

AValiação DAS VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS DA IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO SETOR DE VIDROS IMPRESSOS

GERALDO CARDOSO DE OLIVEIRA NETO¹
MARIA TEREZA SARAIVA DE SOUZA²
DIRCEU DA SILVA³
LEONARDO AURELIANO SILVA⁴

Introdução

Há muitos anos a utilização excessiva dos recursos naturais utilizados como matérias-primas nos processos produtivos, chamou a atenção de ambientalistas resultando no surgimento de Organizações Não Governamentais – ONGs, que passaram a protestar em relação à possibilidade de escassez de recursos naturais, e dos impactos que causam ao meio ambiente quando da sua extração.

Nesse sentido, uma das possibilidades de economia de recursos é a implementação de programas de Logística Reversa, que recupera resíduos sólidos e transforma em matéria-prima, com mitigação dos impactos ambientais e prejudiciais à saúde humana (CHEMEL *et al.*, 2012 e HATAMI-MARBINI *et al.*, 2013).

Os programas de Logística Reversa movimentam mercadorias do local de descarte, com a finalidade de recuperar o seu valor, ou promover a destinação correta dos resíduos (TIBBEN-LEMBKE, 1998; RLEC, 2013). As operações envolvem um processo de planejamento, execução e controle eficiente dos custos relacionados às matérias-primas, estoque, produtos acabados e informações do ponto de consumo até o ponto de origem (MEADE, 2007), com o objetivo de gerar valor por meio do uso adequado dos recursos e destinação segura (SHERIFF *et al.*, 2012).

Ainda, o fluxo reverso refere-se à existência de um conjunto de atividades de coleta, separação, embalagem e expedição de itens usados, danificados ou obsoletos do ponto de

1. Professor e Pesquisador Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção - UNINOVE. E-mail: geraldo.prod@ig.com.br

2. Professora e Pesquisadora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Administração - FEI/SP E-mail: mariateresasaraivas@gmail.com

3. Professor e Pesquisador Doutor do Programa de Pós-Graduação em Administração - UNINOVE. E-mail: dirceuds@gmail.com

4. Mestre em Administração. Programa de Pós-Graduação em Administração - UNINOVE. E-mail: mkt_academico@yahoo.com.br

venda e/ou consumo até os locais de reprocessamento, reciclagem, revenda ou descarte (STEVEN, 2004). Essas atividades incluem também o reuso e a remanufatura de bens para serem concertados e recolocados em uso (GOVINDAN *et al.*, 2012). A organização passa a ser responsável por seus produtos até o final de sua vida útil (DAHER; SILVA; FONSECA, 2006).

Mais especificamente, a Logística Reversa é uma estratégia empresarial alinhada às exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil para a redução do impacto ambiental com o objetivo de promover ações para garantir que o fluxo dos resíduos sólidos gerados seja direcionado para a sua cadeia produtiva ou para cadeias produtivas de outros geradores (Capítulo IV, Artigo I). É um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações destinado a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores, para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos em seu próprio ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos (Artigo VII) (BRASIL, 2010).

Entretanto, as organizações encontram barreiras para implantação da Logística Reversa, que são: (i) falta de especialistas; (ii) baixo comprometimento da alta administração; (iii) falta de investimento em infraestrutura e controle do sistema; (iv) ausência de controle pelo governo (ABDULRAHMAN *et al.*, 2012); (v) tempo escasso dos gestores para o planejamento de ações da Logística Reversa; (vi) ausência de conhecimento sobre o valor que a atividade pode proporcionar (JINDAL; SANGWAN, 2011; GUNASEKARAN; NGAI, 2012), (vii) pouca atenção dedicada a implantação da Logística Reversa em países em desenvolvimento (ZHANG *et al.*, 2011; SARKIS *et al.*, 2011; MIAO *et al.*, 2012), sendo que em países desenvolvidos consiste em implantação obrigatória para o fornecimento de bens e serviços (ZHANG *et al.*, 2011; SARKIS *et al.*, 2011).

No Brasil, por ser um país em desenvolvimento, ainda falta incentivo do governo para sensibilizar os empresários e criar um programa de comando e controle das práticas de Logística Reversa.

O principal *gap* constatado em empresas brasileiras consiste em poucos estudos que avaliem entre outras variáveis, as vantagens econômicas e ambientais (HERNANDEZ *et al.*, 2012). Essa visão é corroborada por outros estudos, como por exemplo, a redução de custos de inventário por meio do reuso de garrafas de cerveja (KO *et al.*, 2012), redução de custos na compra de matérias-primas devido a reciclagem e remanufatura de embalagens de vidro avariadas (GOLARA *et al.*, 2012), redução no custo logístico de 31,7% em detrimento do reuso de pneus inservíveis e aumento do uso de casca de arroz na fabricação de derivados de borracha, reduzindo em 10 mil toneladas por ano do uso de derivados do petróleo (SELLITO *et al.*, 2013).

Frente ao exposto, o objetivo desse estudo é avaliar as vantagens econômicas e ambientais na implementação da Logística Reversa em uma empresa brasileira de fabricação de vidros.

Uma vez feita a exposição do cenário central da pesquisa e do objetivo seguem as revisões de conceitos que irão servir de base para a estruturação da pesquisa.

Bases teóricas da pesquisa

A seguir são apresentados dois conceitos: a Logística Reversa e a reciclagem e reuso do vidro, como elementos fundamentais das bases teóricas desta pesquisa.

A logística reversa

Termos como canais reversos ou fluxo reverso já aparecem na literatura científica dos anos setenta, mas consistentemente relacionados com a reciclagem (GUILTINAN; NWOKOYE, 1974).

O termo Logística Reversa foi cunhado por Murphy em 1968 e foi definido como “...o fluxo contrário do produto, partindo do consumidor final para o produtor em um dado canal de distribuição”. (RAVI *et al.* 2005, p.4).

A Logística Reversa também é definida como o processo pelo qual as empresas podem melhorar os seus desempenhos ambientais por meio da reciclagem, reutilização e redução da quantidade de materiais utilizados (CARTER; ELLRAM, 1998), visando a transferência de mercadorias do seu destino para outro ponto com a finalidade de capturar o valor (ROSS, 1998).

O conceito mais amplo menciona que a “Logística Reversa é o processo de planejamento, execução e controle eficiente dos custos relacionados às matérias-primas, estoque, produtos acabados e informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem” (Rogers; Tibben-Lembke, 2001).

O objetivo é gerar valor ou o uso adequado dos recursos, para dar destinação correta aos bens materiais (RLEC, 2013), garantindo o ganho ambiental e econômico na operação por meio da recuperação, reuso e remanufatura de bens (SHERIFF *et al.*, 2012).

Contudo, o processo de Logística Reversa não depende apenas das empresas. “As atividades de logística são afetadas pelos ‘agentes’ (empresas e indivíduos) através de suas escolhas e intenções” (AASTRUP; HALLDÓRSOON 2008). A partir desta visão, nota-se que o processo de Logística Reversa é integrador de intenções e ações, inclusive com a participação dos indivíduos que podem contribuir, ao se desfazerem ou reutilizarem os produtos, que apresentaram algum defeito ou que pode ser reaproveitado para outras finalidades. Para Govindan *et al.*, (2012) a Logística Reversa visa retornar ao ponto de origem bens avariados para serem reparados, remanufaturados ou descartados.

