

OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONOMICO-FINANCEIROS DE POLÍTICAS DE LOGÍSTICA REVERSA DE PRODUTOS ELETRÔNICOS NO BRASIL

Fabricio Molica de Mendonça (UFSJ)

fabriciomolica@yahoo.cm.br

Eduardo Correia Miguez (UFRJ)

ecmiguez@yahoo.com.br

Rogério de Aragão Bastos do Valle (UFRJ)

valle@pep.ufrj.br



A logística reversa, de mera fonte de custos adicionais, passou a ser vista como uma vantagem competitiva. O estudo descreve três estratégias diferenciadas desenvolvidas por empresas que atuam na área de produtos eletrônicos no Brasil. Essas empresas transformaram a logística reversa, de mera fonte de custos adicionais, em uma vantagem competitiva. O primeiro trata de uma grande organização que busca, recolher e tratar os seus equipamentos eletrônicos após o uso. O segundo busca aproveitar sobras de resíduos e aquisição de telas e cones de computadores para a fabricação de telas de televisão. O terceiro trata do funcionamento de um operador logístico, como oportunidade de mercado. Nos três casos estudados, pôde-se comprovar a possibilidade de associar benefícios ambientais e benefícios econômico-financeiros.

Palavras-chaves: Logística Reversa, Produtos Eletrônicos, Benefícios Econômico-financeiros

1. Introdução

O paradigma de crescimento econômico e de aumento da riqueza que guiou a evolução das sociedades capitalistas durante o século passado trouxe consequências ambientais e sociais danosas, comprometendo a qualidade de vida na Terra. Por isso, o século XXI tende a incorporar o conceito de desenvolvimento sustentável. Em sua expressão mais difundida, este conceito impõe que as gerações atuais satisfaçam suas necessidades sem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras (BRUNTLAND, 1987). Tal condição altera radicalmente a tomada de decisões pelos agentes do desenvolvimento (governantes, empresários, trabalhadores, etc.) que, por décadas, usaram modelos baseados unicamente em critérios econômicos. Os novos modelos de decisão agregam dimensões ecológicas, culturais e sociais e, mais ainda, consideram o efeito recíproco desses fatores.

No desenvolvimento sustentável, o uso de recursos não renováveis e a produção de resíduos que degradam o ambiente exigem, em contrapartida, o reuso, a recuperação ou a reciclagem de produtos. Para tanto, é preciso usar canais de distribuição reversos que reincorporam ao ciclo de produção ou de negócios os bens que já se encontram nas fases de pós-venda ou de pós-consumo.

Nas indústrias tecnologicamente avançadas, como a indústria eletrônica, a preocupação com o fluxo reverso deve ser maior, já que a constante inovação tecnológica reduz o tempo de obsolescência dos produtos, elevando o volume de descarte e o impacto negativo no meio ambiente. Em resposta, surgiram legislações ambientais mais duras e uma maior conscientização do consumidor. As indústrias viram-se então compelidas a comprometerem-se mais seriamente com o destino dos seus produtos após o uso, criando estratégias de Logística Reversa.

Este artigo tem por finalidade apresentar três casos da logística reversa de produtos eletrônicos no Brasil, mostrando como planejamento, operação e controle de fluxos logísticos contribuíram para unir preservação do meio ambiente e vantagens econômico-financeiras.

2. Logística Reversa: definições, atividades e interesse

Graças ao conceito de desenvolvimento sustentável, a Logística Reversa ganhou importância significativa nos últimos anos. No entanto, o fluxo inverso de produtos e de materiais vem sendo objeto de estudo desde os anos 70 (DE BRITO, 2003). Naquela década, os trabalhos de Gultinan & Nwokoye (1974) já empregavam os termos “canais reversos” e “fluxos reversos”. Durante os anos 80, Lambert & Stock (1981) lançaram a expressão “indo pelo caminho errado”. A partir da década de 90, surgiram várias novas concepções, com destaque para o termo “Logística Reversa” apresentado por Rogers & Tibben-Lembke (1998) como uma inversão da logística e definido por eles como o processo, eficiente e de baixo custo, de planejamento e implantação do controle dos fluxos de materiais, de produtos acabados e de informações relacionadas, do ponto de consumo ao ponto de origem, para recuperar o valor ou fazer o descarte de forma apropriada.

Daher et. al. (2003) consideram que a logística reversa diz respeito a todas as atividades logísticas de coletar, desmontar e processar produtos, materiais ou peças após seu uso, para assegurar uma recuperação sustentável. Rogers e Tibben-Lembke (2001) listam as seguintes atividades: retorno, reuso, recuperação, reforma, remanufatura, reempacotamento, reciclagem ou descarte em aterro. Essas atividades foram classificadas por Prahinski e Kocabasoglu (2006) em quatro grupos:

- a) O reuso para imediata revenda ou reutilização do produto;
- b) O upgrade do produto graças a sua reembalagem, reparação, reforma ou remanufatura;
- c) A recuperação do produto tanto por meio da canibalização (reaproveitamento de alguns componentes dos produtos retornáveis) (KUMAR E MALEGEANT, 2005), quanto por meio da reciclagem;
- d) O gerenciamento dos resíduos a serem incinerados ou enviados para aterro.

