

MODELO DE PROCESSO LOGÍSTICO REVERSO PARA OS RESÍDUOS DE PAPEL E PAPELÃO: UM ESTUDO DE CASO

RESUMO

Pode-se dizer que a utilização da logística reversa pode ser um importante diferencial para algumas empresas, proporcionando uma vantagem competitiva em seus mercados. Nesse sentido, o objetivo principal deste trabalho é apresentar os resultados de uma pesquisa, qualitativa e exploratória, que visou propor um modelo de processo para a coleta, a seleção, a desmontagem, a armazenagem e a disposição dos resíduos de papel e papelão em uma empresa. Verificou-se que uma re-estruturação do processo logístico na empresa permitiu um importante aumento nos ganhos da mesma com a venda dos resíduos oriundos da fabricação de alguns de seus produtos. O estudo ainda permitiu a identificação de muitos fatores que influenciam o processo da logística reversa no setor de construção civil, além de auxiliar a suprir a lacuna existente na literatura sobre o tema.

ABSTRACT

One can say that the use of reverse logistics may be an important competitive advantage for some companies. This paper presents the results of a qualitative and exploratory research that aimed at proposing a model for collecting, selecting, disassembling, storing and discarding paper residues. It was verified that a re-structuring of the company's logistics process led to a relevant earnings increase derived from the sale of paper residues. The study also allowed the identification of several factors which influence the reverse logistics process in the building construction market. Furthermore, this paper represents a contribution to the literature related to reverse logistics in such market.

1. INTRODUÇÃO

Natchamann e Needy (2001) destacam que a competitividade, de modo geral, vem crescendo atualmente nos mais distintos setores da economia. Sob tal conjuntura, a função Logística pode ser uma fonte de vantagem competitiva para as mais diversas empresas (BALLOU, 2005). Wood et al. (2002) definem a logística como o movimento de produtos entre dois ou mais participantes da cadeia de suprimentos.

Nesse contexto, um tópico que ganha importância a cada dia é o referente à logística reversa. Pode-se dizer que a “logística reversa se refere ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, disposição de resíduos, forma, reparação e remanufatura” (STOCK 1998, p. 20). A logística reversa busca o caminho inverso dos produtos e materiais já descartados, partindo-se do consumidor final para a origem, visando a reutilização desses dentro do mercado. Essa prática possibilita o reaproveitamento e a reciclagem dos materiais e minimiza os impactos ao meio ambiente.

Nesse sentido, este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que visou propor um modelo de processo logístico para a coleta, a seleção, a desmontagem, a armazenagem e a disposição dos resíduos papel e papelão para uma empresa. Para tal, foram estipulados os seguintes objetivos específicos: (a) descrever o processo produtivo da empresa estudada; (b) identificar e descrever a maneira como os resíduos de papel e papelão são gerados dentro do processo de fabricação de telhas, *steel deck* e acessórios (alguns produtos da empresa); (c) levantar as quantidades dos resíduos papel e papelão gerados durante o período de 2007; (d) levantar os preços de venda no mercado ofertados para os resíduos de papel e papelão; e (e) realizar uma simulação da aplicação do modelo de processo logístico proposto para a empresa pesquisada.

Essa pesquisa se justifica devido às novas necessidades de operações logísticas que surgem para o atendimento dos canais de distribuição reversos, o que aquece todo o sistema logístico e de distribuição, além de favorecer a redução dos custos globais, passando a ser ainda um diferencial competitivo em uma economia globalizada. Ademais, este trabalho supre uma lacuna existente na literatura sobre o tema.

Este trabalho está estruturado em cinco seções (contando com essa introdução). Na seção 2, apresentam-se alguns conceitos necessários para o entendimento deste trabalho. Em seguida, na seção 3, descreve-se a metodologia empregada na pesquisa. Segue-se o estudo de caso (seção 4). Por fim, na seção 5, as conclusões são apresentadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Logística Reversa

Ballou (2005) define logística como o movimento de produtos e serviços entre os vários componentes de uma cadeia de suprimentos. Esse autor apresenta que as atividades logísticas podem ser divididas em três componentes principais: estocagem, transporte e localização de instalações. O termo “logística” foi utilizado inicialmente na área militar, sendo que foi, posteriormente, estudado no ambiente empresarial (WOOD et al., 2002). Bowersox e Closs (2001) destacam que apesar de estar presente nas atividades humanas há muito tempo, a logística ainda apresenta uma série de desafios aos profissionais e aos estudiosos.

Apesar de bastante desenvolvido em alguns países, no Brasil, o tema logística passou a ser discutido e estudado analiticamente na década de 1990, segundo Fleury et al. (2000). Esse autor destaca que foram três os fatores principais que concorreram para essa mudança no país: a explosão do comércio internacional, a estabilidade econômica e as privatizações.