Vale ressaltar que a Logística Reversa pressupõe a análise do canal de distribuição e retorno de embalagens, pois é nessa cadeia de fornecimento que o produto escoia até chegar ao consumidor final e são retornados. Desta forma, sugere-se otimizar o máximo na estufagem dos caminhões para redução de CO₂ e de custo de transporte (NEVENS *et al.*, 2008). Outro fator importante é a implementação de container reverso no fornecedor, fábrica e transporte com o objetivo de reduzir as embalagens de papelão e plástico (VENDRAMETTO *et al.*, 2010).

As atividades de Logística Reversa podem ser verticalizadas ou terceirizadas (GOVINDAN *et al.*, 2012). Quando se terceiriza as atividades, dez critérios devem ser considerados: (i) capacidade de evitar desperdícios; (ii) setor para triagem e desmontagem;

(iii) remodelagem nos custos; (iv) custos de reciclagem; (v) custos disponíveis; (vi) área de armazenagem coberta e fechada; (vii) trabalhar em rede de empresas; (viii) treinamento em educação ambiental nos funcionários; (ix) impactos do ruído e (x) impactos da poluição (RAVI, 2012).

Na Logística Reversa são as “etapas, métodos e processos de uma parcela de produtos com pouco uso após a venda, com ciclo de vida útil ampliado ou depois de extinta sua vida útil, que retorna ao ciclo produtivo, readquirindo valor em mercados secundários pelo reuso ou pela reciclagem de seus materiais constituintes” (LEITE, 2005). Com isso, as organizações devem desenvolver processos para coletar, inspecionar, separar, remanufaturar e destinar corretamente resíduos, visando recuperar uma parcela do valor ainda existente (BARKER; ZABINSKY, 2011).

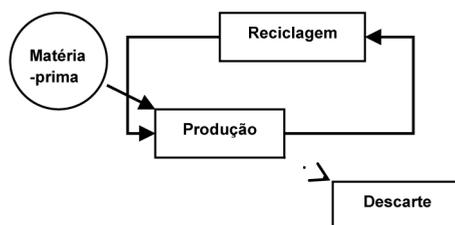
A empresa ao implementar programas de Logística Reversa a fim de reduzir a poluição por meio do reuso e da reciclagem precisam implementar tecnologias limpas na própria indústria ou em outro ponto da cadeia de suprimentos para utilização de materiais reciclados em lugar de materiais virgens, que resulta em economias significativas de energia e redução na poluição (KONG et al., 2012).

Nesse mesmo sentido, há estudos que mostram ganhos econômicos e ambientais, além da melhoria da imagem da empresa frente a seus clientes (HERNANDEZ et al., 2010), mas os estudos ainda são poucos e há, também, uma incerteza de procedimentos de seleção de variáveis, metodologias e as suas respectivas mensurações, prevalecendo nas poucas empresas que se dedicam a planejar e avaliar os ganhos com a atividade em questão, um certo bom senso, isto é, a avaliação dos aspectos mais diretos, tais como os de natureza econômica, de relacionamento com os clientes e/ou com a comunidade. (HERNANDEZ et al., 2012).

Reciclagem e reuso do vidro

O propósito de uma empresa é a transformação de matérias-primas e energias retiradas do ambiente para produzir bens e serviços para os seus consumidores. O metabolismo industrial deve ser direcionado para fazer esse fluxo, mantendo o material circulando no sistema, por meio do reuso e da reciclagem em ciclo fechado (vide figura 1), de forma a retardar seu retorno ao ambiente, para reduzir a extração de recursos naturais (YUKSEL, 2007). Portanto, as práticas de Logística Reversa reduzem a quantidade de materiais e resíduos, sobretudo os produtos tóxicos descartados no ambiente (BRAGA JUNIOR et al., 2011). Assim, água e matérias-primas circulam o máximo possível dentro do processo antes do descarte, resultando na otimização do uso dos recursos naturais.

Figura 1 – Ciclo Fechado



Fonte: Adaptado de Odum (1998)

No mesmo sentido, as atividades de reciclagem e gestão de resíduos de vários tipos de materiais (metais, vidros, papeis, plásticos, pneus etc.) visam preservar as matérias-primas e economizar energia no processo produtivo, pois quase todas as formas de produção de energia geram impactos ambientais significativos (HU; SHEU, 2013), além de evitar potenciais riscos de toxicidade que possa afetar a saúde humana (CHEMEL *et al.*, 2012 e HATAMI-MARBINI *et al.*, 2013).

O processo de reciclagem do vidro, objeto desse estudo, consiste em transformação dos resíduos em pequenas partículas para se fabricar novos produtos. A reciclagem de vidro evita a extração de materiais no meio ambiente e disposição final em aterros sanitários (BLENGINI *et al.*, 2012), permitindo reduzir custos e obter ganhos ambientais. Esses resíduos de vidro são utilizados como carga de enchimento (GOLARA *et al.*, 2012) e reuso de embalagens de vidro (KO *et al.*, 2012). Outros estudos mostram que a utilização de resíduos de vidros e polímeros para a criação de novos produtos, permitindo melhorar as propriedades mecânicas (OSMANI, 2012).

Os benefícios potenciais da reciclagem de vidros incluem: (i) redução no consumo de recursos naturais não renováveis; (ii) utilização dos resíduos como substituto da matéria-prima virgem, resultando em redução de custos; (iii) redução de áreas necessárias para aterro uma vez que os resíduos são utilizados novamente como bens de consumo (OSMANI, 2012); (iv) reciclagem eco-eficiente para maximizar recursos e valorização de resíduos de vidro pós-consumo; (v) processo de reciclagem em ciclo fechado (BLENGINI *et al.*, 2012); (vi) vantagens econômicas e vantagens ambientais (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010).

Entretanto, a criação de infraestrutura para a reciclagem de vidro no sistema produtivo requer investimento em tecnologias limpas com foco na prevenção. Trata-se de adicionar a tecnologia ao final dos processos usuais com o objetivo de reduzir as emissões nocivas ao meio ambiente, sem mudanças nos equipamentos existentes (MOORS *et al.*, 2005; KONG *et al.*, 2012).

Porém, o “padrão sustentável de consumo” pode variar em função do produto que é descartado. Alguns produtos demandam um tempo maior para se deteriorarem, e outros, além de demandarem um tempo maior para concluir o seu ciclo de vida, acabam por contaminar o solo. O reaproveitamento adequado dos resíduos utilizados para a

produção de um novo produto da mesma categoria, ou para outra aplicação, contribui para o uso consciente dos recursos finitos, limitam a agressão ao meio ambiente e geram resultados positivos para as empresas. (BRAGA JUNIOR; MERLO e NAGANO, 2008).

De acordo com a PNRS é de responsabilidade da empresa a gestão adequada dos resíduos sólidos. Por isso, devem proporcionar os meios que possibilite o retorno de produtos e embalagens pós-consumo, para que a indústria possa adotar os processos e os procedimentos mais adequados para recuperar esses resíduos com o menor impacto ambiental.

