações desde aquelas entre clientes e fornecedores (entre elementos, dentro do sistema produtivo) até aquelas entre o sistema produtivo e o meio ambiente.

Neste contexto, passaram a ser considerados como integrantes do universo decisório tanto os fatores intrínsecos das organizações quanto fatores externos a elas. A elaboração e promulgação de leis e normas mais exigentes, que enfocam a proteção ambiental e a saúde ocupacional, reforçaram essa tendência.

Entretanto, variáveis como os aspectos sociais, ambientais e culturais são mais dificilmente valorados/contabilizados, principalmente por serem intangíveis, mas também pela falta de mecanismos contábeis adequados a esta valoração.

Para reduzir a incerteza e aumentar a estruturação do problema, *novas variáveis* devem ser incluídas na análise: as externalidades devem ser incorporadas como componentes dos sistemas analisados, que por sua vez tem seus limites expandidos.

No que se refere à gestão ambiental, entretanto, nem sempre os dados a respeito destas novas variáveis encontram-se disponíveis, acessíveis e/ou passíveis de serem analisados.

Pelo fato de a gestão ambiental ser uma área relativamente nova para vários setores produtivos, muitas vezes as bases de dados disponíveis não tem todas as variáveis necessárias às análises ou, se tem os dados sobre as variáveis, não tem séries históricas significativas que permitam uma análise e subsidiem o processo decisório.

Com isso, os estudos de tendência, por exemplo, baseados em projeções, passam a apresentar uma grande margem de erro. Isso tende a ser solucionado ou melhorado à medida que forma-se uma cultura de comprometimento da organização em atender aos quesitos legais, normativos e de responsabilidade ambiental e social.

Além do cuidado com a criação e manutenção de séries históricas relevantes à gestão ambiental, igualmente importante é a capacitação para analisá-las. O mesmo se verifica quanto aos SLR.

Aprendendo com a logística tradicional

Entretanto, os sistemas de logística reversa, ainda que sejam um desenvolvimento recente, valem-se, em grande parte, do conhecimento acumulado dos processos da logística tradicional.

É possível desenvolver procedimentos para a logística reversa tomando-se por base os procedimentos da logística direta, esta mais desenvolvida, para um mesmo segmento.

Enquanto na gestão ambiental estão presentes diferentes aspectos ambientais (como, por exemplo a gestão de recursos, a eficiência energética, o consumo de recursos hídricos, a poluição ambiental e os resíduos perigosos), na gestão de sistemas de logística reversa há a convergência de fatores relacionados às operações logísticas (distribuição, transporte, recursos humanos) e o atendimento às exigências legais e de mercado em relação à sustentabilidade. A Figura 8.2 ilustra a integração entre o conceito de gestão ambiental e os limites dos sistemas de logística reversa.

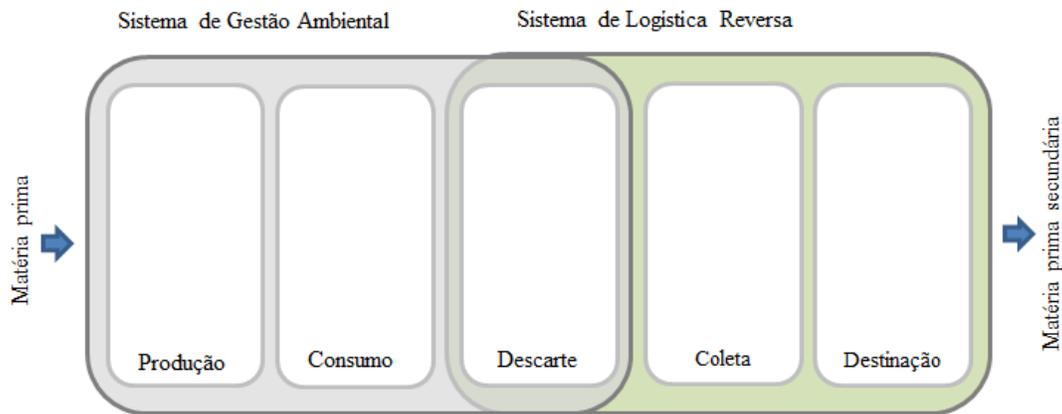


Figura 8.2 A gestão ambiental e os sistemas de logística reversa.

Pode-se considerar o *descarte* do produto como o último estágio considerado na gestão ambiental do produto pós-consumo – e exatamente esta etapa do ciclo de vida do produto é a primeira do SLR.

Nesse estágio é definida a transferência de propriedade do material ou produto pós-consumo, se ele é propriedade do consumidor, do produtor, de empresas públicas de limpeza urbana ou do reciclador.

Os resíduos com potencial de dano ambiental ou de baixo valor agregado eram tradicionalmente transferidos à responsabilidade do poder público. Com a PNRS os *agentes (privados) da cadeia* passaram a ser responsabilizados pela gestão dessas categorias de resíduos. Segundo a PNRS, as empresas públicas de limpeza urbana podem realizar este trabalho mas desde que haja cobrança por essa prestação de serviço.

Gestão de fluxos de materiais

A gestão de materiais evoluiu do conceito de gestão “do berço-ao-túmulo” (do inglês, *cradle-to-grave*) para o conceito “do berço-ao-berço” (do inglês, *cradle-to-cradle*), como forma de ampliar o escopo e, ao mesmo tempo, aumentar a eficiência na gestão por meio da integração de cadeias de suprimento em *redes*.

Modelos tradicionalmente lineares, com início, meio e fim, passaram a incorporar *ciclos*

mediante a reinserção de resíduos e coprodutos ao (mesmo ou outro) processo produtivo de forma integrada, visando economia de recursos.

A gestão de cadeia cíclica de suprimentos, apesar de mais complexa, já tem sido aplicada em diversos setores produtivos por meio, por exemplo, da recolha de produtos e materiais pós-consumo, remanufatura de partes e peças, bem como da contratação de serviços de destinação de produtos pós consumo.

Responsabilidade estendida

Nos países europeus o movimento para a implantação de padrões de sustentabilidade ambiental se deu por meio do estabelecimento da chamada “responsabilidade estendida”. Segundo este conceito, as organizações produtivas são responsabilizadas pelo gerenciamento do produto ao longo de todo o seu ciclo de vida até o pós consumo. Em resposta, essas empresas mobilizaram-se no sentido de desenvolverem e implantarem sistemas operacionais eficientes e em concordância com a nova regulamentação vigente.

Com base nos mecanismos regulamentadores, a hierarquia da gestão de resíduos (veja a Figura 8.3) sintetiza as ações prioritárias para o projeto de sistemas de gestão de resíduos. Note que a prevenção e minimização são as ações com maior interesse do ponto de vista da gestão pública e a incineração e disposição em aterros as alternativas menos desejáveis (inclusive do ponto de vista do setor privado). As opções de destinação com valorização do resíduo com ganhos financeiros ou energéticos estão entre as opções mais desejáveis.

Alternativas	Descrição
Prevenção	Medidas de gestão que <i>evitem</i> a geração de resíduos ou de impacto ambiental negativo durante o ciclo de vida do produto, incluindo o pós-consumo. Alternativa mais desejável.
Minimização	Medidas para a <i>redução</i> da geração de resíduos ou dos impactos ambientais negativos observados durante o ciclo de vida na etapa pós-consumo.
Reuso	Incentivo ao reuso de produtos pós-consumo com a mesma funcionalidade para a qual foi projetado, compreendendo alternativas de remanufatura e recondicionamento.
Reciclagem	Processamento de materiais resultantes de produtos e materiais pós-consumo. Compreende etapas de manufatura reversa, reciclagem (mecânica e química), entre outras.
Recuperação	Obtenção de insumos a partir do processamento do material como, por exemplo, obtenção de energia por meio da reciclagem energética ou coprocessamento.
Incineração	Queima do material com a finalidade de reduzir o volume ocupado em aterros. Nem sempre permite o aproveitamento energético.
Aterro	Disposição final dos resíduos em aterro. Alternativa menos desejável.

Figura 8.3 Hierarquia da gestão de resíduos

Fonte: Elaborado a partir da Diretiva 2008/98/EC

Após experimentar diferentes iniciativas, grande parte dos países optou por terceirizar

os serviços de gestão de resíduos. Hoje muitas empresas tem se especializado na operacionalização da logística reversa em diferentes segmentos. Há ainda empresas produtoras que optaram por incluir a gestão de resíduos como um negócio (*spin off*) de seu segmento produtivo (veja o Boxe 8.1).

Boxe 8.1

Empresas de manufatura que investem na gestão de seus resíduos.

Uma tendência relativamente recente é a opção adotada por empresas de adequarem suas plantas fabris para a incorporação da gestão de resíduos em sua gama de negócios. Antes mesmo da regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, empresas como a Suzano Papel e Celulose e o grupo Positivo tem investido na gestão de seus produtos no estágio pós-consumo.

Iniciativa da Cia. Suzano de Papel e Celulose

A Suzano foi a primeira empresa brasileira a produzir papel reciclado em escala industrial e investe, desde 2007, no Programa Investimento Reciclável, que congrega cinco cooperativas e associações de catadores de material reciclável da Região Metropolitana de São Paulo. A proposta é fruto da parceria entre a empresa, o Banco Real e a Fundação Avina, sob a coordenação do Instituto Ecofuturo, apoiando as ações de catadores por meio de incentivos e capacitação. São objetivos do programa:

- Fortalecer autogestão, visando a melhoria da organização, produtividade e rentabilidade;
- Incluir cooperativas e associações no sistema financeiro e fomentar a cadeia produtiva da indústria da reciclagem;
- Criar uma alternativa de trabalho e geração de renda aos catadores e, também, gerar resultados sustentáveis por meio da redução dos impactos ambientais decorrentes da geração de resíduos; e,
- Desenvolver todo o potencial da indústria de reciclagem para gerar resultados econômicos, ambientais e sociais sustentáveis.

Em 2011, a empresa comercializou 1,3 milhão de toneladas de papel e lançou um papel feito com pelo menos 30% de aparas pós-consumo de embalagem longa vida em parceria com a Tetrapak. A planta de processamento tem capacidade para produzir mil toneladas de papel por mês. Outra empresa parceira desse projeto é a Ciclo, empresa do segmento de telhas para a construção civil, bem como associações e cooperativas de catadores.



Figura 8.4 Planta fabril da Cia. Suzano

Fonte: Revista Trip, 2012.

A proposta do produto nasceu de uma demanda apresentada pela Johnson & Johnson Brasil em 2008, para a concepção de uma embalagem para curativos feita a partir de materiais pós-consumo reciclados. Estima-se que o polietileno e o alumínio recuperados das embalagens longa vida Tetrapak sejam da ordem de 250 toneladas por mês, a serem utilizadas na fabricação de telhas.

Fonte: Suzano, 2012a e 2012b; Revista Trip, 2012.

Gestão upstream do Grupo Positivo Informática

Desde 1997 o Grupo Positivo, preocupado com as questões ambientais, iniciou o processo de armazenagem de resíduos no seu próprio parque industrial, enquanto estudava soluções de destinação. No ano de 2000 a empresa obtém a certificação ISO 14.001 e em 2005 inicia o plano de gerenciamento de resíduos a partir de duas centrais. A partir de 2008 a empresa passa a atuar fortemente com a gestão de fornecedores para a garantia da aquisição de placas-mãe (*mother boards*) livres de chumbo. No ano seguinte passa a funcionar o Portal Ambiental na intranet da empresa. Em 2012 a empresa implementou iniciativas de captação de água de chuva para uso em atividades de limpeza e em banheiros.

A empresa investe ainda na conscientização do consumidor e criou um canal direto de contato com os clientes exclusivamente para efetuar a reciclagem de seu material pós-consumo. O SAC Reciclagem funciona a partir de quatro capitais: São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte e Brasília, mas atende a todo Brasil por meio de organizações colaboradoras.

A empresa possui centros de reciclagem instalados em cada unidade produtiva, nos quais são realizadas as atividades de separação e acondicionamento. A partir de operação própria, a empresa classifica e gerencia a coleta e o transporte até o destino final.

Fonte: Positivo Informática, 2012a e 2012b.

A Positivo Informática ainda investe em outras ações relacionadas à logística reversa, como por exemplo:

- *Papel e Papelão*: As embalagens de papelão são colocadas em locais apropriados até serem encaminhadas às usinas de reciclagem e indústrias de papel. Todos os setores têm recipientes na cor azul para receber esse tipo de resíduo.
- *Plásticos*: são separados por tipo nas usinas de reciclagem, e reprocessados ou transformados em matéria-prima novamente. Todos os setores têm recipientes na cor vermelha para receber esse tipo de resíduo.
- *Metais*: prioritariamente o aço galvanizado, que produz menos sucata e tem alto poder de reciclagem. A sucata é separada por tipo nas usinas de reciclagem, e encaminhada às fundições. Todos os setores têm recipientes na cor amarela para receber esse tipo de resíduo.
- *Eletrônicos*: encaminhados às usinas de reciclagem, que seguem as melhores práticas de destinação.
- *Outros resíduos*: encaminhados a Central de Resíduos da unidade para reprocessamento e destinação, conforme o tipo.



Figura 8.5 Ciclo de processamento de resíduos na Positivo Informática.

Fonte: Positivo Informática, 2012.

Outro ponto forte da gestão ambiental da empresa é a gestão dos fornecedores que são selecionados segundo critérios ambientais, com foco na capacidade de fornecer materiais recicláveis, menos agressivos ao meio ambiente e redução de poluentes em seu processo produtivo. Em relação à gestão de resíduos, mais especificamente, a empresa instituiu programa de auditoria dos prestadores de serviço na área de reciclagem para garantir o destino ambientalmente adequado.

Apesar dos resíduos domésticos representarem um grande percentual de todos os resíduos gerados, deve-se também atentar para o risco do produto ou do material descartado. Por exemplo, alguns resíduos químicos, ainda que presentes em pequenas quantidades no material descartado, podem ser potencialmente mais perigosos e, portanto, exigem maior atenção em relação ao seu descarte.

Atualmente, algumas indústrias incorporaram em seu processo produtivo ações específicas de gestão resíduos e, em alguns casos, chegam a prestar serviço a outras empresas. Sob a ótica da gestão de materiais e resíduos, há uma tendência de gestão de processos cíclicos – produtores e varejistas atuando em conjunto no retorno de produtos e materiais pós-consumo para uma maior eficiência da logística reversa.

Um exemplo é o Grupo Pão de Açúcar que atua no segmento de comércio varejista e desde 2001 investe em iniciativas para a coleta de materiais pós-consumo como subsídio à logística reversa em parceria com diversas empresas produtoras (veja a Figura 8.6).

<i>Programa</i>	<i>Ano</i>	<i>Descrição</i>
Estações de reciclagem Unilever	2001	Recebimento de materiais recicláveis (papel, plástico, metal, vidro e óleo de cozinha usado). 110 estações em 31 municípios em todo o Brasil. 32 mil toneladas arrecadadas no total, sendo 7 mil apenas em 2009, beneficiando 33 cooperativas e gerando renda para 550 trabalhadores.
Estações de reciclagem Extra H2OH! – Pepsico	2008	Coleta de 594 toneladas em 2011. 78 estações de coleta em 26 municípios brasileiros. Envolve 18 cooperativas e 157 trabalhadores.
Caixa Verde – Centro Universitário Positivo (Unicenp)	2007	Programa de reciclagem pré-consumo, no qual o consumidor pode descartar as embalagens de plástico ou papel no momento da compra do produto. Esta opção agrega valor à embalagem por não estar contaminada com material orgânico, por exemplo. Implantado em 48 lojas, arrecadação de mais de 450 mil embalagens desde o início do programa. Beneficia uma cooperativa de reciclagem.
Alô Recycle - Nokia	2010	Disponibilização de urnas para recolha de celulares, baterias e acessórios que são encaminhados para reciclagem. Implantado em mais de 160 lojas em todo o Brasil.

Figura 8.6 Programas de reciclagem do Grupo Pão de Açúcar

Fonte: Grupo Pão de Açúcar, 2012.

A gestão de resíduos e rejeitos é uma questão que transcende a preocupação com a *conformidade ambiental* (termo usual na área de sustentabilidade que representa o ato de estar de acordo com os padrões ambientais requeridos). Além de exigir recursos técnicos e humanos, ainda necessita de adequação aos requisitos legais, aspectos econômicos e de mercado. A complexidade aumentou significativamente nas últimas décadas mediante a integração de diferentes esferas decisórias no gerenciamento de resíduos.

Alguns países como o Brasil, optaram pela *responsabilidade compartilhada*, segundo a qual todos os agentes da cadeia são corresponsáveis pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos. Isso tem possibilitado a consolidação de ações por acordos setoriais, dos quais participam as organizações produtoras, as empresas recicladoras, a sociedade, a academia e o governo.

Em alguns segmentos, como no caso do descarte de embalagens de óleo lubrificante e de defensivos agrícolas, os procedimentos encontram-se bem estabelecidos e as discussões bastante avançadas, favorecendo ações coordenadas em prol do gerenciamento ambiental do material residual.

Diferentemente, segmentos como o de lâmpadas e eletroeletrônicos ainda não possuem procedimentos e regulamentações específicas para o estabelecimento de ações de gerenciamento de resíduos.

A partir dos conceitos e estratégias apresentados no capítulo 6, é proposto um método para o projeto e implantação de sistemas de logística reversa, detalhada adiante nesse capítulo. A proposta é baseada em modelo consistente com a legislação brasileira, que especifica a atuação da logística reversa ocorrendo de forma *colaborativa* entre os diferentes atores da cadeia.

Apesar da terminologia dos SLR mencionar apenas o termo “reversa”, as ações na verdade referem-se ao gerenciamento de cadeias cíclicas (ou de ciclo fechado), que inclui aspectos de logística direta e reversa. Se a logística direta e a logística reversa forem gerenciadas de forma independente, o alinhamento das metas e ações na implementação do sistema de logística reversa dificilmente ocorrerá – e, se ocorrer, a desconsideração de sinergias entre ambas tenderá a fazer com que seus custos somados tornem os sistemas de logística reversa menos viáveis ou até inviáveis.

Em termos de ações operacionais e estratégicas, portanto, o conceito de gestão da cadeia cíclica pressupõe colaboração entre os agentes, bem como integração entre logística direta e reversa.

O que se presencia hoje é um período de transição entre a *gestão de resíduos* e a *gestão de materiais pós consumo*. Com a crescente reinserção de resíduos e coprodutos na cadeia produtiva, o foco deixa de ser a gestão de resíduos, cujo objetivo estava centrado na destinação ambientalmente adequada, e passa a ser priorizada a gestão do fluxo de materiais pós-consumo. Ganham importância as técnicas para identificação e separação de materiais, formas de processamento, qualidade dos materiais e potencial de mercado de produtos elaborados com matéria prima secundária. Como consequência, novos produtos e formas de organização do mercado tendem a se estabelecer para se valorar e comercializar os novos materiais.

Referências

- Cline, A., Le MAY, S., HELMS, M.M., 2012. Testing the Framework for Reverse Logistics: The Case of Carpet. Supply Chain Management Educators’ Conference. Atlanta, USA., 2012.
- Corrêa, H.L., Gianesi, I.G., Caon, M. 2008 Planejamento, Programação e Controle da Produção. Atlas, São Paulo.
- Eckschmitt, T. *O Livro Verde de Rastreamento: conceitos e desafios*. 1a. edição. São Paulo. Livraria Varela, 2009.
- Grupo Pão de Açúcar, 2012. Reciclagem. Iniciativas de Responsabilidade Socioambiental e Qualidade de Vida. Disponível em: <http://www.grupopaodeacucar.com.br/responsabilidade-socioambiental/ambiental/reciclagem.htm>. Acesso em outubro de 2012.

- <http://cscmp.org/downloads/public/academics/12scmec/Presentation6.pdf>
<http://www.plast-world.com/recyclers-are-still-facing-challenges-with-commingled-pla-and-pet-containers-192-article>. Acesso em novembro de 2012.
- Huber, R.F., 1991. Mercedes Manufacturing Strategy is to Keep the Market Niche Full. Production, pp. 61-63.
- Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 242-250.
- Positivo Informática, 2012a. Disponível em:
<http://www.positivoinformatica.com.br/tiverde/>. Acesso em dezembro de 2012.
- Positivo Informática, 2012b. Disponível em:
<http://www.mundopositivo.com.br/noticias/20136417-reciclagem-de-eletronicos-deve-gerar-5-mil-empregos.html>. Acesso em dezembro de 2012.
- Revista Trip, 2012. Suzano lança papel-cartão feito de aparas pós-consumo. Disponível em: <http://revistatrip.uol.com.br/transformadores/blogs/suzano/2012/09/03/suzano-lanca-papel-cartao-feito-de- aparas-pos-consumo.html>. Acesso em dezembro de 2012.
- Shamsuzzoha, A.H.M. e Helo, P.T., 2011. Real-time Tracking and Tracing System: Potentials for the Logistics Network. Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- Soler, F.D., Machado Filho, J.V., Lemos, P.F.I. Acordos setoriais, regulamentos e termos de compromisso. In: Jardim, A., Yoshida, C., Machado Filho, J.V. (org.) Política Nacional , Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Ed. Manole. 2012.
- Stoklosa, K., 2011. Recyclers are still facing challenges with commingled PLA and PET containers. Disponível em:
- Suzano, 2012a. Programa Investimento Reciclável. Disponível em:
<http://www.suzano.com.br/portal/grupo-suzano/instituto-ecofuturo/programa-investimento-reciclavel.htm>. Acesso em dezembro de 2012.
- Suzano, 2012b. <http://www.suzano.com.br/portal/suzano-pulp-and-paper/suzano-na-imprensa-detalhes-109.htm>. Acesso em dezembro de 2012.
- UNEP, 2012. Green Economy and Trade Opportunities. Disponível em:
http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/research_products/Trade_opportunities/Manufacturing-GE&T-Formatted_v2.pdf Acesso em outubro de 2010.

Capítulo 9

Modelo para o projeto, implantação e controle do sistema de logística reversa

Os sistemas de logística reversa diferem entre si quanto ao foco, estrutura e objetivos. Há sistemas projetados para atendimento aos requisitos legais, outros se estruturam para alcançar eficiência e sustentabilidade, enquanto alguns mais ousados se propõem a conciliar metas de sustentabilidade que compreendem quesitos econômicos, ambientais e sociais. Este capítulo é estruturado para subsidiar a elaboração de sistemas de logística reversa que atendem aos diferentes objetivos e em conformidade com o conceito de empreendimentos sustentáveis. Ao final deste capítulo o leitor deverá ter respondidas as seguintes questões:

- Que componentes deve ter um sistema de logística reversa?
- Quais as principais ferramentas para o projeto de um SLR?
- Quais as principais ferramentas para o implantação de um SLR?
- Quais as principais ferramentas para o controle de um SLR?
- Qual a importância dos sistemas informatizados para a implantação, implantação e controle dos SLR?

Projeto do sistema de logística reversa

A logística reversa não se restringe a questões relacionadas à gestão ambiental, tampouco se limita à gestão de resíduos. Justamente por ser um tema inovador e exigido por meio de regulamentação e pressão de mercado, a proposta da logística reversa tem demandado ações mais eficazes que por sua vez demandam profissionais mais capacitados.

O retorno de produtos pós-venda (pré-consumo), resultantes de transações via comércio eletrônico representam outra grande oportunidade para a aplicação de ferramentas de logística reversa e tem crescido juntamente com o aumento do volume de transações comerciais por internet.

A construção de um sistema de logística reversa requer o aprendizado e melhoria contínua a respeito de diferentes aspectos relacionados a três aspectos principais:

- a configuração de sistemas produtivos colaborativos;
- a adequação legal e normativa dos canais reversos; e,
- o monitoramento e rastreabilidade dos fluxos de materiais envolvidos.

A logística reversa pressupõe uma abordagem mais ampla que a mera atividade de transporte dos resíduos a partir da etapa pós-consumo e, de modo análogo à logística direta, compreende operações logísticas (transporte, armazenagem), mas no sentido “reverso”. Alguns conceitos já consolidados aplicam-se à logística reversa, conforme sugerido na Figura 9.1.

