

Estratégias de Ecodesign aplicadas às atividades da logística reversa

Ecodesign strategies applied on reverse logistics activities

Fernanda Steinbruch Araujo^[a], Claudete Barbosa Ruschival^[b], Ana Paula Bezerra Barquet^[c], Marcelo Gitirana Gomes Ferreira^[d], Fernando Antônio Forcellini^[e]

^[a] Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: feujo@hotmail.com

^[b] Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professora assistente do Departamento de Design e Expressão Gráfica da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM - Brasil, e-mail: claudete@ufam.edu.br

^[c] Doutoranda em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, SP - Brasil, e-mail: ana_barquet@yahoo.com.br

^[d] Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professor adjunto do Departamento de Design da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: marcelo.gitirana@gmail.ufsc.br

^[e] Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professor associado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: forcellini@gmail.com

Resumo

Fabricantes originais (OEM) muitas vezes não levam em consideração questões relacionadas ao reuso, reparo e descarte de seus produtos, por não as considerar favoráveis mediante a avaliação custo-benefício. Isto gera impactos ambientais em todo o ciclo de vida do produto, que poderiam ser evitados se considerações ambientais fossem incorporadas as atividades das empresas, assim como a responsabilidade sobre a disposição final dos seus produtos. O objetivo deste trabalho é discutir e relacionar estratégias de *Ecodesign*, pensadas ainda durante as fases iniciais do desenvolvimento do produto, para a maximização das etapas da Logística Reversa. O presente estudo constitui um ensaio teórico (SEVERINO, 2000) que faz uma análise lógico-reflexiva com ênfase na argumentação e interpretação pessoal a cerca dos temas *Ecodesign* e Logística Reversa. Com os resultados dessas análises, foram propostas ações para subsidiar a concepção de produtos mais adequados as diferentes etapas da Logística Reversa. Essas estratégias, quando aplicadas pensando no retorno do produto para o reaproveitamento pelo OEM, podem melhorar as etapas do fluxo reverso e ainda levar a diminuição dos impactos ambientais durante as fases de uso e reaproveitamento.

Palavras-chave: *Ecodesign*. Logística reversa. Ciclo de vida do produto.

Abstract

Original Equipment Manufacturers (OEM) often do not consider issues related to reuse, repair and disposal of their products because they do not realize advantages through the cost-benefit analysis. This fact generates environmental impacts throughout the product life cycle, which could be avoided if environmental considerations were incorporated into the activities of companies, as well as responsibility for the disposal of their products. The aim of this paper is to discuss and connect Ecodesign strategies, considered during the early stages of product development, to maximize the stages of Reverse Logistics. This study is a theoretical essay (SEVERINO, 2000) which is a logical and thoughtful analysis with an emphasis on personal interpretation and reasoning about the issues Ecodesign and Reverse Logistics. Though the results of this analysis, actions were proposed aiming to support the design of products appropriated to the different stages of Reverse Logistics. These strategies, when applied considered the return and recovery of products for the OEM, can improve the steps of the reverse flow and lead to further reduction of environmental impacts during all phases of use and reuse.

Keywords: Ecodesign. Reverse logistics. Product lifecycle.

Introdução

As preocupações relacionadas às questões ambientais ganham espaço e começam a influenciar o comportamento das empresas, assim, fabricar um produto pensando nas etapas desde a concepção até o fim de sua vida útil já não é suficiente. Nesta visão mais completa do ciclo de vida do produto, novas atividades e abordagens, como a Remanufatura, o *Ecodesign*, a Reciclagem, a Sustentabilidade e a Logística Reversa, são utilizadas e incorporadas às atividades das empresas que buscam manter-se no mercado.

Na maioria das vezes as opções de melhorias ambientais nos produtos são limitadas ao processo produtivo e a logística, como por exemplo, quando o produto já foi fabricado e está pronto para ser comercializado (NIELSEN; WENZEL, 2002). O fato do impacto ambiental de todo o ciclo de vida do produto não ser considerado durante sua concepção, dificulta o reaproveitamento dos recursos utilizados na produção e uso. A incorporação de atividades de *Ecodesign* tem o intuito de solucionar este impasse, por meio da concepção de produtos ecologicamente mais responsáveis ou sustentáveis.

Muitas empresas ignoram os produtos usados depois que são originalmente vendidos. A maioria dos produtos é projetado buscando minimizar os custos no uso de materiais, bem como durante a montagem e a distribuição e não são levadas em consideração as questões relacionadas as possibilidades de reuso, reparo e descarte. Os fabricantes geralmente acreditam que os custos de incorporar estas questões no projeto dos produtos não resultarão em um custo-benefício

favorável (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998). No entanto, as transformações técnicas e gerencias decorrentes desta nova visão já levam muitas empresas a transformar o problema em vantagens competitivas, tanto no que se refere à imagem institucional, quanto às vantagens decorrentes de alterações nos insumos básicos, redução dos desperdícios, economia de energia, entre outros aspectos (PIRES, 2004).

Assim, o aumento dos problemas ambientais e da consciência sobre o impacto dos produtos no meio ambiente leva as empresas a aumentarem a responsabilidade sobre a disposição final dos mesmos. Uma vez responsabilizados, os fabricantes passarão a se preocupar com os tipos de materiais utilizados durante a fabricação, com a desmontagem, com o rastreamento do uso e do pós-uso, e ainda com a coleta e as possibilidades de incorporar estes produtos ou seus materiais na produção de novos (PIRES, 2004).

Neste contexto, verifica-se a importância da Logística Reversa para o retorno dos produtos para reaproveitamento, bem como a relação que o *Ecodesign* apresenta com os fatores ambientais envolvidos na concepção do produto. Considerando o interesse da abordagem, o presente trabalho tomará como foco os seguintes temas: *Ecodesign* e Logística Reversa, relacionados às questões ambientais nas etapas do ciclo de vida de um produto.