Tal classificação deixa clara a contribuição da logística reversa ao desenvolvimento sustentável: diminuir o consumo de recursos não renováveis e reduzir ou eliminar resíduos que afetam negativamente o meio ambiente (CARTER & ELLRAM, 1998).

Todavia, nem sempre há uma compreensão tão ampla da logística reversa. Muitas vezes, as empresas limitam-se a recolher produtos, sem gerenciar adequadamente o caminho destes até o descarte (MIGUEZ, 2007). Esta visão restrita da logística reversa traz, quase sempre, vários impactos ambientais negativos. Relatórios vêm mostrando que diversos fabricantes americanos e europeus de componentes eletrônicos recolhem seus produtos e enviam nos para países da África, alegando estarem contribuindo para o acesso da população desses países à informática e a outros produtos de tecnologia avançada. Em consequência, surgiram graves passivos ambientais em tais países, decorrentes de contaminação por substâncias tóxicas. Segundo relatório do Grupo de Ação de Basel (“The Basel Action Network” - BAN), de 2005, 75% dos equipamentos de informática exportados para países africanos é lixo, ou seja, seu reaproveitamento não é economicamente viável, seja por reuso ou por remanufatura. Além disso, os países africanos não possuem qualquer estrutura para tratamento de lixo eletrônico. Os produtos terminam em aterros, onde as toxinas facilmente se infiltram nos lençóis freáticos. Mais ainda: devido a queimadas rotineiras, são emitidas no ar substâncias químicas tóxicas, como dioxinas e metais pesados. Para combater esta situação, a ONG Greenpeace elaborou, no ano de 2006, um guia ambiental de produtos eletrônicos (*Guide to Greener Electronics*), que tem por fim orientar os fabricantes para a responsabilidade sobre todo o ciclo de vida de seus produtos, incluindo o lixo eletrônico que eles geram. O objetivo principal é fazer com que as empresas eliminem dos produtos as substâncias perigosas e, ainda, recuperem e reciclem seus produtos, logo que se tornem obsoletos.

De um modo mais geral, a edição de legislações ambientais mais severas e conscientização do consumidor sobre a importância do meio ambiente estão obrigando as empresas de todos os setores a reconhecer sua responsabilidade sobre todo o ciclo de vida de seus produtos. Impactos ambientais causados por produtos já entregues aos clientes são cada vez mais atribuídos (totalmente ou em parte) aos fabricantes. Com isto, ganha enorme interesse o estudo de eventuais benefícios econômicos na reinserção destes produtos e resíduos no processo produtivo, já que a alternativa das empresas seria incorrer nos altos custos de seu correto descarte (DAHER ET. AL, 2003).

A obrigação de gerir o ciclo de vida dos produtos (LCM – Life Cycle Management) (UNEP, 2007) faz com que as empresas alcem a logística reversa a um patamar estratégico. De mero custo relacionado ao cumprimento de exigências legais (QUINN, 2001), ela tornou-se uma possível fonte de receitas e, eventualmente, até mesmo de vantagem competitiva, quando permite desenvolver melhor relacionamento com os demais agentes da cadeia produtiva, com os clientes e com os stakeholders (STOCK ET. AL., 2002).

3. A Importância da Logística Reversa em Equipamentos eletrônicos

A indústria de produtos eletrônicos é uma das que mais cresce no mundo (inclusive em países

asiáticos e latino americanos). Além disto, ela promove uma rápida obsolescência de seus produtos (computadores, monitores, celulares, televisores e outros). O efeito conjunto destas duas características traz um grande desafio à sustentabilidade: a geração de grandes volumes de lixo eletrônico, altamente nocivo ao meio ambiente. Nos EUA, por exemplo, segundo a Associação Internacional de Recicladores de Eletrônicos, a cada ano 400 milhões de equipamentos eletrônicos se transformam em lixo, o que corresponde a 1,5% do lixo do país (BAN, 2005). A maioria dos produtos eletrônicos possui materiais com substâncias tóxicas que provocam danos ao meio ambiente. Por isso, não podem ser descartados junto com o lixo doméstico. Contudo, é sabido que, muitos dos produtos e dos componentes desses produtos (plásticos, metais, vidros, placas, teclados etc.) podem ser recuperados, reutilizados, reciclados ou, em derradeira instância, converterem-se em resíduos gerenciados. Isso evita que substâncias tóxicas ou materiais com período longo de deterioração sejam lançados no meio ambiente, por descarte em aterros sanitários ou incineração. Para os fabricantes, esta logística reversa pode significar tanto um custo adicional, quanto um ganho adicional. Esta segunda possibilidade ocorre ou por redução de custos, ou por aumento das receitas, obtidos, em geral:

- a) Pela terceirização da logística reversa;
- b) Pela coleta de equipamentos e materiais provenientes de outras empresas, vendidos a seguir a empresas especializadas;
- c) Pelo uso de peças remanufaturadas;
- d) Pela venda de materiais, como plásticos, metais, vidros, etc.;
- e) Pela remanufatura e revenda de peças e equipamentos.

