

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO

Francieli Aparecida de Almeida

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E PÓS-CONSUMO:
A CONTRIBUIÇÃO DAS CENTRAIS DE TRIAGEM COOPERATIVADAS

São Leopoldo

2014

Francieli Aparecida de Almeida

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E PÓS-CONSUMO:
A CONTRIBUIÇÃO DAS CENTRAIS DE TRIAGEM COOPERATIVADAS

Dissertação apresentada à Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto

São Leopoldo

2014

A447d Almeida, Francieli Aparecida de.
Destinação de resíduos industriais e pós-consumo: a contribuição das centrais de triagem cooperativadas / Francieli Aparecida de Almeida. – 2014.
110 f.: il. 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2014.
"Orientador: Prof. Dr. Miguel Afonso Sellitto."

1. Resíduos industriais. 2. Gestão ambiental. 3. Logística empresarial. 4. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 5. Lixo – Eliminação. I. Título.

CDU 658.5

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecário: Flávio Nunes – CRB 10/1298)

FRANCIELI APARECIDA DE ALMEIDA

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E PÓS-CONSUMO:
A CONTRIBUIÇÃO DAS CENTRAIS DE TRIAGEM COOPERATIVADAS

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos.

Aprovado em 27 de fevereiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Carlos Fernando Jung - FACCAT

Dr. Daniel Pacheco Lacerda - UNISINOS

Dra. Miriam Borchardt - UNISINOS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir a conclusão de mais uma etapa em minha vida.

Agradeço meu marido, Tadeu, minha mãe Elenir e meu padrasto Dirceu por todo incentivo, compreensão e paciência, em todos os dias em que não pude estar presente.

Agradeço ao professor Miguel Sellitto, meu orientador, pela dedicação e pela paciência em ensinar-me em cada passo. Agradeço também ao corpo docente do PPG por contribuir para conquista desse objetivo pessoal e profissional.

Agradeço à UNISINOS, pela bolsa PROMESTRE concedida.

Aos colegas do Mestrado que caminharam junto e que com certeza fizeram a diferença: Ágata, Ana e Fábio... Muito Obrigada!

Agradeço ainda aos familiares, amigos e colegas de trabalho, que contribuíram na coleta de dados dos artigos, e indiretamente em todo esse processo de construção de conhecimento que é o Mestrado.

RESUMO

A discussão sobre redução dos resíduos e sustentabilidade tem se mostrado prioritária desde que se percebeu a geração excessiva de novos produtos no mercado e a falta de gerenciamento dos resíduos, principalmente os resíduos sólidos urbanos – RSU. Tais resíduos são provenientes do consumo das famílias e da atividade industrial. Com tal excesso, indústrias têm passado a trabalhar de forma a oferecer alternativas para mudar esse cenário. O objetivo dessa pesquisa é verificar como as centrais de triagem cooperativadas têm contribuído com a reciclagem de resíduos sólidos gerados pelas indústrias. Para realização dessa pesquisa foram utilizados os métodos de revisão bibliográfica e observação não participante. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas com questionários norteadores e relatórios. Os resultados evidenciaram que as indústrias pesquisadas têm seus processos direcionados em atendimento à redução dos resíduos, ou, ao correto encaminhamento do mesmo, seja para recolhimento da prefeitura (coleta seletiva) ou aterro sanitário controlado. Por outro lado, as centrais de triagem cooperativadas buscam fortalecer seu elo na cadeia logística reversa, processando e reciclando os materiais, formando um ciclo fechado de produção, e pelo que se pode observar necessitam do apoio dos demais atores envolvidos nesse processo, o governo, as empresas privadas e a sociedade em geral para um pleno funcionamento.

Palavras-Chave: Resíduos Industriais, Gestão Ambiental, Logística Reversa, Central de Triagem; Pós-consumo, Reciclagem.

ABSTRACT

The discussion about waste reduction and sustainability has proven a priority since perceived the excessive generation of new products to market and the lack of waste management, mainly municipal solid waste – MSW- provide by household consumption. So, with such excess, the industries are working in order to offer alternatives to change this scenario. The objective of this research is to see how the central cooperative sorting have contributed to the recycling of solid waste generated by industries. For this survey the methods of literature review and participant observation were used. Data collection was conducted through interviews with guiding questionnaires and reports by cooperatives. The results showed that the industries surveyed have directed their processes to reduce waste, or the correct disposal of it, to direct for prefecture (selective collection) or controlled landfill. On the other hand, the recycling cooperatives have seek strengthen its link in the reverse logistics chain, processing and recycling materials , forming a closed production cycle , and need the support of other actors involved in this process, the government, private companies and society in general to a fully functioning .