Wood et al. (2002), contudo, explicam a relevância de um tópico, muitas vezes negligenciado, no estudo da logística: a logística reversa. Esses autores destacam alguns eventos que demandam a logística reversa em empresas: *recalls*, vencimentos de prazos de consumo de produtos, reparos e trocas, e a necessidade de reciclagem. De acordo com Chaves e Martins (2005), surgiram abordagens sobre logística reversa nos anos 1990, devido a uma série de eventos, tais como o aumento da preocupação com questões ambientais e a preocupação com perdas por parte das empresas, por exemplo.

Para Lacerda (2002), a logística reversa pode ser entendida como um processo complementar à logística tradicional. Segundo o autor, enquanto a última tem o papel de levar produtos de sua origem (fornecedores) até os clientes intermediários ou finais, a logística reversa deve completar o ciclo, trazendo de volta os produtos já utilizados dos pontos de consumo até a sua origem. Por sua vez, vários outros autores, tais como Leite (2003) e Fuller e Allen (1995) definem a logística reversa como a área da logística que visa equacionar os aspectos logísticos do retorno dos bens ao ciclo produtivo ou de negócios, por meio da multiplicidade de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor econômico, ecológico, legal e de localização.

De acordo com Krikke (1998), há diferenças fundamentais entre os fluxos diretos e os fluxos reversos da cadeia logística, dentre as quais estão: (a) na cadeia logística convencional, os produtos são puxados pelo sistema, enquanto que, na logística reversa, existe uma

combinação entre puxar e empurrar os produtos pela cadeia de suprimentos; (b) os fluxos logísticos reversos não se dispõem de forma divergente, como os fluxos convencionais, mas, sim, podem ser divergentes e convergentes ao mesmo tempo; (c) o processo produtivo ultrapassa os limites das unidades de produção no sistema de logística reversa; (d) ao contrário do processo convencional, o processo reverso possui um alto nível de incerteza.

O Grupo de Estudos de Logística Reversa (REVLOG) (2009) aponta como principais razões da adesão das empresas à logística reversa: (a) a legislação ambiental; (b) a redução de custos com o retorno dos produtos/materias ao centro de produção; e (c) a crescente conscientização ambiental dos clientes. Rogers e Tibben-Lembke (1999), por sua vez, apontam outros motivos estratégicos para esse mesmo fenômeno, tais como: (i) razões competitivas e diferenciação do serviço; (ii) Limpeza do canal de distribuição; (iii) proteção da margem de lucro; e (iv) recuperação do valor de ativos.

Vários estudos, tais como o de Penmam e Stock (1995), e o de Leite (2002) destacam a importância do fator econômico como usualmente preponderante no processo de logística reversa. Verifica-se, sob tal perspectiva, a interesse e a conseqüente estruturação de uma cadeia reversa sobre os materiais de melhores resultados financeiros nos diversos elos da cadeia, estabelecendo-se uma verdadeira concorrência entre esses diferentes materiais.

Segundo Vieira (2001), contudo, há várias dificuldades em se implementar um processo de logística reversa em uma empresa. Conforme o autor, isso se deve, usualmente, à falta de uma estrutura adequada, que, de modo geral, demanda vultosos recursos, sendo que isso, muitas vezes, influencia os gestores à não optar pela implementação do referido processo.

Lacerda (2002) lista como fatores críticos de sucesso, nos casos de logística reversa, os seguintes elementos: (a) bons controles de entrada; (b) processos padronizados e mapeados; (c) tempo de ciclo reduzido; (d) sistemas de informações; (e) rede logística planejada; e (f) relações colaborativas entre clientes e fornecedores.

Verifica-se que a logística reversa tem uma ampla aplicação no que tange à reciclagem de resíduos sólidos (foco da pesquisa destacada neste trabalho). Observa-se que a disponibilização de bens e materiais residuais, caso não seja devidamente ‘controlada’, de modo geral, irá gerar impactos ambientais, seja pela liberação de constituintes nocivos à vida, seja pelo acúmulo desses resíduos (originando indiretamente poluição).

Dessa forma, apresentam-se as diversas possibilidades de recuperação dos bens produzidos e descartados, sendo que se destacam três subsistemas principais: reuso, reciclagem de materiais e incineração, os quais alimentarão as vias de disposição final em aterros sanitários seguros ou a reintegração dos materiais ao ciclo produtivo. Segundo Fuller e Allen (1995), o sistema de reciclagem agrega valor econômico, ecológico e logístico aos bens de pós-consumo uma vez que o material seja reintegrado ao ciclo produtivo e substituindo as matérias-primas novas, gerando uma economia reversa. O sistema de reuso agrega valor de reutilização ao bem. Por fim, o sistema de incineração agrega valor econômico, pela transformação dos resíduos em energia elétrica (FULLER; ALLEN, 1995).

Leite (2003) destaca que a reciclagem tornou-se uma importante atividade econômica, devido ao seu baixo impacto ambiental, denominando de “canal reverso de valorização”. Para que a

reciclagem possa ser aplicada de forma eficiente, é necessário que existam certas condições: (i) facilidade de transporte; (ii) facilidade de desmontagem (sem necessidade de equipamentos especiais); (iii) facilidade para a remanufatura; (iv) facilidade de separação das partes importantes após sua coleta; (v) facilidade de extração do material constituinte dos produtos; (vi) manutenção de suas propriedades e características originais quando reciclados; e (viii) possibilidade de substituição total ou parcial de matérias-primas virgens.