De acordo com Fleischmann, Van Nunen & Grave (2003) e Wee Kwan Tan & Kumar Weer (2006), a decisão da melhor estratégia de Logística Reversa para a empresa depende:

- a) da viabilidade de recolhimento e venda de equipamentos usados para empresas especializadas;
- b) da possibilidade de aquisição de produtos remanufaturados para uso;
- c) da capacidade de reaproveitamento, pela própria empresa geradora, de equipamentos ou resíduos após o uso;
- d) do volume de resíduos produzidos;
- e) da possibilidade de aquisição de resíduos de outras empresas para reaproveitamento;
- f) da disponibilidade de espaço e pessoal para o recolhimento e tratamento adequado e;
- g) principalmente, do grau de impacto na atividade central da empresa.

4. A Logística Reversa de Equipamentos eletrônicos no Brasil

Serão apresentados a seguir três casos de logística reversa de produtos eletrônicos no Brasil. Cada caso corresponde a uma estratégia específica de obtenção de retornos financeiros, seja por redução de custos ou por obtenção de receitas. A primeira empresa (aqui chamada de Alfa) é uma grande organização multinacional de origem americana, que busca recolher e tratar, ela mesma, os seus equipamentos eletrônicos após o uso. A segunda empresa (Beta) é um grande fabricante multinacional de origem européia, que usa resíduos para a fabricação de telas de televisão. A terceira empresa (Gama) é um operador logístico brasileiro de pequeno porte, que trata a logística reversa como oportunidade de mercado.

4.1. A operação reversa de uma grande empresa fornecedora de servidores e de computadores pessoais

Alfa é uma empresa de grande porte, que se dedica a vender produtos eletrônicos e serviços complementares em todo o território nacional, incluindo venda de hardwares (como

servidores e computadores para uso pessoal), venda de softwares, prestação de serviços de Tecnologia da Informação e manutenção de máquinas equipamentos e softwares.

As atividades de logística reversa da empresa concentram-se nos servidores e nos computadores de pequeno porte. Os servidores são produzidos pela própria empresa. Os computadores de uso pessoal são produzidos por terceiros segundo critérios pré-estabelecidos por Alfa e vendidos com a marca de Alfa. Os servidores representam 92% da receita decorrente da atividade de logística reversa e os computadores pessoais, os 8% restantes.

4.1.1. O modelo de logística reversa adotado

Na análise da viabilidade econômica da re aquisição pela Alfa de uma máquina em poder de um cliente, são observados os seguintes aspectos:

- estado da máquina usada: quanto menos tempo e dinheiro for necessário para recuperar, maior será o interesse da Alfa na recompra do equipamento;
- custo de compra da máquina usada: o preço e potencial de realização da venda de um novo equipamento é levado em consideração no cálculo do valor a ser pago pela máquina usada;
- custo de remanufatura: deve se esse custo superar o orçamento previsto, a empresa acaba arcando com a redução de sua margem de ganho;
- custo de reparo: caso o custo das peças a serem substituídas seja muito alto, a máquina é encaminhada para desmonte e reciclagem;
- possibilidade de reaproveitamento: caso problemas técnicos inviabilizem o reaproveitamento da máquina, esta é encaminhada para desmonte;
- contrato de venda inicial: os contratos de leasing de servidores fornecem informações importantes para o planejamento da logística reversa: valor do contrato, tempo de leasing e vontade de compra pelo cliente ao final do contrato.

Tanto para servidores como para computadores pessoais, a escolha do tipo de logística reversa a ser adotado segue o modelo de tomada de decisão desenvolvido pela matriz da empresa (figura 1). Esse modelo consiste em uma série decrescente de priorização das técnicas de logística reversa, em função da comparação entre o potencial de recuperação do valor e do benefício ambiental, por um lado, e o custo de recuperação ou de descarte de produto ou material, por outro.



Figura 1 – Prioridades de tratamento de logística reversa de Alfa

Esta seqüência de prioridades decrescentes define o reaproveitamento das máquinas para

revenda como a primeira opção a ser considerada. Caso os aparelhos cheguem à empresa em estado de obsolescência ou de inviabilidade econômica para recuperação, são encaminhados para desmonte. Uma vez desmontados, os componentes são testados. Os que estiverem em boas condições, são armazenados para reuso na remanufatura de máquinas ou, como segunda opção, como peças de reposição para clientes. Peças que não puderem ser reusadas são vendidas para fornecedores da Alfa ou para montadores de computadores de outras marcas. Quando o reuso ou venda é impossível, e somente neste caso, as peças e componentes seguem para tratamento e destinação final adequada.

4.1.2. Organização e estrutura das atividades de logística reversa da Alfa

Para a realização destas atividades de logística reversa, a Alfa possui um setor específico com 30 funcionários, divididos em duas áreas: uma área comercial, que cuida da compra e venda de computadores e uma área operacional, que lida com o retorno físico dos produtos. Há ainda funcionários terceirizados para cuidar da coleta, triagem, desmonte e remanufatura dos equipamentos.

A condução dos trabalhos de logística reversa de servidores e de computadores pessoais obedece a uma mesma estrutura geral, pois nos dois casos o objetivo principal é o reaproveitamento das máquinas para revenda. Contudo, há certas diferenças importantes, devido às especificidades de cada um destes dois produtos no que se refere a prazos previsíveis de retorno, tipos de clientes, forma de distribuição e de venda e tipo de contrato utilizado na transação (MIGUEZ, MENDONÇA & VALLE, 2007a). Os itens que se seguem descrevem cada um dos dois casos.