Compreendendo a importância da redução do impacto ambiental durante todo o ciclo de vida do produto, e percebendo a escassez de práticas que englobem seu descarte, esta pesquisa objetiva relacionar estratégias de *Ecodesign*, consideradas ainda durante as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produtos, para

propor ações que maximizem as etapas da Logística Reversa, dada a importância da recuperação do valor econômico e ambiental empregados, também, durante o retorno do produto para o reaproveitamento.

Dessa forma, surge a necessidade de estruturar as atividades da Logística Reversa aliada às estratégias do *Ecodesign*. O *Ecodesign*, na concepção do produto, e a Logística Reversa na fase pós-utilização, aparecem como abordagens importantes para serem discutidas no que diz respeito ao uso equilibrado dos recursos naturais. Portanto, este trabalho discutirá de que forma as estratégias de *Ecodesign* tornam mais ecoeficientes as atividades da Logística Reversa.

Assim sendo, o questionamento que direciona a pesquisa é: Como incorporar estratégias de *Ecodesign* durante a concepção de produtos para facilitar as atividades da Logística Reversa, melhorando o retorno do produto para o reaproveitamento pelos fabricantes originais (*Original Equipment Manufacturer – OEM*)?

Entende-se que para projetar para o reuso, remanufatura ou reciclagem, as escolhas podem ser feitas ainda durante o desenvolvimento do produto. Quanto mais complexa for a montagem de um produto, maior será o número de etapas para a desmontagem e, conseqüentemente, mais difícil será o seu reaproveitamento.

O presente estudo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, baseada em passos sistematizados cronologicamente (CERVO; BERVIAN, 2002) em estudos primários a cerca dos temas *Ecodesign* e Logística Reversa. Entende-se por revisão sistemática abordagens que usam métodos explícitos e rigorosos para identificar, analisar e sintetizar textos de estudos relevantes das áreas de interesse da pesquisa. Para isso, foi realizada uma busca abrangente a partir de palavras-chaves em bases de dados referenciais a cerca dos temas. A pesquisa bibliográfica serviu também para a compreensão da relação positiva entre o *Ecodesign* e a Logística Reversa e para a redução dos impactos negativos dos resíduos sólidos sobre o meio ambiente.

É importante ressaltar que neste trabalho considera-se que o retorno do produto pós-consumo para reaproveitamento pelo OEM percorrerá um ciclo fechado, conceito que será apresentado no item que trata do referencial teórico.

Metodologia

Este artigo consiste em uma pesquisa teórica segundo Lakatos e Marconi (2009) e visa ampliar

generalizações e estruturar um modelo teórico, relacionando e investigando temas específicos. É ainda de natureza exploratória de abordagem qualitativa (RICHARDSON, 1999), pois tem como objetivo conhecer as características e padrões existentes sobre *Ecodesign* e Logística Reversa para postular associações entre esses temas, a fim de reunir informações e resultados que posteriormente possam ser integrados, resumidos ou mesmo agregados para subsidiar a tomada de decisão durante o desenvolvimento. Com os resultados desses estudos, se propôs um quadro com ações para maximização das etapas da Logística Reversa utilizando estratégias do *Ecodesign*.

Trata-se ainda de uma revisão de literatura sistemática em fontes primárias em documentos impressos e eletrônicos, realizada a partir de palavras-chave em bases de dados referenciais. A delimitação dos textos sobre Logística Reversa partiu de abordagens como as realizadas por Pires (2007) e Giacobbo, Estrada e Ceretta (2003) e sobre estratégias de *Ecodesign* de trabalhos de Tischner et al. (2000), Lewis (2001) e Fuad-Luke (2002). Os textos selecionados foram submetidos ao método de leitura científica, proposto por Cervo e Bervian (2002), cuja sistematização de passos obedece: (i) Visão sincrética, tem o objetivo de localizar as fontes e as informações de acordo com o propósito do estudo; (ii) Visão analítica, faz uma leitura critico-reflexiva dos textos selecionados para construir significados e escolher as ideias principais; (iii) Visão sintética, faz uma leitura interpretativa para concretizar o conhecimento a cerca das estratégias de *Ecodesign* e Logística Reversa existentes. Este sistema de leitura permitiu uma análise lógico-reflexiva com ênfase na argumentação e interpretação pessoal a cerca dos temas abordados. Com os resultados dessas análises, foram propostas ações para subsidiar a concepção de produtos mais adequados as diferentes etapas da Logística Reversa.

Referencial teórico

Para a compreensão das relações entre os temas abordados, são discutidos a seguir os conceitos e fundamentos de Logística Reversa e *Ecodesign*, bem como as pesquisas realizadas nessas áreas cujas abordagens se constituem como relevantes para este estudo. De que forma as atividades da Logística Reversa podem agregar valor para as empresas por meio da recuperação sustentável dos resíduos, e como o *Ecodesign* pode

contribuir para a efetivação eficaz dos processos de recuperação, são alguns dos pontos de discussão apresentados a seguir.

Logística reversa (LR)

De acordo com o Council of Logistics Management (apud TIBBEN-LEMBKE, 1998, p. 2), Logística Reversa (LR) é:

O processo de planejar, implementar e controlar de maneira efetiva e eficiente o fluxo de componentes, material em processamento, produto final e informações relacionadas desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o objetivo de recuperar valor.

Leite (2003) ainda acrescenta que a LR agrega valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

A abordagem da Logística Reversa está em desenvolvimento, devido a fatores como a crescente conscientização ecológica relativa aos impactos que os resíduos dos produtos, originados a partir do descarte de bens pós-consumo, podem causar ao meio ambiente (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).

Na Figura 1 é possível visualizar as atividades referentes tanto a Logística Direta quanto a Logística Reversa. As setas em cinza mostram o fluxo direto, desde o pedido do cliente até o transporte do produto a este cliente. As setas em preto apresentam o fluxo reverso, quando alguns dos resíduos do produto usado, podendo ser de pós-venda ou pós-consumo, voltam a ser suprimentos para a produção.