Keywords: Industrial Waste; Environmental Management; Reverse Logistics; Central Sorting; Recycling; Post-consumer; Recycling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Posição das indústrias e centrais de triagem no fluxo reverso.....	12
Figura 1.2 - Resíduos não perigosos por tipo de indústria no Estado do RS	16
Figura 2.1 - Resíduos perigosos por tipo de indústria	29
Figura 2.2 - Resíduos não perigosos por tipo de indústria	30
Figura 3.1- Exemplo de operação reversa de reciclagem.....	61
Figura 3.2 – Modelo gráfico para o comportamento da produção da central A em 2011-2012.	69
Figura 3.3 - Comportamento da produção e coeficiente de determinação R2 da série histórica	79
Figura 3.4 - Posição das cooperativas nas cadeias logísticas	86
Figura 4.1 - Posição nas cadeias logísticas reversas das contribuições dos artigos	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Atividades para o desenvolvimento sustentável do Brasil.....	27
Quadro 2.2 - Protocolo de pesquisa.....	34
Quadro 2.3 - Empresa: industria de calçados	43
Quadro 2.4 - Empresa: industria metal-mecânica	44
Quadro 2.5 - Empresa: indústria de papel e celulose	45
Quadro 2.6 - Empresa: indústria de bebidas.....	46
Quadro 2.7 - Empresa: indústria de produtos químicos	47
Quadro 2.8 - Empresa: indústria de alimentos	48
Quadro 2.9 - Síntese das empresas estudadas.....	48
Quadro 3.1 - Protocolo de pesquisa.....	65
Quadro 3.2 - Dados comparativos entre centrais A, B e C.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Número de artigos publicados sobre Logística Reversa e Reciclagem entre 2008 e 2012	14
Tabela 1.2-Distribuição da destinação dada aos resíduos industriais não perigosos gerados no RS.	16
Tabela 1.3 - Produção industrial do Brasil acumulada de janeiro a abril: 2012 – 2013, em milhares de toneladas.....	17
Tabela 3.1 - Principais tipos de resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2012.	63
Tabela 3.2 - Materiais Reciclados na Central A em 2011 (em KG).....	67
Tabela 3.3 - Materiais Reciclados na Central A em 2012 (em KG).....	68
Tabela 3.4 - Materiais Reciclados na Central A em 2013 (em KG).....	70
Tabela 3.5 – Correlações entre tipos de produção.....	70
Tabela 3.6 - Proporções entre tipos de produção na cooperativa A	72
Tabela 3.7 - Materiais Reciclados na Central C em 2011 (em KG).....	77
Tabela 3.8 - Materiais Reciclados na Central C em 2012 (em KG).....	78
Tabela 3.9 - Materiais Reciclados na Central C em 2013 (em KG).....	78
Tabela 3.10 - Correlações entre tipos de produção	80
Tabela 3.11 - Proporções entre tipos de produção na central C	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Considerações Iniciais.....	11
1.2	Justificativa do Tema: acadêmica, empresarial, social	13
1.3	Objetivos	18
1.3.1	Objetivo Geral	18
1.3.2	Objetivos específicos	18
1.4	Delineamento da Pesquisa.....	18
1.5	Método de Pesquisa, Coleta e Análise de Dados	19
1.6	Delimitações da Pesquisa.....	21
1.7	Estrutura da Dissertação.....	21
2	ARTIGO 1: GERAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS EM DIFERENTES INDÚSTRIAS	23
2.1	Introdução	24
2.2	Revisão Bibliográfica.....	25
2.2.1	Gestão Ambiental e Resíduos Industriais	25
2.2.2	Resíduos industriais no Estado do Rio Grande do Sul.....	28
2.2.3	Logística Reversa	31
2.3	Estudo Aplicado.....	33
2.4	Resultados da pesquisa.....	34
2.4.1	Descrição do processo produtivo da empresa de calçados	34
2.4.2	Descrição do processo produtivo da empresa metal-mecânica.....	36
2.4.3	Descrição do processo produtivo da empresa de papel e celulose	37

2.4.4	Descrição do processo produtivo da empresa de bebidas.....	38
2.4.5	Descrição do processo produtivo da empresa de produtos químicos.....	39
2.4.6	Descrição do processo produtivo da empresa alimentícia.....	40
2.5	Síntese dos resultados da pesquisa.....	42
2.6	Considerações Finais.....	49
2.7	Referências.....	51
3	ARTIGO 2: CENTRAIS DE TRIAGEM E CADEIAS REVERSAS: UM ESTUDO DE MULTIPLOS CASOS	57
3.1	Introdução	58
3.2	Revisão Bibliográfica.....	60
3.2.1	Canais Logísticos Reversos.....	60
3.2.2	Papel e importância das centrais de triagem nas cadeias reversas	62
3.3	Estudo Aplicado	64
3.4	Resultados	65
3.4.1	Descrição da central de triagem A.....	66
3.4.2	Descrição da central de triagem B.....	73
3.4.3	Descrição da central de triagem C.....	75
3.5	Síntese dos resultados da pesquisa.....	82
3.6	Considerações Finais.....	87
3.7	Referências.....	88
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO.....	95
4.1	Implicações gerenciais	97
4.2	Implicações acadêmicas	98
4.3	Futuras pesquisas	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O desenvolvimento econômico e a crescente industrialização têm acarretado expressivo aumento da produção de resíduos sólidos urbanos (RSU), oriundos do consumo das famílias e das indústrias, geralmente contendo elementos de difícil absorção pela natureza (SOUZA et al., 2012). Aliado a estes fatores, há algum tempo já se evidencia uma maior tendência à descartabilidade de certos produtos por parte dos consumidores, pelo aumento no ritmo de lançamento de novos produtos, o que também contribuiu para o aumento de RSU (BRUCE et al., 2012). Tais fatores têm sido mais observados em alguns setores de atividade econômica, tais como a indústria da moda e da tecnologia (FERGUSON et al., 2011).

Com o objetivo de oferecer alternativas a este cenário, práticas industriais ambientalmente mais amigáveis têm sido propostas e testadas, tanto no meio industrial como no meio acadêmico (BORCHARDT et al., 2010). Um exemplo de prática empresarial ambientalmente amigável é a Logística Reversa (LR). Segundo Srivastava e Srivastava (2006) e Roger et al. (2012), Logística Reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de entrada, inspeção e disposição de produtos devolvidos após a venda ou coletados após o consumo ou descarte. O processo de Logística Reversa inclui informações relacionadas aos procedimentos reversos de coleta e reaproveitamento e seu principal objetivo é recuperar ao menos uma parte do valor remanescente no produto, antes da destinação final. Produtos já usados ou descartados podem ser devolvidos em diferentes fases de seus ciclos de vida, podendo ser destinados para remanufatura, reparação, reconfiguração, reciclagem, ou para destinação final adequada (SRIVASTAVA e SRIVASTAVA, 2006).