4.1.2.1. A Logística Reversa de servidores

A venda dos servidores é feita por meio de um contrato de leasing, com tempo determinado. Esse contrato permite que, no final, o cliente tenha a opção de ficar ou não com o equipamento. O próprio contrato estipula o valor de compra do equipamento pelo setor de Logística Reversa de Alfa, geralmente em torno de 10% do valor do servidor. Por exemplo, se um servidor novo custar US\$ 5 milhões e a área de logística reversa oferecer 10% deste valor, a contratante pagará US\$ 4,5 milhões até o final do contrato de leasing, quando então poderá escolher entre pagar US\$ 500 mil e ficar em definitivo com a máquina, ou devolvê-la. O dilema do departamento de logística reversa de Alfa é oferecer um valor que não seja nem tão baixo a ponto de estimular a compra do servidor pela empresa contratante, nem tão alto a ponto de inviabilizar o lucro com a revenda. Caso o cliente não adquira o equipamento em definitivo, a Alfa efetua o retorno do servidor até seu depósito.

Quando a área comercial anuncia uma nova venda, a área operacional do setor de logística reversa começa o processo de remanufatura dos servidores retornados. Esta remanufatura não pode se dar antes de alguma venda, pois todo servidor é customizado para um dado cliente. Por exemplo, uma companhia aérea necessita de maior capacidade de processamento, enquanto um banco necessita de maior capacidade de armazenagem de dados. Dado que o ciclo de vida de um servidor varia entre 8 e 10 anos, uma mesma máquina pode passar por várias remanufaturas e customizações. Como os próprios consultores da Alfa se envolvem nas vendas de equipamentos, o fluxo de informações é facilitado, permitindo que a empresa tenha uma previsão do retorno desses servidores, com alto grau de acerto.

A margem de contribuição unitária (diferença entre preço de venda e o custo variável) com a revenda de um servidor é consideravelmente alta, até mesmo quando comparada com a margem de contribuição de um servidor novo (Tabela 1).

Item	Servidor novo		Servidor remanufaturado	
	US\$	%	US\$	%
Preço de Vendas	15.000.000	100%	5.000.000	100%
(-) Custos Variáveis	9.000.000	60%	700.000	14%
(=) Margem de contribuição unitária	6.000.000	40%	4.800.000	96%

Fonte: Miguez, Mendonça & Valle (1997a).

Tabela 1 – Margem de contribuição unitária de um servidor novo e de um servidor remanufaturado

Um servidor remanufaturado pode ser vendido por 1/3 do valor do servidor novo. O custo variável desse servidor é de 14% do preço de vendas, apresentando uma margem de contribuição de 86%, sem a dedução de impostos. Com a oferta de um produto mais barato, é possível atender empresas de menor porte, cujas necessidades em termos de tecnologias de informação não exigem servidores de última geração.

Quando o servidor não pode ser remanufaturado, parte de suas peças é reaproveitada e parte é encaminhada para reciclagem. Mesmo a destinação de componentes para reciclagem gera retornos para a empresa, uma vez que peças lucrativas como placas e circuitos são enviadas para empresas especializadas na extração de metais preciosos.

4.1.2.2. A Logística Reversa de computadores pessoais (PCs)

A obsolescência induzida pelos fabricantes de hardware e de software faz com que a vida útil média de um computador pessoal (PC) não vá além de 2 a 3 anos, em muitos países. Porém, em razão de suas menores disponibilidades financeiras, o consumidor brasileiro tende a efetuar a troca apenas quando o PC apresenta problemas, ou não serve mais para a realização de determinadas atividades. Com isso, o melhor canal para captar PCs usados são as empresas, que sempre estão em busca de máquinas mais modernas para suas operações. Quando as empresas se comprometem em trocar seus PCs em um determinado prazo, a Alfa ganha a possibilidade de controlar com exatidão o número de produtos que retornam.

Sempre que a Alfa realiza uma venda de equipamentos mais modernos para uma grande empresa, o setor de logística reversa recebe os PCs antigos e os repassa para empresas de menor porte, que não necessitam de computadores de última geração. Tal procedimento é adotado também por concorrentes da Alfa. A compra e a revenda de PCs usados são quase concomitantes. Os computadores são testados ao chegar ao depósito. Quando estão em condições de uso, têm cada um de seus componentes testados, de modo a deixá-los com as mesmas características e configurações de quando saíram da fábrica. Cerca de 80% dos PCs podem ser reaproveitados. Em caso contrário, são enviados para desmonte.

Após o desmonte, as peças e componentes podem ter vários destinos. Muitas são reaproveitadas para reposição, ou para revenda. Quando defeituosas ou obsoletas, são separadas por tipos de materiais e colocadas em caixas separadas, antes de seguir para descarte. Circuitos e drivers são inutilizados, para que não possam ser futuramente aproveitados por terceiros. Os materiais são prensados, pesados e separados para serem coletados por empresas certificadas, especializadas na reciclagem de cada material. Por se tratar de uma empresa grande e com grande quantidade de materiais, o poder de barganha da Alfa é alto, até mesmo se comparado com empresas especializadas na recuperação de materiais eletrônicos.