No caso de resíduos sólidos, mais especificamente o vidro, devido as suas propriedades, pode ser reciclado diversas vezes além de ser um material impermeável e de difícil interação química com outras substâncias e compostos (CALLISTER; RETHWISCH, 2008; BLENGINI *et al.*, 2012; OSMANI, 2012). Essa condição do vidro, vinculada à Logística Reversa dá à empresa a possibilidade de redução de custos, já que a reutilização do vidro diminui o consumo de energia e o impacto ambiental ao evitar o descarte inadequado dos produtos, e contribui para a melhoria da imagem da empresa por meio da revisão de seus processos e seus produtos.

Procedimentos metodológicos

Para a verificação do objetivo proposto no presente trabalho, realizou-se uma pesquisa exploratória de natureza qualitativa e quantitativa por meio do método de estudo de caso único.

De acordo com Yin (2010), o que justifica a utilização do método de estudo de caso único é o fato de preencher as condições exigidas para testar os objetivos propostos no trabalho e ser um evento contemporâneo e atual.

Ainda, Eisenhardt (1989) explica que o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa focada em compreender os processos dinâmicos presentes em cada cenário. Estes normalmente combinam métodos de coleta de dados, como documentos, entrevistas, questionários e observações. As evidências podem ser qualitativas ou quantitativas, ou ambas. Yin (2010) afirma que desta maneira é possível criar as condições adequadas para a compreensão, a contestação ou a confirmação da teoria, sendo um elemento chave para estudos exploratórios.

Para a parte quantitativa foram coletados documentos, a saber: do setor de classificação e reciclagem de resíduos, do setor financeiro e produção e dos sistemas de informação.

Para a coleta de informações qualitativas, usaram-se duas técnicas: a observação participante, para entender com se dá todo o processo de Logística Reversa na empresa, e a entrevista semiestruturada. Essas duas técnicas são muito comuns da pesquisa qualitativa, pois permitem o aprofundamento de informações e a revelação de aspectos aparentemente ocultos (BOGDAN e BIKLEN, 1992).

Esclarecendo mais, a observação participante o pesquisador passa a fazer parte do cotidiano em que um fenômeno ocorre e passa a interagir com os atores do processo para entender como ele se dá (MCCRACKEN, 1991). Neste caso, a permanência de algumas horas na empresa foi necessária para que se pudesse compreender o processo de recebimento e de reciclagem dos vidros em detalhes e gerar as perguntas abertas das entrevistas.

A observação participante mostrou que se deveriam questionar o volume de vidros reciclados e das embalagens, os processos, os custos e os lucros. Dessa forma seguiu-se com as entrevistas para os aspectos não explícitos no fenômeno estudado (SEIDMAN, 1991).

Entrando em mais detalhes do processo da pesquisa, primeiramente foi agendada uma entrevista junto ao gerente geral da empresa para a autorização da aplicação da observação direta e participante no que tange a coleta de dados qualitativa e quantitativa sobre a Logística Reversa. Nesse contato o gerente geral autorizou duas horas por dia durante os três dias de pesquisa nos setores. No primeiro dia, o setor de classificação e reciclagem de resíduos, no segundo o setor de compras e por fim, no terceiro, o departamento de recursos humanos.

No primeiro dia de pesquisa a entrevista foi realizada com o responsável pelo setor de classificação e reciclagem de resíduos. Foram analisados os seguintes documentos e indicadores da empresa: destinação e controle de resíduos de vidros, reutilização de utensílios para embalagens (madeira, papelão e colar de aço), perdas nas embalagens para reciclagem. Nessa etapa levantou-se a quantidade de resíduos de vidros, a quantidade de embalagens e utensílios para as embalagens que poderiam ser reutilizados e a quantidade de perdas nas embalagens para a reciclagem. Todos os dados foram mensurados por período mensal.

No segundo dia, com base nas informações obtidas, foi entrevistado o supervisor de compras, buscou-se os valores monetários em relação aos dados de quantidade de materiais reutilizados e as perdas. A escolha da pesquisa por meio da observação participante enriqueceu o estudo, porque o setor de compras não tinha análises sobre as vantagens econômicas resultantes da implementação da Logística Reversa. Assim possibilitou aos autores a elaboração de tabelas para a ilustração e mensuração dos dados reais.

No último dia foi entrevistada a supervisora de recursos humanos sobre a quantidade de pessoas e os respectivos salários mais os encargos financeiros. Com base nessas informações, acrescentou-se na tabela esses dados a fim de apresentar a receita líquida do estudo.

Por fim, as informações numéricas que se relacionam com vantagens econômicas (VE) e as que se relacionam com vantagens ambientais (VA), foram analisadas de duas maneiras distintas: as VE foram avaliadas pelas informações presentes nos documentos coletados, observando-se os valores monetários do processo.

Para as VA, após se determinar a quantidade de materiais mensais em média que são reciclados e reusados e usou-se o método Wuppertal (2013), desenvolvido pelo Instituto Wuppertal, permite avaliar as mudanças ambientais associadas à extração de recursos de seus ecossistemas naturais. O referido método propõe que os processos ambientais são divididos em quatro grupos ou compartimentos, classificados em: abiótico, biótico, água e ar.

Há a interação entre os compartimentos bióticos e abióticos. O compartimento biótico consiste no conjunto de todos os organismos vivos como plantas e decompositores e o compartimento abiótico é o conjunto de fatores não vivos de um ecossistema, mas que influenciam no meio biótico, consiste na temperatura, pressão, pluviosidade de relevo, entre outros (ODUM, 1998).

A quantidade total de material de cada compartimento que foi processado para suprir um dado material denomina-se Intensidade de Material. Para determinar a Intensidade de Material, o fluxo de entrada de massa (expresso nas unidades correspondentes) é multiplicado pelo fator MIF (*mass intensity factors*) que corresponde à quantidade de matéria necessária para produzir uma unidade de fluxo de entrada. Os valores de MIF usados no presente trabalho estão na Tabela 1.

É importante salientar que os estudos de intensidade de material desenvolvido no instituto Wuppertal têm base a matriz energética da Alemanha, Europa ou em dados médios mundiais, mas esse fato não impossibilita a utilização dessa ferramenta metodológica no Brasil, pois segundo o instituto em questão os valores dos MIFs de muitos países são muito próximos (WUPPERTAL, 2013).

Tabela 1

Fatores de Intensidade de material por compartimento usado no presente trabalho

| Itens | Fatores de Intensidade de Material por compartimento (MIF) | | | |
|----------------------------|--|------------------|------|-------|
| | Material abiótico | Material biótico | Água | Ar |
| Madeira (g/g) ^a | 0,86 | 5,51 | 10,0 | 0,129 |
| Papelão (g/g) ^b | 1,86 | 0,75 | 93,6 | 0,325 |
| Aço (g/g) ^c | 9,32 | ----- | 81,9 | 0,772 |
| Vidro (g/g) ^d | 2,95 | ----- | 11,6 | 0,743 |

^a Madeira de pinho, dados da Alemanha; ^b Papelão, dados da Europa; ^c Aço, dados mundiais; ^d Cacos de vidro, dados da Alemanha.

Fonte: Wuppertal (2013).

Para finalizar a pesquisa, relacionou-se os aspectos econômicos com os ambientais, com o objetivo de mostrar que é possível ter vantagens econômicas e ambientais na implementação da Logística Reversa.