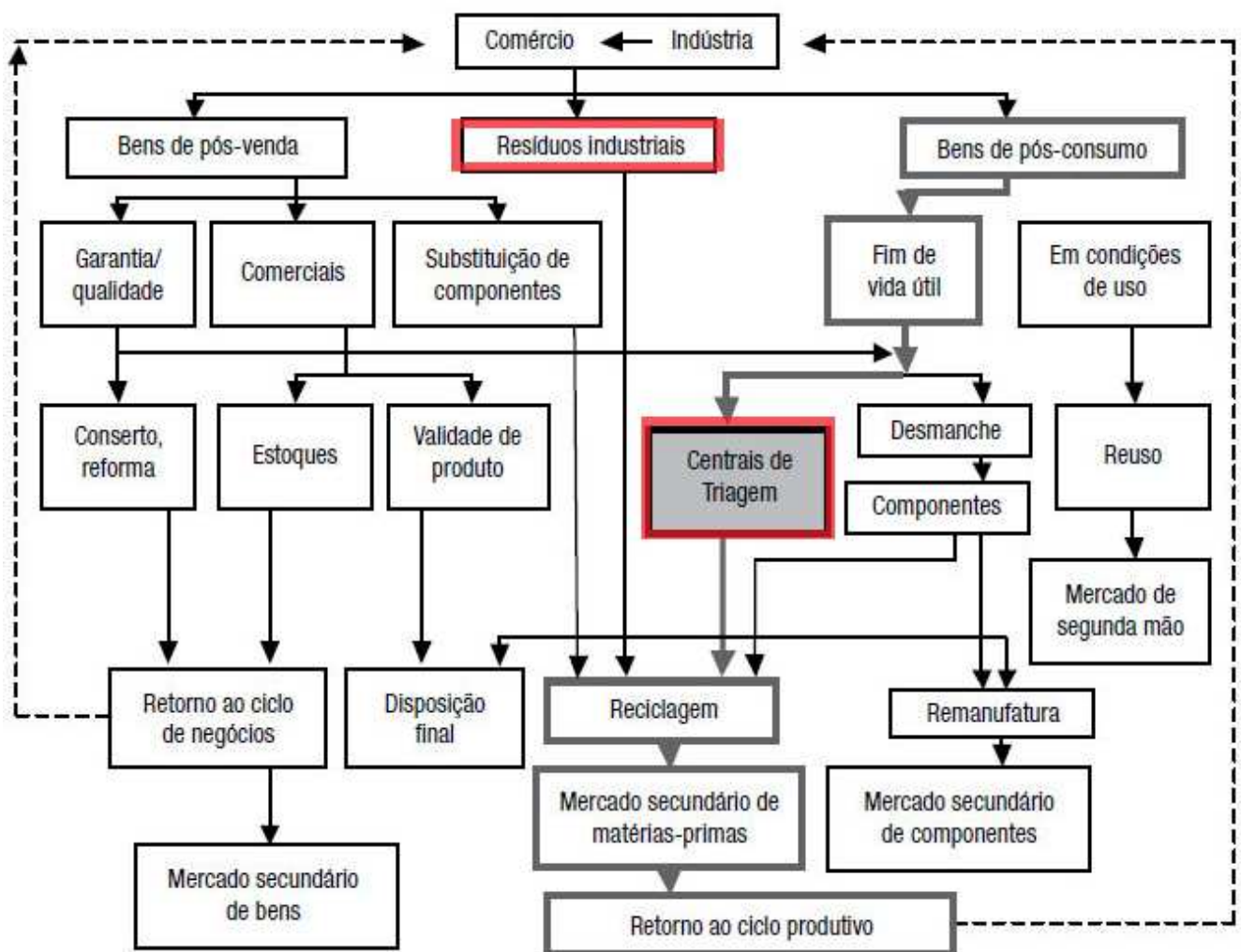
A reciclagem dos RSU é uma das várias possibilidades de canais reversos praticados na LR. A reciclagem de materiais é o tema dessa pesquisa a reciclagem é apenas uma delas.

Segundo Fleischmann (1997), na reciclagem, os materiais passam por novos processos, tais como moagem e fusão, para serem transformados em nova matéria-prima e assim retornar ao ciclo de produção. Um importante elemento em processos de reciclagem de materiais são as cooperativas ou centros de reciclagem. Segundo Souza et al. (2012), centrais

de triagem são importantes elos participantes dos canais reversos, tanto como fornecedores de matérias-primas para a indústria, como destinatários de RSU.

No fluxo dos canais reversos os resíduos de industriais e ainda resíduos de pós-consumo percorrem um grande caminho podendo ser destinados de diferentes formas. Na figura 1.1, apresenta-se o fluxo reverso por completo e destacam-se apenas os elementos que serão estudados dentro dessa pesquisa.

Figura 1.1- Posição das indústrias e centrais de triagem no fluxo reverso



Fonte: Adaptado de Souza et. al, 2012.

A oferta de materiais para reciclagem tem aumentado significativamente nos últimos anos (POKHAREL e MUTHA, 2009), fazendo com que aumente a necessidade de eficiência nos processos produtivos das centrais de triagem (SUNDIN et al., 2011). O trabalho das

centrais atende à indústria, pois possibilita ganho de escala em materiais reciclados, alcançando volumes que tornam lucrativa a operação industrial de reciclagem (TIRADO-SOTO e ZAMBERLAN, 2012). Também atende a demandas ambientais, pois contribuem para redução da extração de materiais brutos, reduzem o uso de energéticos e, ao diminuir o volume de RSU destinado a aterros sanitários, aumentam sua vida útil (SOUZA et al., 2012). A missão das centrais de triagem alinha-se com o que expõem Nouri et al. (2012): é possível reduzir a geração e o manejo de resíduos e prevenir sua nocividade, desenvolvendo tecnologias e métodos de gerenciamento mais limpos, que reduzam a demanda por recursos naturais e permitam reduzir a quantidade de produtos cuja única opção para o fim do ciclo de vida seja o descarte final.