4.2. A operação reversa de uma grande empresa fabricante de telas e tubos de televisão (empresa Beta)

A empresa Beta é uma multinacional de origem européia, com fábricas espalhadas pelo Brasil. No momento da pesquisa, ela ainda fabricava televisores com tecnologia CRT (tubo de raios catódicos). A tecnologia CRT prevaleceu, durante décadas, nos aparelhos de televisão. A imagem é criada através de um bombardeamento controlado de elétrons em uma superfície plana coberta com substâncias fosforescentes (KUEHR & WILLIAMS, 2003). O componente principal do CRT é um tubo de vidro, com um canhão de elétrons montados na estreita parte final e uma ampla área plana, oposta ao canhão, formando uma tela. O canhão dispara elétrons que são desviados por magnetos, de modo a atingir, seletivamente, diferentes partes da tela, cujas camadas fosforescentes são capazes de brilhar em cores diferentes, quando tocadas. Uma máscara de buracos logo atrás da tela permite o controle apropriado da imagem.

A tela e o cone são de vidro e contêm substâncias químicas prejudiciais à saúde de trabalhadores e ao meio ambiente. Tais substâncias são inseridas já no início do processo de fabricação. A tela contém bário e estrôncio. O cone contém chumbo, importado do México na forma de granulado, uma vez que o chumbo bruto pode trazer danos às pessoas que o manuseiam no percurso.

4.2.1. O modelo de logística reversa adotado

Telas e cones eram produzidos de modo verticalizado, ou seja, a empresa operava internamente todo o processo produtivo, desde a aquisição de matéria-prima básica para a produção dos componentes, até o processo de vendas e comercialização do produto acabado. As telas eram produzidas numa fábrica em Mauá e os cones numa fábrica em Suzano. No momento da pesquisa, cada fábrica produzia em seus fornos 9,9 milhões de unidades, o que representa uma produção diária de 180 toneladas de tela e de 130 toneladas de cone.

O processo de produção envolvia uma perda média de 15% de peso bruto, em ambos os produtos. Geralmente, essa perda ocorria na fase de corte do vidro (ainda na forma pastosa), ou na fase de polimento. Se o volume total dessa perda fosse enviado como lixo para descarte, o impacto ambiental seria muito significativo: 46,50 toneladas/dia de resíduos danosos ao meio ambiente, dos quais 27 toneladas/dia provenientes da tela e 19,5 toneladas/dia provenientes do cone.

Como forma de reduzir o volume de descarte, a empresa solicitou testes de reaproveitamento dos resíduos de vidro por meio de reutilização no processo produtivo. A operação mostrou-se viável, uma vez que foi possível obter a mesma quantidade de telas e cones, sem perda dos padrões de qualidade. A composição para telas era de 75% de cacos associados a 25% de matéria-prima virgem. A composição para cones era de 92,5% de cacos associados a 7,5% de matéria-prima virgem (tabela 2).

Item	Telas	Cones
Cacos ou resíduos	75%	92,5%
Matéria-Prima virgem	25%	7,5%
Total	100%	100%
Volume diário produção (ton)	180	130

Fonte: Miguez, Mendonça & Valle (2007b)

Tabela 2 – Composição da matéria-prima para a produção de telas e cones

O ganho em termos de sustentabilidade ambiental era duplo: redução do descarte pelo uso de

resíduos na produção e redução do recurso a matérias-primas virgens. Entretanto, a produção diária de resíduos era baixa, diante da capacidade dos fornos e do volume necessário para a composição da matéria-prima. O problema então se inverteu: de um excesso de resíduos, passou-se a ter uma falta. Para solucioná-lo, a empresa desenvolveu estratégias para captar cacos oriundos de telas e cones, seja de televisores, seja de monitores de computador. Com isto, ela criou um modelo de produção inédito, baseado em logística reversa. A figura 2 representa o macroprocesso de produção. Retalhos de vidro oriundos do próprio processo produtivo, associados a cacos provenientes de telas e cones de computadores e televisores usados, passaram a ser compostos com matéria-prima virgem para a fabricação de telas e cones.

As possíveis fontes de fornecimento de cacos eram três:

- grandes organizações estruturadas para o envio de peças descartadas;
- oficinas de conserto de televisões e monitores, que não têm estrutura suficiente para o envio dos equipamentos e necessitam, portanto, de ajuda para o transporte;
- importação, principalmente de empresas americanas e européias que recebem apoio de seus governos para darem uma destinação adequada para estes produtos, como o envio para um fabricante do material.

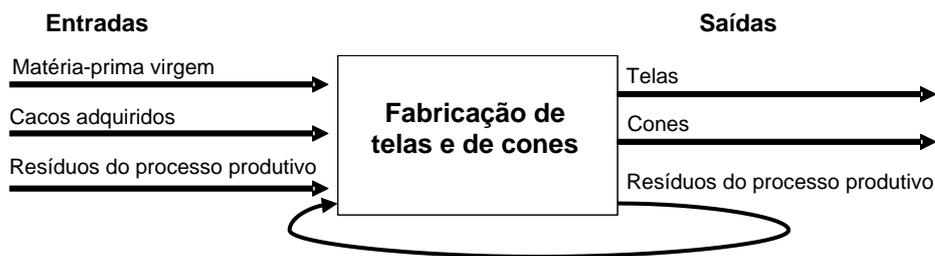


Figura 2 – Fluxo de entradas e saídas do processo de produção de telas e cones

A terceira opção predominou. Em 2006, o volume de importação de cacos de vidro chegou a 40 mil toneladas. Todo o material coletado passava por um processo de descontaminação. Seguiu-se uma separação entre elementos orgânicos, metais, não metais, etiquetas e plásticos. O vidro era lavado e depois tinha suas propriedades analisadas no laboratório, pois as especificações destes vidros podiam ser diferentes das requisitadas para a inserção deles como matéria-prima. Caso isto ocorresse, era feita uma adição ou subtração de substâncias, para adequação às exigências de composição da matéria-prima. Neste processo havia, geralmente, 5% de perda de material.