Apresentação e análise de dados

Neste item são apresentadas duas partes: Primeira parte (qualitativa): apresenta a caracterização da empresa, o processo de Logística Reversa e as especificações técnicas na reciclagem e reuso de vidros. Uma segunda parte (quantitativa) apresenta a avaliação das vantagens econômicas e ambientais do processo de Logística Reversa, reciclagem e reuso de vidros.

Análise Qualitativa: Caracterização da empresa

A coleta de dados foi em uma empresa multinacional fornecedora de vidros para o mercado nacional e internacional. O segmento da empresa contratante é de vidro

impresso. A produção é de chapas de vidro, que em média, medem 1,70 x 2,20 x 3,8mm e pesam em torno de 20 kg.

A empresa em estudo tem um departamento que classifica, reusa e encaminha para a reciclagem os resíduos recebidos. Além disso, os resíduos são destinados corretamente no próprio sistema produtivo em caso de avaria.

O processo de embalagem é considerado pela empresa um setor que gerava grande desperdício no passado, os materiais de embalagem são caros, incluem caixas de madeira, papelão e colares de aço a fim de proteger o produto das avarias na armazenagem, na carga e descarga do transporte. Atualmente a empresa implementou a Logística Reversa com a finalidade de reusar ao máximo esses materiais de embalagem. O fluxo reverso dos vidros avariados no processo de carga e descarga no transporte e na colocação nos prédios foi mapeado. Muitas vezes, não há possibilidade de reuso de materiais de embalagens danificadas, devido à negligência no manuseio, que são encaminhados para a reciclagem externa.

O processo de Logística Reversa do vidro

A empresa pesquisada tem um departamento que classifica e recicla os resíduos de vidros que foram avariados nos processos de logística interna, ilustrado na Figura 2 e descrito em detalhes adiante. Os aspectos que merecem destaque são os departamentos de classificação e reciclagem de resíduos de vidro. A máquina britadora consiste em uma tecnologia no final do processo para reciclagem e a Logística Reversa realizada pelo Operador Logístico (OPL).

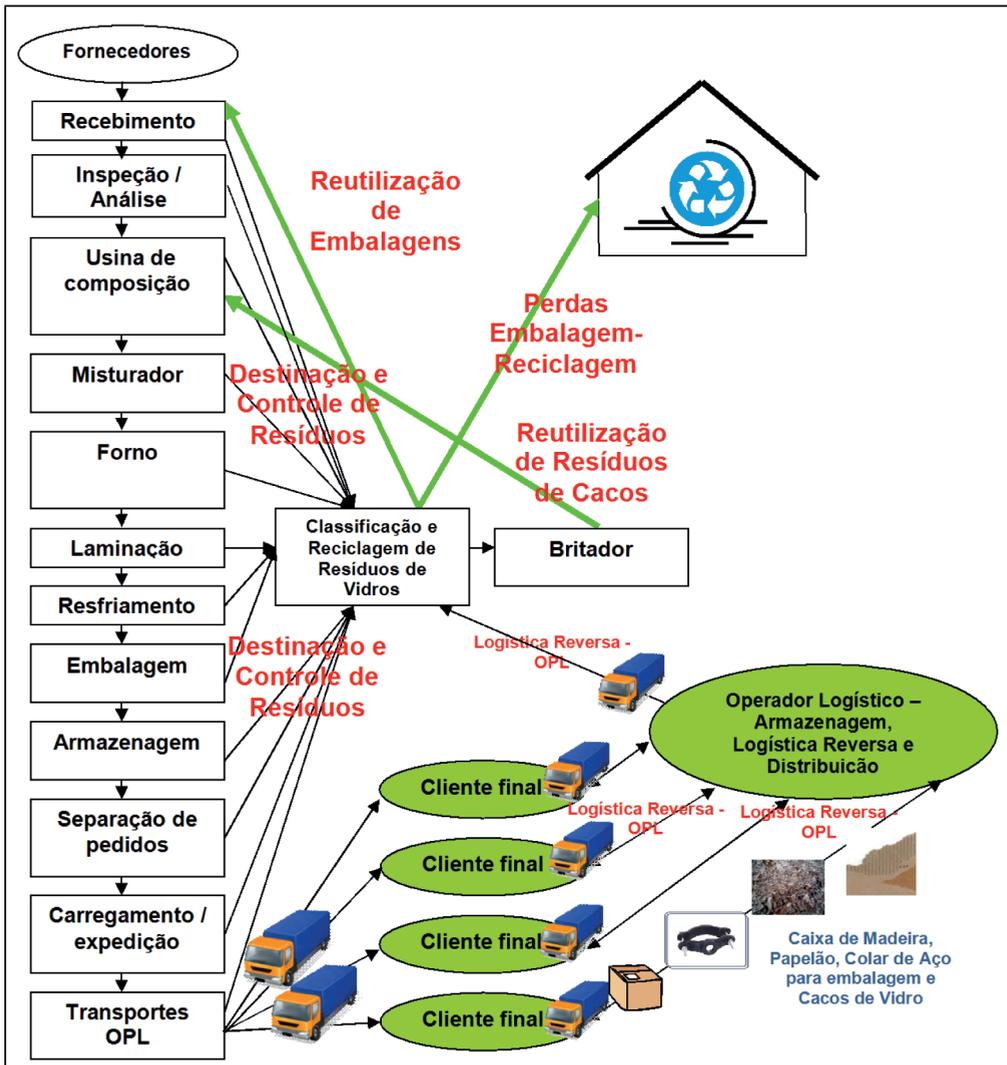
As etapas de coleta do material para reuso e reciclagem são o recebimento, a classificação e reciclagem de resíduos de vidros, inspeção e análise, usina de composição, misturador, forno, laminação, resfriamento, embalagem, armazenagem de produtos acabados, separação de pedidos, carregamento e expedição, transporte e operador logístico e britador. Verifica-se as etapas do processo:

a) *Recebimento* – nessa etapa os materiais são entregues pelos fornecedores, inclusive os resíduos de vidros britados;

b) *Classificação e reciclagem de resíduos de vidros* – se houver avarias nos departamentos internos encaminha-se para esse setor a fim de classificar os tipos de resíduos. Externamente o OPL, retira os resíduos sólidos dos clientes, por motivo de avaria no transporte e armazenagem, e encaminha para a classificação (reutilização ou reciclagem). A classificação estabelece amostragem, analisa se há impurezas dos cacos, em caso de ultrapassar 30% de impurezas o lote estará reprovado momentaneamente até que seja efetuada a descontaminação. Dessa forma, é assegurada a qualidade dos cacos direcionados à fundição.

Outra operação estabelecida nesse setor é a unitização de embalagens (cordão de aço e caixa de madeira revestida com papelão). Encaminham-se para o setor de recebimento as embalagens em condições de reuso ou para a empresa de reciclagem, as embalagens danificadas no transporte, mal armazenadas e desembaladas.