Pode-se dizer que a viabilidade técnica e econômica do processo de reciclagem é um dos aspectos mais importantes na estruturação dos canais reversos, sendo em alguns casos o motivo principal da sua dificuldade de organização. Segundo Banas (2000), a reciclagem de materiais descartados compreende as seguintes etapas: (1) coleta e separação – triagem por tipos de materiais (coleta seletiva); (2) revalorização – prepara os materiais separados para serem transformados em novos produtos; e (3) Transformação – processamento dos materiais para geração de novos produtos a partir dos materiais revalorizados.

Fleury et al. (2000) destacam que em processos de logística reversa, tal como no caso da reciclagem, é muito importante que seja elaborada uma previsão da quantidade de material a ser trabalhado em cada período. Nesse sentido, a subseção seguinte aborda esse tema de forma mais aprofundada.

2.2. Sistemas de previsão de demanda

Pellegrini (2000) destaca que, de forma geral, previsões de demanda são as bases para quase todas as decisões estratégicas e de planejamento. Mentzer e Cox (1984) destacam que as previsões de demanda são elaboradas utilizando métodos quantitativos, qualitativos ou combinações de ambos. Os métodos quantitativos baseiam-se na análise de séries temporais (dados que descrevem a variação da demanda ao longo do tempo). Por sua vez, segundo os mesmos autores, os métodos qualitativos baseiam-se em opiniões de especialistas.

Como principais métodos para a elaboração de modelos de previsão de demanda podem ser citados: (i) Modelos de Suavização Exponencial – usam uma ponderação distinta para cada valor observado na série temporal, de modo que valores mais recentes recebam pesos maiores (Modelo de Holt, Modelo Sazonal Multiplicativo, por exemplo); (ii) Modelos de Decomposição – técnicas mais antigas para a análise de séries temporais, partem do princípio de que uma série temporal pode ser representada por seus componentes separadamente; e (iii) Modelos de Box-Jenkins – partem da idéia de que os valores de uma série temporal são altamente dependentes (Modelos de Média-Móvel e Modelos Não Estacionários, por exemplo) (PELLEGRINI, 2000).

Conforme Chopra e Meindl (2003), a empresa deve compreender os fatores que podem estar associados à demanda, antes de escolher o modelo requerido de previsão. Entre os fatores incluem-se, segundo os autores: a demanda passada; a conjuntura econômica; a oscilação na produção; e o planejamento de campanhas promocionais ou de *marketing*.

Makridakis et al. (1998) destacam que a aplicabilidade de um sistema de previsão de demanda depende, ainda, de três condições: (a) disponibilidade de informações históricas; (b) possibilidade da transformação das informações históricas em dados numéricos; e (c) suposição da repetição de padrões observados em dados passados no tempo futuro (“suposição de continuidade”, a premissa básica para a utilização de métodos de previsão).

Pode-se dizer que o custo da análise de previsão é uma importante variável a ser observada e está diretamente ligado à precisão requerida, pois as decisões serão tomadas tendo ela como base (PELLEGRINI, 2000). Forma-se uma compensação, pois, após determinado ponto, os recursos investidos não implicam em aumentos expressivos na previsão da demanda.

Dada a complexidade de operacionalização de alguns dos modelos de previsão, faz-se necessário o uso de pacotes computacionais no cálculo da previsão de demanda. A escolha do pacote adequado pode ser difícil. Makridakis et al., (1998), apresentam algumas questões úteis na determinação do pacote computacional mais apropriado para o apoio a um sistema de previsão de demanda, tais como: (a) vantagens identificadas como essenciais pela gerência; (b) sistema operacional do pacote; (c) facilidade de utilização e aprendizagem; e (d) possibilidade de implementação de novos modelos de previsão no pacote computacional.

Segundo Werner e Ribeiro (2003), uma das técnicas mais comuns e eficazes para a previsão da demanda é o modelo de previsão de séries temporais (utilizado no estudo de caso apresentado neste trabalho). A previsão futura de uma série temporal pode ser realizada por meio das previsões de seus componentes: tendência, ciclo, sazonalidade e ruído aleatório. (MAKRIDAKIS; HIBON, 1997). Chopra e Meindl (2003) destacam que tudo que a empresa pode prever é a dimensão e a variabilidade do componente aleatório. Assim, uma vez tendo-se os modelos e seus parâmetros estimados apropriadamente, sua utilização na predição da demanda futura pode ser testada, tendo início o processo de manutenção.

3. METODOLOGIA

Pode-se classificar a pesquisa descrita neste artigo como uma pesquisa exploratória e qualitativa, que consistiu em um estudo de caso baseado em pesquisa-ação. Essa pesquisa correspondeu à aplicação de conhecimento científico para a resolução de um problema real em uma empresa. Destaca-se que a pesquisa qualitativa e exploratória refere-se à utilização de métodos usualmente relacionados ao levantamento e à análise de um texto (escrito ou falado) ou, ainda, uma observação direta de um comportamento pessoal (CASSEL; SYMON, 1994).