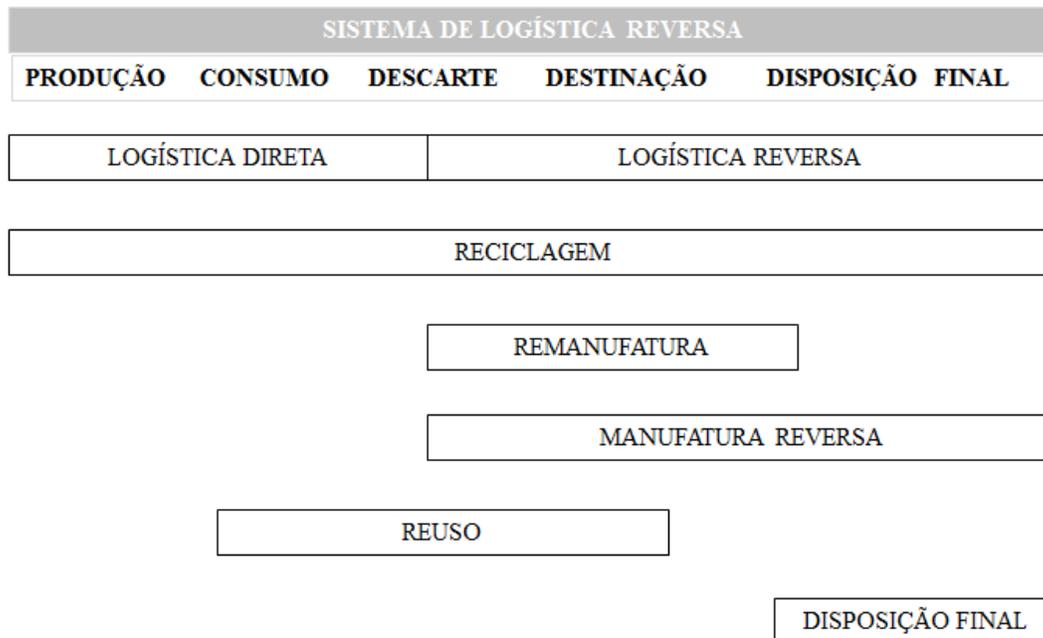


Figura 9.1 Abrangência dos principais conceitos relacionados ao sistema de logística reversa.

As várias possibilidades para o tratamento e destinação de materiais e produtos pós-consumo incluem, cada vez mais, ações que priorizam o reuso, acondicionamento e reinsertão de materiais na cadeia produtiva. A Figura 9.1 mostra a relação entre as alternativas de destinação e o sistema de logística reversa. Enquanto a reciclagem pode estar presente desde as etapas da logística direta até as operações da logística reversa, o reuso e a remanufatura, por exemplo, por ocorrerem no estágio pós-consumo, estariam limitados ao processo da logística reversa.

Esse sistema, por considerar a gestão de cadeias de ciclo fechado, compreende desde o projeto e manufatura do produto até a sua destinação pós consumo, a partir da qual busca-se a reinsertão na (mesma ou outra) cadeia produtiva.

O sistema de logística reversa abrange tanto as atividades logísticas diretas, como transporte e armazenagem do produto pós produção (estágio no qual já pode ocorrer necessidade de retorno de materiais), quanto as atividades logísticas reversas, que se iniciam com o uso e as alternativas de destinação do produto como: reuso, remanufatura, reciclagem, incineração e disposição em aterro.

Para as alternativas de incineração e aterro há a extinção da aplicabilidade de qualquer resultado físico desses processos, havendo, entretanto a possibilidade de aproveitamento energético pela incineração dos materiais.

A remanufatura é uma alternativa na qual o produto tem suas propriedades originais restabelecidas com a finalidade de reinsertão do produto acabado no estágio de manufatura/ montagem (de peças e partes remanufaturadas) ou consumo (produtos inteiros remanufaturados).

A reciclagem usa processos e inovações tecnológicas para permitir a reinsertão de materiais no estágio de manufatura. O reuso não pressupõe comercialização, possui um caráter social do reaproveitamento de produtos e materiais e tem sua reinsertão no estágio de consumo da cadeia de valor.

O projeto do SLR deve ser parte integrante do modelo de negócio, seja em empresas industriais ou do setor de serviços.

Como na maioria dos casos as empresas já se encontram estabelecidas e necessitam implementar o SLR a partir de determinado momento, recomenda-se, nesses casos, que se inicie o processo de projeto do sistema de logística reversa por uma análise da gestão da empresa, com ênfase nos processos e no sistema logístico já implantado.

O modelo conceitual proposto é baseado em cinco passos:

a. Identificação da motivação para implantação do SLR

A motivação mais evidente para a implantação de um SLR é a adequação às exigências legais. No Brasil, essas exigências são estabelecidas de forma clara por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Nos países latino-americanos, de modo geral, a motivação, além da conformidade legal, inclui a possibilidade de geração de renda para indivíduos em situação de pobreza. Por este motivo, os principais instrumentos regulamentadores desses países priorizam a atividade de catação.

Nos países mais desenvolvidos, aspectos mercadológicos ou econômicos juntam-se mais frequentemente aos requisitos legais ou de conscientização ambiental como motivadores. Segundo Cline et al. (2012), por exemplo, nos Estados Unidos a consolidação de SLR's ocorre primeiramente por razões econômicas. A identificação da motivação para a implantação da SLR da organização será o aspecto norteador das demais etapas a serem executadas.

b. Análise do mercado

A coleta de informações representa atividade fundamental na gestão empresarial. Após a identificação e análise da motivação para os SLRs, sugere-se que sejam estudados mecanismos para o levantamento dos dados que irão gerar informações. Dentre os mecanismos disponíveis sugere-se a definição de critérios, indicadores e índices para a coleta de dados.

c. Aquisição do conhecimento

A compilação de informações que permitam a caracterização do SLR assim como subsidiem futuras decisões estratégicas e operacionais. Tais informações devem considerar:

- especificidades da regulamentação ambiental;
- segmento produtivo;
- tipos de materiais e produtos envolvidos no processo;
- volumes e frequência de resíduos gerados;
- potencial de minimização, reciclagem, reuso e recuperação;
- identificação da rede de suprimentos (transportadoras, empresas produtoras, empresas recicladores, entre outros).

d. Caracterização do sistema

Os SLR podem ser classificados conforme:

- a velocidade do ciclo dos produtos;
- os volumes gerados;
- o potencial de reciclabilidade dos resíduos;

- o grau de consolidação da rede de suprimentos; e,
- a localização e distância relativa das unidades envolvidas.

e. Seleção do modelo

Esta etapa vem da necessidade de respostas específicas para cada questão analisada. Neste livro, adotou-se como modelo de base o conceito de ACV (análise do ciclo de vida) por ser talvez o mais versátil e aplicável. Entretanto, para problemas atipicamente específicos, este passo pode indicar a adoção de um modelo diferente.

f. Implementação de ações

As ações deverão ser implementadas de acordo com os critérios do modelo de base escolhido. Neste trabalho foram realizados estudos de caso para evidenciar os critérios fundamentais para o gerenciamento do SLR.

A obtenção de insumos na logística reversa

A logística reversa possui especificidades que a diferenciam da logística direta. Uma importante é a forma de obtenção de insumos.

Na logística direta a obtenção de insumos é previsível e dependente apenas da quantidade e tipo de produtos a serem produzidos que por sua vez são “puxados” pela demanda.

Na logística reversa, a produção é prioritariamente “empurrada” pela disponibilidade (muito menos previsível) de materiais coletados a partir de produtos pós-consumo.

Em outras palavras, o grau de incerteza de disponibilidade de insumos é maior nas cadeias reversas, onde não se pode prever com precisão e antecedência a quantidade de matéria prima a ser recebida, dentro de determinado período e conforme as especificidades requeridas pelo processo produtivo.

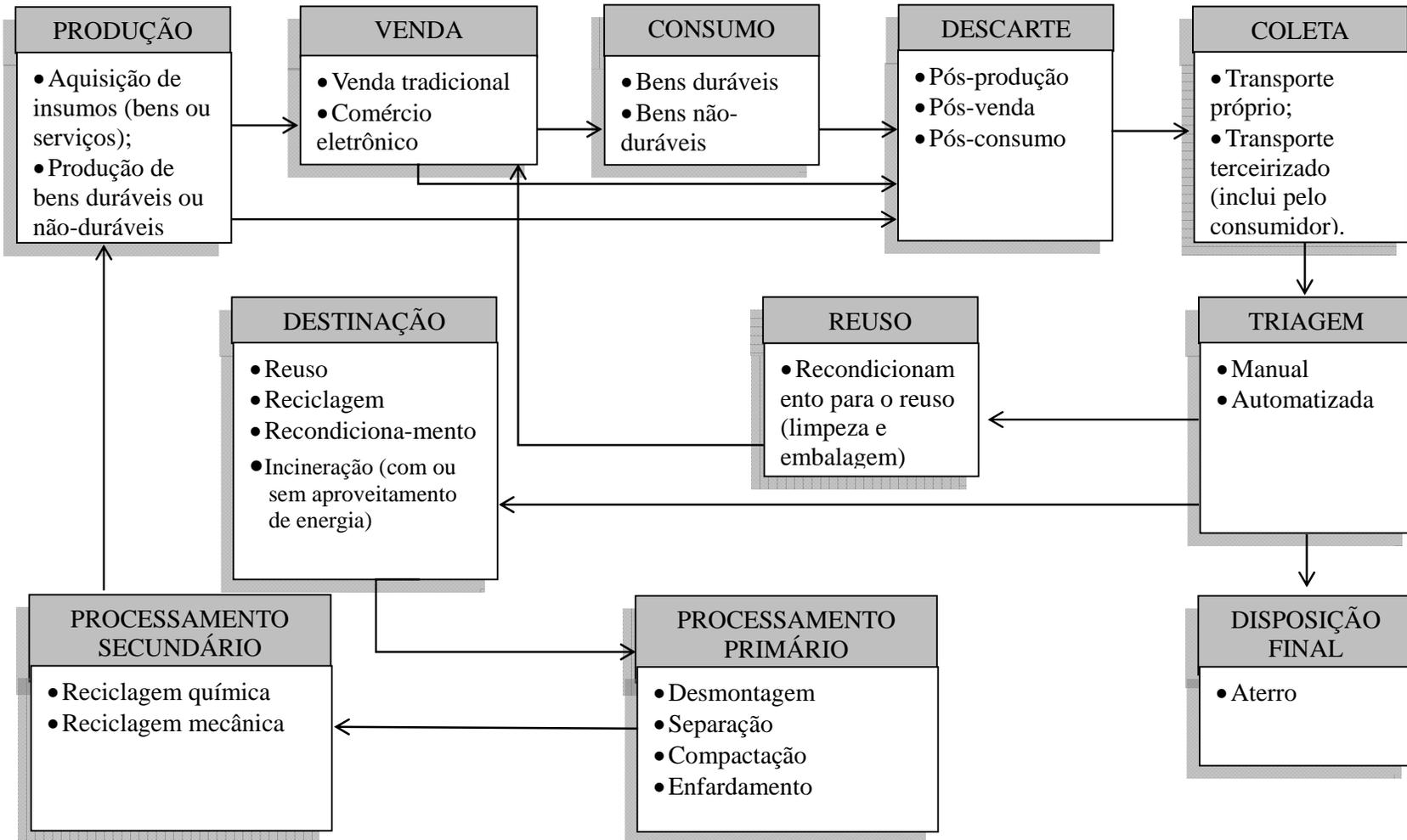
Essa maior incerteza impacta diretamente os custos operacionais, encarecendo a logística reversa em relação à logística tradicional.

Os sistemas de logística reversa (SLR) visam reduzir o grau de incerteza desta disponibilidade de insumos, aumentar a escala e conseqüentemente reduzir os custos da produção reversa e da logística reversa. O ganho de escala é obtido por meio de acordos setoriais que possibilitam consolidação de cargas e gerenciamento cooperativo dos recursos e operações logísticas.

Compreendendo atividades de logística direta e logística reversa, os SLR podem ser interpretados como um modelo colaborativo e fortemente influenciado por mecanismos legais e normativos relacionados à gestão de resíduos.

Nesse sistema considera-se a manutenção de padrões de sustentabilidade ambiental assim como a promoção de negócios economicamente sustentáveis. A Figura 9.2 apresenta o modelo proposto a partir do qual serão discutidos o projeto, a implementação e o monitoramento dos SLR.

Figura 9.2 Modelo conceitual de referência para sistema de logística reversa.



O modelo consiste em uma representação genérica das etapas aplicáveis à SLR de diferentes cadeias produtivas. Especificidades quanto ao tipo de material processado, recursos disponíveis e perspectivas devem ser consideradas para a adoção de um modelo de SLR específico.

Conforme a cadeia produtiva analisada, alguns aspectos podem ser suprimidos ou ajustados a partir do modelo, conforme a necessidade.

Cabe ressaltar que, como operações logísticas, entre cada etapa apresentada na Figura 9.2 há processo de transporte, armazenagem e transbordo, alocados conforme a necessidade.

Implementação do sistema de logística reversa

De acordo com o art. 21 da PNRS, a implantação da logística reversa pode ser realizada por meio de três instrumentos: acordos setoriais, regulamentação e termos de compromisso. Essas ferramentas serão detalhadas mais adiante. Por ora, será apresentada uma proposta de roteiro para a implementação do SLR a partir do projeto descrito anteriormente.

Projeto para o meio ambiente

O gerenciamento de resíduos e a construção do SLR devem iniciar-se de fato na etapa de projeto do produto. O uso criativo de novos materiais, a concepção do produto em si e a interação do produto com o ambiente e com o consumidor, entre outros aspectos, devem ser avaliados também sob a ótica da sustentabilidade.

O projeto de um SLR sem atentar para essa etapa pode resultar em um sistema que apenas seja capaz de lidar com as consequências e não com as causas do problema, enfatizando apenas o curto prazo.

Um exemplo vem da Coca-Cola, que desenvolveu dois tipos de embalagens para seus produtos. O primeiro foi uma embalagem promocional produzida em resina PET opaca nas cores dourado e vermelho, comercializada no período de Natal.

Essa embalagem, após o consumo, teve rejeição por parte dos catadores que perceberam dificuldade na triagem e aceitação desse material pelas indústrias recicladoras que a consideraram como contaminante da resina PET convencional, derivada de petróleo.

O segundo tipo foi a *plantbottle*, embalagens de refrigerante produzida com 22,5% de resina derivada da cana-de-açúcar e 25% de plástico de resina PET reciclado e o restante de resina PET virgem. A intenção, segunda a empresa, é atingir a independência do petróleo na fabricação de suas embalagens. Diferentemente das anteriores, estas embalagens são transparentes e recicláveis juntamente com a embalagem PET convencional (Stoklosa, 2011). Enquanto no primeiro caso o projeto do produto impacta negativamente a cadeia reversa em termos sociais e ambientais, no segundo, as embalagens apresentam maior potencial de sustentabilidade.

O mesmo entendimento pode ser aplicado ao produto e ao processo produtivo, com o objetivo de possibilitar vantagens econômicas, ambientais e sociais no sistema de logística reversa.

Descarte

O descarte inicia-se a partir da definição do fim da vida útil do produto que, não necessariamente, implica na extinção de suas funcionalidades. Um produto pode ser considerado obsoleto por não possuir o mesmo desempenho que um produto mais novo, por exemplo. Para a previsão da duração da vida útil e dos volumes de descarte é

importante o entendimento dos padrões de consumo dos produtos. Isso permitirá a gestão dos produtos e materiais pós-consumo com maior alinhamento aos requisitos e atividades da logística reversa, tanto em termos de capacidade, localização de unidades e planejamento de fluxos.

Os padrões de consumo permitem identificar os tipos de produtos e materiais consumidos em uma determinada região ou país, possibilitando a alocação de unidades de coleta e reciclagem que venham a atender as respectivas necessidades.

Em países onde as temperaturas são mais baixas, é comum o uso de carpetes para o revestimento de pisos das residências, o que fomenta a organização de unidades de coleta e processamento de carpetes pós consumo nessas regiões, por exemplo. Nesse caso, o custo unitário de destinação tende a ser inferior em relação aos países onde a temperatura média é alta e se utilizam carpetes em menos residências.

A vida útil de um produto é definida por meio da estimativa da sua capacidade de manter funcionalidades ao longo do tempo.

Isso está relacionado ao comportamento dos materiais durante o uso e varia de acordo com a composição do produto, o local onde está sendo utilizado e uma gama de outras variáveis que estão relacionadas, em maior ou menor grau, com a degradação dos seus componentes.

Por outro lado, um produto ainda pode apresentar suas funcionalidades e ainda assim ser descartado para ser substituído por um outro, por razões de obsolescência tecnológica ou moda.

O descarte dos produtos e materiais pós-consumo consiste hoje no principal desafio do sistema de logística reversa. É nessa etapa que o processo apresenta as principais dificuldades em segmentos específicos como, por exemplo o de medicamentos, de equipamentos eletroeletrônicos e de lâmpadas, nos quais os consumidores tendem a reter ou destinar materiais pós consumo de forma inadequada, dificultando as etapas subsequentes de coleta e destinação.

Coleta

A coleta pode ser realizada com transporte próprio (sob a responsabilidade de unidades de triagem, recicladores ou fabricantes) ou de terceiros (o que inclui a entrega do produto pelo próprio consumidor em pontos de entrega), conforme Figura 9.3.

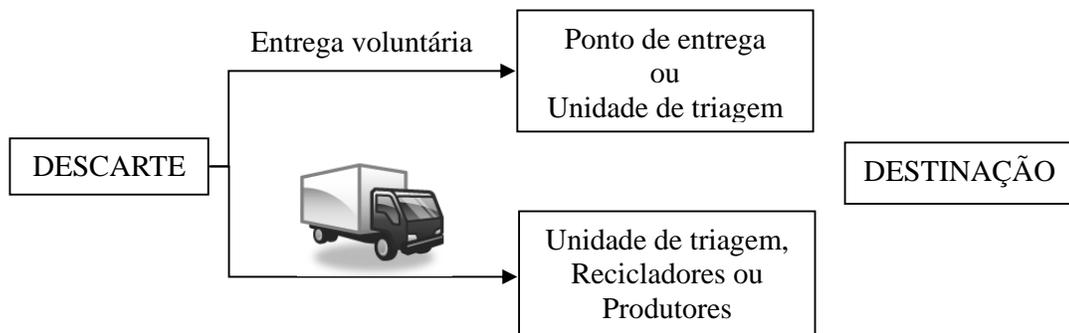


Figura 9.3 Logística de transporte na coleta

Ainda pode ocorrer a entrega diretamente do consumidor para empresas de reciclagem

ou produtores, mas essas categorias representam uma exceção dentro do processo, além de representarem custo mais alto em relação às demais alternativas.

Enquanto na logística direta o esquema de distribuição ocorre de um ou poucos para muitos (1 para n), na logística reversa verifica-se exatamente o inverso, muitos consumidores devem retornar seus produtos para poucas empresas – por esse motivo, o custo unitário para a devolução de itens pós-consumo tem um valor proporcionalmente alto em relação o custo do produto. Por esses motivos, essa alternativa em geral é menos considerada na definição dessa etapa do SLR.

Os sistemas de coleta ainda variam em função de alguns aspectos específicos como a distância percorrida, o tipo de material a ser transportado e o tipo de processamento requerido. Abaixo são listadas algumas formas de classificação dos sistemas de coleta:

- *por tipo de material*: praticada em segmentos como o da reciclagem de PET e alumínio, permite extrair valor a partir da consolidação de volumes expressivos de um mesmo material;
- *por marca do produto*: praticada por algumas empresas que optam por resguardar a marca ou proteger dados. Apesar de mais cara, essa categoria de coleta confere maior segurança para os produtores que optam pela proteção das respectivas marcas. De modo geral, é usada com produtos que tenham alta densidade de valor ou informações relevantes a serem preservadas, como é o caso do segmento de telecomunicações ou o setor bancário nos quais há informações sigilosas que não devem ser divulgadas por questões de segurança da informação ou privacidade. Nesse caso, o serviço de proteção da marca é demandado por fabricantes, enquanto a proteção dos dados é demandada por consumidores (empresas, instituições de pesquisa, entre outros);
- *por consórcio entre empresas*: diferentes empresas de um mesmo segmento realizam, por meio de associações, cooperativas, ou ainda ONG's, a coleta de produtos e materiais pós-consumo. Essa modalidade se aplica às embalagens de defensivos agrícolas e óleo lubrificante;
- *do tipo simples*: consiste na coleta de vários tipos de materiais ou produtos simultaneamente, seguida da separação. Pode haver recebimento do material ou coleta em pontos pré-estabelecidos. É a modalidade mais usual entre os catadores de materiais recicláveis que, por sua vez, são fornecedores dos recicladores;
- *de segunda parte*: realizada por recicladores ou produtores que utilizam sua frota de veículos para coleta de materiais ou produtos pós-consumo a partir de unidades de triagem ou ainda associações e cooperativas de catadores.

Triagem

Compreende a avaliação dos produtos quanto à sua funcionalidade e classificação conforme potencial de recondicionamento/reuso, reciclagem ou remanufatura. Produtos que estejam com funcionalidades comprometidas são avaliados quanto à possibilidade de troca de peças ou componentes e encaminhados para potencial remanufatura ou reparo. Produtos funcionais que não necessitam de reparo passam apenas por processo de conferência, limpeza, retoque e re-embalagem e são encaminhados novamente para a etapa de consumo.

Manutenção ou reparo

Etapa de manutenção técnica ou reparo com o objetivo de resgatar as funcionalidades

do produto. Muitas vezes a comercialização de produtos pós-reparo é feita em parceria com os próprios produtores do produto original que conferem inclusive garantia dos produtos.

Processamento primário

Consiste basicamente nas etapas de desmontagem, separação, compactação por prensagem e enfardamento dos materiais. Essa etapa do sistema tem como objetivo agregar valor aos materiais, partes e peças para encaminhamento às etapas de reciclagem.

Processamento secundário

Compreende processos de reciclagem química (recuperação de matérias primas) ou mecânica (fracionamento, moagem ou redução das partes ou materiais para uso como matéria prima). No Brasil, essa etapa não pode ser realizada por associações e cooperativas de catadores, uma vez que estes não dispõem de licenciamento ambiental para o tratamento de resíduos, emissões e efluentes eventualmente resultantes desse processo.

Reinserção na cadeia produtiva

A quantidade de rejeitos deve ser a menor possível pois representa a única fração que não é passível de reaproveitamento e resulta apenas em custo para o sistema e danos ao ambiente.

Controle dos Sistemas de Logística Reversa

O controle dos SLR constitui-se numa das etapas em que incide maior custo no sistema. Esse custo varia basicamente em função dos volumes processados, da tecnologia utilizada e dos requisitos materiais (equipamentos, infraestrutura, etc.).

Balanço de massa

Um elemento importante na gestão de um sistema de logística reversa é a avaliação do desempenho quanto ao balanço de massa (Figura 9.4). É importante que os fabricantes, principais responsáveis pela destinação dos produtos pós-consumo, identifiquem os fluxos de materiais e os padrões de destinação ambientalmente adequados de seus produtos.

A avaliação da taxa de reciclabilidade dos seus produtos pode inclusive permitir o seu uso como vantagem competitiva algo que, antecipamos, pode ser bastante relevante no futuro.

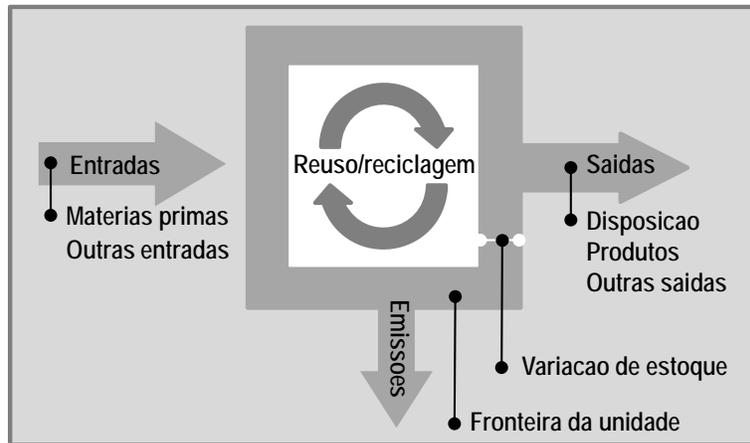


Figura 9.4 Modelo esquemático de balanço de massa

Também conhecido como balanço material, o balanço de massa é uma aplicação do princípio da conservação da matéria de Lavoisier (1743-1794), segundo o qual, na natureza, “nada se cria, nada se perde; tudo se transforma”.

Consiste na mensuração da quantidade de material que entra e sai do sistema. Considerando-se que praticamente “nada se cria e nada se perde”, as quantidades de matéria de entrada e saída de um sistema devem ser equivalentes.

Desta forma, é possível quantificar a composição de determinado produto a partir dos materiais resultantes da desmontagem ou processamento para reciclagem. Na gestão de resíduos metálicos, por exemplo, é possível a recuperação de frações de metais misturados a polímeros cerâmicos ou plásticos que, por sua vez, possibilitam um significativo grau de segregação e colaboram para a efetividade do balanço de massa.