4.2.2. O retorno financeiro da estratégia de logística reversa usada

A utilização de cacos podia propiciar retorno de investimento, devido a economias com equipamentos (aumento da vida útil do forno) e com insumos (redução do custo de matéria-prima e de energia elétrica).

4.2.2.1. Aumento do tempo de vida útil dos fornos

Cada fábrica de telas ou de cones possuía, como um de seus equipamentos-chave, um forno de grandes proporções (cerca de 100 m²). Por trabalharem com temperaturas elevadas (entre 1.200° C e 1.600° C), possuíam vida útil de apenas oito anos. Para a construção de um forno novo, o investimento necessário era da ordem de US\$ 8 milhões. Uma reforma que trocasse

todas as partes internas e parte do refratário garantia o mesmo tempo de vida útil e saía por cerca de US\$ 5 milhões.

Ora, a utilização de cacos na composição da matéria-prima permitia que os fornos trabalhassem com uma temperatura mais baixa. Isto se refletia nos gastos com energia elétrica e ainda aumentava em dois anos o tempo de vida útil do forno. Este acréscimo na vida útil era bastante significativo: a cada quatro reformas, economizava-se o valor de um forno novo.

4.2.2.2. Economias em matérias-primas e em energia elétrica

A utilização de cacos na composição de matéria-prima para a fabricação de telas e cones apresentava reduções de 30% nos custos em matéria-prima e energia elétrica, com um impacto de 2,71% no custo total da tela e de 3,34% no do cone (já incluídos os custos extra provocados pelo transporte de cacos, pela análise em laboratório e pela limpeza e adequação dos cacos).

4.2.2.3. Avaliação do retorno financeiro trazido pela utilização de cacos de vidros para a fabricação de telas e cones

Para demonstrar o impacto da redução de custos sobre o retorno da empresa, sem expor dados julgados confidenciais, optou-se por mostrar a redução do custo unitário e o efeito sobre o volume de produção anual (tabela 3).

Item	Telas	Cones
Custo unitário com a utilização apenas de matéria-prima virgem	28,17	23,47
Custo unitário com a utilização da composição de matéria-prima virgem com cacos	27,40	22,69
Redução do custo unitário	0,77	0,78
Volume anual de produção em unidades	9.900.000	9.900.000
Redução de custos por ano	US\$7.557.465	US\$7.761.972

Fonte: elaboração própria

Tabela 3 – Custos dos componentes tela e cone em dólares

4.3. A operação reversa por meio de um operador logístico (Empresa Gama)

Ao contrário das pequenas e médias empresas, as grandes corporações possuem recursos financeiros, humanos e logísticos para realizar internamente a logística reversa dos produtos eletrônicos por elas fabricados. Ainda assim, muitas vêm contratando operadores logísticos especializados, ou porque a logística reversa tem pouco impacto em suas core activities, ou porque preferem apenas gerenciá-la (caso, por exemplo, da HP), ou ainda porque querem apenas se desfazer de aparelhos eletrônicos usados sem reaproveitá-los e sem necessidade de proteção da marca.

A empresa Gama foi criada para aproveitar essa oportunidade de negócio. É um operador logístico multinacional, com sede nos Estados Unidos e filiais na Ásia, Europa e América do Sul. Desde 2005, possui um depósito no Brasil, com 13 funcionários, para atuar no retorno e tratamento de produtos eletrônicos, oriundos de empresas que não desejam imobilizar espaço físico armazenando materiais que não serão reaproveitados, nem tampouco investir em

tratamento de resíduos. Recebe por mês um volume médio de 15.000 kg de produtos eletrônicos, quase sempre provenientes de três canais:

- produtos defeituosos devolvidos pelos clientes, sem possibilidade de reparo;
- produtos obsoletos, retirados do mercado para dar lugar a linhas mais modernas;
- sobras de materiais gerados durante o processo produtivo da empresa.

4.3.1. O modelo de logística reversa adotado pelo operador logístico

Ao ser contratada, a Gama exige que a contratante acumule um volume mínimo de 3.000 quilos de material. O processo de logística reversa é feito por meio de quatro etapas: recolhimento do material, desmonte e triagem, acondicionamento de materiais e destinação dos materiais (Figura 3).