Por sua vez, o estudo de caso é uma forma de se realizar pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos em seu contexto de vida real, em situações nas quais os limites entre o fenômeno e o contexto não são facilmente perceptíveis (YIN, 2005). Conforme Thiollent (1988), a pesquisa-ação pode ser entendida como um tipo de pesquisa social com base empírica, na qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação (ou do problema) estão envolvidos de modo participativo ou cooperativo e a mediação teórico-conceitual permanece operando em todas as fases da pesquisa.

Foram utilizadas três técnicas para a coleta dos dados da pesquisa: entrevistas semi-estruturadas, observação participante e análise documental. Pode-se dizer que as entrevistas semi-estruturadas possuem orientações gerais, mas têm flexibilidade para inclusão de questões não programadas pelo pesquisador (HAIR et al., 2005). Por outro lado, a observação participante ocorre quando o pesquisador entra no ambiente social e age como um observador e um atuante simultaneamente e a análise documental é realizada a partir de quaisquer registros, físicos ou magnéticos, da empresa (FLICK, 2004; COOPER; SCHINDLER, 2003).

As entrevistas semi-estruturadas foram realizadas com os funcionários que executam as atividades de coleta dos resíduos de papel e papelão, além de alguns gestores de média gerência da empresa relacionados ao referido processo. A análise documental, por sua vez, foi realizada em relatórios de auto-monitoramento enviados mensalmente à Fundação Estadual do Meio Ambiente e do “Inventário de Resíduos Sólidos Industriais” elaborado anualmente. Por fim, destaca-se que a observação participante permitiu aos pesquisadores acompanharem e observaram a execução das diversas atividades dos funcionários relatados anteriormente.

A análise dos dados coletados foi realizada com base na técnica de análise de conteúdo. Ademais, realizou-se uma triangulação dos dados, que consiste na comparação entre os dados coletados por meio de diferentes técnicas no intuito de aumentar a confiabilidade dos dados e limitar o escopo da análise (DENZIN, 1989; YIN, 2005).

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Caracterização da empresa estudada e descrição do processo atual

A empresa estudada na pesquisa está instalada na cidade de Betim (Minas Gerais – MG). Ela foi fundada em 1990 e atuou, ao longo de sua história em vários setores distintos, sendo que atualmente pertence ao setor de construção civil. No intuito de proteger informações sigilosas da empresa, utiliza-se, neste trabalho o pseudônimo “Empresa Alfa” para identificá-la. Em abril de 2001, devido a uma exigência da Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais, a Empresa Alfa construiu uma Estação de Tratamento de Efluentes Sanitária e Industrial, além de um Depósito Temporário de Resíduos Sólidos.

A Empresa Alfa fabrica telhas, *steel deck* e acessórios (com ou sem pintura) (produtos objetos do estudo realizado). O *steel deck* é um produto utilizado para o escoramento de laje de um empreendimento de construção civil, possibilitando um melhor acabamento, redução no tempo de execução do empreendimento, limpeza e custo. Já os acessórios (calhas, rufos, etc.) são complementos aos dois produtos: telhas e *steel deck*.

O processo de fabricação de telhas, *steel deck* e acessórios caracterizam-se pela utilização de suas perfiladeiras automatizadas, necessitando de pouca mão-de-obra. O processo origina-se com o recebimento e o armazenamento da matéria-prima (bobinas e chapas de aço). Após o recebimento, inicia-se o processo de *perfilação*, responsável por dar forma à matéria-prima. Em seguida, as peças podem ser expedidas para o cliente ou seguem para o processo de pintura (caso que demanda um tratamento especial). O processo de pintura ocorre pela aplicação de tinta a pó e o uso de uma estufa de polimerização, para que a tinta seja aquecida para acabamento (a temperatura varia em função da cor e do tipo de resina utilizada durante a fabricação). Após o processo de pintura as peças são embaladas e expedidas para os clientes.

Em todo o processo de fabricação de telhas, *steel deck* e acessórios, com ou sem pintura, são gerados resíduos papel e papelão. Porém, devido à falta de um modelo de processo logístico dos resíduos sólidos, eles são recolhidos sem a consideração dos custos logísticos. No que tange à logística reversa, constata-se que não existe uma preocupação da gerência da Empresa Alfa em realizar o processo de seleção específico antes do seu envio ao depósito temporário de resíduos. O único tipo de seleção que ocorre é a segregação entre os resíduos de papel ou

papelão, não estratificando o primeiro em resíduo papel branco e papel diverso que geram receitas distintas devido à sua composição.