A partir da desmontagem, processamento e segregação de materiais é possível a quantificação da razão entre o volume que entra no sistema produtivo reverso e a quantidade de materiais recuperados. Exatamente o oposto do que acontece num sistema produtivo tradicional, onde entram os materiais e saem produtos acabados.

Dependendo do contexto e das fronteiras do problema, há uma ampla gama de aplicações possíveis do balanço de massa.

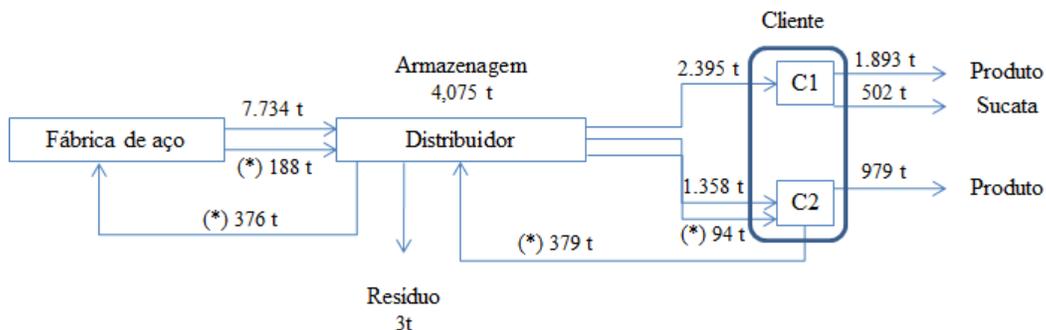


Figura 9.5 – Ilustração de balanço de massa

A Figura 9.5 apresenta um modelo esquemático do balanço de massa da cadeia produtiva do aço. O modelo, baseado em um estudo de caso realizado no Brasil, trata do

fluxo de materiais e respectivos pesos ao longo da cadeia direta e da cadeia reversa. O balanço de massa, portanto, consiste exatamente na análise de eficiência entre o material que entra e o que sai do sistema, nesse caso, segundo a implantação do SLR.

Para o caso ilustrado, o distribuidor atua como um player de grande relevância, uma vez que realiza tanto a distribuição dos produtos manufaturados, como também é responsável pelo recebimento, triagem, separação e retorno das aparas de chapas de aço pós industrializada e pós venda.

Após a triagem realizada pelo distribuidor de todo o aço movimentado no ano de 2011, houve uma eficiência de quase 100% nas aparas recebidas que seguiram para a reintrodução na fabricação do aço (cliente C2), enquanto em outros canais a valorização do resíduo não ocorreu da mesma forma e cerca de 20% das sucatas foram repassadas ao mercado com menor valor agregado (cliente C1). Essas duas alternativas são denominadas *upcycling* e *downcycling*, respectivamente, em função da valorização ou desvalorização da matéria-prima secundária.

Uma idéia derivada desse conceito, e bastante difundida na última década, é a da avaliação da chamada “pegada ambiental” ou “pegada ecológica” (*ecological footprint* < <http://www.myfootprint.org/>>) de um sistema.

Para o “sistema” que inclui o planeta, é possível mensurar os recursos necessários no futuro para se prover o padrão de consumo atual de sociedades desenvolvidas, considerando o crescimento populacional e desenvolvimento esperados. Considerando a capacidade limitada do planeta em que vivemos, esse conceito permite quantificar os recursos necessários (entradas) para se realizar determinado padrão futuro de consumo (saída) em “número de planetas” necessários a suportar esse consumo.

O balanço de massa permite, portanto, a projeção e análise de cenários. A análise de perspectivas futuras possibilita o redirecionamento de ações a partir da identificação de oportunidades de melhoria ou prevenção de resultados indesejáveis no gerenciamento de recursos.

Rastreabilidade

Os termos monitoramento e rastreamento são bastante difundidos e guardam muita semelhança em processos logísticos. O termo correspondente em língua inglesa, *trace and tracking*, trata do acompanhamento remoto das etapas do processamento de determinado produto.

Em Português, *monitoramento* pode por exemplo significar o gerenciamento do deslocamento da frota de veículos em tempo real, com o objetivo de verificar a ocorrência de desvios ou permitir reprogramações em função de congestionamentos. *Rastreamento*, por sua vez, não tem como objetivo o acompanhamento em tempo real, mas visa identificar a localização e as responsabilidades *a posteriori* em casos de ocorrência de falha no processo de deslocamento, por exemplo decorrente de roubos ou acidentes.

Shamsuzzoha e Helo (2011) apontam a interseção entre os conceitos e definem o monitoramento como a coleta e gerenciamento em tempo real da informação sobre o processamento e distribuição de determinado produto e o rastreamento como a coleta e retenção de informações sobre o histórico do ciclo de vida de produtos processados e distribuídos, bem como de seus componentes.

Shamsuzzoha e Helo (2011) ainda salientam alguns benefícios do monitoramento da movimentação de cargas em tempo real:

- identificação e gerenciamento dos pontos vulneráveis nas redes de suprimentos das organizações;
- capacidade de gestão do desempenho dos fornecedores;
- redução dos custos totais de frete;
- otimização da gestão de estoque das organizações;
- projeto para o aumento da eficiência das operações;
- maior poder de negociação de preços;
- redução dos *lead times* dos produtos; e,
- redução na nos atrasos de entrega de produtos.

Nos sistemas de logística reversa o monitoramento é importante já que permite o acompanhamento das cargas de coleta e recolhimento de produtos e materiais pós-consumo. Diferentemente da logística direta, na maioria dos casos da logística reversa não há exigências estritas quanto a prazos de entrega, mas sim para a retirada do material.

Em função do custo de transporte, os recicladores preocupam-se mais com o recebimento dos volumes mínimos do que com a definição de prazos curtos. Por outro lado, os geradores de produtos e materiais pós-consumo buscam a redução dos custos por meio da eliminação da armazenagem; ou seja, contratando com alguma frequência o transporte dos materiais residuais em pequenos volumes para pontos intermediários de armazenagem.

O monitoramento é um tipo de atividade que tende a ser mais relevante para produtos do setor alimentício e farmacêutico, para os quais se exige por lei o atendimento a padrões mínimos em função dos riscos de contaminação, bem como no transporte de cargas de alta densidade de valor.

Para os produtores, o transporte e destinação de resíduos são vistos frequentemente como um custo indesejado que tem como principal justificativa o atendimento às exigências legais e normativas. Por outro lado, algumas indústrias de grande porte necessitam se certificar das operações de recolha ou ainda da descaracterização de seus produtos e por este motivo realizam estas atividades ou contratam estes serviços de forma a permitirem algum grau de monitoramento, priorizando a rastreabilidade do recolhimento dos produtos pós-consumo.

A rastreabilidade é um processo que permite a coleta e armazenagem de informações sobre as etapas de determinado processo com a finalidade de determinar a origem, de identificar e analisar não-conformidades ao longo do processo ou de identificar responsabilidades.

Nos SLR a rastreabilidade permite o acompanhamento da movimentação de determinado produto ou material ao longo da cadeia reversa. Esse processo requer tanto o registro das atividades, como também a identificação dos responsáveis e a localização física de materiais ou produtos.

Em cada etapa do processo deve-se identificar o produto, sua origem e seu destino na cadeia de valor. É uma atividade fundamental na gestão de redes globais de suprimento, em que os produtos são distribuídos em vários países. A identificação da composição com a discriminação das matérias-primas tornou-se uma exigência recorrente nas

negociações internacionais, principalmente no setor alimentício.

A rastreabilidade possibilita a atribuição de responsabilidade ao longo da cadeia, aumentando, dessa forma, a confiabilidade do processo como um todo. A necessidade de identificação do produto, sua localização, os responsáveis pela expedição e pelo recebimento podem tornar o processo complexo.

Por isso, os conceitos de gestão da informação e rastreabilidade estão estreitamente relacionados, uma vez que a coleta e o gerenciamento de informações tornam-se mais precisos e dinâmicos com o uso de ferramentas informatizadas. Outro aspecto relevante da rastreabilidade é a transparência e disponibilização das informações que, também podem apoiar o controle e a fiscalização do processo.

Existem diferentes níveis de classificação do rastreamento, conforme apresentado na Figura 9.6.

Classe	Descrição
Grau de cobertura da cadeia produtiva	Compreende o rastreamento básico ou interno (informações contidas em rótulos ou controle de lote, por exemplo), rastreamento simples (identificação por meio de codificação numérica que ocorre internamente e dispensa a participação de outros agentes da cadeia) ou rastreamento completo (acompanhamento do produto ao longo de toda a cadeia, exige participação de todos os elos da cadeia).
Visibilidade da informação	Equivale ao nível de transparência das informações. É classificado em: <ul style="list-style-type: none">• rastreamento fechado: menor visibilidade externa, visa acompanhamento interno de eventuais coletas de produtos.• rastreamento semi-aberto: geralmente realizado no modo completo, permite informação de parte dos dados aos consumidor, possibilitando a valorização do processo e do produto.• rastreamento aberto: tem aplicação em relações cliente-fornecedor entre empresas, onde atuam compradores, gestores da qualidade e da segurança. Resulta em maior confiabilidade a partir da divulgação das informações.
Detalhamento da informação	O grau de detalhamento é definido em função das necessidades específicas.
Dinâmica da informação	A entrada e atualização de dados pode ocorrer de forma periódica (atualizadas em ciclos ou períodos determinados) ou contínua (quando as informações são registradas conforme a execução das atividades).
Validação da informação	Os graus de validação podem ser classificados em informativa, validada (ou auditada pelo executante da atividade de rastreamento) e certificada (validado por

terceiro independente).

Figura 9.6 Classificação da atividade de rastreamento

Fonte: Ekschmidt (2009).

Sumariando:

Monitoramento para o SLR

O monitoramento em tempo real das atividades relacionadas à logística reversa tem propósito semelhante ao monitoramento da logística direta, ou seja, possibilitar a identificação rápida de atrasos e falhas com o objetivo de reduzir intercorrências ao longo do desenvolvimento do processo.

Rastreabilidade para o SLR

No âmbito da logística reversa, a rastreabilidade tem muita relevância, uma vez que possibilita tanto a identificação do *status* da atividade logística, como também possibilita a identificação da origem do produto pós-consumo e o trajeto percorrido até o momento presente.

A possibilidade de identificação dos responsáveis pelas etapas de coleta, armazenagem, pré-processamento e destinação conferem credibilidade e permitem adequação aos preceitos legais de responsabilidade compartilhada.

Existem diferentes processos para a identificação dos produtos. Podem ser por meio de etiquetas com ou sem código de barras, etiquetas com tecnologia RFID (*radio frequency identification*), GPS (*global positioning system*), entre outros.

Código de barras e RFID

As tecnologias de código de barras e de RFID destinam-se a facilitar e automatizar a identificação de itens e são muito usadas em gestão de redes de suprimento direta e reversa para rastreamento de itens (produtos, pacotes, embalagens de carga) de forma rápida e confiável, reduzindo em muito os erros que ocorrem quando processos de digitação são usados.

Código de barras e seu uso

Os códigos de barras são largamente usados em supermercados, fábricas, armazéns e outras unidades operacionais e logísticas. Trata-se de uma forma de representação gráfica de dados que permite leitura ótica por aparelhos com tecnologia *laser* chamados *scanners* (ou leitoras).

Inicialmente os códigos de barras representavam dados com base em linhas verticais de várias larguras e espaços entre elas. Veja a Figura 9.12, imagem do lado esquerdo. No Brasil a organização a cargo da padronização de códigos usados em códigos de barras é a GS-1 Brasil (www.ean.org.br).

A padronização dos códigos para unidades de fluxo (produtos, itens, contêineres, paletes) é muito importante para a gestão de redes de suprimento direta e reversa como elemento de rastreamento, integração e comunicação entre parceiros da rede, que, com códigos padronizados, podem rápida e univocamente identificar o item que flui entre suas operações. A representação tradicional era denominada de código de barras de uma dimensão e em geral representava uma sequência de números. Mais recentemente,

foram criados padrões de representação de 2 dimensões em que os dados são representados por pontos, quadrados, hexágonos e outras formas, para permitir que mais informações sejam representadas em menor espaço, inclusive datas de validade, componentes, etc. Veja a Figura 9.7, imagem do lado direito.

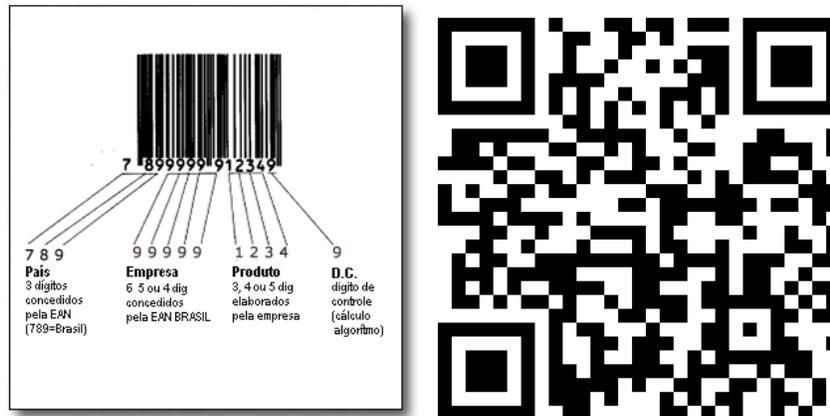


Figura 9.7 – Código de barra de uma dimensão e de duas dimensões

Visibilidade/ rastreabilidade completa na rede de suprimentos requer a capacidade de os membros saberem exatamente onde se encontram os itens de fluxo (produtos, embalagens).

Com os códigos de barra de uma dimensão, isso já pode ser atingido de forma mais simples e livre de erros. Identifica-se o item através de leitura ótica e a partir daí, informações mais completas podem ser obtidas em bases de dados. Com os códigos de barra de duas dimensões, pode-se embutir na etiqueta de identificação, além da informação do código do produto, mais informações.

Com a evolução tecnológica, entretanto, surgiu a possibilidade de se embutir em etiquetas do tamanho daquelas que trazem os códigos de barra (ou menores, em alguns casos), circuitos eletrônicos (*chips*) que podem acumular muito mais informações sobre o item, como por exemplo, a composição de um palete (quais produtos), a composição ou a data de validade de um produto pode estar na sua etiqueta, junto com instruções de uso. A estas etiquetas, descritas a seguir, dá-se o nome de RFID.

Usos potenciais de RFID

RFID (*radio-frequency identification*, ou identificação por rádio-frequência) é uma forma de identificar um objeto (ou pessoa) usando transmissão remota de alta-frequência. Esta tecnologia pode ser usada para identificar, rastrear, selecionar ou detectar uma grande variedade de objetos.

Comunicação (de rádio) se estabelece entre uma leitora e um transmissor (chamado *transponder*), em geral um circuito integrado eletrônico anexo a uma antena, chamado de *tag* ou etiqueta. As etiquetas RFID podem ser passivas (a energia vem do campo magnético da leitora) ou ativas (a energia vem de uma bateria). Num sistema típico, as etiquetas estão anexas a objetos. Cada etiqueta tem uma certa capacidade de memória interna, na qual se armazena informação sobre o objeto, por exemplo, sua identificação única (código), ou em alguns casos, mais informação como a data da manufatura ou

validade e a composição do produto. Veja a Figura 9.8 para uma ilustração de um sistema de informação usando RFID.

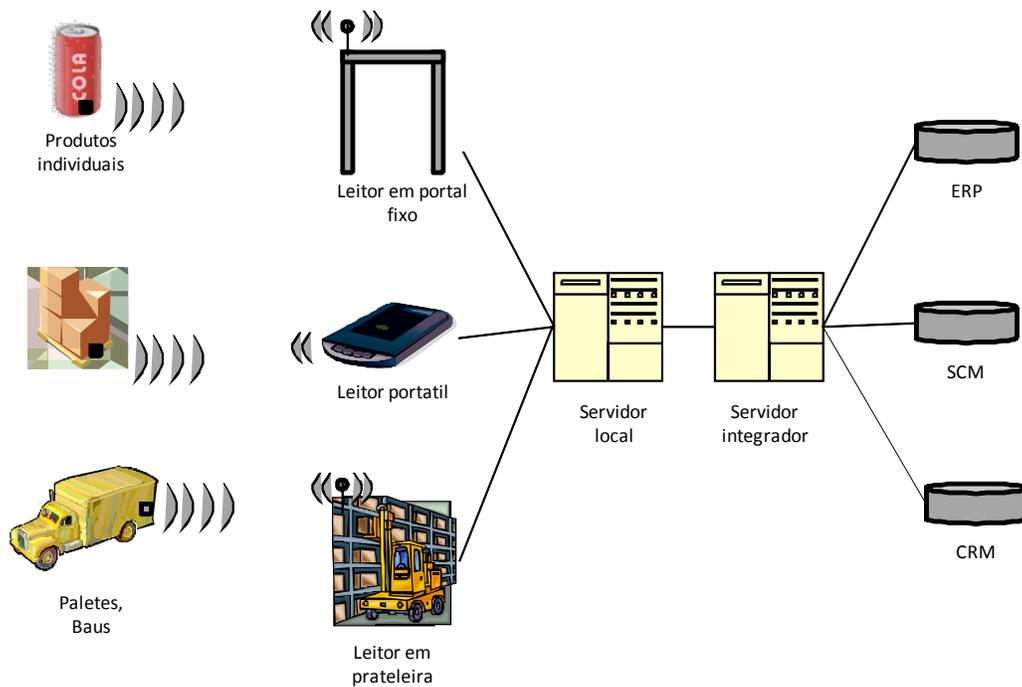


Figura 9.8 – Ilustração de sistema usando RFID

Quando as etiquetas passam pelo campo magnético gerado pela leitora, elas transmitem estas informações para a leitora, que, então identifica o objeto. Até recentemente o desenvolvimento das etiquetas de RFID concentrou-se em sistemas que portavam uma quantidade relativamente pequena de informações, mas isso está mudando rapidamente. Veja a Figura 9.8 para exemplos de etiqueta de RFID.

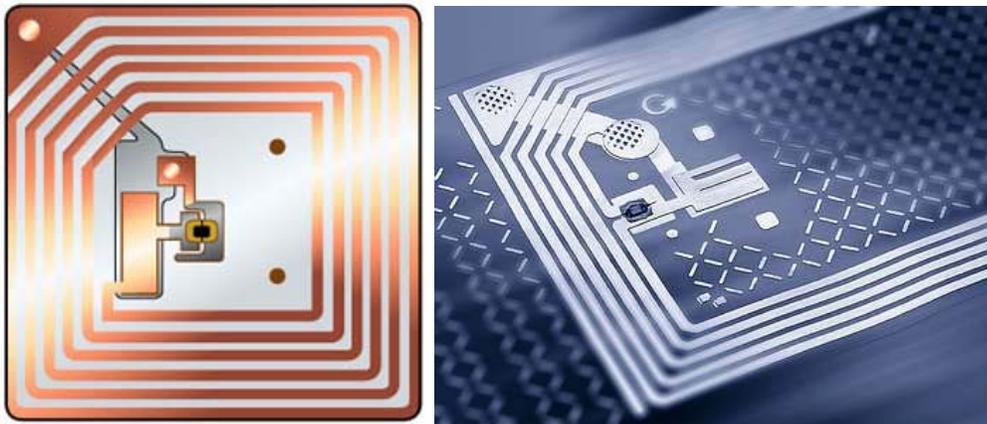


Figura 9.8 – Exemplos de etiqueta de RFID

As etiquetas de RFID trazem uma nova dimensão à logística reversa provendo potencialmente uma forma mais eficiente de identificar e rastrear itens em seus vários estágios. Permite que dados sejam coletados automaticamente e instantaneamente permitindo mais conveniência e agilidade no fluxo de informações.

A implantação de ferramentas de monitoramento e rastreabilidade requer a coleta e gerenciamento de dados, tornando a gestão das cadeias reversas mais complexa. Há ainda a necessidade de investimento na infraestrutura e equipamento de monitoramento, bem como em alguns casos, a contratação de terceiros. O controle desse processo requer, portanto, a adoção de ferramentas informatizadas que garantam tanto a eficiência quanto a confiabilidade do processo.

Ferramentas para o sistema de logística reversa

Em conformidade com o Decreto nº 7.404 de 2010, os SLR podem ser implementados por três tipos de instrumentos legais: os acordos setoriais, os regulamentos do Poder Público e os termos de compromisso. Tanto os termos de compromisso quanto os acordos setoriais podem ser firmados no âmbito federal, estadual e municipal. No entanto, há prevalência dos instrumentos federais sobre os regionais estaduais e estes sobre os municipais.

Na sequência, são abordados ainda os sistemas informatizados como ferramenta para a implantação dos SLR.

A Figura 9.9 sintetiza as principais ferramentas aplicáveis na implantação do SLR.

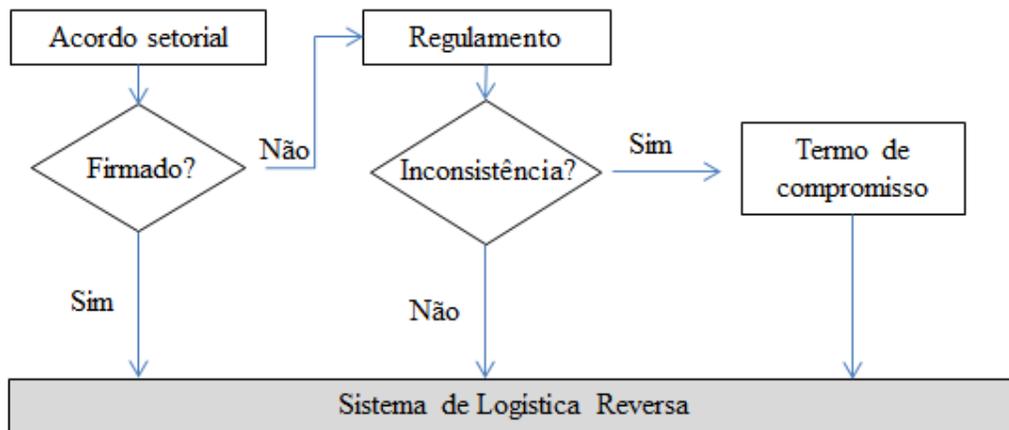


Figura 9.9 Fluxograma da operacionalização dos instrumentos legais para o SLR.

Acordos setoriais

Instrumento inovador, de natureza contratual, firmado entre os agentes do SLR e concebido a partir das discussões internas realizadas no âmbito do Grupo de Trabalho Parlamentar que originou o Projeto de Lei nº 203 de 1991, primeira menção relacionada à regulamentação dos resíduos sólidos (Soler et al., 2012).

Ainda de acordo com Soler et al. (op. cit.), a primeira contribuição a respeito dos acordos setoriais partiu da Confederação Nacional das Indústrias (CNI). Denominados como “acordos setoriais voluntários”, a proposta consistia em parceria entre o Poder Público, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, por meio de adesão voluntária que:

- visassem o recebimento e reciclagem ou outra forma de destinação final ambientalmente adequada de resíduos sólidos pós-consumo, classificados como resíduos domiciliares e de serviços públicos de limpeza urbana;
- observassem, para sua implantação, os requisitos de viabilidade técnica,

- econômica e ambiental;
- buscassem, sempre que possível, parcerias com as cooperativas ou associações de catadores.

A elaboração dos estudos que precederam a PNRS priorizou a implantação da logística reversa e da responsabilidade compartilhada com ampla participação da sociedade, porém, sem eximir o Poder Público de sua responsabilidade.

No entanto, é importante ressaltar que os acordos setoriais são instrumentos transitórios. São obrigatórios para os resíduos mencionados na PNRS, mas voluntários para as demais categorias de resíduos. A construção dos acordos setoriais é feita segundo os instrumentos regulamentadores e em conformidade com os termos de compromisso.

Segundo a PNRS, os acordos setoriais são objeto de consulta pública. A implementação dos sistemas mediante acordo setorial tem início por meio do *edital de chamamento* do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que pode indicar, entre outros critérios:

- os produtos e embalagens que serão objeto da logística reversa, bem como as etapas do ciclo de vida compreendidas nessa logística;
- o chamamento dos interessados, conforme características dos produtos e embalagens;
- prazo para que o setor empresarial apresente proposta de acordo setorial;
- as diretrizes metodológicas para avaliação dos impactos sociais e econômicos da implantação da logística reversa;
- a abrangência do acordo setorial.

Em síntese, o acordo setorial consiste na primeira opção na implementação do SLR por sua natureza participativa, técnica, harmônica e transparente (Soler et al., 2012). Não havendo sua possibilidade, as demais alternativas devem ser consideradas.