Portanto, a LR refere-se às atividades logísticas de coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais e peças usados a fim de assegurar uma recuperação sustentável. Para Prahinski e Kocabasoglu (2006, apud MIGUEZ; MENDONÇA; VALLE, 2007), essas atividades englobam:

- 1) o reuso para imediata revenda ou reutilização do produto;
- 2) o *upgrade* do produto que consiste em reembalar, reparar, reformar ou remanufaturar o produto, com intuito de atualizá-lo;
- 3) a recuperação do produto tanto por meio da canibalização – reaproveitamento de alguns componentes dos produtos retornáveis – quanto por meio da reciclagem;

- 4) o gerenciamento dos resíduos, que inclui incineração e envio do resíduo para aterro.

O Quadro 1 aponta alguns benefícios potenciais levantados por diversos autores, quando adotadas estratégias de logística reversa.

Apesar dos benefícios citados no Quadro 1, alguns motivos dificultam a implementação da LR pelas empresas, como a falta de um sistema que integre as atividades da logística tradicional com as da reversa e a dificuldade em medir o impacto e de controlar o retorno dos produtos e materiais (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

Além disso, para Rogers e Tibben-Lembke (1998), na maioria das vezes, os fabricantes não se sentem responsáveis por seus produtos após o consumo e há falta de estudos, por parte das empresas, para avaliar os impactos da prática da Logística Reversa nas organizações. Porém, com o desenvolvimento de legislações ambientais mais severas e a conscientização do consumidor sobre a importância do meio ambiente,

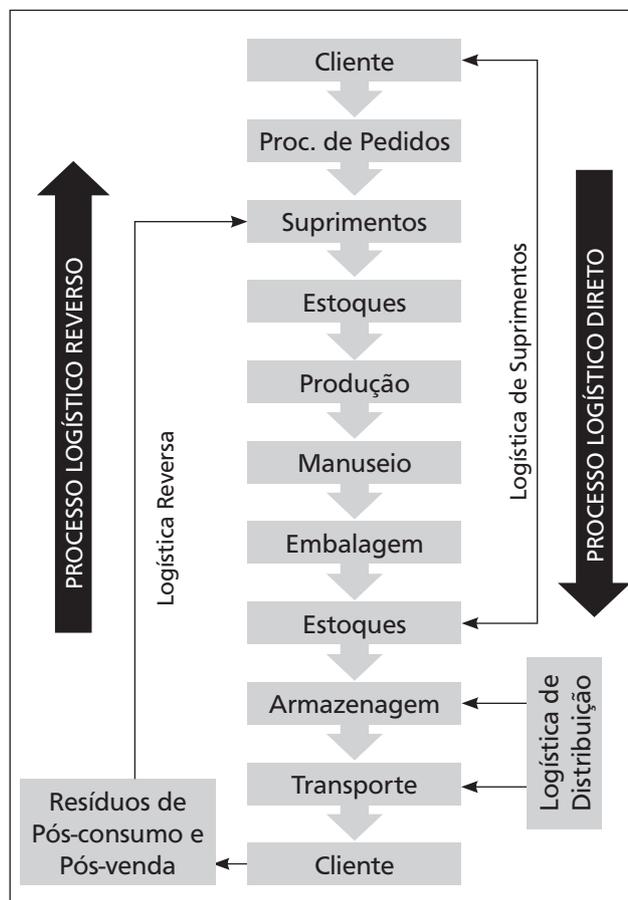


Figura 1 - Relações de causa e efeito da estratégia

Fonte: PADOVESE, 2009, p. 589.

Quadro 1 - Medição dos temas financeiros estratégicos

Benefícios	Autores
LEGISLAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Questões ecológicas legais (PIRES, 2007); - A legislação ambiental que obriga as empresas a recolherem seus produtos (MONT, 2000); - Legislação ambiental (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).
ECONÔMICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção da margem de lucro (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998); - Menores preços das matérias-primas secundárias (PIRES, 2007); - Benefícios econômicos de utilizar produtos usados no processo de produção (MONT, 2000); - Reduzir custos e aumentar a receita (STOCK, 2001) - Recaptura de valor e recuperação de ativos (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998); - Provedor de maior rentabilidade para a empresa (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).
CONSCIÊNCIA AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - O crescimento de consumidores com maior consciência sobre as questões ambientais (MONT, 2000); - Questões ecológicas (PIRES, 2007); - Preocupações ambientais (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).
COMPETIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> - Razões competitivas (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998); - Aumento da competição entre as empresas (PIRES, 2007); - Ampliar a faixa de mercado (STOCK, 2001); - Diferencial competitivo perante a concorrência (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).
MERCADO	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do ciclo de vida útil dos produtos (PIRES, 2007).
IMAGEM	<ul style="list-style-type: none"> - Elevação do prestígio da marca (DAUGHERTY et al., 2001); - Imagem da empresa no mercado de atuação (DAUGHERTY et al., 2001); - Melhorar a imagem da empresa (STOCK et al., 2002).
DIFERENCIAÇÃO POR SERVIÇOS	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de nível de serviços ao consumidor (STOCK, 2001); - Nível de serviço que atenda as necessidades dos clientes Lambert et al. (1998 apud GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003); - Melhor atendimento ao cliente (DAUGHERTY et al., 2001); - Potencial de agregar valor ao produto, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003); - Componente potencial no que tange à pós-venda no aprimoramento da satisfação do cliente, agregando valor ao produto (GIACOBO; ESTRADA; CERETTA, 2003).
FLUXO DE INFORMAÇÕES	<ul style="list-style-type: none"> - LR pode proporcionar informações valiosas, por exemplo, a identificação de padrões de defeitos ou áreas problemas da empresa que podem estar resultando numa diminuição dos volumes de lucros e na quantidade de informações importantes sobre o comportamento do consumidor em relação ao efeito que os produtos estão gerando junto aos mesmos (DAUGHERTY et al., 2002); - Melhor relacionamento com os demais agentes da cadeia produtiva, com os clientes e com o mercado (STOCK et al., 2002); - O valor das informações obtidas com a gestão adequada dos fluxos reversos pode oferecer melhorias nos produtos e nos processos comerciais, pois consiste em uma fonte de dados sobre as preferências dos consumidores (PIRES, 2007).