A estruturação estratégica das centrais de triagem requer um trabalho coletivo e cotidiano para se chegar a resultados concretos e permanentes (TIRADO-SOTO e ZAMBERLAN, 2012). Os resultados das centrais podem trazer vantagens para os trabalhadores cooperados, para as empresas que usam a matéria-prima reciclada, para os trabalhadores destas empresas e para as comunidades vizinhas em geral, tanto aquelas que acolhem cooperativas como as que acolhem as empresas compradoras (DEMAJOROVIC e MIGLIANO, 2013). Tal tipo de trabalho gera renda e inclusão para trabalhadores em situação de vulnerabilidade social, gera oferta a baixo custo de material reciclável para a indústria e contribui expressivamente com o meio ambiente e saúde pública, por dar destino ambientalmente correto a materiais de difícil absorção pelo ambiente (SOUZA et al., 2012).

1.2 Justificativa do Tema: acadêmica, empresarial, social

Atualmente, formular estratégias para o desenvolvimento com preservação ambiental tem sido considerado requisito essencial de sobrevivência para a atividade industrial: temáticas que se alinhem como meio ambiente e o desenvolvimento econômico das comunidades necessitam trabalhar conjuntamente (SILVA JUNIOR e FERREIRA, 2013). Tal tipo de preocupação tem se refletido no crescimento das pressões legais e das regulamentações ambientais sobre a atividade industrial. Com isso, as empresas têm discutido, conjuntamente com suas estratégias funcionais de manufatura, estratégias de mitigação de danos ambientais causados pela atividade (SELLITTO et al., 2012). Estudos realizados por Srivastava e Srivastava (2006) sugeriram que o retorno de resíduos seja um bom negócio e que mais

estudos devam ser feitos, com vistas a aumentar a capacidade de reciclagem das cadeias reversas e sua capacidade de abastecer empresas consumidoras de matérias-primas e intensivas em energia. Tanto o consumo responsável como a correta gestão dos resíduos, com foco na sua redução, são assuntos novos no Brasil, não remontando a mais de vinte anos (FERGUTZ et al., 2011).

Para entender a importância acadêmica do tema, foi realizada uma busca por artigos completos publicados entre 2008 e 2012 nas bases SciVerse e EBSCO, segundo as palavras-chave *Reverse Logistics* e *Recycling* (Logística Reversa e Reciclagem). Os principais periódicos listados foram: *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*; *European Journal of Operational Research*; *Computers & Operations Research*; *Computers & Chemical Engineering*; *Information Technology and Management*; *Resources, Conservation and Recycling*; *International Journal of Production Economics*; *Energy and Buildings*; *Journal of Cleaner Production*; *Waste Management*; *Science of The Total Environment* e *Industrial Marketing Management*.

Foram publicados aproximadamente 263 artigos, conforme a Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Número de artigos publicados sobre Logística Reversa e Reciclagem entre 2008 e 2012

Ano	Quantidade de Publicações
2008	37
2009	30
2010	46
2011	69
2012	81
Total	263

Fonte: Mecanismo eletrônico de busca - SciVerse e EBSCO, 2013.

A evolução nas publicações demonstra o crescimento do assunto como tema de pesquisa. Em síntese, tópicos que envolvam logística reversa e reciclagem são emergentes e relevantes no cenário atual de pesquisa acadêmica, como afirmam Sarkis et al. (2010).

No contexto da prática empresarial, a logística reversa pode contribuir na execução de estratégias funcionais de manufatura que visem à redução de custo e melhoria de imagem corporativa. Algumas práticas da LR que resultam em redução de custo e melhoria da imagem

corporativa são: reaproveitamento de materiais usados por consumidores ou por outras indústrias, reaproveitamento de resíduos próprios e de outras indústrias, reaproveitamento de componentes em funções menos nobres, participação nas atividades de indivíduos oriundos de comunidades em situação de vulnerabilidade social e geração de renda, e cumprimento de legislações e regulamentações em vigor nas comunidades em que as cooperativas se sediam (DEMAJOROVIC et al., 2012).

Não só o consumo das famílias gera RSU. Indústrias também geram resíduos ao processarem seus produtos e grande parte dessas indústrias realizam operações de reciclagem interna ou, ao menos, encaminham seus resíduos para cooperativas de reciclagem (CARMO e OLIVEIRA, 2010). Para Pereira et. al, 2012, os resíduos industriais se diferem dos resíduos domiciliares, pois, os resíduos das indústrias são constantes, o que os torna importante fonte de matéria-prima.

Para consolidar a importância da LR na atividade industrial, alguns dados podem ser destacados. A Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) consolidou em 2003 um relatório com dados do ano de 2002, acerca dos resíduos sólidos industriais gerados no estado do Rio Grande do Sul. Deste relatório, destaca-se que a região do Vale do Rio dos Sinos, que sediou esta pesquisa, gerou 17% dos resíduos industriais do estado, sendo a terceira maior participação de geração de resíduos (FEPAM, 2003). O relatório de 2003 é a mais recente atualização encontrada: não foram publicados novos dados nos últimos anos. Com base nos dados da FEPAM (2003), verificou-se que entre os resíduos industriais considerados não perigosos, ou seja, que não oferecem riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, os mais comuns são provenientes das indústrias alimentícia, metalúrgica, química, bebidas, couro, mecânica, madeira, fumo, e resíduo de usina termelétrica.

O relatório da FEPAM (2003) apresenta a distribuição por tipo de resíduo industrial, no Estado. Quanto aos resíduos não perigosos, as indústrias do estado, em geral, têm encaminhado 52% para reaproveitamento ou reciclagem. A Tabela 1.2 sintetiza alguns dos principais resultados do relatório.