Figura 2 - Logística interna: Reuso, Reciclagem e Logística Reversa



Fonte: Elaborada pelos autores

c) *Inspeção e análise* – dos componentes recebidos antes de processar para avaliar as características físicas do material;

d) *Usina de composição* – possui tecnologia avançada, o operador acompanha em tempo real, o funcionamento do nível de matéria-prima no forno, o funcionamento dos sensores de precisão, o funcionamento das correias transportadoras e os níveis de matérias-primas nos silos. Nesse setor há extrema necessidade de manutenção preventiva, mas se acaso ocorrer anormalidade que venham a influenciar no funcionamento do abastecimento de matéria-prima no forno, o operador identifica e, solicita reparos;

e) *Misturador* – processo de unificação das matérias-primas, dessa forma, elimina-se a possibilidade de abastecimento desproporcional, por exemplo, mais cacos do que areia e vice versa;

f) *Forno* – é um compartimento com capacidade para até 280 toneladas de matérias-primas, no qual, a temperatura pode chegar em 1400°C. Nesse processo há a necessidade contínua de abastecimento. Os sensores que controlam o nível de matéria-prima do forno são acionados automaticamente após a baixa do nível. Aqui o vidro é produzido entre os dois cilindros;

g) *Laminação* – o processo de laminação ocorre na saída do vidro da máquina, ou seja, o vidro sai pastoso entre os dois cilindros os operadores de máquinas por sua vez, regulam por meio de um painel a temperatura e espessura do vidro (de acordo com o padrão);

h) *Resfriamento* – após o processo de laminação vem o resfriamento com a utilização de ventiladores que se ajustam automaticamente de acordo com o padrão de vidro que está sendo produzido;

i) *Embalagem* – o sistema de embalagem pode ser em colares de aço ou em caixa de madeiras *end caps* para proteção do produto. Esclarecendo mais, Bowersox (2006) explica que o objetivo principal da embalagem é movimentar os produtos com a devida proteção sem danificá-los, evitando o desperdício e tornando a operação mais eficiente;

j) *Armazenagem de produtos acabados* – nos armazéns é necessário o manuseio dos materiais, esse processo envolve duas atividades principais: recebimento do produto do setor de embalagem; e manuseio para estocagem, no qual, inclui a movimentação de produtos no armazém, que seguem para separação e estocagem;

k) *Separação de pedidos* - após a emissão do pedido para o cliente o estoquista seleciona os produtos para a expedição;

l) *Carregamento e expedição* – consistem na verificação dos pedidos e no carregamento dos veículos de transporte;

m) *Transporte e Operador Logístico* – o Operador Logístico é a empresa contratada para a execução do processo de distribuição, Logística Reversa e armazenagem. No transporte, o operador logístico entrega produtos para os clientes, e retiram as embalagens (colar de aço e caixa de madeira revestida de papelão), os cacos de vidros avariados no processo de transporte; e na armazenagem é realizada a utilização de cacos retirados nos clientes. Desta forma o caminhão sempre trafega cheio, quando vai retirar os produtos para a entrega, leva as embalagens e os cacos de vidros.

n) *Britador* – é um funil de aço que possui mandíbulas de trituração, com capacidade de receber até 2 (duas) toneladas de cacos. Os cacos de vidro são triturados e guiados por meio de uma correia transportadora para um silo de armazenagem capaz de receber até 80 toneladas.

Durante as entrevistas os respondentes destacaram outros elementos considerados importantes para a compreensão do programa de Logística Reversa da empresa:

a) A expectativa de vida útil das embalagens metálicas é de dez anos, da madeira é de cinco anos e do papelão é de um ano;

b) A empresa opera apenas no seguimento de *business-to-business*, isto é, realiza negócios apenas com outras empresas do ramo de vidrarias;

c) Não há custo extra de combustível na implementação da Logística Reversa. Quando da negociação com o cliente, acerta-se a troca de vidros quebrados e o retorno das embalagens após a utilização. O cliente no momento dessa negociação define uma data mensal para a retirada das embalagens;

d) As notas fiscais dos vidros e das suas embalagens são emitidas separadamente. No caso das embalagens é emitida uma nota de Código Fiscal de Operações e Prestações (CFOP) 5949 - outras saídas não especificadas - e coloca-se a quantidade de embalagens e o custo sem destacar os impostos. A mesma nota é usada para o retorno das embalagens sem custo para o cliente;

e) Há o gerenciamento e planejamento das rotas dos locais de entrega e suas redondezas para os novos pedidos e a retirada das embalagens e dos resíduos dos vidros usados (retalhos) de forma que não sejam gerados custos adicionais. Geralmente as entregas são no centro de São Paulo e grande São Paulo, facilitando o processo de agendamento.

Especificações técnicas na reciclagem e reuso de vidros no processo produtivo

A reciclagem consiste no reaproveitamento do material do qual o resíduo é composto, para a mesma finalidade ou para finalidades distintas de uso, e menciona a necessidade de considerar a reciclagem integrada ao sistema produtivo, evitando a reatividade (FURTADO, 2005; BLENGINI *et al.*, 2012; GOLARA *et al.*, 2012; KO *et al.*, 2012; OSMANI, 2012).

Na composição do vidro, o volume de cacos não pode ser ultrapassar 35% de toda a matéria-prima, como o consumo total de produção médio é igual a 4.630 toneladas / mês, o volume de cacos não podem ultrapassar 1.650 toneladas / mês. Caso a empresa fabricante de vidros queira baratear os seus produtos reduzindo a matéria-prima pura e aumentando o uso do volume de cacos, este produto pode vir a apresentar problemas. Ou seja, quanto mais cacos se agregam no processo produtivo, mais frágil o produto final se apresenta, com aumento da possibilidade de quebra no armazém, no transporte e no retrabalho (corte e refilamento na utilização pelas vidrarias).

Análise Quantitativa: Avaliação das vantagens econômicas no reuso de embalagens e reciclagem de resíduos de vidros

A logística reversa operacionalizada pelo agente terceirizado tem por objetivo unitizar as embalagens de madeira revestida de papelão e os colares de aço que protegem o produto. Essas embalagens geram um volume muito grande de resíduos que podem ser reutilizados, trazendo vantagens econômicas para as empresas, principalmente porque o fabricante deixa de comprar recursos materiais novos, obtendo vantagens competitivas reais.

As vantagens econômicas resultantes do processo de reuso de cacos de vidros e as vantagens econômicas do processo de Logística Reversa no que tange as embalagens (colar de aço e caixa de madeira revestido com papelão) foram contabilizadas.

Na Tabela 2 é possível verificar que, em média, por mês a empresa reusa 1650 toneladas de cacos de vidro, que representa R\$ 412.500,00. Porém há as despesas (Energia Elétrica consumida no britador - 925.000 kWh -, que representa um custo de R\$ 111.000,00 e custo com o pessoal de R\$ 8.400,00). Assim, a empresa obtém ganhos médios mensais de R\$ 293.100,00, que representa 20,4% da receita líquida total mensal da empresa com a fabricação de vidros impressos.