Regulamentos expedidos pelo Poder Público

Segundo Soler et al. (2012) um bom processo de estruturação do SLR pode ser constituído mediante o atendimento à regulamentação pelo Poder Público, uma vez que este exige somente a avaliação e aprovação do estudo de viabilidade técnica econômica pelo Comitê Orientador (órgão federal) e de consulta pública.

De acordo com o art. 30 do Decreto nº 7.404 de 2010, na ausência do estabelecimento de acordos setoriais, a logística reversa poderá ser diretamente implementada mediante decreto editado pelo Poder Executivo. Cabe, nesse caso, ao Comitê Orientador verificar a viabilidade técnica e econômica da logística reversa antes da edição do regulamento. Os SLR estabelecidos diretamente por decreto deverão ser precedidos por consulta pública.

Termos de compromisso

Os termos de compromisso são firmados entre os agentes do SLR com o objetivo de estruturação e implementação do próprio sistema, mediante o retorno de produtos e embalagens pós-consumo.

De acordo com o art. 32 do Decreto nº 7.404 de 2010, esse instrumento é acionado na ausência do estabelecimento de acordos setoriais ou regulamentos específicos, bem como nos casos em que haja necessidade do estabelecimento de metas mais restritivas do que as que estão presentes nos demais instrumentos. Cabendo ressaltar que tais

termos terão eficácia a partir de sua homologação por órgãos ambientais competentes pertinentes ao Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).

A responsabilidade compartilhada pressupõe a responsabilidade dos agentes do SLR na minimização dos resíduos sólidos e rejeitos, bem como na redução dos impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. Em caso de divergência entre os agentes, os termos de compromisso homologados pelo órgão ambiental competente podem auxiliar na estruturação do SLR (Soler et al., 2012).

Um dos principais exemplos de termo de compromisso em vigor é o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). Considerado um instrumento extrajudicial por meio do qual o Poder Público exige o compromisso de adequação às exigências legais ao causador do dano, visando corrigir irregularidades. No caso da logística reversa, estabelecida pela PNRS, como o mecanismo operacional é o mesmo, mas o objetivo é divergente, o TAC não se aplica. Nesse caso específico, não há infração ou irregularidade, mas sim o estabelecimento de compromisso no sentido de viabilizar a minimização, recolha e destinação ambientalmente adequados dos produtos e materiais pós-consumo.

Ferramentas informatizadas de apoio à logística reversa

As ferramentas informatizadas buscam atender aos requisitos estabelecidos pelos regulamentos e demais instrumentos legais.

Os sistemas logísticos implementados nas empresas inicialmente eram controlados de forma manual por meio de registros simples e planilhas de controle. A informatização dos sistemas logísticos, a partir da década de 1970, conferiu maior agilidade, transparência e controle a esses sistemas

Apesar da logística reversa não compreender apenas a gestão de aspectos relativos à sustentabilidade ambiental, essa será a ênfase aqui.

As ferramentas informatizadas permitem, mediante uso de bases de dados consistentes e acessíveis, gerar informações apoiando a tomada de decisão de forma mais robusta. Em relação ao desempenho gerencial, os sistemas informatizados possibilitam redução do tempo de resposta, um aspecto fundamental no tratamento de emergências ambientais, outras situações que apresentem potencial risco ou ainda situações em que o tempo de reação possam significar diferencial competitivo.

Os Sistemas Informatizados para o Apoio à Decisão (SIAD) tem se tornado uma crescente demanda em diferentes setores produtivos. Pacotes comerciais, conforme os exemplificados a seguir, tem suprido muitas das necessidades informacionais das empresas.

No que tange a inclusão das variáveis de sustentabilidade ambiental em SIAD's, verifica-se que na prática a maior parte das empresas opta pela adequação de sistemas informatizados pré-existent (pacotes), como o ERP (CALDWELL, 1999; WARD, 2000), para o gerenciamento dos problemas ambientais relacionados às funções logísticas (RIZZOLI e YOUNG, 1997). As principais justificativas para tal escolha são os altos custos de desenvolvimento, bem como a complexidade da questão ambiental que exige capacitação de pessoal na elaboração dos sistemas.

Entretanto, existe uma família específica de sistemas informatizados para SLR sendo gradualmente desenvolvidos, chamados EDSS (*Environmental Decision Support Systems*) (NUNEZ, et al., 2004; POCH, et al., 2004; BOOTY, et al., 2001). Os EDSS serão explorados adiante neste texto.

Sistemas ERP

Em função do volume e complexidade das informações envolvidas recomenda-se o uso de ferramentas que tornem o sistema de gestão mais fluente como, por exemplo, o uso de sistemas informatizados (*softwares*). Tais sistemas, além de possibilitarem a análise de um conjunto amplo e complexo de variáveis, o fazem de forma mais rápida e precisa – aumentando a eficiência, a velocidade e a confiabilidade dos processos decisórios.

Originalmente, os sistemas de gestão da logística não contemplavam os aspectos ambientais envolvidos no gerenciamento de atividades produtivas. Exigências legais e razões econômicas foram os principais agentes motivadores para a gradual adequação dos sistemas logísticos aos critérios de sustentabilidade ambiental. Essa adequação tem ocorrido por meio da inclusão de módulos específicos para o gerenciamento ambiental, mediante a inclusão de critérios e variáveis ambientais nos módulos padronizados dos sistemas ou ainda pelo desenvolvimento de soluções customizadas.

A prática da logística reversa na gestão de cadeias cíclicas pressupõe uma abordagem sistêmica dentro da qual as atividades logísticas direta e reversa interagem buscando harmonização dos processos no atendimento dos objetivos do sistema. Analogamente aos sistemas ecológicos, os sistemas logísticos devem buscar o equilíbrio. Enquanto nos sistemas ecológicos busca-se a manutenção da qualidade por meio de ações preventivas ou de reparo a um dano ambiental, nos sistemas produtivos busca-se, basicamente, o equilíbrio entre as necessidades socioambientais e os anseios econômicos.

Os sistemas de gestão da logística atendem a diferentes setores produtivos e tem como objetivo apoiar tanto os processos gerenciais quanto os operacionais. Talvez os modelos mais difundidos sejam os desenvolvidos para o Planejamento e Controle da Produção, conhecidos como MRPII (*Manufacturing Resources Planning*), em geral presentes nas soluções do tipo ERP (*Enterprise Resources Planning*).

Davenport (1998) relata que, durante a década de 90, os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) como o alemão SAP (www.sap.com) firmaram-se como um importante avanço no uso de Tecnologia de Informação (TI) no ambiente organizacional.

A tomada de decisão gerencial é apoiada por esses sistemas de informação que coletam e tratam dados sobre o produto e sobre o processo. O apoio à análise de informações que agreguem valor ao processo decisório é um papel fundamental dessas ferramentas.

Apesar de tais ferramentas não terem sido projetadas para atender os critérios de sustentabilidade ambiental, foram desenvolvidos módulos e customizações com esse propósito.

Os ERP's são compostos de módulos desenvolvidos com o propósito de atender às necessidades de informação para o apoio à tomada de decisão de diferentes atividades dentro da corporação, entre essas: recebimento fiscal, faturamento, recursos humanos, finanças, custos, distribuição física, contabilidade, manufatura, entre outros (CORRÊA *et al.*, 2008).

O ERP integra as funções dentro da organização pela informação. Além das vantagens da integração interna, é considerado como um primeiro passo para a integração entre as empresas da cadeia de suprimentos. O ERP contribui para aumentar a eficiência da empresa, aumentando a capacidade para fazer negócios em qualquer lugar do mundo. As informações, sendo armazenadas em uma única base de dados, são disponíveis em tempo real, tornando-se mais fácil o acesso, para pessoal interno e até para clientes e

fornecedores, de informações necessárias para a realização de negócios.

No entanto, de acordo com KWON e LEE (2001), apesar de apresentar consideráveis vantagens, o ERP possui baixa capacidade de adequação às mudanças das condições empresariais e ambientais. A complexidade do ERP limitaria sua capacidade de atualização e eficiência, o que tenderia a aumentar seu custo de manutenção ao longo do tempo.

Feitas estas ressalvas, a capacidade de customização do ERP ainda pode ser considerada como um diferencial positivo em relação ao atendimento das necessidades dos clientes (GEFEN, 2002), vendas (LIANG e XUE, 2004) e compatibilidade com outras ferramentas para o apoio a decisão (SYMEONIDIS et al, 2003), como os EDSS's.

Sistemas EDSS (Environmental Decision Support System)

Segundo DENZER (2005), os sistemas informatizados de apoio à gestão ambiental podem ser divididos em duas grandes categorias: os Sistemas Informatizados Ambientais (EIS ¹) e os Sistemas Ambientais de Apoio a Decisão (EDSS). Ambos diferem dos sistemas informatizados de apoio à decisão convencionais em função da complexidade das informações (no tempo e no espaço), da pouca estruturação das informações e da complexidade das tarefas que estes sistemas tem que ter a capacidade de planejar e controlar.

DENZER (2005) e POCH *et al.* (2004) propõem a integração de diferentes métodos como importante para o aumento da eficiência de sistemas do tipo EDSS. Dentre os métodos estão: modelagem matemática, teoria da decisão, inteligência artificial, sistemas de geo-referenciamento (GIS ²), estatística, entre outras.

Dentre os sistemas informatizados para a gestão ambiental disponíveis no mercado atualmente, verifica-se a formação de basicamente duas grandes famílias de produtos dentro do conceito de EDSS (*Environmental Decision Support Systems*), os adaptados e aqueles desenvolvidos especificamente para atender uma demanda ambiental:

- *adaptados*: grupo de sistemas desenhados para o gerenciamento do processo produtivo que são submetidos a customização/ adaptação com o propósito de atender também a demanda ambiental. Neste grupo encontra-se por exemplo os sistemas do tipo ERP.
- *específicos*: desenvolvidos segundo critérios estabelecidos visando a atender demandas ambientais específicas. Aqui encontram-se, principalmente, sistemas desenvolvidos desde o final da década de 80 com o propósito de gerenciar estações de água e de tratamento de efluentes. Recentemente os sistemas ambientais informatizados contemplam a logística reversa através do gerenciamento de resíduos, estudos de roteamento, contabilidade ambiental e análise do ciclo de vida.

Para a escolha da família de sistemas informatizados para gestão ambiental mais adequado ao perfil da empresa, devem-se observar suas especificidades.

A família dos sistemas adaptados tende a apresentar uma estrutura mais rígida em função da pré-existência de uma estrutura de dados que poderá ou não se adequar às novas exigências. Veja a Tabela 9.1

¹ EIS, do inglês: Environmental Information System.

² GIS, do inglês: Geographic Information System.

Tabela 9.1 Características das famílias de sistemas para a gestão ambiental.

	Adaptados	Específicos
Flexibilidade	Baixa	Alta
Modelo de dados	Restrito	Aberto
Utilização de fórmulas	Média	Alta
Análise de risco/impacto	Média	Alta
Esforço de desenvolvimento	Baixo/Médio	Alto
Benefícios	Baixo/Médio	Alto

Os sistemas específicos, desenvolvidos para atender uma demanda específica, possuem alta flexibilidade, o que impacta positivamente, por exemplo, a utilização de fórmulas e análise de risco.

A capacidade de armazenagem e gerenciamento de dados (modelo de dados) representa um fator limitante para os sistemas adaptados, principalmente para aqueles que já se encontram com sua capacidade comprometida.

Em outras palavras, a capacidade de suporte de um sistema deve ser observada com vistas a possibilitar eficiência e não comprometer a qualidade das informações geradas. Especificamente para sistemas que tratam a questão ambiental, o volume de dados é grande e, por isso, o espaço disponível para a armazenagem e gerenciamento deve ser definido previamente. Bancos de dados com imagens ou geração de relatórios podem ser consideradas as opções que mais demandam espaço física e virtual.

Os sistemas específicos tendem a demandar um esforço mais alto de desenvolvimento se comparados aos sistemas adaptados. Mesmo assim, os benefícios, a médio e longo prazo, podem ser significativos para os investimentos em sistemas específicos.

Os sistemas adaptados, por outro lado, podem ter sua eficiência comprometida em função da não adequação ou obsolescência de alguns de seus outros módulos/funções a curto e médio prazo. Uma vez que os sistemas adaptados atendem a mais de uma demanda, não são flexíveis o suficiente para incorporar algumas adequações e melhorias para a finalidade na qual está operando. Por esse motivo, são mais suscetíveis à obsolescência do que os sistemas específicos.

O desenvolvimento e aprimoramento de ferramentas para a gestão da informação possibilitaram o aumento da eficiência no gerenciamento de informações ambientais e, por consequência, reduziram o risco de más decisões.

A percepção da complexidade da questão ambiental, aliada ao aprimoramento dos mecanismos reguladores, passou a exigir o tratamento de um número maior de variáveis mais complexas com vistas a atender aos novos padrões vigentes.

A partir da análise das características desejáveis para sistemas informatizados de gerenciamento ambiental são identificados abaixo alguns aspectos relevantes a serem trabalhados durante as etapas de desenvolvimento desses sistemas (Poch et al., 2004):

- Análise do problema;
- Coleta de dados e aquisição de conhecimento;
- Seleção do modelo;
- Implementação do modelo de validação do EDSS;

- Integração entre dados e conhecimento;
- Aquisição de dados;
- Desenvolvimento de novos protocolos para dividir e reutilizar o conhecimento;
- Desenvolvimento de *Benchmarks*, e
- Envolvimento dos usuários finais.

Posh et al. (op. cit.) ainda mencionam que, além do alto grau de incerteza ou conhecimento aproximado sobre as questões ambientais, a falta de envolvimento dos usuários finais pode ser considerado o principal fator de risco para sucesso do desenvolvimento do EDSS.

Os sistemas informatizados conferem agilidade e precisão à avaliação de variáveis, contribuindo para o processo decisório. Em relação aos SLR, os sistemas informatizados permitem por meio do uso de sistemas de informação geo-referenciado (SIG) o roteamento dos percursos necessários para a coleta ou recebimento dos materiais. Mas a aplicação para SLR ainda apresenta dois importantes diferenciais: a *rastreabilidade* do fluxo de materiais com fins de documentação e identificação de eventuais passivos, bem como o *balanço de massa* tanto para análise do processo, como também para avaliação de cenários e projeções que auxiliem o processo decisório.

Referências

- Cline, A., Le MAY, S., HELMS, M.M., 2012. Testing the Framework for Reverse Logistics: The Case of Carpet. Supply Chain Management Educators' Conference. Atlanta, USA., 2012.
- Corrêa, H.L., Giansi, I.G., Caon, M. 2008 Planejamento, Programação e Controle da Produção. Atlas, São Paulo.
- Eckschmitt, T. *O Livro Verde de Rastreamento: conceitos e desafios*. 1a. edição. São Paulo. Livraria Varela, 2009.
- Grupo Pão de Açúcar, 2012. Reciclagem. Iniciativas de Responsabilidade Socioambiental e Qualidade de Vida. Disponível em: <http://www.grupopaodeacucar.com.br/responsabilidade-socioambiental/ambiental/reciclagem.htm>. Acesso em outubro de 2012.
- <http://cscmp.org/downloads/public/academics/12scmec/Presentation6.pdf> Acesso em outubro de 2012.
- <http://www.plast-world.com/recyclers-are-still-facing-challenges-with-commingled-pla-and-pet-containers-192-article>. Acesso em novembro de 2012.
- Huber, R.F., 1991. Mercedes Manufacturing Strategy is to Keep the Market Niche Full. Production, pp. 61-63.
- Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 242-250.
- Positivo Informática, 2012a. Disponível em: <http://www.positivoinformatica.com.br/tiverde/>. Acesso em dezembro de 2012.
- Positivo Informática, 2012b. Disponível em: <http://www.mundopositivo.com.br/noticias/20136417-reciclagem-de-eletronicos-deve-gerar-5-mil-empregos.html>. Acesso em dezembro de 2012.
- Revista Trip, 2012. Suzano lança papel-cartão feito de aparas pós-consumo. Disponível em: <http://revistatrip.uol.com.br/transformadores/blogs/suzano/2012/09/03/suzano-lanca-papel-cartao-feito-de- aparas-pos-consumo.html>. Acesso em dezembro de

2012.

- Shamsuzzoha, A.H.M. e Helo, P.T., 2011. Real-time Tracking and Tracing System: Potentials for the Logistics Network. Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- Soler, F.D., Machado Filho, J.V., Lemos, P.F.I. Acordos setoriais, regulamentos e termos de compromisso. In: Jardim, A., Yoshida, C., Machado Filho, J.V. (org.) Política Nacional , Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Ed. Manole. 2012.
- Stoklosa, K., 2011. Recyclers are still facing challenges with commingled PLA and PET containers. Disponível em:
- Suzano, 2012a. Programa Investimento Reciclável. Disponível em: <http://www.suzano.com.br/portal/grupo-suzano/instituto-ecofuturo/programa-investimento-reciclavel.htm>. Acesso em dezembro de 2012.
- Suzano, 2012b. <http://www.suzano.com.br/portal/suzano-pulp-and-paper/suzano-na-imprensa-detalhes-109.htm>. Acesso em dezembro de 2012.
- UNEP, 2012. Green Economy and Trade Opportunities. Disponível em: http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/research_products/Trade_opportunities/Manufacturing-GE&T-Formatted_v2.pdf Acesso em outubro de 2010.

Parte III

Sistemas consolidados e casos de logística reversa no Brasil

Capítulo 10

Caso consolidado:

Sistema de logística reversa de embalagens de agrotóxico

O sistema de logística reversa para embalagens pós-consumo de produtos fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas), ou seja, *agrotóxico* é o mais antigo sistema para gerenciamento de resíduos perigosos estabelecido no Brasil. Em linhas gerais, sua estrutura conta com a articulação de diferentes grupos de interesse com o balizamento de leis e normas específicas para o segmento.

Em razão do potencial de toxicidade dos agrotóxicos, as embalagens pós-consumo são classificadas, segundo a norma ABNT NBR 10.004:2004, como resíduos perigosos e, por este motivo, exigem especial atenção em relação ao seu descarte e destinação.

Os instrumentos legais no país demonstram a seriedade com a qual a questão foi considerada pelo governo, bem como reflete o esforço empreendido há mais de uma década por parte da indústria, do comércio e dos consumidores, com o objetivo de se adequar aos procedimentos regulamentados.

A partir da Lei nº 7.802 de 1989, foram estabelecidos critérios sobre a pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, registro, classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Essa lei foi alterada pela Lei nº 9.974 de 2000 e regulamentada apenas em 2002, mediante o Decreto nº 4.074. Todos esses instrumentos estipulam os procedimentos relacionados à gestão da produção, comercialização, fiscalização do uso e também da destinação final das embalagens de agrotóxicos no país, cabendo ao poder público a fiscalização dessas atividades.

Responsabilidade compartilhada

Esses instrumentos legais determinam que a destinação correta dessas embalagens cabe a todos os agentes atuantes na produção agrícola. A Lei nº 9974/2000 estabelece que os danos causados à saúde humana e ao meio ambiente podem resultar em sanções administrativa, civil e penal ao produtor, ao comerciante, importador, ao profissional, ao registrante, ao empregador e ainda ao usuário ou prestador de serviços, quando for comprovado que agiram em desacordo com as recomendações.

Ao usuário cabe, segundo a lei, atender ao receituário e recomendações do fabricante e dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais; ao profissional cabe o fornecimento da receita no momento da comercialização; ao comerciante cabe fornecer receituário (por meio do profissional habilitado) e seguir recomendações dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais; ao produtor cabe produzir e fornecer produtos de acordo com especificações informadas no produto; ao registrante cabe prestar informações sobre o produto e ao empregador cabe fornecer e realizar a manutenção de equipamentos para a proteção da saúde dos trabalhadores, bem como equipamentos para a produção, distribuição e aplicação dos produtos.

As penas estabelecidas para o descumprimento são multa e penas de dois a quatro anos de reclusão. Desta forma, todos os agentes da cadeia devem estar envolvidos com o

objetivo de minimizar os impactos ao longo do processo de produção, consumo e pós-consumo dos agrotóxicos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 334 de 2003, são especificados critérios para a localização e demais aspectos para o estabelecimento e licenciamento de unidades de reciclagem das embalagens vazias de agrotóxico. Nessa Resolução ainda encontram-se definidos os seguintes termos:

I - *posto*: unidade que se destina ao recebimento, controle e armazenamento temporário das embalagens vazias de agrotóxicos e afins, até que as mesmas sejam transferidas à central, ou diretamente à destinação final ambientalmente adequada;

II - *central*: unidade que se destina ao recebimento, controle, redução de volume, acondicionamento e armazenamento temporário de embalagens vazias de agrotóxicos e afins, que atenda aos usuários, estabelecimentos comerciais e postos, até a retirada das embalagens para a destinação final, ambientalmente adequada;

III - *unidade volante*: veículo destinado à coleta regular de embalagens vazias de agrotóxicos e afins para posterior entrega em posto, central ou local de destinação final ambientalmente adequada;

IV - *estabelecimento comercial*: local onde se realiza a comercialização de agrotóxicos e afins, responsável pelo recebimento, controle e armazenamento das embalagens vazias de agrotóxicos nele vendidas.”

Em 2001, como resposta à Lei nº 9.974, foi fundado o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV), uma sociedade que congrega 94 empresas fabricantes e 10 entidades associadas. As indústrias são sócias contribuintes e com direito a voto na participação das assembleias gerais, bem como participam em cargos eletivos. As entidades de classe são sócias colaboradoras não-contribuintes que podem participar das assembleias gerais, mas sem direito a voto.

O InpEV é a principal referência nacional para a gestão de embalagens vazias de agrotóxicos. Atua centralizando o gerenciamento das atividades relacionadas ao processo de destinação das embalagens vazias.

Em 2002, iniciou suas atividades o sistema de logística reversa para embalagens de agrotóxico vazias, denominado Sistema Campo Limpo, representando a indústria fabricante de produtos agroquímicos. O instituto realiza suas atividades a partir das contribuições dos associados e, por ser uma sociedade de caráter associativo, goza de isenção de determinados tributos federais e contribuição social, conforme a Lei nº 9718 de 1998. Segundo previsto em lei, o instituto não deve apresentar superávit em suas contas. Caso presente, deve destinar o valor correspondente à manutenção e ao desenvolvimento de seus objetivos sociais.

Os documentos regulamentadores especificam a necessidade do procedimento de tríplice lavagem ou tecnologia equivalente antes da destinação das embalagens, com a finalidade de viabilizar o processo de reciclagem. A tríplice lavagem tem como objetivo a descontaminação e a inutilização da embalagem a partir das seguintes etapas (InpEV, 2012):

1. Esvaziamento total do conteúdo da embalagem vertendo o conteúdo no tanque do pulverizador;
2. Adição de água limpa à embalagem de agrotóxico na razão de ¼ do volume;
3. Tampar a embalagem e agitar por 30 segundos;

4. Despejo da água da lavagem no tanque do pulverizador para reaproveitamento;
5. Inutilização a embalagem plástica ou metálica de agrotóxico perfurando o fundo;
6. Armazenagem em local apropriado até o momento da devolução.

O modelo de negócios opera a partir de unidades de recebimento das embalagens (URE), que tem como objetivo recolher de forma eficiente as embalagens a partir do meio rural para efetivar a destinação. A partir do recebimento nas UREs (postos ou centrais), o instituto passa a ser o responsável pelo processo que pode resultar na reciclagem ou incineração.

Apesar da exigência da tríplex lavagem por meio da lei, algumas embalagens ainda são destinadas à incineração por apresentarem ainda contaminação pelo agrotóxico. Cerca de 8% de todas as embalagens comercializadas são destinadas à incineração. Assim, pode-se dizer que, a partir da triagem, no momento do recebimento na unidade de recebimento, o material já é avaliado quanto a suas características técnicas e é definida a sua destinação.

Para realização dos processos, o instituto mantém convênios com empresas recicladoras para as atividades técnicas e operacionais na área de reciclagem dos materiais provenientes das embalagens vazias de produtos fitossanitários, recebidos nas UREs. O transporte para o processo de reciclagem é de responsabilidade do InpEV, a partir das centrais de recebimento, com emissão de documento fiscal contra a empresa recicladora.

Até novembro de 2009, essa mesma operação de destinação era realizada por meio da emissão de nota fiscal de venda por parte das associações de revendas para empresas recicladoras. Nessa comercialização o instituto recebia os valores das recicladoras a título de taxa tecnológica, devida em função do credenciamento das recicladoras pela transferência de conhecimento relativo ao processo de reciclagem de resíduos plásticos, da confecção de novos artefatos a partir deste material, bem como capacitação das empresas recicladoras para a adequada gestão das embalagens vazias.