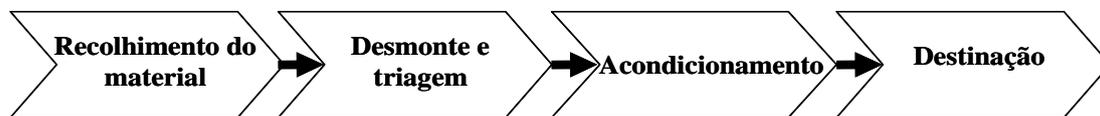


Figura 3 – O processo de logística reversa da empresa Gama

1. *Recolhimento do material:* após juntar um mínimo de 3.000 kg, a contratante aciona a empresa Gama, para que possa retirar o conteúdo e transportá-lo até o seu armazém para pesagem. Após a pesagem, o material é encaminhado para a área de estoque inicial, para aguardar o processo de desmonte e separação.
2. *Desmonte e triagem:* no processo de desmonte e triagem, os materiais são retirados das embalagens e colocados em um balcão comprido, onde ficam as ferramentas e os funcionários treinados para o desmonte. Após o desmonte, os materiais são separados por tipos: vidro, plásticos, componentes, circuitos, baterias, discos rígidos, etc. A partir dessa separação, os materiais são encaminhados para o processo de acondicionamento.
3. *Acondicionamento de materiais:* nesta fase os produtos são acondicionados em caixotes com identificação do tipo de materiais. Peças perigosas ou nocivas são separadas e colocadas em um local apropriado, para posterior destinação. Componentes como circuitos *slots* de memória são triturados em uma máquina e, em seguida, armazenados em caixotes separados.
4. *Destinação dos materiais:* a fase de destinação é a mais ampla e envolve procedimentos bastante diferenciados. As CPU's, por exemplo, são enviadas para a matriz, nos Estados Unidos, para que possam ter destinação adequada (recuperação ou desmonte). Os tubos catódicos e os vidros dos monitores, que contêm chumbo, são enviados para uma empresa especializada. Os materiais triturados são enviados para uma refinaria na Bélgica, para a extração de metais preciosos como a prata, o ouro, a platina e o paládio. Os materiais como discos rígidos e *drivers* de CD e de DVD podem ser revendidos pela Gama. Os demais materiais (plásticos, vidro, papelão, cobre, alumínio e ferro) são acondicionados e destinados a centrais de reciclagem.

4.3.2. Gastos e retornos financeiros do operador logístico

Os gastos e retornos financeiros (tanto para a Gama, como para seus clientes) variam conforme o tipo de produtos coletados. Esses podem ser classificados em três grupos, conforme mostra a tabela 4.

Classificação	Característica	Exemplo
Grupo 1	materiais de alto valor de reciclagem	produtos que contêm circuitos com metais preciosos
Grupo 2	materiais de baixo valor de reciclagem	plásticos, vidros, aparelhos de som, aparelhos de DVD
Grupo 3	materiais com nenhum valor de reciclagem	baterias, lâmpadas e materiais danificados

Fonte: adaptado de Miguez (2007)

Tabela 4 – Classificação de produtos coletados e tratados pela empresa gama em grupos

No caso da coleta de produtos do grupo 1, o contratante deve remunerar a Gama pelo recolhimento. A Gama tritura os materiais e os encaminha à refinaria belga, que cobra pelo transporte. Após a separação dos materiais preciosos, com base em amostragem de vários lotes, a refinaria informa qual o volume de metais obtidos e qual o valor correspondente. Em alguns meses, faz o depósito na conta de Gama. Portanto, a Gama ganha tanto do contratante (pela retirada do produto), quanto da refinaria. Esta operação é tão rentável para a Gama que, em casos de alto volume de materiais preciosos contidos nos materiais, ela pode eventualmente nada cobrar de seu cliente, ou até mesmo remunerá-lo com um percentual dos ganhos enviados pela refinaria belga.

No caso do grupo 2, composto por produtos com baixo valor de reciclagem (aparelhos de som e DVD's), a Gama solicita ao cliente autorização para revender componentes. Caso ele concorde, a Gama não cobra pelos seus serviços. No Brasil, porém, a maioria das empresas não aceita este acordo, ao contrário do que ocorre nos Estados Unidos. O receio das empresas brasileiras é de que os produtos repassados à Gama cheguem com defeito a algum consumidor final, prejudicando sua imagem.

No caso da coleta de produtos do grupo 3 (como baterias, lâmpadas, plásticos contaminados, monitores quebrados e outros), o valor de reciclagem é insuficiente para cobrir os custos logísticos e de desmonte, principalmente quando há materiais perigosos nos produtos. Nestes casos, a Gama não cobra pelo recolhimento do material, mas divide com o cliente os custos do tratamento de materiais perigosos por uma empresa especializada.

5. Conclusão

Este artigo teve por finalidade apresentar três casos de logística reversa de produtos eletrônicos no Brasil, mostrando como o planejamento, operação e controle desses fluxos logísticos puderam contribuir para unir a preservação do meio ambiente com vantagens econômico-financeiras.

A empresa Alfa hierarquizou as técnicas de logística reversa numa escala de prioridades decrescentes, em função do potencial de recuperação do valor e do benefício ambiental: revenda de máquinas; desmonte de máquinas; reuso de partes e componentes; venda de partes e componentes; destinação final de materiais (descarte, reciclagem, reforma ou aterro). Por meio dessas técnicas, a empresa consegue cumprir a legislação ambiental, assegurar sua imagem no mercado e obter ganhos financeiros com a recuperação de valor de componentes e de produtos. Fleischmann, van Nunen e Gräve (2003) encontraram resultados compatíveis com este, em seu estudo sobre logística reversa na IBM.