Baseado nas informações da descrição do processo atual, estimaram-se os custos da mão-de-obra de funcionários (incluindo salários, encargos e benefícios médios de 2007), que estão diretamente envolvidos no processo do gerenciamento dos resíduos de papel e papelão da Empresa Alfa, uma atividade diária (Tabela 1). Destaca-se que, atualmente não é realizada uma previsão da demanda adequada sobre a geração dos resíduos de papel e papelão, para se adequar a disponibilização da mão-de-obra para realização do recolhimento dos resíduos.

Tabela 1: Custos médios de mão-de-obra com gerenciamento de resíduos

<i>Setor</i>	<i>Tarefa</i>	<i>Tempo (horas/dia)</i>	<i>Homem/ hora</i>	<i>Total</i>	<i>Custo mensal (24 dias)</i>
Administração	Recolhimento de papel	9,56	22,37	213,86	5.132,66
Produção	Recolhimento de papel e papelão	9,56	25,24	241,28	5.790,70
Total					10.923,36

Fonte: Elaborado pelos autores

Por sua vez, a Tabela 2 apresenta os dados históricos sobre as quantidades dos resíduos de papel (branco e diverso) e papelão que foram gerados em cada mês do ano de 2007. As quantidades aparecem estratificadas por tipo de resíduo em função do estudo proposto, porém, atualmente a forma de destinação destes acontece agrupada, ou seja, ela é dividida em dois grupos: papel (jornais, revistas, presentes, impressos em geral) e papelão. É possível perceber por meio dos dados da Tabela 2, que a quantidade de resíduos gerados não apresenta tendências ou sazonalidades devido às características dos processos geradores. Destaca-se que a geração dos resíduos de papel ocorre em função do consumo decorrente de atividades administrativas e o resíduo papelão da atividade de pintura das telhas, *steel deck* e acessórios. Na Tabela 3, apresentam-se as quantidades e os preços médios de mercado dos resíduos.

Tabela 2: Resíduos Gerados / Ano 2007

<i>Mês</i>	<i>Quantidade de Resíduo Gerado (kg)</i>			
	Papelão	Papel Branco	Papel Diverso	Total
Janeiro	6.168,21	182,60	319,97	6.670,78
Fevereiro	5.464,30	176,86	266,34	5.907,51
Março	6.426,23	195,79	289,67	6.911,69
Abril	6.873,07	225,52	324,56	7.423,15
Maio	5.386,87	213,95	292,34	5.893,17
Junho	5.782,84	167,01	300,76	6.250,61
Julho	5.387,82	179,92	253,63	5.821,37
Agosto	7.044,19	171,22	323,32	7.538,73
Setembro	5.262,49	206,88	273,99	5.743,36
Outubro	6.169,26	246,17	267,11	6.682,54
Novembro	6.334,17	228,10	284,98	6.847,25
Dezembro	7.327,93	239,76	317,39	7.885,09
Média	6.135,62	202,82	292,84	6.631,27
Total	73.627,39	2.433,78	3.514,06	79.575,24

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3: Preço médio dos resíduos vendidos/ Ano 2007

<i>Tipo de resíduo</i>	<i>Quantidade Mensal (kg)</i>	<i>Preço (R\$)</i>	<i>Total (R\$)</i>
Papelão	6.121,27	1,72	10.533,48
Papel diverso (jornais, revistas, impressos em geral)	484,02	0,29	138,82

Total	10.672,30
--------------	------------------

Fonte: Elaborado pelos autores

A partir de uma análise da média mensal dos resíduos papel e papelão gerados com relação aos valores recebidos do mercado e os custos incorridos para a realização dessas atividades têm-se um resultado mensal negativo. Recebem-se R\$10.672,30 (Tabela 3), referentes à venda dos resíduos papel e papelão e se tem um custo no valor de R\$10.923,36 (Tabela 1) referentes à mão-de-obra no gerenciamento dos resíduos.

Apesar do resíduo de papel e papelão inicialmente gerar certo ganho para empresa, observa-se que a Empresa Alfa está tendo um resultado negativo durante a destinação desses resíduos para o mercado de reciclagem. Logo, verifica-se que estes aspectos também são inerentes ao ciclo reverso. Existem também custos pouco visíveis relacionados com a logística reversa dos resíduos e que neste trabalho não estão sendo quantificados, por não serem exclusivos do processo analisado, tais como: os custos referentes às áreas ocupadas com o armazenamento dos resíduos e os equipamentos de transporte e movimentação dos resíduos.

4.2. Proposição e discussão de um novo modelo

Baseada na abordagem de processos apresentada pela NBR ISO e com a complementação da metodologia PDCA (*Plan-Do-Check-Act* – Planejar, Fazer, Checar e Agir – ferramenta gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização), estruturou-se o modelo de processo logístico dos resíduos de papel e papelão da Empresa Alfa. O planejamento do modelo de processo logístico do resíduo de papel e papelão pode ser evidenciado desta maneira por meio da Figura 1.