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

as empresas estão sendo obrigadas a repensar suas responsabilidades sobre produtos após o uso, buscando como alternativa viável atuar na Logística Reversa (MIGUEZ; MENDONÇA; VALLE, 2007).

Apesar dos benefícios citados no Quadro 1, alguns motivos dificultam a implementação da LR pelas empresas, como a falta de um sistema que integre as atividades da logística tradicional com as da reversa

e a dificuldade em medir o impacto e de controlar o retorno dos produtos e materiais (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

Além disto, para Rogers e Tibben-Lembke (1998), na maioria das vezes, os fabricantes não se sentem responsáveis por seus produtos após o consumo e há falta de estudos, por parte das empresas, para avaliar os impactos da prática da Logística Reversa nas organizações. Porém, com o desenvolvimento de legislações ambientais mais severas e a conscientização do consumidor sobre a importância do meio ambiente, as empresas estão sendo obrigadas a repensar suas responsabilidades sobre produtos após o uso, buscando como alternativa viável atuar na Logística Reversa (MIGUEZ; MENDONÇA; VALLE, 2007).

Stock (2001) levanta algumas estratégias que podem ser adotadas para aumentar as chances de sucesso das atividades da LR, são elas:

- 1) alocar recursos para LR;
- 2) mapear os processos da LR, para o entendimento dos componentes e seus relacionamentos;
- 3) desenvolver e implementar sistemas de informação para o fluxo reverso;
- 4) implementar programas educacionais para consumidores, fornecedores, vendedores e outros atores da cadeia de suprimentos, já que é necessário o envolvimento de várias organizações para alcançarem os resultados almejados;
- 5) desenvolver e implementar sistemas de avaliação para acompanhar o desempenho das atividades da LR.

Pires (2007) traz um modelo de LR para produtos pós-consumo. A autora levanta algumas especificidades relativas às atividades da LR, quando comparada com a Logística Direta, como:

- 1) estrutura de rede convergente, ou seja, produtos advindos de muitas origens (origens dispersas, em termos geográficos) e com poucos destinos (OEM);
- 2) quantidade, disponibilidade e qualidade não homogêneas do material, entre si e ao longo do tempo, dificultando o planejamento das atividades;
- 3) dificuldade de alcançar uma economia de escala, em virtude da baixa quantidade de material trabalhada em cada origem;
- 4) entrada de materiais que não devem entrar no fluxo, gerando custos desnecessários;

- 5) resultados financeiros relativamente baixos;
- 6) usar, quando possível e dependendo do grau de integração dos dois fluxos, os mesmos canais de distribuição direta, para que ocorra a redução de custos;
- 7) necessidade de motivação e conscientização por parte do consumidor para cooperar e reinserir o material pós-consumo no fluxo logístico reverso.

Raramente, a distribuição direta se encaixa nas necessidades da Logística Reversa. A distribuição direta é projetada para realizar grandes volumes do mesmo produto, do produtor para poucos clientes locais. Na Logística Reversa, o mix de produtos pode variar consideravelmente, sendo que o volume de alguns pode ser muito baixo. Portanto, a economia de escala no transporte é difícil de ser alcançada. Outro aspecto a considerar é o fato que diferentemente do que acontece na cadeia logística direta, os produtos usados que são recolhidos não estão embalados para percorrer o fluxo reverso e, portanto, encontram-se desprotegidos, correndo o risco de danificarem-se. Desta forma, faz-se necessário pensar em uma forma de proteger o valor remanescente do produto (FERRER; WHYBARK, 2000).

Conciliar requisitos ambientais e o desenvolvimento, produção, embalagem e distribuição de produtos traduz os benefícios que se pode obter com o Ecodesign, que integra aspectos ambientais no projeto do produto.

Ecodesign

Propor o desenvolvimento do *Design* para a Sustentabilidade segundo Manzini e Vezzoli (2002) significa capacitar o sistema produtivo para corresponder à expectativa social de bem-estar, utilizando uma quantidade de recursos ambientais consideravelmente inferiores aos níveis atualmente usados. O *Ecodesign*, também denominado *Design* para o Meio Ambiente, como prática projetual e estratégica é favorável não apenas para as organizações, no que diz respeito à redução de desperdícios e gastos de recursos naturais, mas também devido a sua abordagem proativa, em dimensões coletivas e sociais, ao estimular a mudança para um consumo mais consciente.

Dentre as práticas de aplicação dos conceitos de *Ecodesign* na indústria, destacam-se: escolha de materiais de baixo impacto ambiental; projetos voltados à simplicidade e modularidade; redução do uso de

energia na produção, na distribuição e durante o uso dos produtos; uso de formas de energia renováveis; produtos multifuncionais; produtos com maior durabilidade; recuperação de embalagens; e não utilização de substâncias perigosas (FIKSEL, 1996). As práticas apresentadas não são únicas e, segundo alguns autores, estão em dinâmico desenvolvimento, adquirindo aprendizado e acompanhando a evolução tecnológica.

Além de aplicar as inovações tecnológicas e produtivas visando a redução do impacto ambiental, o *Ecodesign* também tem como função repensar os critérios projetuais utilizados para transformá-los em base comparativa para o projeto de produtos, que correspondam a novos cenários sustentáveis para o meio-ambiente, social e culturalmente aceitáveis e economicamente viáveis (HEEMANN; SILVA, 2007).

Hoje, com a existência da ISO 14006:2011, que fornece orientações para ajudar as organizações a estabelecer, documentar, implementar, manter e melhorar continuamente sua gestão de *Ecodesign* como parte de um sistema de gestão ambiental, é possível que se trace algumas estratégias e metas direcionadas à sustentabilidade.

Assim, com o *Ecodesign* é possível acrescentar novas atividades ao processo de desenvolvimento de produtos, bem como novos tipos de informações (custo ambiental dos diferentes materiais, produtos e processos) e novos tipos de tomada de decisão, ao optar entre atender requisitos ambientais ou outros requisitos do projeto, como a escolha de estratégias ambientais mais adequadas ou a criação de conceitos de produtos mais sustentáveis (RAMOS, 2001).