Tabela 2 – Vantagens econômicas do processo de reuso de cacos de vidro – valores mensais médios

| Ganhos com o reuso de cacos | | | | |
|---|----------|--------------------------|----------------|------------------|
| Resíduos | Un. | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total |
| Cacos de Vidros Reusados | Tonelada | 1.650 | R\$ 250,00 | R\$ 412.500,00 |
| Custos com energia Elétrica (CEE) | | | | |
| Máquina | Unidad. | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total |
| Britador / Motor de 5 CV | kWh | 925.000 | R\$ 0,12 | R\$ 111.000,00 |
| Custos com Salários (CS) | | | | |
| Pessoal | Qtde: | Custo Unitário+ Encargos | | Custo Total |
| Líder | 1 | R\$ 2.200,00 | | R\$ 2.200,00 |
| Operador de pá-carregadeira. | 2 | R\$ 1.600,00 | | R\$ 3.200,00 |
| Ajudantes | 3 | R\$ 1.000,00 | | R\$ 3.000,00 |
| Custo Total com Salários | | | | R\$ 8.400,00 |
| Valor total dos custos (CEE + CS) | | | | R\$ 119.400,00 |
| Receita líquida considerando o processo de reuso | | | | R\$ 293.100,00 |
| Receita líquida total da empresa com a fabricação de vidros planos | | | | R\$ 1.436.170,00 |
| Representação em % do reuso na receita da empresa com a fabricação de vidros impressos | | | | 20,4% |

Fonte: dados fornecidos pela empresa.

Ainda, a vantagem econômica da Logística Reversa no que tange as embalagens representa 17% da receita líquida, o que corresponde a R\$ 255.088,00. (vide Tabela 3)

Um aspecto que merece atenção é o fato que nem sempre as embalagens vêm em condições de reutilização, muitas vezes ocorre negligência do transporte e armazém que danificam a embalagem e que são encaminhadas para uma empresa especializada em reciclagem. Não são contabilizadas as vantagens econômicas nessa perda, o fabricante envia a embalagem para a reciclagem gratuitamente.

Portanto, na totalidade do processo de Logística Reversa soma-se R\$ 548.188,00 da receita líquida da empresa pesquisada. Esse valor representa 37,4% da receita líquida média total da empresa, sendo assim é possível ter melhores resultados nos negócios quando se reusa as matérias-primas e se pratica a Logística Reversa.

Tabela 3 – Vantagens econômicas do processo de reuso de embalagens - valores médios mensais

| Ganhos com embalagem em condições de reutilização | | | | |
|--|--------|--------------------------|----------------|-------------------------|
| Resíduos | Un. | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total |
| Caixa de Madeira | Peça | 2.000 | R\$ 72,00 | R\$ 144.000,00 |
| Papelão | Peça | 1.572 | R\$ 18,00 | R\$ 28.296,00 |
| Colar de aço | Peça | 4.918 | R\$ 22,00 | R\$ 108.196,00 |
| Valor Total das Receitas | | | | R\$ 280.492,00 |
| Perdas de embalagens, destinação para reciclagem | | | | |
| Resíduos | Un. | Quantidade | Custo Unitário | Custo Total |
| Caixa de Madeira | Peça | 112 | R\$ 72,00 | R\$ 8.064,00 |
| Papelão | Peça | 540 | R\$ 18,00 | R\$ 9.720,00 |
| Colar de aço | Peça | 10 | R\$ 22,00 | R\$ 220,00 |
| Custos com perdas de embalagem | | | | R\$ 18.004,00 |
| Custos com Salários | | | | |
| Pessoal | Qtde.: | Custo Unitário+ Encargos | | Custo Total |
| Líder | 1 | R\$ 2.200,00 | | R\$ 2.200,00 |
| Operador de empilhadeira | 2 | R\$ 1.600,00 | | R\$ 3.200,00 |
| Ajudantes | 2 | R\$ 1.000,00 | | R\$ 2.000,00 |
| Custos totais com Pessoal | | | | R\$ 7.400,00 |
| Valor Total das Despesas Mês | | | | R\$ 25.404,00 |
| Receita líquida Considerando a reutilização de embalagens | | | | R\$ 255.088,00 |
| Receita líquida total da empresa com a fabricação de vidros impressos | | | | R\$ 1.436.170,00 |
| Representação em % do reuso na receita da empresa | | | | 17% |

Fonte: dados fornecidos pela empresa.

Avaliação das vantagens ambientais no reuso, reciclagem e Logística Reversa - análise pelo método Wuppertal

Na soma total de materiais, pelo método Wuppertal, consideram-se todos os produtos que não são dispensados no meio ambiente de maneira negligente, inclui o reuso e a reciclagem, por meio dessa ação reduz o impacto ambiental. A empresa informou o total de Massa em Material (MM) médio mensal que foi destinado corretamente: 148 toneladas de madeira, 39 toneladas de papelão, 444 toneladas de aço e 1650 toneladas de cacos de vidro. Para determinar a Intensidade de Material, o fluxo de entrada de massa (expresso nas unidades correspondentes) é multiplicado pelo fator MIF (*mass intensity factors*) que corresponde à quantidade de matéria necessária para produzir uma unidade de fluxo de entrada. Utilizando-se dos valores referenciais da Tabela 1, multiplicam-se os valores de MM e MIF. Por exemplo, para os colares de aço, o MIF é de 9,32 x 444 toneladas (MM) = 4.138,08. O mesmo raciocínio foi usado para calcular os outros escores.

A Tabela 4 apresenta o fator de intensidade por material. A representatividade do reuso e reciclagem soma 9205,40 toneladas de materiais no compartimento abiótico, isto é, contribui com a sustentabilidade no que tange o aquecimento global, o desgaste da camada de ozônio, a pressão atmosférica etc. Esses têm representação direta no

compartimento biótico, que unitariamente soma 844,73 toneladas que deixou de poluir a vegetação, o solo e os decompositores. Além disso, não foram lançados na água 60634 toneladas de poluentes e no ar 1600,49 toneladas.

Tabela 4 – Vantagens ambientais do processo de reuso de embalagens (em toneladas)

| Itens | Massa em Material X Fatores de Intensidade de Material | | | |
|--------------------------------|--|------------------|--------------|----------------|
| | Material abiótico | Material biótico | Água | Ar |
| Madeira | 127,28 | 815,48 | 1480 | 19,09 |
| Papelão | 72,54 | 29,25 | 3650,4 | 12,68 |
| Aço | 4138,08 | ----- | 36363,6 | 342,77 |
| Vidro | 4867,5 | ----- | 19140 | 1225,95 |
| Total por compartimento | 9205,40 | 844,73 | 60634 | 1600,49 |

Fonte: Elaborada pelos autores

Comparando vantagem econômica com vantagem ambiental

Houve um reaproveitamento de 2281 toneladas (soma dos materiais: madeira, papelão, aço e cacos de vidro) corresponde a 9205,40 toneladas de material no nível abiótico, 844,73 toneladas no nível biótico, 60634 toneladas na água e 1600,49 toneladas no ar. Os benefícios financeiros pelo reaproveitamento de 2281 toneladas foram de R\$548.188,00, que representa 37% da receita líquida da empresa (RE).

Assim, se for definida a razão Material Economizado com Reuso e Reciclagem (MERR) /Ganhos com o Reuso e Reciclagem (GRR), muda de 4,16 kg/R\$, considerando só os materiais reaproveitados, para 131,86 kg/R\$, quando são considerados os Materiais de Todos os Compartimentos (MTC). No primeiro caso, a cada 4,16 kg de material reciclado ou reutilizado se economiza um real. Quando se considera a escala global, para cada real economizado, há um benefício de 131,86 kg de material que não é modificado nem retirado do meio ambiente.