Considerando-se que a propriedade das embalagens é dos fabricantes dos agrotóxicos e com o objetivo de evitar questionamentos de ordem fiscal, o InpEV realizou a alteração de seu modelo de negócio. No novo modelo, o procedimento de venda das embalagens às recicladoras foi descontinuado. Os valores anteriormente referentes ao pagamento das recicladoras ao InpEV pelas embalagens pós-consumo vazias foi incorporado ao valor da taxa tecnológica e passou a ser cobrado diretamente pelo InpEV.

Em outras palavras, o instituto cobra das empresas recicladoras a taxa tecnológica de credenciamento pela transferência de conhecimento que lhes é feita em relação ao processo de utilização das embalagens vazias derivadas da indústria agroquímica, bem como em função do treinamento dos funcionários das recicladoras a respeito da gestão das embalagens.

As recicladoras ainda pagam ao instituto a taxa tecnológica de remessa referente ao recebimento das embalagens. Uma parcela da taxa tecnológica recebida das recicladoras pelo instituto é transferida às associações de revendedores a título de reembolso pelas despesas e custos incorridos para a operacionalização das UREs.

O novo modelo considera, portanto, a entrega das embalagens vazias e investimentos na compra de equipamentos para a fabricação de embalagens novas. Para tanto, foi formada a empresa Campo Limpo S.A. que, a partir de julho de 2012, passou a

contribuir com a taxa tecnológica de credenciamento, da mesma forma que os demais recicladores. O rateio da taxa de credenciamento é realizado com base no *market share* de embalagens. Para se ter uma ordem de grandeza, em 2011, uma associada do InpEV chegou a pagar cerca de R\$ 800 mil reais de taxa de credenciamento.

Em 2011, foram recolhidas e destinadas pelo InpEV 34.202 toneladas de embalagens vazias de agrotóxico. Desde 2002, quando se iniciaram as atividades, já foram destinadas mais de 200 mil toneladas de embalagens vazias, o que representa 94% do total de embalagens plásticas colocadas no mercado.

Os gestores atribuem o volume expressivo de recolhimento ao engajamento entre os elos da cadeia produtiva, os canais de distribuição, cooperativas de produtores e agricultores. Esses resultados posicionam o programa brasileiro de logística reversa de embalagens de defensivos agrícolas na liderança em relação aos mais de 60 países com programas similares (veja a Figura 10.1).

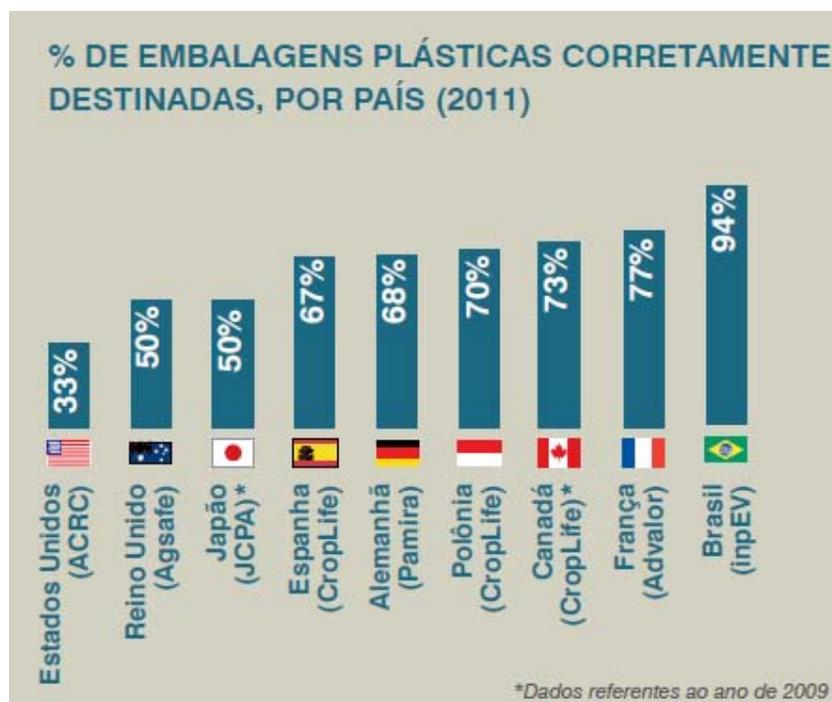


Figura 10.1 Percentual de embalagens plásticas corretamente destinadas por país

Fonte: InpEV, 2012.

O modelo praticado pelo Brasil no gerenciamento de embalagens pós-consumo de agrotóxico tem servido de modelo para países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Aspectos operacionais da gestão do SLR das embalagens de agrotóxico

A operacionalização da logística reversa das embalagens de agrotóxico inicia-se a partir da realização de campanhas de esclarecimento que alertam sobre os riscos, penas e multas resultantes da destinação inadequada dessa categoria de resíduos.

A partir desse movimento inicial, as embalagens chegam à central de recebimento a partir da entrega pelos próprios produtores rurais. A armazenagem indevida ou fora da validade sob responsabilidade do consumidor ou distribuidor resulta em penalidade

através da aplicação de notificação e multa por parte do órgão ambiental estadual.

Nas centrais de recebimento as embalagens recebidas são pesadas e cadastradas no Sistema de Informações de Centrais (SIC). Ao atingir uma determinada quantidade de embalagens, suficiente para consolidação da carga de um caminhão, o SIC dispara a ordem de coleta que ainda é confirmada pela central de recebimento.

A partir da confirmação, o operador logístico aciona uma das 20 transportadoras parceiras, que retirará o material e entregará no destino final (incineração ou reciclagem), conforme especificações resultantes da triagem realizada na central de recebimento. As informações finais são inseridas no SIC pela própria central de recebimento, que finaliza o processo.

São realizadas reuniões mensais para o planejamento operacional, das quais participam diversas áreas do instituto e ainda o operador logístico. São revisadas informações do SIC, como base do processo de melhoria contínua.

Os processos operacionais se dividem em processos das unidades de recebimento: processos dos postos e os processos das centrais, ambos com estrutura regulamentada pela Resolução CONAMA nº 334 de 2003 e licenciadas pelos respectivos órgãos ambientais. Os postos de recebimento possuem área mínima construída de 80m² e são geridos por associação de distribuidores ou cooperativas que realizam as atividades de recebimento, inspeção, classificação (lavadas e não lavadas), emissão de recibo de entrega e encaminhamento às centrais.

As unidades centrais, por sua vez, devem ter no mínimo 160 m² de área construída e são geridas por associação de distribuidores ou cooperativas, com o co-gerenciamento do InpEV, realizando as atividades de recebimento (vindos de agricultores ou estabelecimentos comerciais e postos licenciados), inspeção, classificação (lavadas e não lavadas), emissão de recibo de entrega, separação das embalagens por tipo (COEX, PEAD MONO, metálica e papelão) e encaminhamento para a destinação (reciclagem ou incineração). A Figura 10.2 apresenta o fluxograma das operações de gerenciamento das embalagens vazias (EV) a partir das unidades de recebimento de embalagem (UR ou URE).

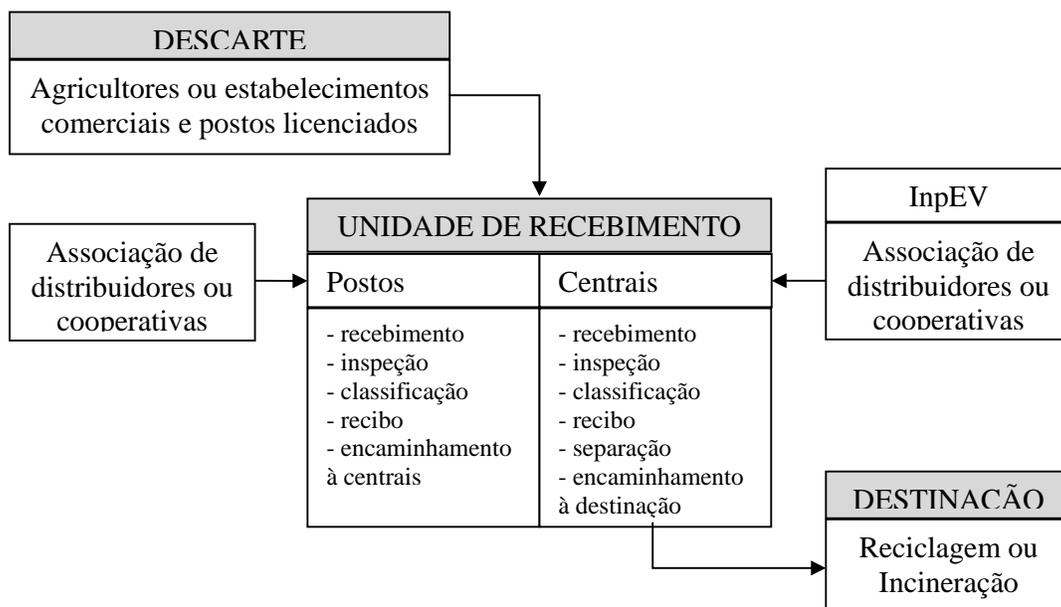


Figura 10.2 Fluxograma das atividades operacionais de embalagens pós-consumo de agrotóxico.

Com a consolidação do sistema de logística reversa de embalagens pós-consumo de agrotóxico foram estabelecidos os procedimentos operacionais padrão (POPs) que foram incorporados na rotina de trabalho por meio de programas continuados de treinamento dos funcionários das centrais e unidades de recebimento das embalagens (Tabela 10.1).

Tabela 10.1 Procedimentos operacionais padrão (POPs) para as unidades de recebimento de embalagens

Nº do procedimento	Descrição
1	Como fazer a abertura das embalagens de agrotóxicos
2	Como fazer a tríplex lavagem (TL) e a lavagem sob pressão
3	Programação e encaminhamento das EV para as UR
4	Para iniciar os trabalhos nas UR
5	Para receber carga de embalagens do agricultor no sistema de CI
6	Recebimento de EV na UFR
7	Classificação, limpeza e estocagem das embalagens em uma central de recebimento.
8	Como operar a prensa na central de recebimento
9	Operação do triturador
10	Manutenção da prensa
11	Agendamento e transporte das embalagens para a destinação final
12	Como efetuar a limpeza nas UR
13	Para encerrar o dia de trabalho nas UR
14	Como corrigir os erros de preenchimento dos documentos
15	Relatórios mensais das centrais de recebimento
16	Carregamento dos caminhões para o destino final
17	Estocagem nas unidades de recebimento
18	Descrição de cargos de operadores das UR
19	Fichas de segurança
20	Sistema de medição para as centrais de recebimento
21	Plano de ação preventiva e de controle de possíveis acidentes
22	Revisão e distribuição de procedimentos

Fonte: InpEV, 2012.

Os POPs relacionados na Tabela 10.1 evidenciam a necessidade de detalhamento de todas as etapas relativas aos procedimentos operacionais com o objetivo de padronizar as atividades e, ao mesmo tempo, possibilitar a mensuração por meio de indicadores de eficiência. Apesar de ser um sistema reverso, os procedimentos em muito se assemelham às atividades da logística direta, à exceção do encaminhamento do material para apenas duas modalidades de destinação (reciclagem ou incineração). Na logística direta o produto tem uma distribuição pulverizada.

São passíveis de reciclagem 92% das embalagens vazias de defensivos agrícolas colocadas no mercado. Para que possam ser encaminhadas para reciclagem, as embalagens precisam ser lavadas corretamente (tríplice lavagem) no momento de uso

do produto no campo. São incineradas as embalagens não laváveis (cerca de 4% do total) e as embalagens que não foram tríplice-lavadas pelos agricultores. (Relatório de Sustentabilidade, 2011)

Com o objetivo de realizar a destinação das embalagens, o InpEV estabeleceu parceria com nove empresas de reciclagem localizadas em cinco estados (Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo) e ainda com cinco empresa de incineração localizadas em três estados (São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia). Todas essas empresas são devidamente licenciadas pelos respectivos órgãos ambientais estaduais.

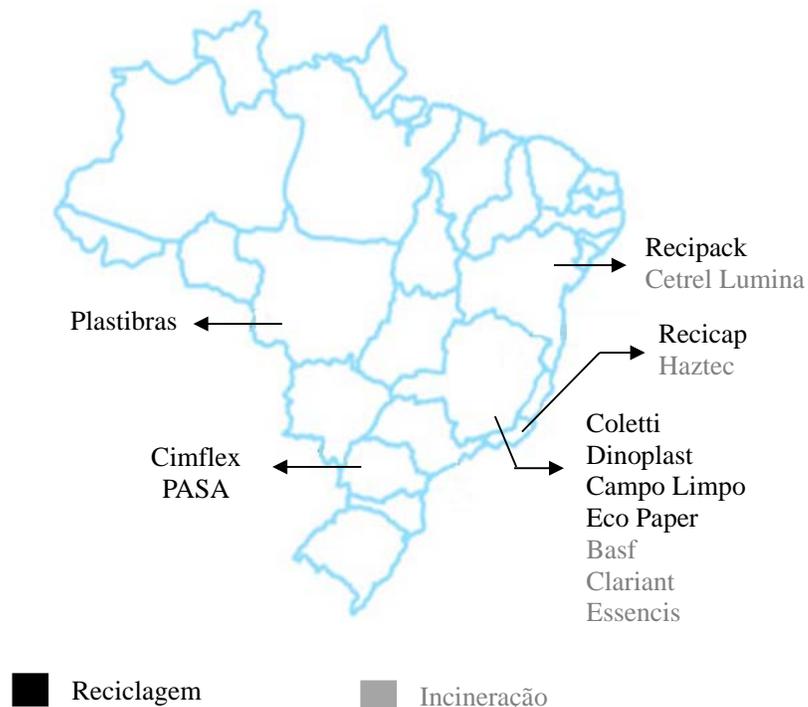


Figura 10.3 Localização de empresas recicladoras e incineradoras de embalagens pós-consumo de agrotóxicos.

Fonte: Modificado a partir de InpEV, 2012.

A fiscalização das operações logísticas relacionadas à gestão das embalagens pós-consumo de agrotóxico está sob a responsabilidade dos órgãos ambientais estaduais. A legislação específica regulamenta a respeito dos critérios a serem observados, bem como a respeito das sanções e multas aplicáveis em casos específicos. Todos os agentes envolvidos na cadeia podem ser penalizados, inclusive os consumidores que não realizarem a destinação ambientalmente adequada das embalagens.

Boxe 10.1 A fiscalização da destinação das embalagens de agrotóxico

A fiscalização ocorre tanto na esfera federal quanto na estadual. Na esfera federal a

responsabilidade pela fiscalização parte do Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2012), na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Nessa esfera prioriza-se o controle de dos estabelecimentos e dos procedimentos relativos a produção, importação, exportação, uso e resíduos gerados. A fiscalização estadual é realizada por órgãos ambientais estaduais nas competências relacionadas a agricultura, saúde e meio ambiente. No âmbito estadual são fiscalizados o consumo, comercialização, armazenamento, prestação de serviço, devolução e destinação adequada dos resíduos, das embalagens e componentes afins, bem como armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias.

Dentre os mecanismos de fiscalização estão a fiscalização documental e a fiscalização física (verificação da embalagem, rotulagem e coleta de amostras), que podem resultar em sanções administrativas (interdição, cancelamento de autorização, registro ou licença, etc) ou em sanções penais (multas e penas).

A fiscalização do descarte e destinação irregular de embalagens de agrotóxico por parte dos órgãos estaduais ocorre de forma abrangente em todo o território nacional. Prova disso são as inspeções realizadas periodicamente em todo o país (veja a Figura 10.4).



Figura 10.4 Caminhão retirando embalagens vazias descartadas indevidamente.

Fonte: Minami et al., 2008.

Em janeiro de 2012 no sítio São Raimundo, localizado no município de Limoeiro do Norte, cidade do estado do Ceará, com pouco mais de 56 mil habitantes. No local foram encontradas dispostas a céu aberto cerca de 300 embalagens de agrotóxicos, algumas cheias e outras vazias, mas todas com o prazo de validade vencido. A multa aplicada à empresa responsável pelo produto foi de R\$ 2 mil reais. Segundo a SEMACE, órgão ambiental estadual, a empresa infringiu o Decreto Federal nº 6.514 de 2008 que

penaliza quem abandona ou descarta produtos ou substâncias de forma irregular ou em desacordo com as normas de segurança. Nesse caso, foi estabelecido o prazo de cinco dias úteis para a devolução das embalagens ao fabricante. Caso a empresa pagasse a multa dentro de 20 dias corridos, usufruiria da redução de 30% do valor original. Apesar da gravidade desse cenário, parece que o valor estipulado para a multa não reflete os custos envolvidos na cadeia reversa. A dificuldade de se mensurar os custos ao longo da cadeia reversa de produtos e materiais, bem como a valoração dos benefícios alcançados por meio da implantação dos sistemas de logística reversa, ainda representam um desafio para muitos segmentos produtivos. Em fevereiro de 2012, em Costa Rica, há 384 Km de Campo Grande (MS), um fazendeiro foi multado em R\$ 10 mil pela Política Militar Ambiental (PMA) pelo descarte ambientalmente inadequado de centenas de embalagens vazias espalhadas a céu aberto pela propriedade. O responsável foi notificado a dar destinação adequada às embalagens além de responder por crime ambiental e pagar a multa.

O processo operacional do InpEV consiste em duas áreas de atuação, a operacional e de gestão. A área operacional tem como foco a logística que adota o conceito de aproveitamento do frete de retorno para o transporte das embalagens vazias até as unidades de reciclagem.

O mesmo caminhão que realiza a entrega de agrotóxicos para distribuidores e cooperativas de produtores agrícolas retorna buscando consolidar sua carga com embalagens vazias (a granel ou compactadas), previamente armazenadas nas centrais. A área de gestão é dividida em suporte (atividades de apoio, suporte jurídico e orientação aos agentes da cadeia reversa), processos básicos de gestão da destinação final (operação das unidades de recebimento, logística e destinação final) e os processos administrativos (gerenciamento dos recursos humanos, financeiros e a tecnologia de informação). A Figura 10.5 apresenta a composição do orçamento do InpEV em relação aos processos operacionais.

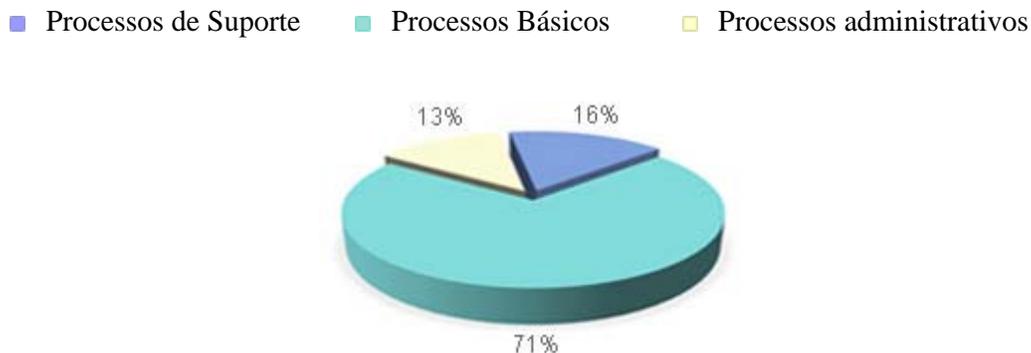


Figura 10.5 Composição do Orçamento do InpEV

Fonte: InpEV, 2010.

Os processos básicos consistem nas etapas de recebimento, armazenagem das embalagens nos postos, transporte dos postos às centrais, armazenagem nas centrais, transporte das centrais à destinação final e destinação final (reciclagem ou incineração). Todas as embalagens são passíveis de reciclagem. No entanto, as embalagens

contaminadas com resíduo de agrotóxico são destinadas à incineração.

Os recursos geridos pelo InpEV são oriundos das seguintes fontes:

- *Contribuições das empresas associadas*: efetuadas para o custeio das despesas dos processos básicos correspondente aos custos incorridos. Os valores que ultrapassarem os custos são contabilizadas na rubrica “adiantamento de associadas e recicladoras”, como passivo circulante.
- *Taxa tecnológica (credenciamento do reciclador)*: é calculado e cobrado do reciclador com base no volume de embalagens recebidas e encaminhadas para a destinação. Passa a ser reconhecida a partir da entrega à recicladora. Equivale a aproximadamente 30 a 40% do valor obtido pela remessa de embalagens para a reciclagem. Os recursos são destinados para a aplicação na empresa Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos S.A.
- *Taxa tecnológica (remessa de embalagens)*: obtida a partir do encaminhamento de embalagens para reciclagem, equivalente entre 60 e 70% do valor obtido a partir da entrega da remessa. Esses recursos são destinados para a unidade de negócios para a gestão do sistema Campo Limpo.
- *Arrendamento mercantil operacional*: reconhecidas como um percentual da receita líquida das vendas de produtos da Campo Limpo S.A.
- *Contribuições extraordinárias*: repasse de dividendos dos acionistas ou associados da Campo Limpo S.A. O instituto reconhece como receita os valores aprovados em Assembleia Geral Ordinária da Campo Limpo S.A.

Em 2010 foram investidos pelo InpEV mais de R\$ 50 milhões no programa de logística reversa das embalagens pós-consumo de agrotóxico. Estima-se que, entre 2002 e 2011 foram investidos mais de R\$ 400 milhões na consolidação desse sistema de logística reversa.

O compartilhamento dos custos entre os agentes da cadeia é uma das principais características do programa.

O agricultor tem o custo de realizar a tríplice lavagem e retornar as embalagens até a unidade de devolução indicada na nota fiscal de venda.

A indústria que produz os agrotóxicos custeia a infraestrutura e administração das unidades de recebimentos juntamente com os revendedores e as cooperativas de agricultores.

Os fabricantes são responsáveis pela logística de transporte e pela destinação final das embalagens.

O governo, por sua vez, apoia ações educacionais em parceria com fabricantes e comerciantes.

Um importante diferencial na implantação do SLR do segmento de agrotóxicos é o investimento em ações educativas e de conscientização. Materiais informativos são desenvolvidos e disseminados periodicamente (Figura 10.6), como ferramenta para a educação ambiental dos agentes envolvidos na cadeia.

AS RESPONSABILIDADES DE CADA ELO DA CADEIA

AGRICULTOR

01

TÍPICA LAVAGEM

REPETIR 3 VEZES

LAVAGEM SOB PRESSÃO

UTILIZAR EMBALAGEM

02

ARMAZENAR ADEQUADAMENTE NA PROPRIEDADE

03

ENTREGAR NA UNIDADE DE RECEBIMENTO EM Obediência AO PRAZO DE ATÉ 1 ANO E MANTER OS COMPROVANTES DE ENTREGA POR 1 ANO.

CANAL DE DISTRIBUIÇÃO

01

AO VENDER O PRODUTO INDICAR LOCAL DE ENTREGA NA NOTA FISCAL

02

DISPONIBILIZAR E GERENCIAR LOCAL DE RECEBIMENTO

03

EMITIR COMPROVANTE DE ENTREGA

04

ORIENTAR E CONSCIENTIZAR O AGRICULTOR

INDÚSTRIA

01

RECOLHER AS EMBALAGENS VAZIAS DEVOLVIDAS ÀS UNIDADES DE RECEBIMENTO

02 DAR CORRETA DESTINAÇÃO FINAL: RECICLAGEM

CONCRETO	ECONOMIZADOR DE CONCRETO	COROA	ELETROTUBO
CAIXA PARA FIAÇÃO ELÉTRICA	BARRICA DE PAPELÃO	EMS. DE ÓLEO LUBRIFICANTE	MADEIRA PLÁSTICA

INCINERAÇÃO

03

ORIENTAR E CONSCIENTIZAR O AGRICULTOR

PODER PÚBLICO: FISCALIZAR, LICENCIAR, EDUCAR E CONSCIENTIZAR O AGRICULTOR.

Lei nº 9974 de 6 de Junho de 2000:
 Disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos e distribui responsabilidades para o agricultor, o comerciante, o fabricante e o poder público.

inPEV
INSTITUTO NACIONAL DE POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Figura 10.6 Material para campanha educativa para implantação do SLR

A integração entre os diferentes elos da cadeia reversa na gestão de embalagens pós-consumo de agrotóxico pode ser percebida também por intermédio dos materiais educacionais, conforme o conceito de responsabilidade compartilhada proposto pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

As ações educativas aparecem como complemento aos mecanismos operacionais com o engajamento dos agentes envolvidos no atendimento às exigências legais e, ao mesmo tempo, como forma de manutenção das ações empreendidas.

Aspectos estratégicos da gestão do SLR das embalagens de agrotóxico

Todas as operações do SLR das embalagens de agrotóxicos são estrategicamente gerenciadas por meio do Sistema Campo Limpo, uma rede formada por 421 unidades de recebimento (307 postos e 114 centrais), localizadas em 25 estados e no Distrito Federal. Do total de embalagens recebidas, 92% seguem para reciclagem, enquanto 8% são destinadas à incineração.