A percepção de como cada elemento constitutivo do produto afeta o meio ambiente, quais componentes que precisam ser substituídos por outros menos agressivos ao ambiente, como separar os diversos componentes e dar-lhes destino e aproveitamento depois de esgotada a vida útil, são pontos que, segundo Carvalho et al. (2008), devem ser observados desde o início do processo de *design*.

O *Ecodesign* cria, portanto, soluções de projetos mais adequadas para a reutilização, reaproveitamento e reciclagem com a recuperação de energia e materiais, prevenindo a geração de resíduos e outros impactantes. Por meio da aplicação de estratégias do *Ecodesign* é possível ainda: maximizar o uso de matérias-primas, substituir materiais poluidores e tóxicos por outros menos danosos ao meio-ambiente e utilizar processos produtivos mais eficientes e limpos, além de melhorar a imagem da empresa e da marca.

Diante disso, discute-se a seguir as ferramentas do *Ecodesign* e como utilizá-las para equilibrar os requisitos do produto durante seu processo de desenvolvimento, pensando, por exemplo, como reduzir resíduos e emissões para o meio ambiente decorrente de todo o seu ciclo de vida e ainda favorecer as atividades da Logística Reversa nas empresas.

O *ecodesign* no âmbito da logística reversa

O *Design* para o Meio Ambiente (DFE) é a consideração sistemática do desempenho do projeto, com respeito aos objetivos ambientais, de saúde e segurança, ao longo de todo o Ciclo de Vida (CV) de um produto ou processo, tornando-os ecoeficientes, o que leva ao aumento de produtividade e lucratividade (FIKSEL, 1996). O *Ecodesign* faz parte do escopo do DFE e é uma atividade de *design* que visa ligar o que é tecnicamente possível ao ecologicamente necessário, de modo a criar novas propostas cultural e socialmente aceitáveis (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

A abordagem do Ciclo de Vida do produto é importante para se identificar e prever os aspectos ambientais que podem ocorrer ao longo da cadeia produtiva, ajudando a definir diretrizes para melhorias no processo de *design* e na Logística Reversa.

O *Ecodesign* deve examinar, portanto, todo o CV do produto para propor alterações em seu *design*, de forma a minimizar o impacto ambiental desde sua fabricação até seu descarte. No entanto, o *Ecodesign* também pode reduzir consumos e emissões em etapas após o descarte do produto, como por exemplo, por meio das atividades da LR.

Considerando este direcionamento, tem-se que a LR engloba as operações relacionadas ao reuso de produtos e materiais. Refere-se ainda às atividades de coleta, desmontagem e processos para o reaproveitamento de peças e materiais para tentar assegurar a recuperação sustentável do meio ambiente (GRUPO REVLOG, 2001). A interlocução entre LR, o CV do produto e o *Ecodesign* potencializa o reaproveitamento mais eficiente de energia, materiais e componentes, representando um benefício real à sociedade (PIAZZA et al., 2007).

Assim, a importância da LR na elaboração das Análises do Ciclo de Vida (ACV) dos produtos, detectando gargalos de relevância ambiental em todas as etapas deste ciclo, da manufatura à pós-utilização, considerando ainda as opções tecnológicas mais adequadas, possibilita a redução do uso de materiais na produção e

na concepção de produtos, com possibilidade de reuso após o término de sua vida útil (PIAZZA et al., 2007).

Baseando-se no argumento de Piazza et al. (2007) e a partir de Guarnieri et al. (2006) e de CRC (2004), elaborou-se um fluxograma para visualização de tal associação, que é apresentado na Figura 2.

Ao longo da cadeia que descreve o CV do produto, é possível visualizar na Figura 2 que as atividades da LR no pós-uso proporcionam um ciclo fechado, quando o produto retorna ao OEM. Durante a realização dessas atividades, problemas podem ser detectados como, por exemplo, a dificuldade de desmontar o

produto para transportá-lo. O desenvolvimento de produtos orientado pelo Ecodesign pode evitar esses problemas, adaptando o seu design para melhor desempenho durante todo o CV, pois cerca de 80% dos resíduos e emissões sobre o meio ambiente decorrem de todo o ciclo de vida, que são determinados durante a fase de concepção (SCHISCHKE; HAGELÜKEN; STEFFENHAGEN, 2005).

Ainda na Figura 2 são mostradas as etapas da LR necessárias para o reaproveitamento do produto, quando do seu retorno do pós-consumo para a empresa. As atividades que compõem o ciclo fechado evitam o