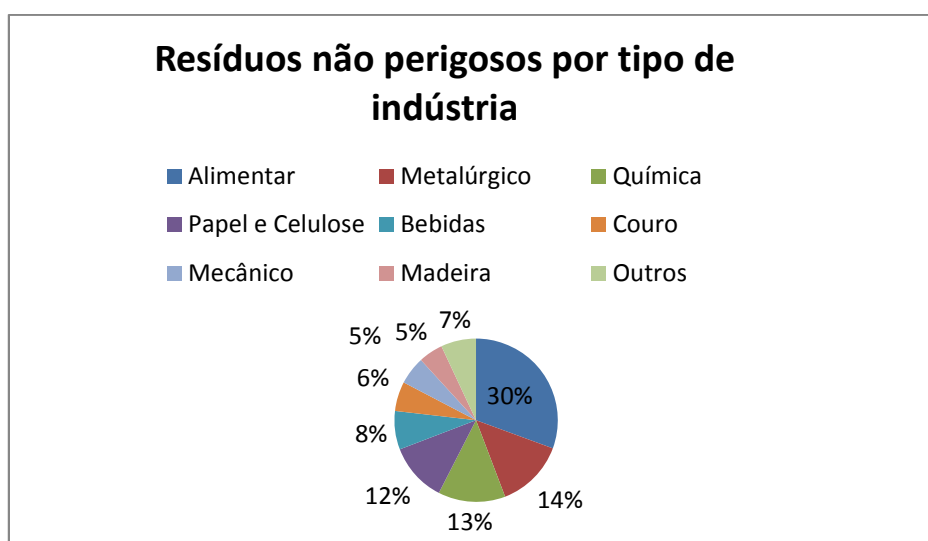
Tabela 1.2-Distribuição da destinação dada aos resíduos industriais não perigosos gerados no RS.

Destino	Quantidade (t/ano)	Percentual (%)
Reaproveitamento/reciclagem	1.128.591	52%
Incorporação ao solo	288.961	13%
Queima em caldeira	162.615	7%
Aterro industrial	158.096	7%
Ração animal	69.600	3%
Outras formas de destino	366.819	17%
Total	2.174.682	100%

Fonte: FEPAM (2003)

Para realização dessa pesquisa, foram selecionadas indústrias que mais produziram resíduos não perigosos, segundo o relatório da FEPAM (2003). A Figura 1.1 sintetiza as informações usadas para escolher as indústrias que sediaram essa pesquisa.

Figura 1.2 - Resíduos não perigosos por tipo de indústria no Estado do RS



Fonte: Adaptado de FEPAM, 2003.

Adicionalmente, foram usados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, relativos ao crescimento da produção das indústrias de bebidas, papel e celulose, produtos químicos, calçados e artigos de couro, madeira, entre outros, em todo o Brasil, nos primeiros meses de 2013, em comparação com o mesmo período do ano anterior. O objetivo do uso destes dados é evidenciar a importância destas indústrias no contexto econômico e empresarial brasileiro, ajudando a justificar esta pesquisa. A Tabela 1.3

apresenta um comparativo da produção acumulada das indústrias citadas nos quatro primeiros meses dos anos de 2012 e 2013.

Tabela 1.3 - Produção industrial do Brasil acumulada de janeiro a abril: 2012 – 2013, em milhares de toneladas.

Tipo de Indústria	2012 (Média acumulada jan-abr)	2013 (média acumulada jan-abr)
Indústria Geral	125,50	127,66
Bebidas	144,07	144,41
Celulose e produtos de papel	134,84	135,52
Outros produtos químicos	120,42	120,52
Calçados e artigos de couro	68,92	71,94
Alimentos	110,86	110,51
Metalúrgica Básica	115,72	109,52

Fonte: Adaptado de Indicadores - IBGE (2013)

Considerando o crescimento e a importância da produção, o volume de resíduos gerados e ainda a viabilidade de acesso a cada tipo de indústria, optou-se por eleger para essa pesquisa empresas dos seguintes ramos: alimentícia, de bebidas, papel e celulose, produtos químicos, couro e metal-mecânica.

O trabalho de reciclagem feito nas centrais de triagem inclui atividades industriais, tais como moagem, fusão, ou outras técnicas de transformação, e contribui com considerável aumento na oferta de material reciclável e energético para a indústria (KERAMITSOGLOU e TSAGARAKIS, 2013). Tal oferta contribui para a conservação dos recursos naturais, baixa o custo da matéria-prima, reduz o uso de aterros sanitários e gera renda para comunidades em situação de vulnerabilidade social. Muitas vezes, a reciclagem é a melhor, ou até mesmo a única, alternativa de inclusão social para estas comunidades (SOUZA et al., 2012).

Exemplificando o papel social que empresas podem exercer em atividades de reciclagem, somente no ano de 2010, o Instituto Vonparapoiou 62 galpões de reciclagem em 41 cidades diferentes, dentro da área de atuação do Instituto. Na cidade de São Leopoldo, uma das sedes desta pesquisa, mais de 85 trabalhadores foram cadastrados, entre cooperativados e catadores autônomos, o que dá um indicativo da quantidade de famílias que sobrevivem da atividade de reciclagem. As centrais de triagem geram novas expectativas na vida dos trabalhadores. Além do sustento, as famílias dos cooperativados passam a ser incluídas na sociedade, com emprego, renda e capacidade de mudar eventuais situações de vulnerabilidade.

Com isto, justifica-se a importância social desta dissertação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

A questão de pesquisa que se pretende responder é: como as centrais de triagem cooperativadas podem colaborar na exploração do potencial de resíduos gerados nas indústrias?

O objetivo geral da pesquisa é verificar como as centrais de triagem cooperativadas têm contribuído com a reciclagem de resíduos sólidos gerados pelas indústrias.

1.3.2 Objetivos específicos

- Conhecer o estado-da-prática sobre logística reversa e geração de resíduos industriais, incluindo oportunidades de reciclagem, com foco em empresas das seguintes indústrias: calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos.
- Analisar como as centrais de triagem cooperativadas têm colaborado na exploração do potencial de reciclagem gerado pelas indústrias e explorar a série histórica de dados de produção.

1.4 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa é classificada como exploratória, de abordagem quali-quantitativa.

Quanto à pesquisa exploratória, para Aaker et al. (1997), é nesse tipo de pesquisa que se busca um entendimento geral sobre determinado problema, considerando hipóteses e variações. Para Netto (2008), este tipo de pesquisa objetiva a descoberta, o esclarecimento e a explicação de fatos que serão aprofundados em outras pesquisas.