No caso da empresa Beta, fabricante de telas e cones para tubos de imagem CRT, o modelo de logística reversa adotado consiste em utilizar, como entrada do processo de fabricação,

materiais provenientes tanto do próprio processo produtivo, como de descartes de monitores de outras empresas. Com isto, contribuí para reduzir o volume de recursos minerais e de materiais descartados em aterros. Os benefícios econômicos para a empresa consistem no prolongamento da vida útil dos fornos (fazendo com que a empresa reduza investimentos em reformas) e na redução de custos com insumos (redução do custo de matéria-prima e energia elétrica).

A empresa Gama é um operador logístico, que atende empresas de pequeno e de grande porte em atividades de Logística Reversa. O seu modelo consiste em coletar, separar, acondicionar e destinar materiais para tratamento, evitando o descarte em aterros. As principais receitas advêm de taxas de coleta de materiais, da retirada de metais preciosos, da revenda de componentes, da reciclagem de componentes e do reaproveitamento de materiais de menor valor. Os principais custos estão relacionados às atividades de transporte e de infra-estrutura e à destinação de materiais perigosos.

Essas três estratégias de logística reversa demonstram que é possível às empresas obter ganhos financeiros e, ainda, agregar valor ecológico, legal, logístico e de imagem. Os valores econômicos podem ser traduzidos no ganho adicional para a organização, proveniente de aumento de receitas ou de redução de custos. Em alguns casos, o ganho econômico pode chegar a viabilizar uma nova oportunidade de negócio.

Referências

BASEL ACTION NETWORK – BAN. *The digital dump: exporting, re-use and abuse to Africa.* Media Release Version, 2005.

BRUNTLAND, G. (ed.), "Our common future: The World Commission on Environment and Development", Oxford, Oxford University Press, 1987.

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

DAHER, C. E. ; SILVA, E. P. L. S.; FONSECA, A. P.. *Logística Reversa: Oportunidade para Redução de Custos através do Gerenciamento da Cadeia Integrada de Valor.* VIII Congresso Internacional de Custos Anais, Punta del Este, 2003.

DE BRITO, M.P. H. *Managing reverse logistics or reverse logistics management?*. Erasmus Research Institute of Management. PhD thesis. Rotterdam, The Netherlands, Erasmus University: 69, 2003.

FLEISCHMANN, M.; VAN NUNEN, J.V.; GRÄVE, B. *Integrating Closed-Loop Supply Chains and Spare-Parts Management at IBM.* *Interfaces*, vol. 33, no. 6, nov-dec 2003.

GULTINAN, J., NWOKOYE, N. *Reverse channels for recycling: an analysis for alternatives and public policy implications.* In Curhan, R. G., editor, *New marketing for social and economic progress*, Combined Proceedings. American Marketing Association, 1974.

KUEHR, R., WILLIAMS, E. *Computers and the environment – understanding and managing their impacts.* Kluwer. Holanda: Academic Publishers. United Nations University, 2003.

MIGUEZ, E.C, *Logística reversa de produtos eletrônicos: benefícios ambientais e financeiros*, 2007. Dissertação (Mestrado) – Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2007.

MIGUEZ, E. C.; MENDONÇA, F. M. ; VALLE, R. . *Estratégia de logística reversa de produtos eletrônicos: o caso da IBM.* In: XIV Simpósio de Engenharia de Produção, 2007, Bauru/SP. XIV SIMPEP. Bauru/SP, 2007a.

MIGUEZ, E.C.; MENDONÇA, F. M. ; VALLE, R. A. B. . *Impactos ambientais, sociais e financeiros de uma política de logística reversa adotada por uma fábrica de televisão - um estudo de caso..* *Revista Produção Online*, v. extra, p. 01-15, 2007b

LAMBERT, D. M., STOCK, J. R. *Strategical Physical Distribution Mangement.* Homewood, IL, 1981.

LEFF, E. *Racionalidade Ambiental a reapropriação social da natureza*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006

PRAHINSKI, C., KOCABASOGLU, C. *Empirical research opportunities in reverse supply chains*. Omega 34: 519-532, 2006.

QUINN, P. *Don't get rear-ended by your own supply chain*. In:
http://www.idsystems.com/reader/2001/2001_01/comm0101/index.htm Acesso em 06 mai./2007.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, RONALD S. *An examination of Reverse Logistics practices*. Journal of Business Logistics. Vol. 22, n.2: 129-148, 2001.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, RONALD S. *Going backwards: reverse logistics practices and trends*. Reno, Nevada, Reverse Logistics Executive Council, 1998.

STOCK, J. R. *Reverse Logistics*. Council of Logistics Management, Oak Brook, IL, 1992.

TIBBEN-LEMBKE, R.S. *Life after death: reverse logistics and the product life cycle*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 32. n.03:223-244, 2002.

UNEP, *Life Cycle Management: a business guide to sustainability*, 2007

WEE KWAN TAN, ALBERT; KUMAR, ARUN. *A decision-making model for reverse logistics in the computer industry*. International Journal of Logistics Management, Vol. 17 No. 3, pp. 331-35, 2006