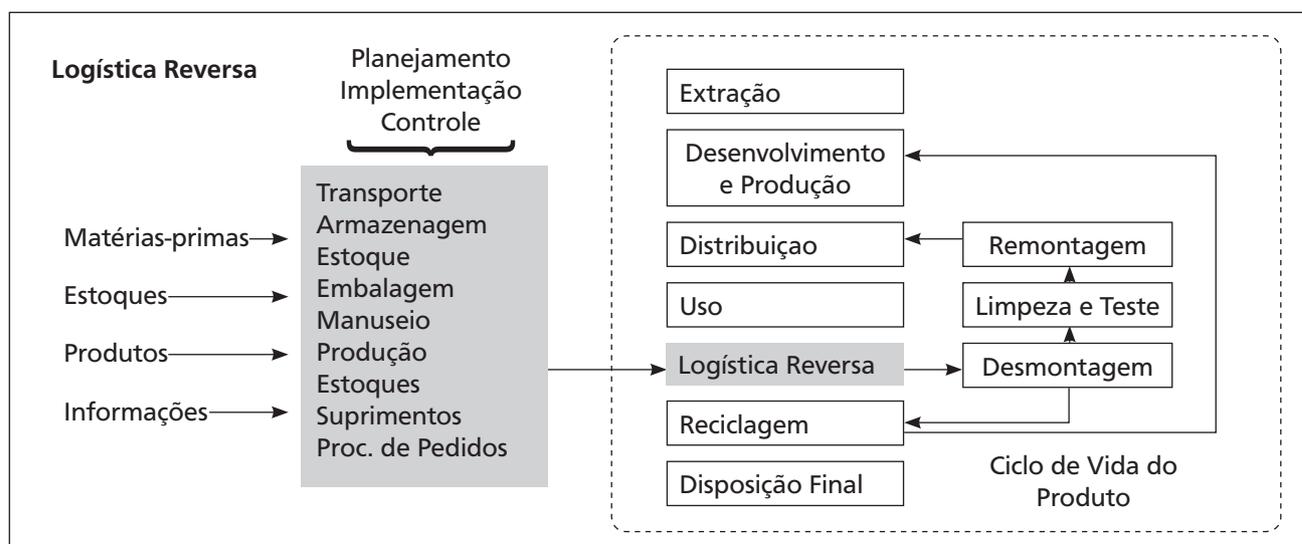


Figura 2 - Associação LR x CV

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

descarte definitivo mantendo o fluxo de energia e de material no sistema, fazendo o reaproveitamento e/ou reprocessamento de maneira que componentes, materiais, informações e produto final possam ter seus valores recuperados. Todavia, considerando que o mix de produtos usados recolhidos pode variar, o fluxo de entrada de matérias-primas, informações e estoque também varia, o que gera problemas principalmente no transporte e armazenagem. Para a OEM o que interessa são os benefícios potenciais que se podem obter com as atividades da LR e encontrar soluções que tragam vantagens não só econômicas, mas competitivas.

Diante dessas constatações, as estratégias de Ecodesign organizadas em relação ao CV do produto para maximizar as atividades da LR neste estudo foram (TISCHNER et al., 2000; LEWIS, 2001; FUAD-LUKE, 2002):

- 1) desenvolvimento de um novo conceito para o produto: desenvolvimento de inovações para manter os produtos atualizados e aumentar a sua eficiência, extraíndo os impactantes ambientais do produto em si e do processo de produção, pois a maioria destes impactos é definida nesta fase. Conceitos que podem ser utilizados para o desenvolvimento: desmaterialização, uso compartilhado e integração das funções;
- 2) redução no consumo de materiais diversos: os materiais são fator-chave para determinar o desempenho ambiental de muitos produtos e serviços. Quanto menos material for utilizado, menor será a quantidade de material extraído, processado, transformado e, portanto, de resíduos gerados. Ações; redução de peso, redução de volume, racionalização de transportes;

- 3) uso de materiais ambientalmente corretos: além da quantidade, o tipo de material utilizado também é essencial como, por exemplo, o uso de materiais não agressivos, materiais renováveis, materiais reciclados, materiais de baixo conteúdo energético, materiais recicláveis. Algumas ferramentas de avaliação podem ser usadas para comparar as diferentes opções de material a ser utilizado na produção;
- 4) processos produtivos de menor impacto ambiental: durante a concepção dos produtos é possível também implementar ações que irão influenciar a melhora dos processos de fabricação como a redução de etapas de processo de produção; redução do consumo e uso racional de energia; uso de energias mais limpas; redução da geração de refugos/resíduos; redução e uso racional de insumos de produção;
- 5) otimização da distribuição: a distribuição dos produtos envolve o uso de embalagens e sistemas de transporte. Considerando estes aspectos, ações como a simplificação da forma e redução do peso dos produtos e embalagens podem ser consideradas para reduzir o impacto ambiental durante a distribuição do produto;
- 6) redução do impacto ambiental durante a utilização: esta estratégia pode ser considerada de especial importância para o meio ambiente em todo o CV, principalmente para produtos e serviços que necessitam de energia, de água ou de materiais durante a sua utilização. Produtos podem ser projetados para consumir menos recursos durante o uso para assegurar o baixo consumo energético, utilizando fontes de energias e insumos mais limpos, e prevenir desperdícios por meio do design;
- 7) aumento da vida útil: uma vida útil mais longa evita a fabricação de produtos de substituição ou de novos produtos. Pode ser obtido por meio do aumento da confiabilidade e durabilidade, fácil manutenção e reparo e estrutura modular;
- 8) gestão dos resíduos: a fim de minimizar o impacto ambiental do produto, é desejável que se reutilize e/ou se recicle partes ou a totalidade do produto, definindo também o que será direcionado para remanufatura ou para a reciclagem. Ações possíveis: reutilização do produto, condicionamento e remanufatura, reciclagem de materiais, reaproveitamento energético e incineração limpa.

A aplicação das estratégias de *Ecodesign* é complexa, já que durante o processo de desenvolvimento de produtos se consideram outros fatores, como a opção entre atender requisitos ambientais ou outros requisitos do projeto (escolher estratégias adequadas para redução dos efeitos nocivos causados ao meio ambiente em detrimento de um possível aumento do custo) ou conceitos de produtos de baixo impacto ambiental.

O Quadro 2 apresenta propostas de como as estratégias de *Ecodesign* podem contribuir para as atividades da LR, facilitando o processo de retorno do produto para os OEMs.

No Quadro 2, não são consideradas as atividades relacionadas ao processamento de pedidos pelos clientes e estoque de suprimento, por se tratarem de atividades que não são diretamente afetadas pelo escopo do *Ecodesign*.

É válido ressaltar que o desenvolvimento de um novo conceito para o produto permite inovações, o aumento da eficiência e da redução do consumo de materiais e das emissões oriundas do seu uso e processo de produção. Essa estratégia pode contribuir ainda com o aumento da vida útil, evitando a fabricação de novos produtos e de peças de substituição.

A estratégia de gestão de resíduos, por exemplo, procura manter as propriedades físicas do produto após descarte para reutilizar peças e componentes, reciclar materiais ou reaproveitar energias, recondicionar ou remanufaturar produtos, o que pode contribuir sobremaneira para as etapas da LR de produção e suprimentos.