De acordo com o InpEV (2012), em 2011, esse SLR era composto por 89 empresas fabricantes de agrotóxicos, 260 associações de distribuidores e cooperativas, bem como 14 empresas de destinação (recicladores e incineradores).

A partir de 2008 foi constituída a empresa Campo Limpo Reciclagem & Transformação de Plásticos S.A., com o objetivo de ser um centro de desenvolvimento de tecnologias de reciclagem e fabricação de produtos a partir do processo de reciclagem. A consolidação da empresa, segundo o InpEV (2012), representou as bases da autossustentabilidade econômica do sistema - a principal meta estratégica da empresa. A Campo Limpo Reciclagem é composta por 31 fabricantes de agrotóxicos e acionistas da empresas. Atualmente, o Sistema Campo Limpo emprega mais de 2.500 pessoas, direta e indiretamente, ao longo da cadeia.

O InpEV, por sua vez, atua como núcleo de inteligência do SLR, por meio de 53 colaboradores entre funcionários próprios, terceirizados, estagiários e aprendizes. O instituto está presente em São Paulo (SP), Taubaté (SP), Rondonópolis (MT) e outras 10 localidades no país sob a responsabilidade de coordenadores regionais de operação (CROs), atuando na integração da cadeia, gestão operacional da logística reversa, coordenação de campanhas educativas, consolidação de informações e divulgação de resultados.

Tabela 10.2 Objetivos estratégicos do InpEV.

OBJETIVO ESTRATÉGICO	PROJETOS RELACIONADOS
Ter a cultura da segurança disseminada no Sistema Campo Limpo	Implantar programa de segurança nas UREs Implantar programa de segurança no InpEV
Ter um processo interno de consolidação de informações implementado	Desenvolver e implantar processos para obtenção, registro e divulgação de informações Sistemas integrados com qualidade Agendamento online de entrega de embalagens
Ter a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) harmonizada nos estados	Desenvolver os planos de gestão de resíduos sólidos estaduais
Ter excelência na gestão das centrais	Implantar programa de gestão de capital humano para centrais Implementar programa para harmonizar a operacionalização dos convênios
Atuar na prestação de serviços de gestão de resíduos para setores agrícolas	Realizar análise de viabilidade para prestação de serviços para o setor de fertilizantes Sacaria de sementes Saneantes domiciliares
Atuar na prestação de consultoria de gestão de resíduos	Desenvolver estudo para prestação de serviços de consultoria
Contribuir positivamente para a imagem do setor	Divulgar o Sistema Campo Limpo para formadores de opinião Ampliar programa de educação ambiental continuada
Capturar valor por meio da destinação final adequada	Buscar eliminação ou redução do ônus tributário Implantar sistemas de qualidade para agregação de valor à cadeia da reciclagem Redução de custos por meio de alternativas para destinação das embalagens
Ter recicladores engajados com o Sistema Campo Limpo	Acompanhamento por meio de indicadores
Atender aos associados em suas demandas da PNRS para agrotóxicos, seus resíduos e embalagens (pós-consumo)	Recebimento de impróprios no sistema
Fortalecer relacionamento com principais públicos estratégicos do Sistema Campo Limpo	Divulgar o Sistema Campo Limpo para formadores de opinião
Capacitação e motivação de colaboradores	Estruturar e implantar processo de gestão do capital humano do InpEV

Fonte: InpEV, 2012.

Boxe 10.2

Projeto triturador: compactação para as embalagens vazias.

As embalagens de agrotóxicos classificadas na fase de triagem como não lavadas são destinadas à incineração. Como o percentual de embalagens destinadas à incineração, cerca de 4% do total recolhido, é pouco significativo, o tempo de espera até a consolidação de cargas para o transporte pode levar um tempo considerável. Nesse cenário, o custo de armazenagem desse resíduo perigoso também pode impactar os custos do SLR. Desta forma, a compactação representa um ganho significativo em termos de custos logísticos. Um percentual pouco expressivo e com alto valor de transporte por se tratar de um resíduo perigoso, na maior parte das vezes são embalagens com material residual, e ainda por representarem um volume pequeno que requer armazenagem antes de atingir o volume mínimo necessário para o transporte. Desta forma, o InpEV investiu na compactação das embalagens não laváveis por meio da trituração. Esse mecanismo de compactação permite a diminuição dos custos de transporte em função da utilização de um número menor de carretas e, conseqüentemente, permite a redução da emissão de poluentes a partir do consumo de combustíveis. O InpEV (2012) estima que a redução das emissões atmosféricas seria da

ordem de 3 vezes a quantidade de gases lançados pelos veículos rodoviários, em relação ao transporte convencional sem a trituração.

O equipamento consiste basicamente em um moinho móvel com a capacidade para processar cerca de cinco toneladas diárias de embalagens. Exemplo de um processo adaptado e otimizado para a gestão da cadeia reversa. O processo, que se encontra operante no estado do Paraná, permite a redução dos custos operacionais em até quatro vezes, a partir da redução do custo do frete, custos de armazenagem e uma economia de mais de 1.500 bags (embalagens de transporte)..



Figura 10.7 Triturador de embalagens

Fonte: InpEV, 2005.

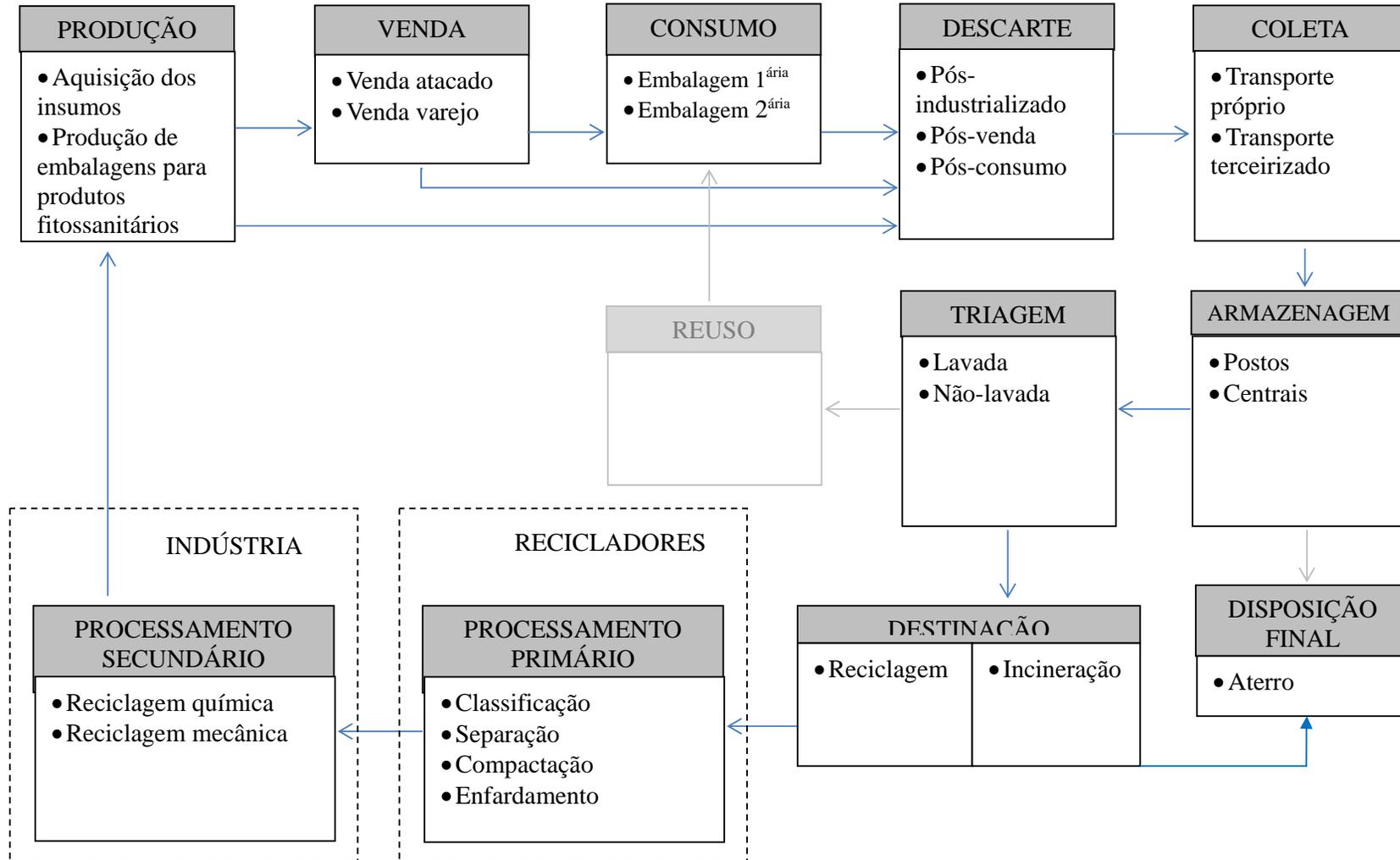
O investimento no processo de trituração tem como objetivo a destruição de embalagens classificadas como não lavadas e ainda possibilitar a compactação desse material residual a ser encaminhado para a incineração. O principal benefício estratégico, nesse aspecto, é referente aos custos logísticos que incidiriam na armazenagem e no transporte dessas embalagens para a unidade de destinação.

De modo geral, no sistema de logística reversa de resíduos perigosos a atuação dos catadores é restrita. A principal restrição está relacionada a necessidade de licenciamento para o desenvolvimento de atividades relacionadas ao manuseio e pré-processamento dos materiais.

No caso específico das embalagens de agrotóxico, o manuseio deve ocorrer com o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) e cuidados específicos para evitar a contaminação ambiental e do trabalhador. Por manusear diferentes categorias de materiais nas cooperativas, nem sempre os catadores estão habilitados a trabalhar com diferentes tipos de resíduos. Por esses motivos, os resíduos perigosos, classificados como especiais a partir da Lei nº 12.305 de 2010, não estariam disponíveis para o manuseio por catadores.

Outro aspecto relevante é a responsabilidade compartilhada. Uma vez que todos os agentes da cadeia reversa são co-responsáveis pela gestão ambientalmente adequada dos resíduos, um dano eventual a um catador de material reciclável poderia implicar na responsabilização dos demais agentes da cadeia reversa.

Figura 10.8 Modelo do sistema de logística reversa de embalagens de agrotóxico.



Fatores de sucesso do SLR dos agrotóxicos

Desde o início do programa, as ações empreendidas e a consolidação dos mecanismos regulamentadores, no segmento das embalagens pós-consumo de agrotóxicos, se deram por meio de acordos multisetoriais, parcerias e projetos para a gestão de novos resíduos. Em São Paulo, por meio de articulação entre o InpEV e a Associação Nacional dos Distribuidores de Insumos Agrícolas e Veterinários (Andav) foi proposto o cumprimento da Resolução SMA 38/11, da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, por meio da indicação dos produtos a partir dos quais fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes deverão iniciar o sistema de logística reversa.

Outras ações priorizaram programas de levantamento e eliminação de agrotóxicos obsoletos nos estados de São Paulo e Paraná, respectivamente, bem como o combate ao agrotóxico ilegal em todo o país e campanhas de educação ambiental formal e não-formal que já capacitaram mais de 200 mil pessoas desde o início das atividades.

Um dos principais desafios foi a autossustentabilidade econômica do sistema como forma de redução dos custos para todos os elos da cadeia. Verificou-se que o aquecimento da economia e, conseqüentemente, o fortalecimento da agricultura, resultaram em maior demanda pelas embalagens recicláveis produzidas a partir das próprias embalagens de agrotóxico pela Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos S.A., uma outra atuação do InpEV que tem ganhado relevância. Estima-se que de 2002 a 2012 295 mil toneladas de CO₂ equivalente que deixaram de ser emitidas na atmosfera ou um consumo de energia evitado que poderia abastecer 100 mil casas por um ano.

A aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei nº 12.305/2010, não resultou em impacto nos procedimentos operacionais do sistema de logística reversa para a gestão das embalagens pós-consumo de agrotóxicos, pois este já se encontrava consolidado. Hoje o modelo que vigora no país é um caso de sucesso amplamente difundido no país e no exterior, como modelo para outros segmentos produtivos.

Atualmente, 17 produtos são produzidos a partir da reciclagem das embalagens vazias de agrotóxicos, parte das quais são reinseridas na própria cadeia produtiva a partir da reciclagem do tipo *bottle-to-bottle*, tecnologia a partir da qual o processamento de um mesmo tipo de embalagem permite a conformação de novas embalagens com a mesma funcionalidade.

Apesar da incineração, uma das alternativas de destinação para as embalagens vazias de agrotóxico, ser uma tecnologia significativamente cara em relação ao processo de reciclagem, apenas uma pequena parcela de todo o material recebido é destinado dessa forma. Cerca de 4% seguem para incineração por estarem contaminadas com agrotóxicos.

O custo da limpeza de embalagens que chegam com resíduos de agrotóxico à unidade de recebimento tornaria o processo proibitivo. A verificação do estado das embalagens permite a identificação das embalagens com resíduos a serem incineradas. Desta forma, observa-se um pequeno percentual de perdas no processo, mas que ainda permitem formas de otimização.

O processo de fiscalização, conforme mencionado anteriormente, é realizado pelo Poder Público. Mais especificamente pelos órgãos estaduais do meio ambiente. Por isso, os valores variam de acordo com o estado e o tipo de infração. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012), as multas podem chegar aos

R\$ 20 mil, segundo a regulamentação específica.

Outro aspecto de grande relevância foi o investimento maciço na educação e conscientização por meio da divulgação dos principais riscos envolvidos no descarte inadequado, bem como medidas de mitigação de impactos negativos.

Questão para discussão

Considerando-se as exigências de mercado internacionais como principais aspectos que nortearam a consolidação da logística reversa de embalagens de agrotóxico, quais outras motivações seriam possíveis se vislumbrar para o estabelecimento de SLRs para segmentos como pneus, medicamentos e lâmpadas fluorescentes?

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 10004:2004. Resíduos Sólidos- Classificação, ABNT, Brasil.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

InpEV, 2005. Disponível em: http://www.inpev.org.br/relatorio_anual/2005/reciclagem/otimizacao_recursos/otimizacao_recursos.asp. Acesso em novembro de 2012.

InpEV, 2010. Disponível em www.inpEV.org.br. Acesso em novembro de 2012.

BRASIL, 2012. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/07/17/brasil-recolhe-94-das-embalagens-vazias-e-se-torna-referencia-mundial>. Acesso em novembro de 2012.

MINAMI, M.Y.M., PASQUALETTO, A., LEITE, J.F. Destinação final de embalagens plásticas de agrotóxicos no estado de Goiás. PUC de Goiás. Curso de Engenharia Ambiental. Trabalho de Conclusão de Curso, pp. 29, 2008.

SEMACE, 2012. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/2012/01/semace-multa-empresa-por-descarte-irregular-de-embalagens-de-agrotoxicos/>. Acesso em

novembro 2012.

Capítulo 11

Empresas que incorporaram a logística reversa em suas estratégias de negócio

A seguir são apresentados dois casos de empresas que resolveram focar na logística reversa quando definindo suas estratégias de negócio.

Caso 1

A importância da atuação dos Correios na logística reversa no Brasil

A Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT), ou Correios, é uma empresa pública federal, fundada em 1969, que tem como atividade principal o serviço de remessa de documentos e mercadorias. É a única empresa brasileira presente em todos os municípios do país.

A capilaridade da cobertura logística e confiabilidade dos serviços representa significativo diferencial no gerenciamento de canais para a logística reversa. Esse serviço diferenciado é oferecido por meio da Correios Log, desde 2002, com soluções de logística integrada. Mediante contratos customizados, os clientes usufruem de maior eficiência e benefícios tanto logísticos quanto comerciais na recolha de produtos, com foco prioritário no pós-venda.

A empresa atende cerca de 40 milhões de domicílios e possui mais de 45 mil empresas como clientes. Possui 108 mil empregados e, por isso, é qualificada como a maior instituição empregadora no Brasil. A empresa é responsável pela distribuição de quase 10 *bilhões* de objetos por ano.

Os Correios possuem a maior rede digital implantada e operacional de todo o país, com quatro mil pontos interligados via satélite e dois mil interligados via terrestre. São, ao todo, 30 mil estações de trabalho com recursos e serviços na rede.

Desde 2006, encontra-se ativo o serviço de Logística Reversa em Agência (LRA) que consiste na remessa de retorno de um determinado produto a sua unidade processadora. Há ainda o serviço de Logística Reversa Simultânea (LRS), domiciliar (LRSD) ou na agência (LRSA), que equivale à coleta do produto de retorno simultaneamente à entrega do produto substituto, ambos sem ônus para o remetente. Em 2011 foram movimentados, nessas modalidades de serviço, mais de 2 milhões de objetos, o equivalente a 72% do serviço de Logística Reversa da empresa.

De forma inovadora, a empresa Correios usou sua ampla experiência na logística direta, adequando seus processos à logística reversa. Em linhas gerais os procedimentos são os mesmos, mas com o forte diferencial tecnológico propiciado pelo Sistema de Coleta – SCOL que permite a identificação, monitoramento e rastreabilidade das remessas nos canais reversos como forma de atender não somente ao cliente, mas principalmente às

exigências legais e normativas no que tange à responsabilidade compartilhada nos fluxos reversos.

O conceito da solução Logística Reversa em Agência, que está baseado na autorização eletrônica de postagens, por meio de e-ticket, foi desenvolvido em conjunto com fabricantes da indústria de celulares, que buscavam no mercado, capilaridade nacional de rede para devolução de produtos, informação e redução de custos com coletas.

Atualmente a empresa tem processos operacionais de logística reversa estabelecidos para os principais fabricantes do segmento de telefonia móvel, por meio da logística reversa pós-venda (LRPV). Equipamentos comercializados e que apresentam não conformidade dentro do prazo de garantia podem ser retornados ao fabricante sem ônus para o consumidor. Além disso, são realizadas ainda operações pontuais para o recolhimento de resíduos para empresas. A esse respeito, foram realizadas, em 2010, recolhimento de *no breaks* para a Embratel. Outras operações de menor porte foram realizadas para a Nokia e a Apple no país.

Operacionalização

Os pedidos para a prestação do serviço podem ser feitos pelos clientes de contrato, em qualquer dia e horário, via internet no site www.correios.com.br.

Os prazos de coleta são definidos de acordo com o porte do município, sendo que nos municípios com mais de 50 mil habitantes o prazo é de D+1 (dia do pedido da coleta, mais um dia útil) e nos municípios com menos de 50 mil habitantes, D+2. Em maio de 2007 a cobertura atingiu 2.042 cidades.

No caso da Logística Reversa em Agência, os beneficiários indicados pelos clientes corporativos de encomendas têm de 5 a 30 dias para realizarem a operação de postagem em devolução.

É característica central da Logística Reversa a operacionalização do serviço com a participação ativa do cliente (contratante), dado que funciona como *self-service*. O cliente gera as ordens de coleta ou autorizações de postagem no ambiente de serviços online, escolhe o tipo de encomenda que deseja utilizar (expressa ou econômica), contrata serviços opcionais (Seguro Complementar, Embalagem, Preenchimento de Check List) e indica a modalidade de Logística Reversa que necessita. As demais tarefas, digitalizadas, se assemelham aos procedimentos necessários à postagem de uma encomenda na agência ou no domicílio do beneficiário.

Com relação às informações sobre a prestação do serviço, os clientes podem realizar o acompanhamento dos pedidos *online* pela internet, desde a situação da coleta até a entrega no destino final. Também é possível a geração de relatórios de acompanhamento específicos para os clientes.

De acordo com o Departamento Comercial de Encomendas (DEENC), a partir de 2013 serão desenvolvidas soluções comerciais focadas na logística reversa pós-consumo (LRPC), segundo critérios de sustentabilidade.

O serviço de logística reversa é restrito ao atendimento de pessoas jurídicas mediante contratos SEDEX, e-SEDEX e PAC, em pedidos unitários ou lotes e compreende as seguintes modalidades:

- **Logística Reversa em Agência (LRA)**
Processo logístico reverso, realizado em uma Agência de Correios Própria, que consiste na postagem do produto de retorno, mediante apresentação da Autorização de Postagem (e-ticket).
- **Logística Reversa Simultânea em Agência (LRSA)**
Processo logístico reverso, realizado em uma Agência de Correios Própria, que consiste na postagem do produto de retorno simultaneamente a entrega do produto substituto.
- **Logística Reversa Domiciliar (LRD)**
Processo logístico reverso, realizado no endereço do consumidor final, que consiste na coleta domiciliar do produto de retorno.
- **Logística Reversa Simultânea Domiciliar (LRSD)**
Processo logístico reverso, realizado no endereço do consumidor final, que consiste na coleta domiciliar do produto de retorno simultaneamente à entrega do produto substituto.

A estrutura dos serviços oferecidos pelos Correios pode ser exemplificado por meio do esquema da Figura 11.1:

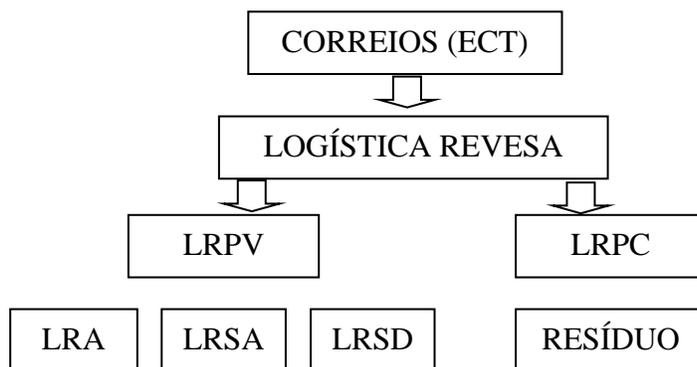


Figura 11.1 – Estrutura de serviços do Correio

O Sistema de Logística Reversa dos Correios é composto por um sistema de automação industrial com 87 sistemas de triagem automática, 10 sistemas de movimentação de

carga, infraestrutura e portfólio flexíveis conforme o nível de serviço exigido, rede de transporte multimodal, horário ampliado para coleta em postos de armazenagem, restreabilidade via internet a partir de código único de identificação e força de trabalho especializada.

Rastreabilidade

Um dos principais diferenciais dos Correios e com alto valor agregado para qualquer Sistema de Logística Reversa é um efetivo sistema de rastreamento dos itens registrados postados. Por meio de um código identificados único o cliente é capaz de identificar o trajeto de um objeto, lista de objetos ou até mesmo um ou mais intervalos de objetos sequenciados dentro de um conjunto. As informações sobre os objetos permanecem disponíveis por até três meses após a postagem. Todo o rastreamento é garantido apenas dentro do território nacional, ou seja, mesmo para postagem internacionais, a rastreabilidade ocorre apenas a respeito de seu trajeto dentro do país.

O sistema de rastreamento tem como base um conjunto de sistemas informatizados interligados a partir dos quais, cada etapa deve ser registrada por meio de acionamento de leitura de código de barras. Ao atingir um terminal de carga ou descarga, o código de barras é lido e toda a informação referente a localização do objeto (data, hora, local) é registrada automaticamente no sistema.

The screenshot shows the 'Rastreamento de Objetos' (Object Tracking) page on the Correios website. At the top left is the Correios logo. On the right, there are links for 'Home', 'Fale com os Correios', and 'English version'. Below the logo, there are navigation links for 'Achados e Perdidos' and 'Endereçamento'. The main heading is 'Rastreamento de Objetos' with a sub-heading 'Rastreamento T&T'. The page content includes a welcome message, a list of search options (individual object, list of objects, or sequence of objects), and a search form with a text input field and a 'Pesquisar' button. Below the search form, there are three buttons: 'Como localizar objetos', 'Prazos de entrega', and 'Siglas adotadas no identificador do objeto'.

Figura 11.2. Uma das telas do sistema de rastreamento de postagem dos Correios.

Fonte: <http://www.correios.com.br/servicos/rastreamento/rastreamento.cfm>. Acesso em janeiro de 2013.

Para o SLR ser implantado em diferentes segmentos, o rastreamento é uma operação crítica, uma vez que possibilita a identificação da eficácia e eficiência do serviço contratado. Da mesma forma, a rastreabilidade ainda possibilita a identificação da responsabilidade da infração para o caso de irregularidades ao longo do SLR.

O custo do rastreamento é o principal fator limitante na implantação dos sistemas logísticos, de modo geral. No entanto, os Correios já possuem essa modalidade em seu menu de serviços ofertados. Desta forma, considerar o resíduo ou produto pós-consumo como um objeto a ser postado, foi uma solução interessante oferecida pela empresa.