Considerações finais

O objetivo dessa pesquisa foi mostrar as vantagens econômicas e ambientais na implementação da Logística Reversa em uma empresa de fabricação de vidros. Os resultados mostram a viabilidade econômica da Logística Reversa no que se refere a embalagens (madeira revestida de papelão e colar de aço) e cacos de vidro. O resíduo de vidro é 100% reutilizado, já as embalagens ocorrem mensalmente algumas perdas em torno de 15%, essas perdas são enviadas para uma empresa de reciclagem não gerando receita adicional.

Os resultados do reaproveitamento de 2281 toneladas (soma dos materiais) correspondem a 9205,40 de material no nível abiótico, a 844,73 no nível biótico, a 60634 toneladas e poluentes na água e 1600,49 toneladas no ar. Os benefícios financeiros pelo reaproveitamento de 2281 toneladas a R\$548.188,00, que representa 37% da receita lí-

quida da empresa, confirmando assim as proposições de John (2000), no que se refere aos ganhos e economia proporcionados pelo processo de Logística Reversa. Se for definida a razão (Material Economizado com Reuso e Reciclagem (MERR) /Dinheiro Economizado (DE)), ele muda de 4,16 Kg considerando só os materiais reaproveitados para 131,86 Kg, quando é considerado os Materiais de Todos os Compartimentos (MTC), isto é, o vidro é reciclado 100%. No primeiro caso, cada real economizado corresponde a 4,16 kg de material. Quando se considera a escala global, por cada real, há um benefício de 131,86 kg de material que não é modificado nem retirado dos ecossistemas.

Nesse sentido, os resultados corroboram com os achados em outras pesquisas (BRAGA JUNIOR, 2011; HERNANDEZ *et al.*, 2013), indicando claramente que as ações de Logística Reversa dever fazer parte dos planos estratégicos gerais das empresas, pois podem ser diferenciais competitivos. (HERNANDEZ *et al.*, 2012).

Os resultados desse estudo exploratório mostram a viabilidade e a aplicabilidade do método Wuppertal usado para avaliar os ganhos ambientais da reciclagem do vidro e os ganhos econômicos da implementação de um programa de Logística Reversa, podendo inspirar novos estudos e colaborar para que empresas possam vir a adotar tal método.

Por fim, sugere-se que a mesma metodologia seja aplicada em mais empresas de vidros para que se possa ter uma visão dos benéficos econômicos e ambientais da Logística Reversa nesse setor, por meio de estudos de casos múltiplos para efeito de comparação dos resultados.

Referências

- AASTRUP, J; HALLDÓRSSON, A. Epistemological role of case studies in logistics: a critical realist perspective. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**. v. 38, n. 10, p. 746-763, 2008.
- ABDULRAHMAN, M.D; GUNASEKARAN, A; SUBRAMANIAN, N. Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. **International Journal of Production Economics**, v.138, n.2, p.1-12, 2012.
- BARKER, T.; ZABINSKY, Z. A multicriteria decision making model for reverse logistics using analytical hierarchy process, **Omega**, v.39, n.5, p.558-573, 2011.
- BLENGINI, G.A; BUSTO, M; FANTONI, M; FINO, D. Eco-efficient waste glass recycling: Integrated waste management and green product development through LCA. **Waste Management**, v.32, n.1, p.1000–1008, 2012.
- BOGDAN, R., BIKLEN, S. **Qualitative Research for Education: an Introduction to Theory and Methods**. Boston: Allyn and Bacon, 1992.
- BRAGA JUNIOR, S. S.; MERLO, E. M.; NAGANO, M. S. Um estudo comparativo das práticas de Logística Reversa no varejo de médio porte. In: SIMPOI - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 11^o, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008.

BRAGA JUNIOR, S. S.; ALONSO JUNIOR, N.; RAMOS, A. L.; EVANGELISTA, A. A.; SILVA, D. Um Estudo da Logística Reversa no Grupo Carrefour: Gestão e Prática em um Supermercado na Cidade de São Paulo. **Revista Empreendedorismo y Estrategia Organizacional**, v. 1, p. 69-85, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 mar. 2010.

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D.G. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CARTER, C. R. AND L. M. ELLRAM. Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation. **Journal of Business Logistics**, v.19, n.1, p 85-102, 1998.

CHEMEL, C., RIESENMEY, C., BATTON-HUBERT, M., VAILLANT, H. Odour-impact assessment around a landfill site from weather-type classification, complaint inventory and numerical simulation. **Journal of Environmental Management**, v.93, n.1, p.85-94, 2012.

DAHER, C.E; SILVA, E. P. S.; FONSECA, A.P; Logística Reversa: oportunidades, para redução de custos através do Gerenciamento da Cadeia Integrada de Valor. **Brazilian Business Review**, n. 1, 2006

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 522-550, 1989.

FURTADO, J.S. **Sustentabilidade Empresarial – Guia de Práticas Econômicas, Ambientais e Sociais**. Salvador: Centro de Recursos Ambientais (CRA), 2005.

GOLARA, S; MOUSAVI, N; TAROKH, M.J; HOSSEINZADEH, M. Closed-Loop Supply Chain Network Design with Recovery of Glass Containers. **International Journal of Strategic Decision Sciences**, v.3, n.4, p.1-26, 2012.

GOVINDAN, K.; PALANIAPPAN, M.; ZHU, Q.; KANNAN, D. Analysis of third party reverse logistics provider using interpretive structural modeling. **International Journal of Production Economics**, v.140, n.1, p.204-211, 2012.

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

GUNASEKARAN, A., NGAI, E.W.T. The future of operations management: an outlook and analysis. **International Journal of Production Economics**. v. 135, n.2, p. 687-701, 2012.

HATAMI-MARBINI, A., TAVANA, M., MORADI, M., KANGI, F. A fuzzy group electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities. **Safety Science**, v.51, n.1, p.414-426, 2013.

HERNANDEZ, C.T.; MARINS, F.A.S.; CASTRO, R.C. Modelo de gerenciamento da Logística Reversa. **Gestão da Produção**, v. 19, n. 3, p. 1-12, 2012.

HERNANDEZ, C.T.; MARINS, F.A.S, ROCHA, P; DURAN, J.A.R. Using AHP and ANP to Evaluate the Relation between Reverse Logistics and Corporate Performance in Brazilian Industry, **Brazilian Journal of Operations & Production Management** v.7, n. 2, p. 47-62, 2010.

HU, ZHI-HUA; SHEU, JIUH-BIING. Post-disaster debris reverses logistics Management under psychological cost minimization. **Transportation Research Part B**, v. 55, n.1, p. 118–14, 2013.

JINDAL A., SANGWAN, S.K. **Development of an interpretive structural model of barriers to reverse logistics implementation in Indian Industry**. Glocalized solutions for sustainability in manufacturing: Proceedings of the 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Germany, May 2nd–4th, pp. 448–435, 2011.

KO, Y.D; NOH,I; HWANG, H. Cost benefits from standardization of the packaging glass bottles. **Computers & Industrial Engineering**, v.62, n.1, p.693–702, 2012.

KONG, S; LIU, H; ZENG. H; LIU, Y. The status and progress of resource utilization technology of e-waste pollution in China. **Procedia Environmental Sciences**, v.16, n.1, p.515-52, 2012.