Com essas ações, além dos benefícios ambientais obtidos em cada etapa da LR as empresas encontrariam oportunidades para a recuperação do valor econômico empregado na fabricação dos produtos, contribuindo ainda para a redução de custos e de preços e melhoria da qualidade dos serviços.

No Quadro 2, não são consideradas as atividades relacionadas ao processamento de pedidos pelos clientes e estoque de suprimento, por se tratarem de atividades que não são diretamente afetadas pelo escopo do *Ecodesign*.

É válido ressaltar que o desenvolvimento de um novo conceito para o produto permite inovações, o aumento da eficiência e da redução do consumo de materiais e das emissões oriundas do seu uso e processo de produção. Essa estratégia pode contribuir ainda com o aumento da vida útil, evitando a fabricação de novos produtos e de peças de substituição.

Quadro 2 - Medição dos temas financeiros estratégicos

Etapas da Logística Reversa	Estratégias do Ecodesign	Ações
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de um novo conceito para o produto - Otimização da distribuição - Gestão dos resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> - Design de produtos com volume reduzido para fácil empilhamento, transporte e armazenagem: Simplificação da forma, produtos e embalagens modulares que possam ser transportados desmontados para melhor aproveitamento do espaço em containers; - Redução de peso dos produtos para reduzir o consumo de energia no transporte (combustíveis). - Definir fim de vida: o que vai para reutilização, recondicionamento, remanufatura, reciclagem, reaproveitamento ou incineração.
Armazenagem	Otimização da distribuição	<ul style="list-style-type: none"> - Design de produtos com volume reduzido para fácil empilhamento, transporte e armazenagem: Simplificação da forma, produtos e embalagens modulares que possam ser transportados desmontados para melhor aproveitamento do espaço em containers; - Redução de peso dos produtos para reduzir o consumo de energia no transporte (combustíveis). - Definir fim de vida: o que vai para reutilização, recondicionamento, remanufatura, reciclagem, reaproveitamento ou incineração.
Estoque	<ul style="list-style-type: none"> - Otimização da distribuição - Aumento da vida útil 	<ul style="list-style-type: none"> - Embalagens e/ou produtos modulares: Simplificação da forma e de fácil interação, encaixe, empilhamento e com fácil sistema de identificação (símbolos).
Embalagem	<ul style="list-style-type: none"> - Otimização da distribuição - Desenvolvimento de um novo conceito para o produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Modularidade e standardização: Simplificação da forma e de fácil interação/encaixe/empilhamento; - Redução de volume e peso; - Redução da quantidade e variedade de materiais; - Seleção de materiais.
Manuseio	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de um novo conceito para o produto - Processos de produção com redução do impacto ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar montagem e desmontagem: Sistemas simplificados que buscam minimizar o uso de parafusos e eliminar partes coladas. - Projetar intercâmbio das peças: As peças de diferentes materiais devem ser identificadas para separação, diminuir a quantidade de peças. - Embalagens e/ou produtos modulares: Simplificação da forma e de fácil interação, encaixe, empilhamento e com fácil sistema de identificação (símbolos).
Produção	<ul style="list-style-type: none"> - Processos de produção com redução do impacto ambiental - Gestão dos resíduos - Desenvolvimento de um novo conceito para o produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzir processos de produção: Simplificação da forma, redução do uso de diferentes materiais e processos produtivos - Integrar o design do produto com os processos de fabricação (processamento e montagem): Redução de energia. - Definir fim de vida: reutilização, recondicionamento, remanufatura, reciclagem, reaproveitamento ou incineração. - Seleção de materiais: redução do uso de diferentes materiais. - Agrupar funções: redução de características com funções somente estéticas e desenvolvimento de produtos multifuncionais.
Suprimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do consumo de materiais diversos - Gestão dos resíduos - Redução do impacto ambiental durante a utilização - Desenvolvimento de um novo conceito para o produto 	<ul style="list-style-type: none"> - Agrupar funções: redução de características com funções somente estéticas e desenvolvimento de produtos multifuncionais - Definir fim de vida: reutilização, recondicionamento, remanufatura, reciclagem, reaproveitamento ou incineração. - Simplificação da forma - Possibilidades incorporar no processo produtivo produtos do pós-uso ou seus materiais constitutivos na produção de novos artefatos.

Fonte: Dados da pesquisa, 2009.

A estratégia de gestão de resíduos, por exemplo, procura manter as propriedades físicas do produto após descarte para reutilizar peças e componentes, reciclar materiais ou reaproveitar energias, recondicionar ou remanufaturar produtos, o que pode contribuir sobremaneira para as etapas da LR de produção e suprimentos.

Com essas ações, além dos benefícios ambientais obtidos em cada etapa da LR as empresas encontrariam oportunidades para a recuperação do valor econômico empregado na fabricação dos produtos, contribuindo ainda para a redução de custos e de preços e melhoria da qualidade dos serviços.

Conclusão

Diante da importância e necessidade da conscientização das empresas sobre a necessidade de considerar os fatores ambientais durante todo o ciclo de vida do produto, não somente da concepção ao final de sua vida útil, aponta-se para que as mesmas atuem para o destino das peças e componentes que podem ser reaproveitados, reciclados ou remanufaturados. Neste momento, estruturar as atividades da Logística Reversa pensando no uso sustentável dos recursos naturais se mostra como um benefício tanto para a redução de resíduos sólidos quanto para redução de emissões para o meio ambiente.

Como já observado, o *Ecodesign* propõe formas de aproveitar os recursos e materiais que serão utilizados na fabricação para aprimorar o desempenho ambiental do produto, colocando em prática o conceito de *Design* para o Meio Ambiente. Neste estudo, esses conceitos serviram como pano de fundo para levar a diminuição dos impactos ambientais nas etapas do fluxo reverso do produto, quando o mesmo retorna para o reaproveitamento pelo OEM.