Os resíduos classificados como Classe I, ou seja, resíduos perigosos, hoje não são gerenciados pelos Correios. Esta categoria resulta em aumento dos custos de transporte, armazenagem e gestão da cadeia reversa como um todo. Possivelmente a empresa adaptará seu processo para incluir essa categoria na oferta de serviços.

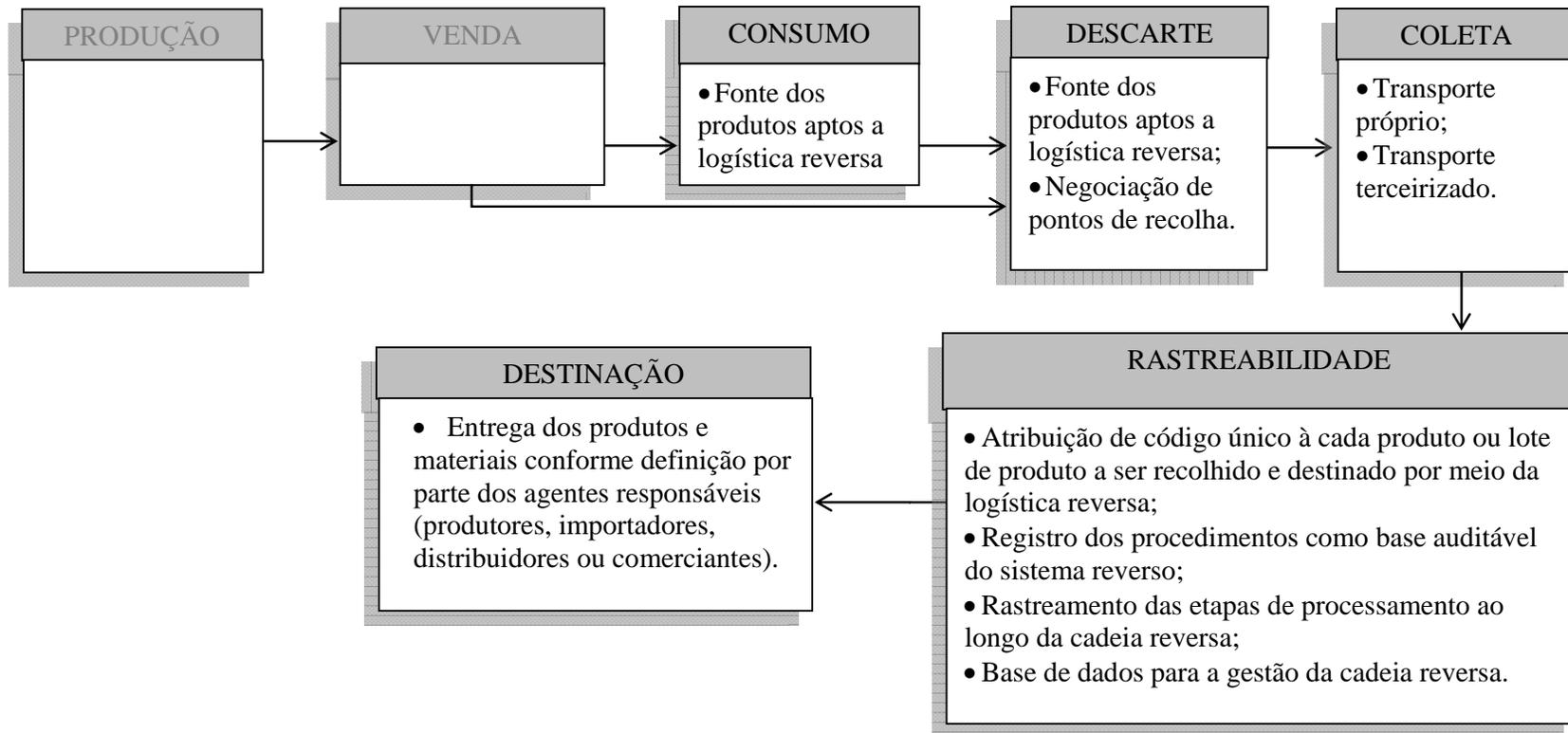
Os Correios conquistaram, ao longo do tempo, credibilidade por parte de outras empresas de diferentes portes e segmentos. De acordo com Leite e Figueiredo (2004), entre os principais clientes que contrataram o serviço de logística reversa pós-venda e pós-consumo dos Correios, estão:

- DirecTV: coleta de decodificadores a partir do fim dos contratos, retornando dos clientes à empresa;
- Natura: devolução de produtos recusados por clientes, com retorno via consultora ou diretamente para a empresa;
- Multibras: processo que prevê a coleta, conforme padrão estabelecido, de eletrodomésticos e peças defeituosas comercializadas pela Cònsul e Brastemp.
- Empresas de e-commerce: contrato para o retorno de produtos comercializados pela Submarino, Americanas.com, MercadoLivre, entre outros.

Dentre as principais experiências aprendidas a partir do caso dos Correios estão: foco no negócio, a diversificação da atuação dentro do foco escolhido e confiabilidade. Desta forma, em relação a implantação de SLR, os Correios atuam como facilitadores da logística de coleta e distribuição, reduzindo custos e otimizando essas operações de forma competitiva.

1. Quais as vantagens e os desafios de os Correios se focar na logística reversa como estratégia de negócio?
2. Use o quadro de referência desenvolvido para analisar a atuação dos Correios em logística reversa. Sugira possíveis melhorias.

Figura 11.3 Modelo conceitual para sistema de logística reversa dos Correios



Referências

CORREIOS, 2013. Disponível em: www.correios.com.br. Acesso em janeiro de 2013.

DEENC, 2012. Disponível em:

http://www.correios.com.br/Produtosaz/complementos/pdf/Termo_Prestacao_Servico_Logistica_Reversa.pdf . Acesso em janeiro de 2013.

LEITE, M.A.S. E FIGUEIREDO, A.S., 2004. Logística Reversa: uma oportunidade de negócio para uma empresa de logística – caso dos Correios. XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Anais.. ANPET 2004.

Caso 2

TGestiona: serviços de logística reversa

A TGestiona é uma empresa do setor de telecomunicações subsidiária do Grupo Telefônica S/A. A atuação na recolha de equipamentos e materiais ocorre desde a atuação da TELESP. A empresa é identificada como TGLog transporte e logística.

A partir do ano de 2001 o Grupo Telefônica criou a TGestiona Brasil, que consiste em um Centro de Serviços Compartilhados (CSC), que oferece serviços logísticos de alta complexidade. A empresa tem um faturamento anual de mais de R\$ 200 milhões de reais.

O negócio da empresa foca o desenvolvimento de soluções logísticas para o gerenciamento de processos e operações. Dentre os serviços prestados estão:

- transporte e logística;
- gestão de terceiros;
- administração financeira;
- administração imobiliária, e
- recursos humanos.

A solução de e-commerce da TGestiona teve origem a partir da demanda de um grande cliente. Atualmente a empresa atua por meio de uma operação logística do tipo B2C com mais de 40 mil entregas mensais. Assim, a proposta avançou para outros segmentos e hoje há uma estrutura consolidada para atender diferentes redes logísticas complexas. Há monitoramento de todos os estágios da gestão porta-a-porta, da produção até o cliente ou do consumidor à destinação (reciclagem, remanufatura ou reciclagem).

A rastreabilidade, um produto com um robusto SLA (*service level agreement*), é um significativo diferencial que conta com a integração do sistema de vendas, prevenção e detecção de fraude, pagamentos, ERP, WMS, TMS e outros – uma solução conhecida como Order to Delivery (O2D), que atende a clientes de diferentes portes (Souza, 2009).

A infraestrutura atual ultrapassa 100 mil m² de área de armazenagem própria, além da possibilidade de compartilhamento de infraestrutura com parceiros em todo o Brasil. Desta forma, é possível a redução de custos dos processos operacionais.

Dessa maneira, por meio da dedicação das atividades de gestão e monitoramento, é possível o tratamento de *e-commerce* de forma customizada, iniciando na separação, seguindo pelo *picking*, expedição, distribuição porta a porta e logística reversa.

Atualmente são feitas 250 mil entregas porta a porta feitas pela TGestiona, das quais 5% equivalem ao *e-commerce*, onde são controlados, via sistema, o cancelamento com devolução, troca garantida pós-entrega e demais direitos do consumidor (Logweb, 2009).

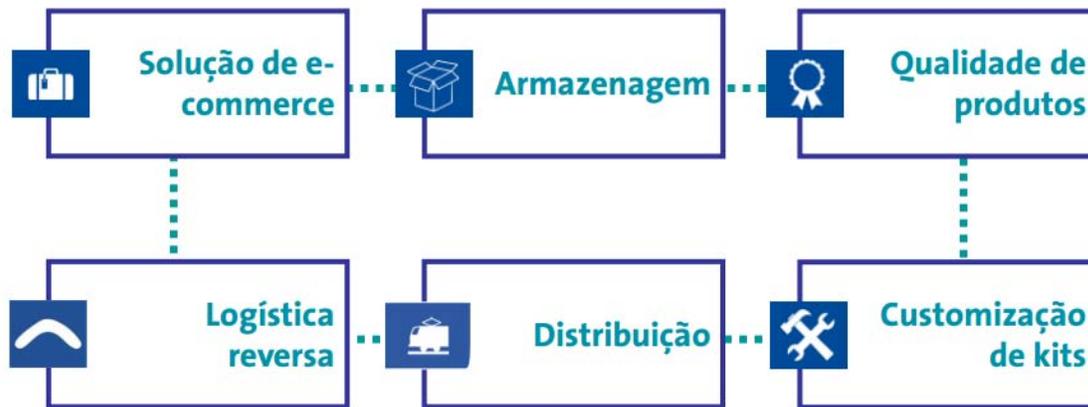


Figura 11.3 – serviços da TGestiona

Fonte: Souza, 2009.

A TGestiona atua em diferentes segmentos de transporte e logística, priorizando a gestão de estoques, o transporte, a instalação, a logística reversa e o *e-commerce*. Buscando reduzir custo e tempo de entrega, oferecendo serviços de armazenagem, distribuição, instalação e logística reversa.

No segmento de terceirização, ou gestão de terceiros, a empresa atua nos segmentos econômico-financeiro, recursos humanos, administração imobiliária e tecnologia da informação. Esse é o segmento de atuação que mostra a maior diversificação, com clientes nas áreas de mineração, informática, produção de impressoras, cosméticos, telecomunicação, internet, televisão e eletroeletrônicos.

As atividades de gestão de terceiros podem ser contratadas por três módulos diferenciados, conforme apresentado a seguir.

Sustentabilidade ambiental e a logística reversa

Em pesquisa recente desenvolvida pela Accenture (2011), mostra-se o destaque do Brasil no consumo de equipamentos eletroeletrônicos, em relação a países desenvolvidos, especialmente em relação à aquisição de aparelhos celulares. Isso remete à questão da destinação desses equipamentos quando chegam ao final de sua vida útil.

Em 2010, a TGestiona realizou a entrega de 10 milhões de aparelhos celulares no país que possui 260 milhões de linhas habilitadas de telefonia móvel (Anatel, 2012). O comprometimento da empresa com a sustentabilidade foi reconhecido em maio de 2012 pela UNICEF.

Por intermédio do Prêmio Parceiro Destaque, a TGestiona premia os melhores prestadores de serviço na área de transporte, como forma de incentivar as boas práticas e melhoria contínua dos procedimentos. O prêmio ainda estabelece critérios de excelência para a prática da logística reversa, foco da empresa.

O investimento em sistemas de agendamento e monitoramento de frotas possibilita que um mesmo veículo atue simultaneamente na entrega e na coleta, otimizando o

aproveitamento do modal e do profissional de forma eficiente e sustentável, por meio da redução de rotas e, conseqüentemente, redução das emissões atmosféricas e da consumo de combustíveis. Com exemplos desse tipo a TGestiona busca alinhar sustentabilidade e rentabilidade na gestão das suas operações.

A logística reversa de REEE

A central de logística reversa da TGestiona pode ser dividida em duas fases: antes e após 2006. Na primeira fase, a empresa possuía estruturas dedicadas para cada cliente, nas quais eram desenvolvidas as atividades de agendamento, triagem em diferentes pontos e gestão descentralizada, bem como utilizavam-se diferentes modelos operacionais (Souza, 2009). Nesse período, antes de 2006, eram processados apenas placas, centrais telefônicas e celulares, com uma movimentação de 7.000 coletas por mês. Os indicadores evidenciavam um alto custo operacional, baixa efetividade de coletas e compartilhamento com demais atividades da empresa.

A logística reversa, por sua vez, tem como foco o retorno de modems, celulares, placas telefônicas, decodificadores e computadores. Nesse processo é feito o controle de garantia, triagem, desmontagem, canibalização de componentes, remanufatura (reparo com certificação de fabricantes) e assistência técnica (Logweb, 2012).

A partir de 2006, o modelo de gestão para a qualidade possibilitou a padronização dos processos, o ajuste dos custos operacionais e o ganho de escala por meio da especialização do serviço de logística reversa. Investiu-se ainda na governança por meio da implementação de sistemas dedicados para agendamento e controle da cadeia até a entrega ao destino. Desta forma, também foram alcançados benefícios ambientais por meio da rastreabilidade ao longo do processo, investimento na manutenção e reciclagem dos equipamentos pós-consumo e ainda monitoramento de padrões ambientais.

A partir do novo fluxo de operações, a TGestiona delimitou o seu foco de atuação na gestão dos procedimentos relativos à logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos (Figura 11.4).

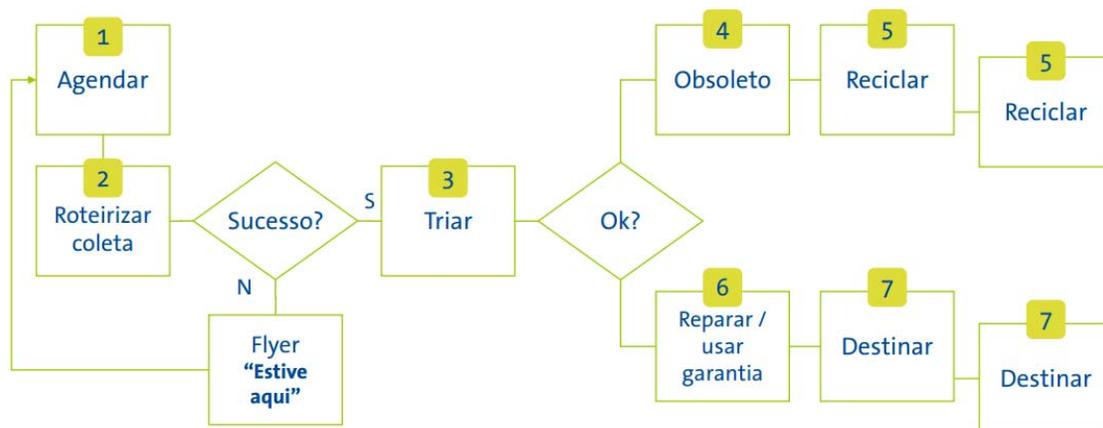


Figura 11.4 Fluxo do processo de logística reversa da TGestiona

Fonte: Souza, 2009.

Para tanto, foram desenvolvidos indicadores para o monitoramento do desempenho da empresa em relação aos padrões ambientais, sociais e econômicos. Como resultado, em 2009 o volume de coletas chegou a 76 mil coletas mensais, com aumento de 70% da efetividade, gestão dos insucessos e ampliação da área de abrangência (interior e capitais do país).

A unidade de logística reversa localiza-se, desde 2008, na cidade de Mauá (SP). São atendidos diferentes segmentos produtivos. Dentre os materiais que fazem parte da cadeia reversa estão: cabos, modem, antenas, celulares, eletroportáteis, impressoras, câmeras digitais, eletrodomésticos e cosméticos. A área dedicada à logística reversa é estimada em 8 mil m² de um total de 15 mil m².

Um dos processos é a entrega de cerca de 3 milhões de equipamentos de telecomunicação (telefonia e hub de TV) por ano, dos quais 1 milhão refere-se a entrega porta-a-porta. São equipamentos de alto valor agregado para os quais a empresa também oferece suporte, manutenção e logística reversa ao final da vida útil.

A partir de um centro administrativo são gerenciados seis centros de distribuição distribuídos nos estados de São Paulo, Paraná, Pernambuco e Rio Grande do Sul. Porém, com atuação em 10 estados brasileiros, nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste.

Desde 2001 foram investidos mais de R\$ 16 milhões na logística reversa, no segmento de gestão de REEE.

O foco da logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos consiste na coleta, recondição e reinsertão no mercado de equipamentos de telecomunicação.

A base cadastral gerencia de 100 a 120 mil pedidos por mês. A rastreabilidade dos equipamentos "Speed" é realizada por meio do *serial number*.

A logística reversa da TGestiona se divide em basicamente duas grandes cadeias:

- i) Terceiros – material é recolhido após o consumo e destinado (reciclagem, reuso, etc), conforme orientação da empresa que contrata o serviço;
- ii) Própria – coleta dos equipamentos, descaracterização, reparo e reinsertão no mercado.

Estima que 70% de todo material próprio recolhido seja recondição. Apenas 30% é encaminhado para disposição final (aterro, coleta municipal). O processo de remanufatura, integrante do sistema de logística reversa da TGestiona conta com duas classificações: CAPEX, quando o equipamento é recondição apenas uma vez e o tipo OPEX quanto o equipamento passou por diferentes serviços de manutenção.

Um dos principais gargalos do sistema é a inadimplência dos contratantes, que implica na não devolução do equipamento, bem como na ocorrência de ações judiciais.

Como estratégia de negócios, a TGestiona tem investido na ampliação de sua atuação por meio da incorporação do segmento de cosméticos que, estima-se, crescerá em média 5% ao ano até 2015, avançando de um mercado que movimentou R\$ 29,4 bilhões em 2011

para um mercado que deve movimentar R\$ 50 bilhões em 2015. Com a certificação da ANVISA, obtida em 2012, a empresa tem autorização para contratação de responsável técnico à adequação física, veicular e regulatória para obtenção do deferimento da Autorização de Funcionamento da Empresa (AFE), expedida pela própria ANVISA.

Sistema de logística reversa da T Gestiona

O processo de gerenciamento das cadeias reversas da T Gestiona teve início a partir da coleta de equipamentos de telecomunicação que chegavam ao final de sua vida útil. A descontinuação do uso dos equipamentos pode ocorrer por motivos diversos, seja por apresentação de falha de funcionamento, por troca de equipamento, por desistência da contratação do serviço ou por finalização de contrato.

Em cada uma das situações, os equipamentos retornados serão avaliados quanto a necessidade ou possibilidade de remanufatura ou quanto a necessidade de destinação ambientalmente adequada. No caso de recondicionamento para fins de remanufatura, estima-se que cerca de 80% dos componentes são reaproveitados. Para a destinação final, os equipamentos são desmontados e os materiais comercializados para reciclagem. A Figura 11.5 apresenta as principais etapas que compõem o sistema de logística reversa dos equipamentos tecnológicos da T Gestiona.



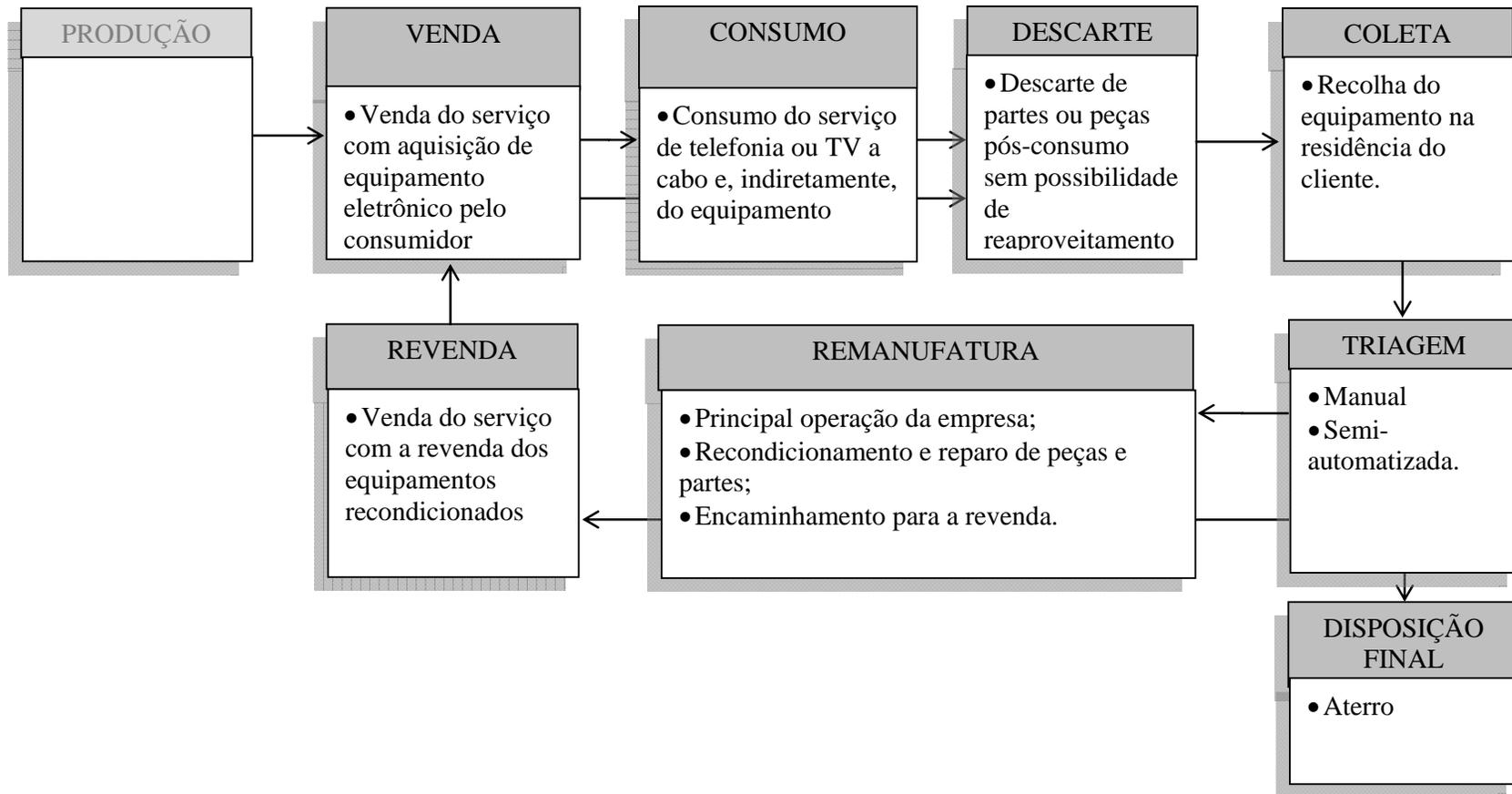
Figura 11.5 – Processo de logística reversa da Tgestiona

Fonte:

<http://www1.tgestiona.com.br/portal/SitePages/Log%C3%ADstica%20Reversa.aspx> (acessado em 12 de março de 2013)

1. Quais as vantagens e os desafios de a TGestiona se focar na logística reversa como estratégia de negócio?
2. Use o quadro de referência desenvolvido para analisar a atuação da TGestiona em logística reversa. Sugira possíveis melhorias.

Figura 11.6 Modelo conceitual para sistema de logística reversa da Tgestiona



Referências

LOGWEB, 2009. Disponível em:

<http://www.logweb.com.br/novo/conteudo/noticia/21644/marcelo-jose-de-sousa-diretor-de-logistica-da-tgestiona-fala-sobre-ecommerce/> Acesso em novembro de 2012.

SOUZA, M. 2009. Case TGestiona: Central de Logística Reversa. I Fórum Internacional de Logística Reversa. Disponível em:

http://www.tgestiona.com.br/portaltg/download/NOVO%20PORTAL/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_Reversa.pdf. Acesso em novembro de 2012.

ACCENTURE, 2011. Finding Growth: Emergence of a New Consumer Technology Paradigm The 2011 Accenture Consumer Electronics Products and Services Usage Report. Disponível em:

http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture_New_Consumer_Technology_Paradigm_2011.pdf Acesso em novembro de 2012.

ANATEL, 2012. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalInternet.do>. Acesso em novembro de 2012.

Capítulo 12

Casos de sistemas de logística reversa - *recall*

A seguir são apresentados dois casos de sistemas de logística reversa envolvendo recall de produtos.

Caso (*recall*) 1

Recall de brinquedos da Mattel em 2007

A Mattel, fabricante da boneca “Barbie”, em agosto de 2007, fez um *recall* de quase 1 milhão de brinquedos nos Estados Unidos porque os produtos foram identificados como tendo sido pintados com tinta que contém chumbo. De acordo com a Mattel, todos os brinquedos foram feitos por uma empresa subcontratada para tal na China.