Quanto à abordagem qualitativa, para Moreira (2002) e Creswell (2007), esta possui foco na interpretação, preocupando-se em entender o processo e os sujeitos inseridos nele, tendo assim, uma visão global do contexto apresentado. Para Creswell (2007), no desenvolvimento da técnica qualitativa, a coleta de dados emergentes fundamenta a construção de temas e objetivos centrais do estudo e o uso da literatura pode tanto situar o problema na introdução do estudo, quanto ser uma revisão apresentada em seção separada ou

ao final do estudo. Para Miguel et al. (2010) a pesquisa qualitativa em Engenharia de Produção implica visita do pesquisador ao objeto pesquisado, observando e quando possível coletando documentos. Assim, os dados ou documentos coletados em campo poderão ser contrastados com a revisão da literatura e temas centrais pesquisados.

Quanto à abordagem quantitativa, a principal característica está em mensurar as variáveis de pesquisa. Há pouca ou nenhuma interferência do pesquisador sobre as variáveis de pesquisa, pois, essas são proporcionadas pela natureza ou resultado de uma teoria consolidada ou provisória. (MIGUEL et al., 2010). Para Baquero (2009), quando se aplica uma pesquisa quantitativa, é possível formular hipóteses (previsões) ou, ainda, questões exploratórias que possam ser observadas em futuras pesquisas.

O método de trabalho foi:

- Levantamento documental (FEPAM e IBGE) sobre geração e reaproveitamento dos resíduos industriais do estado e da região do Vale do Rio dos Sinos;
- Levantamento de campo (estado-da-prática) por observação não participante e entrevista com executivos de empresas das áreas de atuação selecionados para esse estudo: calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos; e
- Estudo de casos com três cooperativas centrais de triagem participantes da pesquisa.

A pesquisa resultou em dois artigos científicos. O primeiro compreendeu as duas primeiras etapas, atendendo ao primeiro objetivo específico. O segundo compreendeu a última etapa, atendendo ao segundo objetivo específico. Por fim, foi feita uma análise conjunta dos dois artigos, sendo alcançado o objetivo geral de pesquisa.

Para cumprir os objetivos de cada artigo, foram adotados procedimentos de pesquisa, quanto ao método, coleta e análise de dados.

1.5 Método de Pesquisa, Coleta e Análise de Dados

Para desenvolvimento do primeiro artigo, o método adotado foi a revisão bibliográfica, entrevistas e observações não participantes. A revisão versou sobre os assuntos centrais do estudo: Resíduos Industriais e Logística Reversa. Foram consultadas obras que ofereceram informações relevantes realizada a leitura crítica e interpretativa. Para Creswell

(2007), a revisão bibliográfica permite integrar o leitor com outros estudos próximos ao tópico principal que está sendo revisado. Para as observações não participantes, foram realizadas visitas e coletas de documentos nas empresas. Para as entrevistas, foram convidados gestores praticantes de empresas das indústrias selecionadas.

Para o segundo artigo, empregou-se o estudo de caso múltiplo. Para Netto (2008), este método exige que se descreva ou explique um sistema e permite que o pesquisador entenda como e porque o objeto de estudo se estrutura e se comporta. Os estudos ocorreram em três centrais de triagem localizadas na região do Vale do Rio dos Sinos. Para Yin (2004), o método do estudo de caso examina acontecimentos presentes que não exigem controle sobre eventos comportamentais e busca responder questões do tipo “como” e “porque”. Múltiplos casos foram estudados, o que permitiu conhecer e descrever o mesmo fenômeno, oportunidades de reciclagem, sob condições diferentes (YIN, 2004).

No primeiro artigo, a partir dos dados estudados na revisão bibliográfica, buscou-se uma complementação com a prática empresarial, elencando-se assim, empresas de diferentes áreas de atuação, localizadas na região do Vale do Rio dos Sinos, que pudessem participar da pesquisa, objetivando conhecer o destino que as mesmas têm dado aos seus resíduos atualmente. Foram selecionadas empresas dos seguintes ramos de atuação: de Bebidas, Alimentícia, Metal-Mecânica, Calçadista, Produtos Químicos e de Papel e Celulose. A coleta de dados compreendeu entrevistas com gestores das áreas de gerência de produção ou industrial, que, em geral acompanham e gerenciam o processo produtivo como um todo e em particular a geração e destinação de resíduos.

Para o segundo artigo, buscaram-se informações junto à Incubadora de Projetos de Economia Solidária, de uma Instituição de Ensino Superior a respeito das centrais de triagem cooperativadas existentes na região do Vale do Rio dos Sinos. Foram selecionadas e contatadas quatro centrais de triagem. Destas, três se disponibilizaram para participar da pesquisa. Um questionário norteador, com perguntas sobre gestão, tecnologias, perspectivas e desafios de cada uma das centrais selecionadas, foi aplicado aos respectivos presidentes. O questionário norteador, para Aaker et al. (1997), busca contemplar uma lista de assuntos, a critério do pesquisador, que está sendo estudada. Dados de volume de material coletado ou recebido e reciclado nos últimos anos foram solicitados aos presidentes, a fim de apresentar séries históricas de produção. A interpretação destas séries históricas é a parte quantitativa da pesquisa.

Para ambos os artigos, as entrevistas foram transcritas e uma compilação dos dados realizada. Conforme recomendado por Miguel et al. (2010), a partir dos dados coletados é

importante produzir uma narrativa geral do caso, produzindo quadros comparativos. A análise dos dados foi baseada na análise de conteúdo. Para Bardin (1995), esta visa a compreender além dos significados imediatos buscando e enriquecer a leitura. A conclusão do estudo, para Netto (2008) é uma exposição sobre o que foi investigado e interpretado, expondo uma síntese clara das ideias essenciais que devem ser conhecidas.