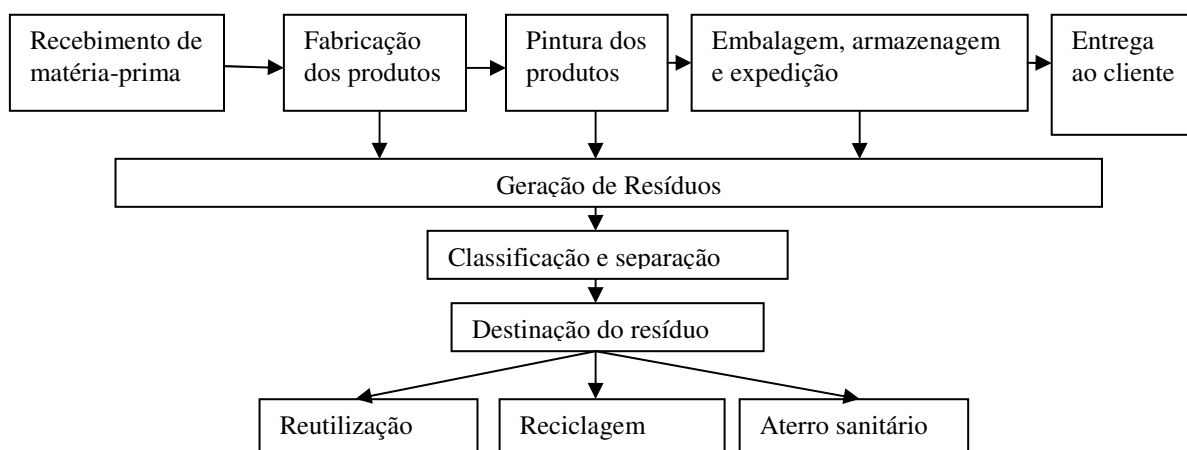


Figura 1: Fluxograma geral do processo compartilhado

Fonte: Elaborado pelos autores

O processo produtivo de fabricação de telhas, *steel deck* e acessórios apresentado na Figura 1 tem importância na formação do modelo do processo logístico, uma vez que está diretamente relacionado com a geração dos resíduos de papel e papelão. Este compreende: (a) as entradas – são as matérias-primas, produtos auxiliares e recursos humanos, físicos e financeiros; (b) as saídas – constituem os produtos acabados e semi-acabados; e (c) outras saídas – são os resíduos gerados no processo e que não podem ser reutilizados neste. A análise das saídas e de suas fontes geradoras permite a identificação dos resíduos.

Tal como destacado no referencial teórico deste trabalho, a previsão de demanda é uma importante ferramenta, que auxilia as organizações na realização das atividades, visando minimizar os erros destas durante a tomada de decisões. Na pesquisa destacada neste trabalho, realizou-se uma previsão de geração dos resíduos papel e papelão com base em séries temporais. Isso foi realizado no intuito de flexibilizar sua mão-de-obra em função da fabricação de telhas, *steel deck* e acessórios e reduzir custos.

```

graph TD
    subgraph PG [Processos Geradores]
        direction TB
        PG1(( ))
        PG2(( ))
        PG3(( ))
        PG4(( ))
    end

    PG1 --> ADP[Armazenamento de Papel diverso]
    PG1 --> AP[Armazenamento de Papel]
    PG1 --> APN[Armazenamento de Papelão]
    PG1 --> DTR[Depósito Temporário de Resíduos]

    PG2 --> ADP
    PG2 --> AP
    PG2 --> APN
    PG2 --> DTR

    PG3 --> ADP
    PG3 --> AP
    PG3 --> APN
    PG3 --> DTR

    PG4 --> ADP
    PG4 --> AP
    PG4 --> APN
    PG4 --> DTR

    ADP --> RRS[Receptor dos resíduos sólidos]
    AP --> RRS
    APN --> RRS
    DTR --> RRS
  
```

De acordo com o fluxo reverso dos resíduos de papel e papelão proposto, cada processo gerador seria responsável por selecionar os diversos tipos de resíduos e destiná-los aos locais de pré-armazenagem antes de serem destinados ao depósito temporário de resíduos. Nesse depósito, os resíduos ficariam armazenados por períodos determinados, em função da quantidade de resíduos, gerados de maneira a somar quantidades que justifiquem sua destinação para o mercado de reciclagem. Dessa forma, sugere-se, uma frequência de recolhimento: (i) Papel – 2 vezes ao dia (manhã e tarde); (ii) Papelão – uma vez ao dia (tarde)

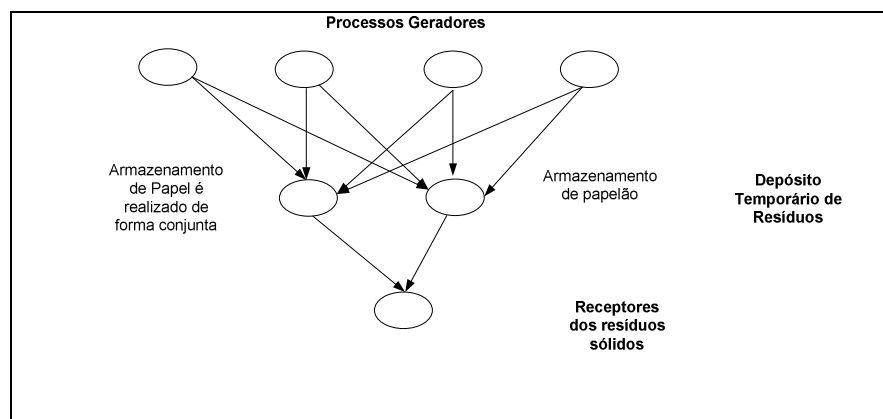


Figura 2b: Fluxo Reverso dos Resíduos original da Empresa Alfa
Fonte: Elaborado pelos autores