Considerando que a facilidade de desmontagem é peça fundamental para qualquer estratégia que envolva o reaproveitamento de material, esta deve ser uma das principais preocupações do projeto, tanto no que diz respeito ao design das peças e sistemas, quanto em relação à seleção dos processos de fixação e montagem, evitando o descarte total de um produto que geralmente é composto de vários componentes, sendo que alguns deles podem estar em condições de reaproveitamento.

Ao relacionar estratégias de *Ecodesign* com as etapas da Logística Reversa, considerou-se como

importante: (i) retardar a degradação e obsolescência do produto; (ii) facilitar as atividades do ciclo fechado, e; (iii) melhorar o fluxo de componentes, materiais e informações. O fim é aproveitar oportunidades para a redução de custos com o descarte de produtos na indústria.

Conciliar as estratégias de *Ecodesign* pensando no retorno do produto para o reaproveitamento pelo OEM podem melhorar as etapas do fluxo reverso, bem como contribuir para a diminuição dos impactos ambientais durante as fases de uso e reaproveitamento.

Com esta pesquisa espera-se contribuir, ainda, para o debate da importância do design enquanto elemento dinamizador da ecoeficiência dos produtos, que faz uso de materiais com características similares, com peças e componentes intercambiáveis para a utilização em diferentes produtos, fazendo uso da modularidade e simplicidade da forma para uma produção eco sustentável. O *Ecodesign* como prática projetual e estratégica estimula a mudança comportamental orientado pelo pensamento do consumo mais consciente.

Referências

- CARVALHO, M. et al. **Complexidade e sustentabilidade gerando o ecodesign nas organizações sociais**. 2008. Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/6519-6518-1-PB.pdf>>. Acesso em: 1º abr. 2009.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- COLLABORATIVE RESEARCH CENTER – CRC. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ADEQUAÇÃO AMBIENTAL EM MANUFATURA, 5., 2004, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Grupo de Adequação ambiental em Manufatura, 2004.
- DAHER, E. C.; SILVA, S. P.; FONSECA, P. A. Logística reversa: oportunidade para redução de custos através do gerenciamento da cadeia integrada de valor. **Brazilian Business Review**, v. 3, n. 1, p. 58-73, 2006.
- DAUGHERTY, P. J. et al. Reverse logistics: the relationship between resource commitment and program performance. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 1, p. 107-123, 2001.
- DAUGHERTY, P. J. et al. Information support for reverse logistics: the influence of relationship commitment. **Journal of Business Logistics**, v. 23, n. 1, p. 85-106, 2002.

- FERRER, G.; WHYBARK, D. C. From garbage to goods: successful remanufacturing systems and skills. **Business Horizons**, v. 43, n. 6, p. 55-64, 2000.
- FIKSEL, J. **Design for environment**: creating eco-efficient products and process. New York: McGraw-Hill, 1996.
- FUAD-LUKE, A. **Manual de ecodiseño**. Barcelona: Editorial Cartago-Gustavo Gili, 2002.
- GIACOBBO, F.; ESTRADA, R. J. S.; CERETTA, P. S. Logística reversa: a satisfação do cliente no pós-venda. **READ**, v. 9, n. 5, p. 1-17, 2003.
- GUARNIERI, P. et al. WMS - Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p. 126-139, 2006.
- HEEMANN, A.; SILVA, J. Eco-concepção: design, ética e sustentabilidade ambiental. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE DO VALE DO ITAJAÍ, 1., 2007, Vale do Itajaí. **Anais...** Vale do Itajaí: ENSUS, 2007.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2009.
- LEITE, P. R.; BRITO, E. Z. Reverse logistics of returned products: is Brazil ready for the increasing challenge? In: THE BUSINESS ASSOCIATION OF LATIN AMERICAN STUDIES, 1., 2003. São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: BALAS, 2003.
- LEWIS, H.; GERTSAKIS, J. **Design + environment**: a global guide to designing greener goods. Sheffield, UK: Greenleaf Publishing, 2001.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: EDUSP, 2002.
- MIGUEZ, E.; MENDONÇA, F. M.; VALLE, R. A. B. Impactos ambientais, sociais e econômicos de uma política de Logística Reversa adotada por uma fábrica de televisão – um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENEGEP, 2007.
- MONT, O. **Product-service systems**. 2000. Disponível em: <<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/afr-r-288-se.pdf>>. Acesso em: 1º abr. 2009.
- NIELSEN, P. H.; WENZEL, H. Integration of environmental aspects in product development: a stepwise procedure based on quantitative life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 3, p. 247-257, 2002.
- PIAZZA, C. A. D. et al. A logística reversa e suas contribuições ambientais. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 3., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FÓRUM Ambiental da Alta Paulista, 2007.
- PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos**: conceitos, estratégias, práticas e casos. São Paulo: Atlas, 2004.
- PIRES, N. **Modelo para a logística reversa dos bens de pós-consumo em um ambiente de cadeia de suprimentos**. 2007. 275 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- RAMOS, J. **Alternativas para o projeto ecológico de produtos**. 2001. 163 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- THE EUROPEAN WORKING GROUP ON REVERSE LOGISTICS – REVLOG. 2001. Disponível em: <<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>>. Acesso em: 1º abr. 2009.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards**: reverse logistics trends and practices. Pittsburgh: Reverse Logistics Executive Council, 1998.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 21. ed. São Paulo: Cortez, 2000.
- SCHISCHKE, K.; HAGELÜKEN, M.; STEFFENHAGEN, G. **An introduction to ecodesign strategies**: why, what and how? Deutschland: Fraunhofer IZM, 2005.
- STOCK, J. R. et al. Many happy (product) returns. **Harvard Business Review**, v. 80, n. 7, p. 16-17, 2002.
- STOCK, J. R. **Reverse Logistics in the supply chain**. 2001. Disponível em: <http://www.revistavirtualpro.com/files/TIE03_200702.pdf>. Acesso em: 1º abr. 2009.
- TISCHNER, U. et al. **How to do Ecodesign?**: a guide for environmentally and economically sound design. Frankfurt: Verlag, 2000.

Recebido: 26/09/2011
Received: 09/26/2011

Aprovado: 05/03/2012
Approved: 03/05/2012