As entrevistas tiveram duração média de uma hora, incluindo a observação direta nos processos reversos em andamento nas instalações das centrais de triagem. Segundo Gil (1999), a observação permite ao pesquisador observar os fatos que ali ocorrem, permanecendo alheio à situação, gerando riqueza de informações.

1.6 Delimitações da Pesquisa

São delimitações de pesquisa:

- A escolha da região do Vale do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul: foram selecionadas três centrais de triagem vinculadas a um Projeto de Economia Solidária, de uma Instituição de Ensino Superior, que atua na região;
- A partir da revisão bibliográfica, foram selecionadas algumas indústrias, dentre as de maior produção no Estado no ano de 2013, conforme dados do IBGE, e com base na geração de resíduos não perigosos segundo a FEPAM (2003): bebidas, alimentos, metal-mecânico, calçados, produtos químicos e de papel e celulose;
- Apesar da atividade das centrais de triagem incluir, e de modo significativo, a reciclagem de RSU domésticos oferecidos por coleta seletiva municipal, por envolver aspectos sócio-comportamentais, nem o estudo desta fonte nem o mecanismo de geração deste tipo de resíduo foram objetivo de pesquisa.

1.7 Estrutura da Dissertação

O primeiro capítulo apresenta o tema da pesquisa, sua relevância, quais os objetivos propostos com esse estudo, o método de trabalho e a delimitação do estudo.

O segundo capítulo apresenta o primeiro artigo da dissertação, cuja metodologia de trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sobre resíduos industriais e logística reversa, e

em seguida um estado-da-prática, ou seja, um levantamento de campo em empresas das indústrias de calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos. Objetiva-se entrevistar encarregados das áreas de Gerência de Produção ou Gerência Industrial, pois, em geral, esses profissionais acompanham os processos produtivos como um todo. O foco das entrevistas é conhecer quais os resíduos gerados nessas indústrias. Este capítulo atende ao primeiro objetivo específico.

O terceiro capítulo apresenta o segundo artigo da dissertação, que consiste em um estudo comparativo de três centrais de triagem cooperativadas, localizadas também na região do Vale do Rio dos Sinos. O comparativo entre essas centrais apresentará: a) logística de entrada do material; b) logística interna do material; c) logística de saída do material; e d) análise histórica de dados dos últimos anos. Este capítulo atende ao segundo objetivo específico.

O quarto capítulo apresenta as reflexões sobre o conjunto dos resultados encontrados, relaciona os achados dos artigos de modo a responder a questão de pesquisa proposta e apresenta as considerações finais. Além disso, nesse capítulo, pesquisas futuras são sugeridas.

2 ARTIGO 1: GERAÇÃO E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS EM DIFERENTES INDÚSTRIAS

RESUMO

Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa que teve por finalidade realizar uma revisão do estado-da-prática na indústria, envolvendo logística reversa e resíduos industriais, com foco em empresas das seguintes indústrias: calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos. Para tanto, foi realizado levantamento de campo sobre geração de resíduos e oportunidades de reciclagem nessas indústrias. O método de pesquisa foi o levantamento de campo (*survey*) com observação não participante e entrevistas. Foram pesquisadas seis empresas das indústrias selecionadas. O processo produtivo foi descrito juntamente com os resíduos gerados em cada etapa da produção. Foi investigado junto às empresas qual o principal destino dos resíduos, seja reaproveitamento, iniciativas com cooperativas de reciclagem ou descarte final. Os resultados apontam que as empresas estão preocupadas em destinar adequadamente seus resíduos, não apenas em atendimento às legislações, mas também reduzindo o uso de matéria-prima e as perdas de processo. Verificou-se que as empresas buscam primeiramente um aproveitamento interno para o resíduo, depois, para outros mercados, e somente em casos que realmente não há outro destino segue para aterro sanitário ou incineração. Boas práticas de logística reversa e de gestão ambiental também foram observadas nas empresas estudadas.

Palavras Chave: Resíduos Industriais, Gestão Ambiental, Logística Reversa, Reciclagem.

ABSTRACT

This article presents results of a survey that aimed to conduct a review of the state of the practice in the industry, involving reverse logistics and industrial waste, with focus on companies of the following industries: beverages, food, metal-mechanic, footwear, chemicals, and pulp and paper. To do so, a field survey was carried out on waste generation and recycling opportunities in these industries. The method of research was the field survey with non-participant observation and interviews. Six companies from selected industries were surveyed. The production process was described along with the waste generated at each stage of production. By the companies, it was investigated the main destination of waste, the possibilities of reuse, initiatives with recycling cooperatives, and final disposal. The results show that companies are concerned with allocating adequately their waste, not only in compliance with the legislation, but also reducing the use of raw material and process losses. It was found that companies seek first an internal use for the waste, and then they look after new markets. Only in cases that don't offer alternative, wastes go to landfill or incineration. Reverse logistics practices and environmental management were also observed in the studied companies.

Keywords: industrial wastes; environmental management; reverse logistics, recycling.

2.1 Introdução

A aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável na área de gestão de operações vem originando discussões sobre as estratégias de manufatura (PEREIRA et al., 2011). Com essa valorização, alguns temas relacionados, como, por exemplo, a gestão dos resíduos sólidos, tem ganhado espaço em discussões envolvendo governo, empresas e sociedade organizada. A geração de resíduos sólidos é uma problemática principalmente nas indústrias, uma vez que estas, de forma constante, geram resíduos de vários tipos em seu processo produtivo, tais como plásticos, metais, vidros, madeiras, papéis, etc. Na indústria, a produção de resíduo é mais estável, diferente dos resíduos domiciliares, que são gerados de modo aleatório e sujeitos a sazonalidades (PEREIRA et al., 2012). A geração e o manejo de resíduos sólidos ao longo do processo produtivo tem se mostrado um problema, especialmente em países em desenvolvimento, o que tem provocado aumento da preocupação ambiental por parte de indústrias, sociedade e órgãos de governo (NOURI et al., 2012; RAUT, et al., 2011, KRAEMER, 2005; SISINNO, 2003).