Foram ao todo 83 produtos, produzidos entre 19 de abril e 6 de julho de 2007. A Mattel alegou ter evitado que mais de dois terços dos quase 1 milhão de brinquedos chegassem aos seus pequenos consumidores interceptando-os quando ainda encontravam-se em centros de distribuição e em varejistas como o Wal-Mart. Entretanto mais de 300.000 dos brinquedos afetados foram de fato comprados e estavam já nas mãos dos consumidores.



**Figura 12.1 - Notícia no website do jornal Americano “The New York Times” de
Agosto de 2007**

Antes disso, numerosos *recalls* de produtos chineses nos Estados Unidos incluíram pneus inseguros, comida de animais de estimação contaminadas e bonecos de madeira pintados e trens de brinquedo.

Em termos da Mattel, este foi o 17º *recall* de produtos nos dez anos entre 1997 e 2007. Talvez sensibilizada pelo recall de agosto, no mês seguinte a Mattel resolveu também voluntariamente fazer mais 6 recalls, de brinquedos pintados com tinta contendo chumbo a brinquedos contendo pequenos ímãs que poderiam soltar-se e ser engolidos pelas crianças. Duas semanas depois do recall de 02 de agosto, o proprietário da fábrica onde os brinquedos foram fabricados na China cometeu suicídio.

Desnecessário dizer que esta sequência de recalls atraiu um grande interesse dos veículos de comunicação, causando um nível de preocupação nos consumidores que beirou, segundo alguns analistas, a histeria.

A imagem e conseqüentemente o valor da marca “Mattel” sofreu um significativo revés. A Figura 12.2 traz um gráfico que ilustra a variação do valor unitário da ação da Mattel negociada na bolsa de Nova Iorque, antes e depois dos *recalls*.

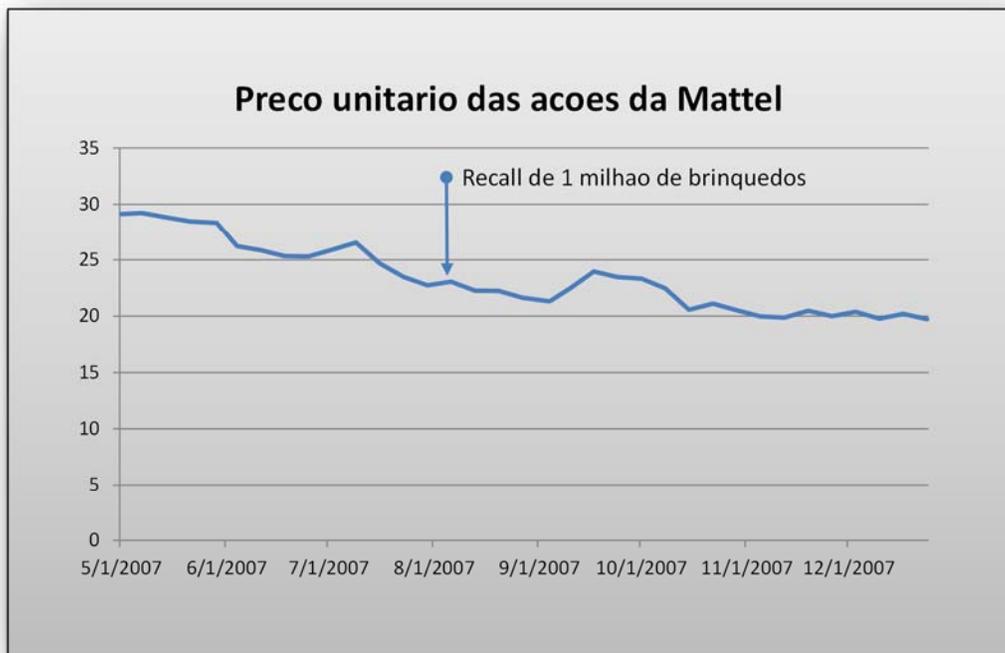


Figura 12.2 – Variação do valor unitário das ações da Mattel antes e depois dos recalls de agosto de 2007 (formato das datas mm/dd/aaaa)

Não foi só o valor da marca “Mattel” que sofreu com os eventos. A marca “Made in China” (“Feito na China”) também sofreu pelo fato de as pessoas passarem a associar produtos feitos na China com produtos inseguros.

Interessante notar, entretanto, que analistas consideram que menos de 15% dos brinquedos recolhidos pela Mattel foram devido a problemas de manufatura (por exemplo, o problema com a tinta com chumbo). A maioria dos produtos recolhidos foram devidos a problemas com os *projetos* (como com os ímãs que soltavam-se), estes não feitos na China.

A rede de suprimentos da Mattel

A Mattel usa tereceirização da manufatura de seus produtos para a Asia desde 1959, quando as primeiras bonecas Barbie eram fabricadas no Japão. Devido à preocupação com questões de propriedade intelectual dos seus produtos, a Mattel com o tempo estabeleceu sua próprias plantas e passou a fabricar os produtos ela mesma controlando a

produção rigidamente. Com o tempo, uma estratégia foi estabelecida pela empresa: seus produtos principais seriam produzidos em fábricas próprias enquanto produtos periféricos seriam produzidos por terceiros, que também seriam responsáveis por prover capacidade extra para acomodar flutuações de demanda.

Em 2007, em torno de 50% do faturamento da Mattel vinha de produtos feitos em suas próprias fábricas na China e 50% vinha de produtos feitos por terceiros também na China.

Devido a uma preocupação antiga com a tinta usada em seus produtos, a Mattel requeria que as fábricas na sua rede de suprimentos usassem apenas fornecedores certificados de tinta e outras matérias primas importantes.

Um fator complicante era que os terceiros muitas vezes sub-contratavam outros fornecedores de componentes e materiais. A Mattel tinha regras que proibiam seus fornecedores de criarem múltiplas camadas extras de fornecedores, mas na época dos problemas que causaram os recalls de agosto, não havia certeza da empresa de que estas regras estavam de fato sendo cumpridas. Os mais de 200 funcionários da Mattel que eram encarregados exclusivamente de controlar seus fornecedores na China eram, por exemplo, baseados em Hong Kong e não nas unidades produtivas dos fornecedores, dificultando a sua atuação eficaz.

A maioria das empresas fabricantes de brinquedos havia terceirizado a maioria de sua manufatura para empresas Chinesas. A razão para isso foi a grande pressão exercida pelos grandes varejistas para redução de custos.

Mesmo depois da transferência da manufatura para a China, a pressão continuou (e continua) pela redução de custo. Esta pressão sobre os fornecedores não necessariamente favorecia que eles enfatizassem muito atividades como controle de qualidade e testes no recebimento de materiais por exemplo.

Recall e as ações de remediação da Mattel

Em julho de 2007 um dos varejistas clientes da Mattel na Europa descobriu que alguns brinquedos tinham excesso de chumbo na sua tinta. A Mattel interrompeu produção na fábrica em que eles haviam sido fabricados no dia 26 de julho. No dia 2 de agosto de 2007 a Mattel resolveu recolher os 83 produtos.

A causa do problema foi um fornecedor (com bom histórico) ter usado uma tinta com pigmento contendo chumbo em níveis acima dos padrões aceitáveis.

Uma semana após o anúncio do recall a Mattel anunciou que estava melhorando seus processos para prevenir o uso de chumbo nas tintas usadas em seus produtos.

A empresa também revisou seus padrões (e sua aplicação) quanto ao uso excessivo de níveis de terceirização de sua manufatura.

A Mattel ressarciu os usuários pelos produtos inseguros e gastou US\$ 60.9 milhões com esses ressarcimentos. Custos com tarifas legais, administração do recall, postagem, transporte reverso, publicidade e relações públicas somaram o valor adicional de US\$ 42 milhões. Veja na Figura 12.3 uma linha do tempo descrevendo os diversos eventos referentes a *recalls* envolvendo a Mattel em 2007.

DATA (2007)	EVENTO
8 junho	Mattel alertada para possível contaminação de tinta por chumbo
9 junho	Data limite para Mattel reportar o problema ao governo dos EUA
10 junho	Data limite passa; Mattel não age
26 julho	Mattel registra relatório completo de recall com o governo dos EUA
2 agosto	Mattel voluntariamente recolhe 1.5 milhões de brinquedos marca Fisher-Price que possivelmente teriam tinta com altos níveis de chumbo
7 agosto	Mattel identifica a fábrica na China onde se originou o problema
14 agosto	Mattel voluntariamente recolhe mais 17,4 milhões de brinquedos que tinham pequenos ímãs que poderiam soltar-se e ser engolidos
4 setembro	Mattel voluntariamente recolhe mais 850.000 brinquedos que possivelmente teriam tinta com altos níveis de chumbo
11 setembro	CEO Robert Eckert publica uma declaração no jornal de negócios "Wall Street Journal"
21 setembro	Vice-presidente Thomas Debrowski desculpa-se com a China por ter responsabilizado os fabricantes chineses pelos recalls
25 outubro	Mais um recall de brinquedos da Mattel por problemas com altos níveis de chumbo na tinta
6 novembro	Mattel voluntariamente recolhe 155.500 brinquedos fabricados no México por risco de pequenas partes serem engolidas

Figura 12.3 – Eventos de 2007 envolvendo recalls da Mattel

Veja na tabela da Figura 12.4 o processo que a Mattel definiu para executar seus recalls, como resposta às ocorrências de 2007.

MATTEL – PROCESSO DE GESTÃO DOS RECALLS	
1	Contrata pessoal especializado e call center com script aprovado pelo governo dos EUA para atender chamadas referentes ao recall
2	Mattel criou a parte do seu website referente a recall
3	Manda notificações e posters para seus varejistas
4	Manda notificação aos varejistas para que retirassem produtos afetados das prateleiras mesmo antes de finalizar preparativos logísticos de recall
5	Manda novas notas à imprensa sobre o que está sendo feito quanto ao recall
6	Estabelece linha telefônica multi-língua com ligações gratuitas e comunicação interativa com usuários para orientá-los quanto a descobrir se seus produtos estão entre os afetados
7	Cria uma ferramenta automatizada no seu website para orientá-los quanto a descobrir se seus produtos estão entre os afetados
8	Um video do CEO é postado na Internet atualizando usuários sobre os problemas e como estão sendo enfrentados
9	Permite aos usuários que registrem seus produtos defeituosos por telefone ou internet
10	Envia cartas de notificação para usuários presentes na base de dados da Mattel por terem sido registrados em recalls anteriores
11	Comunicação de página inteira publicada nos dias 14 de agosto e 5 de setembro: The New York Times, USA Today, The Los Angeles Times, Washington Post, The Chicago Tribune
12	Conduz entrevistas online, por televisão e imprensa escrita sobre os recalls
13	Postou comunicados em websites frequentados por pais como Yahoo!, Disney, Nickelodeon, The Cartoon Network
14	Oferece aos usuários rótulos pré pagos de postagem para permitir o retorno dos produtos afetados pelo correio
15	Compensou os usuários com vouchers de valor igual ou superior ao preço de varejo do produto devolvido mais impostos

Figura 12.4 – Processo de gestão de *recalls* da Mattel

1. Como o grau de impacto de um produto pode se relacionar com os custos envolvidos no mecanismo de recall?
2. Use o modelo de referência do Capítulo 9 para representar criticar e propor melhorias para o sistema de *recall* da Mattel.

Caso (recall) 2

Recall de baterias de celulares da Nokia

A Nokia é uma gigante da indústria de eletrônicos e telecomunicações tendo faturado US\$ 50,2 bilhões em 2011. A empresa começou em 1865 na Finlândia, na área de papel e celulose. Em 1967 a Nokia Corporation foi formada a partir da fusão da Nokia AB com a Finnish Rubber Works e da Finnish Cable Works, logo a seguir entrando no ramo de eletrônicos de consumo.

Em 1986, a empresa entrou no mercado de telefonia celular e também desenvolveu e instalou, nessa época, o primeiro sistema de telefonia digital do mundo. Com a aquisição da divisão de dados da sueca Ericsson em 1988, a Nokia tornou-se uma das maiores empresas de tecnologia da informação do mundo.

A empresa hoje opera em escala mundial, empregando 130.050 funcionários em mais de 120 países. Os maiores mercados, em faturamento líquido, para a Nokia são conforme a Figura 12.5.

País	% Vendas
China	15,9
India	7,6
Brasil	4,9
Russia	4,8
Alemanha	4,2

Figura 12.5 – Principais mercados da Nokia (2011)

A Nokia produz telefones celulares em 10 fábricas espalhadas ao redor do mundo. A figura 12.6 traz os dez maiores contingentes de funcionários da Nokia, por país.

País	Pessoal
India	22.279
China	22.165
Finland	16.970
Brasil	11.887
Alemanha	10.992
EUA	7.980
Hungria	5.198
Gra-bretanha	3.237
Polônia	2.541
Mexico	1.970

Figura 12.6 – Principais instalações da Nokia por número de funcionários

Apesar de ser um equipamento eletroeletrônico de pequeno porte, os aparelhos celulares exigem diversos componentes e etapas em sua produção.

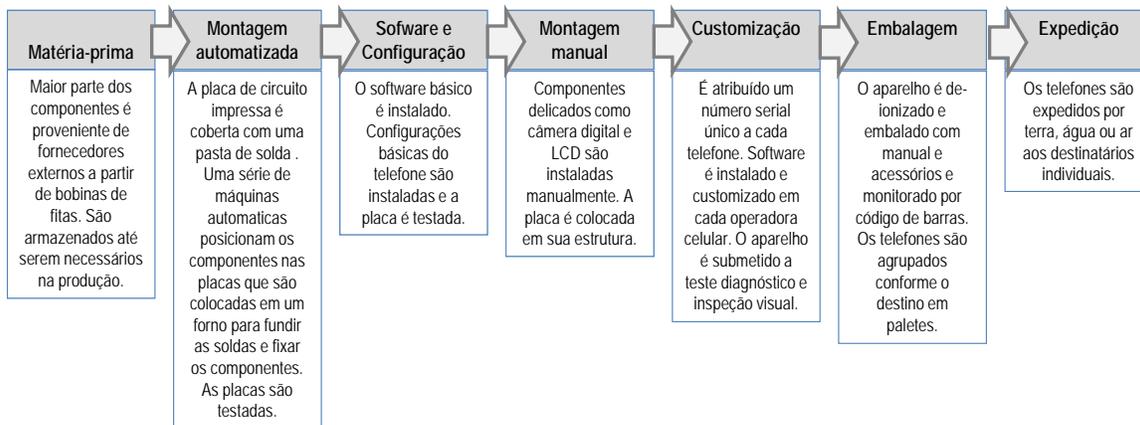


Figura 12.7 – Processo produtivo da Nokia

Fonte: Adaptado de

http://www.asiapacific.ca/sites/default/files/nokia_india.pdf

<http://www.financialexpress.com/news/Nokia-battery-recall-to-cost-172m/212538>

A Nokia na Índia

A Índia é um dos mercados com crescimento mais explosivos em termos de telefonia celular. Calcula-se que o país tenha (em 2012) em torno de 861 milhões de aparelhos celulares. Desde o meio dos anos '90, o governo da Índia gradualmente desregulamentou o mercado, permitindo que empresas privadas provesses serviços de telefonia, além das tradicionais operadoras pertencentes ao governo. Algumas dessas novas empresas privadas são Airtel, Vodafone, Tata e Reliance. Diferentemente de outros mercados, na Índia os modelos de telefones celulares não são associados a determinadas operadoras. Em outras palavras, os aparelhos em si são comercializados independentemente dos contratos de serviço com as operadoras.

A Nokia serve a uma larga faixa de segmentos de mercado desde o nível de entrada com aparelhos simples até aparelhos sofisticados servindo nichos mais exigentes.

Em 2007 a Nokia era a líder do mercado indiano (dominando em torno de 75%), seguida de empresas como Samsung, LG e Motorola. Respondendo ao crescimento do mercado, a Nokia havia em 2006 estabelecido uma fábrica em Chennai e 3 centros de pesquisa e desenvolvimento em Hyderabad, Bangalore e Mumbai.

A Nokia havia desenvolvido uma respeitável rede de unidades de venda (UV) na Índia, estando presentes em mais de 130.000 pontos de venda. O marketing da empresa havia também estabelecido uma rede de mais de 500 centros de serviço ao cliente (CSC) e mais de 600 revendedores prioritários (RP) de seus produtos.

Além disso a Nokia operava várias “lojas-conceito” nas maiores cidades como Delhi e Mumbai para atender a seus clientes mais sofisticados.

Alguns dos UVs e DPs eram operados por parceiros estratégicos da Nokia que contribuíam com sua estratégia quanto à cobertura do mercado, das cidades maiores até as regiões rurais mais remotas da Índia.

Dentro da Índia, a Nokia organizava-se em 4 regiões: Norte, Oeste, Sul e Leste. Quanto aos CSC, havia gestores regionais em Delhi, Mumbai, Chennai e Calcutta respectivamente. Cada região era sub-dividida em duas sub-regiões supervisionadas por gerentes de serviço ao cliente, por sua vez responsáveis pelos CSC's e RP's da região.

A rede de suprimentos da Nokia

A rede de suprimentos da Nokia é complexa, com 60 fornecedores estratégicos suprindo 100 bilhões de partes individuais para a fabricação de 900.000 aparelhos celulares *por dia* em 2006.

Desde 1995 a Nokia tem implementado uma rede de suprimentos “puxada” pela demanda, coordenado pedidos de clientes com sua rede de suprimentos, fábricas, parceiros nos canais de distribuição, bancos e provedores de serviços de distribuição. Como resultado, em 2007 a AMR Reserach (parte da Gartner Research) ranqueou a Nokia como número 1 em gestão de redes de suprimento, mundialmente.

Problemas logísticos na Índia

A Índia tem uma topografia complexa, com 25 estados com uma grande quantidade de línguas e culturas diferentes entre si. Neste contexto, as restrições e gargalos infra-estruturais logísticos (portos, aeroportos, ferrovias e rodovias) além de uma pobre estrutura de armazéns e distribuição e uma complexa situação de impostos (complicados e diferentes entre estados) ficam ainda mais difíceis de gerenciar. Até os provedores de serviços logísticos (3PL) enfrentam sérias dificuldades para operar na Índia.

Por isso, a Nokia teve que desenvolver sua própria estrutura logística de armazenagem e distribuição.

Apesar disso tudo, a logística é um setor lucrativo no país. Havia em 2006 vários operadores logísticos controlados por empresas estatais e os provedores privados estavam rapidamente estabelecendo-se, como Blue Dart, Gatti e Relianca Logistics. Desde a desregulamentação do mercado empresas globais de serviços logísticos também começaram a estabelecer-se no mercado indiano, como DHL, FedEx e TNT.

O problema das baterias

Durante uma análise de dados de rotina no escritório da Nokia na Finlândia, analistas descobriram que aparelhos celulares Nokia usando alguns lotes em particular da bateria BL-5C, fabricada pela Matsushita tinham probabilidade mais alta de superaquecerem e “incharem”.

Em poucos meses, antecedendo julho de 2007, a Nokia recebeu quase 100 reclamações de clientes ao redor do mundo sobre baterias super-aquecendo e “inchando” durante o processo de recarga.

Consultando sua base de dados a Nokia descobriu que as baterias defeituosas haviam sido fabricadas pela empresa japonesa Matsushita Electric Industrial entre dezembro de 2005 e novembro de 2006 e utilizada em cerca de 30 modelos diferentes de celulares.

Seguindo diretiva determinada pela alta direção a equipe de comunicação da Nokia ativou o protocolo padrão para estes casos emitindo um comunicado sobre o produto

segundo o qual o cliente poderia consultar o website da empresa para verificar se o número de série do seu produto era um dos afetados pelo problema. Se sim, a bateria poderia ser registrada no sistema e uma nova bateria seria então enviada para o cliente em 15 dias.

A expectativa da Nokia era que entre 50.000 e 60.000 baterias teriam que ser trocadas, portanto todas seriam enviadas a partir do porto de Delhi. A Blue Dart foi contatada para realizar a tarefa. A Nokia teve também que garantir que o sistema SAP (o sistema de gestão empresarial) estaria pronto já que cada estado indiano tinha um tipo de imposto e não estavam todos preparados para um envio maciço de produtos sem cobrança, suscitando dúvidas sobre como calcular e recolher os impostos devidos. Vários estados exigiam que os centros de distribuição emitissem formulários específicos para enviar produtos para e dentro do estado, por exemplo.

Efeito da mídia

Nesse meio tempo, um canal de televisão indiano começou (em 14 de agosto de 2007) a divulgar que as baterias Nokia com defeito poderiam potencialmente explodir. Outros canais começaram a repetir a notícia e cobrir casos que não tinham absolutamente nada a ver com o comunicado da Nokia já que isso garantia bons níveis de audiência.

Dois dias depois a Nokia começou a receber algum pânico do público e uma enxurrada de solicitações de clientes de substituição das suas baterias. Entretanto, as baterias para reposição não estavam ainda disponíveis já que dia 15 de agosto é feriado na Índia e vários estabelecimentos permaneceram fechados dificultando a logística envolvida. Outro problema foi que solicitação de os clientes registrarem seus produtos na Internet não funcionou bem em muitos casos, principalmente na Índia rural onde as pessoas não necessariamente tem acesso simples à Internet.

Para lidar com o grande número de solicitações, a Nokia formou uma equipe de gestão de crise. Ficou claro que soluções locais (substituições em lojas ou centros de serviço) teriam que ser desenvolvidas.

Adicionalmente, a empresa começou a enviar baterias para reposição não apenas diretamente para os clientes mas também para os RPs e CSCs.

A fábrica de Chennai foi envolvida já que tinha baterias do tipo correto (que seriam usadas para montagem de produtos) para suprir o processo de substituição.

No total, 150.000 solicitações foram recebidas nos 2 dias seguintes e mais de 3 milhões na semana subsequente.

Mais baterias foram enviadas de outros locais e outros provedores logísticos tiveram que ser mobilizados para lidar com as reposições.

Outros problemas

Outros problemas surgiram. Alguns clientes não estavam recebendo suas baterias porque o endereço não estava completo, não houve condições de a empresa de entrega localizar o endereço, falta de código postal ou destinatário ausente. Para alguns clientes a bateria tinha que ser enviada para o posto de correio local já que os clientes haviam apenas mencionado o nome da cidade de destino. Em alguns casos, as baterias não entregues foram remetidas de volta à Nokia.

Estima-se que o custo da gestão da logística reversa das mais de 40 milhões de baterias defeituosas tenha sido de cerca de US\$ 172 milhões, um valor bastante expressivo para

um processo não previsto na estratégia da empresa (<http://www.financialexpress.com/news/Nokia-battery-recall-to-cost-172m/212538>).

Logística reversa

Em fim de setembro, a Nokia emitiu uma diretiva sobre suas preocupações com o meio-ambiente, estipulando que baterias usadas deveriam ser dispostas de forma ambientalmente responsável. Envelopes com isolamento vazios, enviados pela Matsushita a partir de sua fábrica na China foram enviados para cada endereço de cada cliente que havia tido sua bateria substituída. Clientes eram solicitados a enviarem suas baterias defeituosas de volta no envelope aos CSCs. Nos CSC's, baterias defeituosas eram embaladas nas mesmas caixas recebidas no envio das baterias para reposição e enviadas para um armazém da Blue Dart que, depois de consolidar a carga, enviava as baterias em grandes quantidades para a Nokia India em Delhi por ar, de onde seguiriam de volta para a Matsushita.

Alternativas

A gestão da Nokia rapidamente notou que se houvesse uma série de processos melhor desenhados e gerenciados – por exemplo, um protocolo para recall, teria sido muito mais fácil realizar as atividades de recall necessárias para resolver o problema das baterias que inchavam.

Além disso, ficou evidente que processos reversos para os produtos ou partes dos produtos Nokia, principalmente aqueles ambientalmente perigosos como baterias seriam cada vez mais numerosos e os volumes seriam cada vez maiores daquele ponto em diante.

A gestão se perguntava quais lições dos problemas encarados quando do recall das baterias poderiam ser usados para o desenho de processos de logística reversa para volumes muito maiores, como aquele, por exemplo, das baterias que necessitam ser dispostas no final da sua vida útil.

1. Os sistemas de recall podem ser considerados entre os modelos mais antigos de retorno de produtos e materiais fora de conformidade. Apesar do alto custo, são praticados cada vez com mais frequência, como reflexo de políticas públicas e de mercado. Quais aspectos da fabricação, venda e consumo tornam o *recall* mais necessário e quais aspectos podem reduzir a incidência de *recall*?
2. Use o modelo de referência do Capítulo 9 para representar, criticar e propor melhorias para o sistema de recall da Nokia.