LEITE, P. R. Logística reversa: categorias e práticas empresariais em programas implementados no Brasil um ensaio de categorização. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, XXXII, 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: ANPAD, p. 1-16, 2005.

MCCRACKEN, G.. **The Long Interview**. 5th print. Newbury Park: Sage, 1991.

MEADE, L.; SARKIS, J. A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 7, n. 5. p. 283-295, 2002.

MIAO, Z., CAI, S., XU, D. Exploring the antecedents of logistics social responsibility: a focus on Chinese firms. **International Journal of Production Economics**. v.140, n.1, p.18-27, 2012.

MOORS; E. H. M; MULDER, K. F; VERGRAGT, P. J. Towards cleaner production: barriers and strategies in the base metals producing industry. **Journal of Cleaner Production** v. 13, p. 657-668, 2005.

NEVENS, F, DESSEIN, J., MEUL, M., ROGGE, E., VERBRUGGEN, I., MULIER, A., PASSEL, S. V., LEPOUTRE, J., HONGENAERT, M. 'On tomorrow's grounds', Flemish agriculture in 2030: a case of participatory translation of sustainability principles into a vision for the future. **Journal of Clean Production**. v.16, n.10, pp.1062-1070, 2008.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

OLIVEIRA NETO, G.C; CHAVES, L.E.C; VENDRAMETTO, O. Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha. **Exacta**, v.8, n.1, p 65-80, 2010.

OSMANI, M. Innovation in cleaner production through waste recycling in composites. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 24, n. 1, p. 6-15, 2013.

RLEC – Reverse Logistics Executive Council. Disponível em: <<http://www.rlec.org/glossary.html>>. Acesso em: março de 2013.

RAVI, V. Selection of third-party reverse logistics providers for End-of-Life computers using TOPSIS-AHP based approach. **International Journal Logistics Systems and Management**, v. 11, n. 1, p. 24-37, 2012

RAVI, V; SHANKAR, R; TIWARI, M. K. Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorcard approach. **Computers & Industrial Engineering**. v. 48, n. 2, p. 327-356, 2005.

ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. An examination of reverse logistics practices. **Journal of Business Logistics**, v.22, n.2, p.129-148, 2001.

ROSS, J. R., **Returns gate keeping seen as key to efficient reverse logistics**. Stores, n.80, p.49–55, 1998.

SARKIS, J., ZHU, Q., LAI, K-H. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**. v.130, n.1, p. 1–15, 2011

SEIDMAN, I. E. **Interviewing as Qualitative Research**. A Guide for Researchers in Education and the Social Sciences. New York: Teachers College/Columbia University Press, 1991.

SELLITTO, M.A; KADEL JR, N; BORCHARDT, M; PEREIRA, G.M; DOMINGUES; J. Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e Logística Reversa na fabricação de cimento. **Ambiente & Sociedade**. v.16, n.1, p. 141-162, 2013.

SHERIFF, K.; GUNASEKARAN, A.; NACHIAPPAN, S. Reverse logistics network design: a review on strategic perspective. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v.12, n.2, p. 171-194, 2012.

STEVEN, M. Networks in reverse logistics. In: DYCKHOFF, H.; LACKES, R.; REESE, J. **Supply chain management and reverse logistics**. Berlim: Springer, 2004.

TIBBEN-LEMBKE, R.S. Life after death: reverse logistics and the product life cycle. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 32, n.3, p. 223- 244, 2002.

VENDRAMETTO, O; PALMERI, N; OLIVEIRA NETO, G.C; PERRETI, D. O; Cleaner Production: A Growing Movement In Brazilian Companies. **Revista Produção on line**, Santa Catarina, v. 10, n.1, p. 49-70, 2010.

WUPPERTAL. **Calculating MIPs, resources productivity of products and services**. Disponível: <http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wiberitrag/MIT_v2.pdf> Acesso em : abr. 2013.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. São Paulo: Bookman, 2010.

YUKSEL, H., Na empirical evaluation of clean production practices in turkey. **Journal of Clean Production**, v.16, n.1, p. 50-57, 2007.

ZHANG, T., CHU, J., WANG, X., LIU, X., CUI, P. Development pattern and enhancing system of automotive components remanufacturing industry in China. **Resources, Conservation and Recycling**.v. 55, n.6, p. 613–622, 2011.

Submetido em: 17/07/2013.

Aceito em: 02/05/2014.

AValiação DAS VANTAGENS AMBIENTAIS E ECONÔMICAS DA IMPLANTAÇÃO DA LOGÍSTICA REVERSA NO SETOR DE VIDROS IMPRESSOS

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo avaliar as vantagens ambientais e econômicas de um processo de Logística Reversa de vidros impressos de uma grande empresa do setor. A empresa implantou a Logística Reversa para a gestão de resíduos sólidos de embalagens de proteção do produto, que consistem em caixas de madeira revestidas de papelão com colar de aço e também, reuso de cacos de vidros. Nesse estudo de caso de origem exploratória, com coleta de dados por meio de entrevista e observação participante, caracterizado como qualitativo e quantitativo, mensurou-se a vantagem econômica e ambiental da implantação da Logística Reversa. Para a análise da vantagem ambiental utilizou-se o método *Wuppertal*. Os resultados mostraram um ganho ambiental de 131,86 kg de material que não é modificado e retirado do meio ambiente e vantagem econômica de 37,4% da sua receita líquida média total com a reutilização de embalagens e reuso dos cacos de vidro.

Palavras-chave: Logística Reversa, Gestão de Resíduos Sólidos, Reuso, Reciclagem.

Abstract: This research aimed to evaluate the environmental and economic advantages of a reverse logistics process of printed glasses of a large company sector. The company implemented a reverse logistics for solid waste management packaging product protection, consisting of wooden boxes lined with cardboard collar steel and also reuse of broken glass. In this case study of exploratory origin, with data collection through interviews and participant observation, characterized as qualitative and quantitative, measured up the economic and environmental advantages of implementing reverse logistics. For the analysis of the environmental advantage we used the method *Wuppertal*. The results showed an environmental gain of 131.86 kg of material is not modified and removed from the environment and economic benefit of 37.4% of the average total net revenue from the reuse of packaging and reuse of broken glass.

Key words: Reverse Logistic, Solid Waste Management, Reuse, Recycling.

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo evaluar las ventajas medioambientales y económicas de un proceso de logística inversa de los vidrios impresos de un gran sector de la sociedad. La compañía implementó una logística inversa para la gestión de la protección del producto envasado de residuos sólidos, que consiste en cajas de madera forradas de acero collar de cartón y también la reutilización de los cristales rotos. En este

estudio de caso exploratorio de origen, con la recolección de datos a través de entrevistas y observación participante, caracterizada como cualitativa y cuantitativa, a la altura de las ventajas económicas y ambientales de la aplicación de la logística inversa. Para el análisis de la ventaja ambiental se utilizó el método de Wuppertal. Los resultados mostraron un beneficio ambiental de 131,86 kg de material no se modifica y se retira del medio ambiente y el beneficio económico de 37.4% de los ingresos netos promedio total de la reutilización de los envases y la reutilización de los cristales rotos.

Palabras clave: Logística Inversa, Gestión de Desechos Sólidos, Reutilizar, Reciclar.