O resíduo de papelão, oriundo das caixas de tinta poderia ser desmanchado e armazenado sobre *palletes*, sem se contaminar com ácidos, óleos e graxas. Já o resíduo de papel seria acondicionado em coletores com volume aproximado de 5 litros. Após este pré-acondicionamento, seriam enviados ao depósito temporário de resíduos.

Baseado no levantamento dos dados históricos da geração dos resíduos de papel e papelão, que foi realizada uma simulação de cenário para os próximos períodos. Considerou-se a análise mensal do período de janeiro a dezembro/2007 realizada na subseção anterior. Todos os dados importantes para previsão foram inseridos no sistema de informações da empresa. Como a coleta dos dados é realizada diariamente, houve a necessidade de realização da agregação de seus elementos de forma a visualizar com facilidade um padrão no comportamento da série temporal que se manifeste numa base mensal.

O modelo de série temporal aplicado para simulação do cenário foi suavização exponencial simples, uma vez que a geração dos resíduos papel e papelão não apresenta tendência ou sazonalidade. Ele é mais adequado quando a situação é estável e o padrão básico da demanda não sofre variações significativas de um ano para outro (PELLEGRINI, 2000). São modelos mais simples a serem implementados e servem como ponto de partida para uma previsão de demanda. Obtiveram-se as seguintes previsões para os próximos períodos: (a) Papelão: 6.121,27 kg; (c) Papel Diverso: 292,34 kg; e (c) Papel Branco: 191,68 kg.

De acordo com o critério de avaliação do modelo de séries temporais, é o cálculo dos erros que valida a aplicação correta do modelo de previsão de demanda, nesse caso torna-se como base a razão de viés (TS). Se o TS em qualquer período estiver fora da faixa entre -6 e +6, a previsão está enviesada e que pode estar sub ou superestimada. Nesse caso, a organização deve optar pela escolha de um novo modelo de previsão. Observou-se, nos períodos estudados, que todos os resultados de TS apurados obedecem a esse critério estabelecido.

De posse dos resultados apresentados de previsão de demanda para a geração dos resíduos de papel e papelão e dos custos logísticos apresentados na Tabela 4, sugere-se assim uma destinação final realizada bimestralmente de maneira que se possam minimizar os custos logísticos e buscar algum ganho durante a realização desta atividade. Na Tabela 5, o modelo

apresenta a quantidade, preço de venda bimestral dos resíduos gerados pelos materiais usados durante os processos e estratifica o resíduo papel branco e papel diverso.

Tabela 4: Custos médios de mão-de-obra com gerenciamento de resíduos

<i>Setor</i>	<i>Tarefa</i>	<i>Tempo (horas/dia)</i>	<i>Homem/ hora</i>	<i>Total</i>	<i>Custo mensal (48 dias)</i>
Administração	Recolhimento de papel	9,56	22,37	213,86	10.265,33
Produção	Recolhimento de papel e papelão	9,56	25,24	241,28	11.581,40
Total					21.846,73

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5: Custo médio dos resíduos dos materiais vendidos no processo.

<i>Tipo de resíduo</i>	<i>Quantidade Bimestral (kg)</i>	<i>Preço (R\$)</i>	<i>Total (R\$)</i>
Papel branco (impressora blocos, cadernos)	387,22	1,91	740,36
Papelão (embalagens não plastificadas)	12.242,54	1,72	21.066,96
Papel diverso (jornais, revistas, impressos em geral)	580,83	0,29	166,58
Total			21.973,90

Fonte: Elaborado pelos autores

Dessa forma, observa-se que, conforme os valores totalizados, tem-se um resultado positivo. Conforme verificado na Tabela 5, os valores referentes à venda mensal dos resíduos somam-se R\$10.923,36, porém, como o envio seria realizado bimestralmente, obter-se-ia o resultado de R\$21.973,90. Já os valores gastos com a mão-de-obra e outros custos somariam bimestralmente um total de R\$21.846,73 (Tabela 4) no modelo de processo logístico dos resíduos. Logo obteria um saldo positivo de R\$127,17. Observa-se que a proposta de modelo de processo logístico auxiliaria a Empresa Alfa a evitar resultados negativos de R\$502,13.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa apresentada no presente artigo visou o desenvolvimento de um modelo para logística reversa no atual ambiente de negócios. Foram apresentadas contribuições sob o ponto de vista teórico e prático. Na perspectiva teórica, ressalta-se que o tema foi analisado, seguindo um embasamento metodológico extremamente cuidadoso, constituindo um material relevante para compor a literatura sobre o tema pesquisado. Destaca-se que não foi encontrado na literatura qualquer modelo de processo de logística reversa que utilize como base o processo logístico dos resíduos de papel e papelão, que enfoque o fluxo logístico reverso.

Sob o ponto de vista prático, é importante ressaltar algumas características, tais como: a utilização adequada da força de mão-de-obra de maneira a reduzir seu custo, o aumento considerável da descartabilidade dos produtos, a crescente conscientização da sociedade sobre a sustentabilidade, etc. Todos esses fatores normalmente exigem uma nova postura estratégica das organizações, o que justificou a relevância prática do presente estudo.

Para ação e prática do processo logístico da Empresa Alfa, em geral, sugere-se um refinamento no monitoramento de geração das quantidades dos resíduos papel e papelão geradas no processo. Isso constituiria informação fundamental para ações de comunicação e melhoria no processo, buscando corrigir comportamentos não colaborativos e incentivar a maior integração entre os processos de produção e o modelo de processo logístico. As

conclusões são úteis no direcionamento de ações a serem tomadas pelas pessoas envolvidas no modelo de processo logístico, de maneira a possibilitar uma gestão adequada dos recursos. Isso evitaria a ociosidade da mão-de-obra, além de perda de controle dos resíduos de papel e papelão que podem vir a causar sérios danos ao meio ambiente e à sociedade.

A partir das conclusões precedentes e visando um maior desenvolvimento na área e tema do presente estudo, sugere-se a condução de outros estudos, tais como: (a) estender o modelo de processo logístico para os demais resíduos gerados nas empresas e não fizeram parte do estudo de caso; (b) estender a pesquisa a outras empresas que são classificadas como potencialmente poluidoras. Acredita-se que, de modo geral, o desenvolvimento dessas linhas de pesquisa virá a contribuir para o crescimento integrado da logística, especialmente dos fluxos reversos, consolidando-o como atividade essencial às exigências do mercado moderno caracterizado por uma crescente consciência ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.
- CASSEL, C.; SYMON, G. Qualitative Research in Work Contexts. In: CASSEL, C.; SYMON, G. *Qualitative Methods in Organizational Research: A Practical Guide*. California: Sage Publications Inc., 1994, p. 3-5.
- CHAVES, G. L. D. ; MARTINS, R. S. *Diagnóstico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense*. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo, 2005.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. Prentice Hall, Inc., 2003.
- COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. *Métodos de pesquisa em Administração*. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- DENZIN, N.K. *The research Act*. Englewood Cliffs. 3 ed. NJ: Prentice Hall, 1989.
- FLEURY (2000)
- FULLER, D. A.; ALLEN, J. Reverse Channel Systems. In POLONSKY, M. J., MINTU-WIMSATT, A. T. *Environmental marketing: strategies, practice, theory and research*. London: The Haworth Press, 1995.
- HAIR, J. F. et al. *Fundamentos de pesquisa em administração*. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- KRIKKE, H. *Recovery strategies and reverse logistics network design*. Holanda: BETA- Institute for Business Engineering and Technology Application, 1998.
- LACERDA, L. Logística Reversa: Uma Visão Sobre os Conceitos Básicos e as Práticas Operacionais. *Revista Tecnológica*, p. 46-50. 2002.
- LEITE, P. R. Canais de Distribuição Reversos. *Revista Tecnológica*. São Paulo 2002.
- _____. *Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- MAKRIDAKIS, S.; HIBON, M. ARMA models and the Box-Jenkins methodology. *Journal of Forecasting*, v. 16, n. 3, p. 147-163, may 1997.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. *Forecasting – methods and applications*, 3 ed., John Wiley, New York, 1998.
- MENTZER, J. T.; COX Jr., J. E. Familiarity, application, and performance of sales forecasting techniques. *Journal of Forecasting*, v. 3, n. 1, p. 27-37, jan. 1997.
- NACHTAMANN, H.; NEEDY, K.L. Fuzzy activity based costing: a methodology for handling uncertainty in activity based costing systems. *The Engineering Economist*. V. 46, nº 4, p. 245-273, 2001.
- PENMAM, I.; STOCK, J. R. Environmental issues in logistics. In: *Contemporary issues in logistics*, 1995.
- REVLOG. *Grupo de Estudos de Logística Reversa*. Disponível em: <<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/Introduction.htm>>. Acesso em: 14 de janeiro de 2009.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. Reno: University of Nevada, 1999.
- STOCK, J. R. *Reverse Logistics Programs*. Illinois: Council of Logistics Management, 1998.
- THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 4 ed. São Paulo: Cortez, 1988.
- VIEIRA, D. Rodrigues. Vantagens da Logística Colaborativa. *Carga.&Cia*, Curitiba, julho de 2001.
- WOOD, D. F et al. *International Logistics*. AMACOM, 2002.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.