Os tipos de resíduos gerados diferem segundo a origem, que pode ser consumo doméstico urbano, atividades rurais ou atividades industriais. Do mesmo modo, difere o processo de revalorização e recuperação de resíduos, seja por vários tipos de reaproveitamento ou por reciclagem dos componentes (DEMIRBAS, 2011). Como forma de recuperar resíduos, de Britto e Dekker (2002) apontam o campo de estudos conhecido por Logística Reversa (LR). Segundo os autores, a LR promove o tratamento e gestão de produtos e componentes a serem recuperados, podendo agregar valor para o cliente, uma vez que se aproveitam bens já utilizados, mas que, por suas características, ainda podem gerar algum valor para o próximo usuário. Empresas adotam as práticas da LR por diferentes razões: aumento da competitividade, construção de imagem corporativa, atendimento às legislações e contribuição com objetivos ambientais e de sustentabilidade (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 2001).

Uma das maneiras de revalorizar resíduos é a reciclagem de materiais, que voltam a ser usados como matéria-prima pela indústria (FERGUTZ et al., 2011). O objetivo deste artigo é realizar um levantamento de campo (estado-da-prática) sobre logística reversa e geração de resíduos industriais, incluindo oportunidades de reciclagem, com foco em empresas das seguintes indústrias: calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos. Tais áreas de atuação foram selecionadas a partir de dados de instituições como FEPAM e IBGE, conforme a metodologia de pesquisa apresentada. O método de trabalho

para alcançar esse objetivo incluiu a pesquisa bibliográfica, o levantamento de campo (*survey*) por observação não participante e entrevistas com gestores praticantes das empresas. A pesquisa bibliográfica incluiu Resíduos Industriais, Gestão Ambiental e Logística Reversa e o levantamento de campo foi realizado nas empresas pesquisadas, abordando seu processo produtivo, geração de resíduos, oportunidades de reciclagem e destinação de resíduos atualmente adotada.

O artigo foi dividido como segue. Na introdução, contextualiza-se a problemática estudada. Seguem a fundamentação teórica e a literatura estudada; a metodologia de pesquisa, a escolha dos participantes, a coleta de dados e o objetivo geral do estudo. Após, expõem-se os resultados da análise dos dados e em seguida a conclusão do estudo.

2.2 Revisão Bibliográfica

2.2.1 Gestão Ambiental e Resíduos Industriais

O atual cenário de mercado tem estimulado empresas a melhorar a qualidade do ambiente, buscando padrões para medir seu desempenho ambiental, considerando que dispõem de recursos econômicos limitados e estão sujeitas a regulamentações (TACHIZAWA, 2005). As empresas podem melhorar a qualidade do ambiente em que operam adotando práticas da gestão ambiental, e com isto minimizando impactos no meio ambiente, tais como mudanças no ar, na água, ou no solo. Adicionalmente, a gestão ambiental permite cumprir exigências legais e regulamentações ambientais, além de permitir e estimular melhorias de processo (BARBU et al., 2012).

Para Haden et al. (2009), o papel da gestão ambiental é incorporar estratégias ambientais aos objetivos e estratégias globais de uma organização. Para Barbu et al. (2012), também por meio da gestão ambiental, é possível gerenciar os recursos naturais e melhorar a confiança em políticas ambientais. As empresas que fazem uso de sistemas de gestão ambiental são consideradas proativas na gestão de resíduos poluentes ou tóxicos (KINLAW, 1997). Tais empresas criam imagem corporativa favorável, pois atendem seus próprios interesses, os do planeta e de toda a sociedade. Segundo Gonzalez-Benito e Gonzalez-Benito (2006), a pró-atividade na gestão ambiental pode ser observada quando uma organização

implementa práticas, ferramentas ou sistemas de gestão que lidem com os problemas ambientais causados por sua atividade, sem intervenção externa ou governamental.

Para Fang-Yuan (2013), é possível classificar as motivações das organizações na promoção da gestão ambiental em quatro categorias: elementos de mercado (consumidores ambientalmente amigáveis, redução de custos, vantagens); elementos sociais (pressão da sociedade, expectativas de funcionários); elementos financeiros (seguros, danos financeiros); e elementos de legislação (leis ambientais, requisitos públicos). Para Kinlaw (1997), diferentes fatores externos têm impulsionado as empresas em direção a uma postura ambientalmente correta, desde o perfil dos consumidores até as redes internacionais. Gonzalez-Benito (2008) reforça que o envolvimento de uma empresa em uma transformação ambiental não surge de um conjunto uniforme de práticas, e sim de dimensões diferentes, nas quais cada comportamento prioriza um esforço em direção ao objetivo final.

Para Gonzalez-Benito (2008), as empresas que buscam a transformação ambiental de seus sistemas produtivos tendem a se concentrar no design do produto, em processos internos ou processos logísticos, além da busca por práticas inovadoras e diferenciação. Para Jabbour et al. (2012), um conjunto de práticas evidenciadas por González-Benito e González-Benito (2006) são necessárias para preencher as dimensões da gestão ambiental, como, por exemplo: capacitação ambiental para funcionários (conscientização sobre os impactos ambientais de suas atividades); design de produtos com redução de impactos ambientais; revisão de processos internos e logísticos para menores impactos ambientais; seleção de fornecedores adequados às políticas ambientais; avaliação e medição do sistema de gestão ambiental (por exemplo ISO 14001), entre outros fatores. A adoção desse conjunto de práticas pode gerar vantagens quanto ao desempenho operacional das organizações e mantê-las verdes e competitivas, segundo Jabbour et al. (2012).

No Brasil, a preocupação ambiental tem se refletido em ações governamentais pelo menos desde 1928, quando surgiu a primeira coleta de lixo urbano. A partir de então, outras iniciativas governamentais e atividades relacionadas à preocupação ambiental têm sido propostas e concretizadas, tal como mostra o Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Atividades para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

Ano	Evento	Objetivo
1928	Primeiro Serviço Municipal de Limpeza no Brasil	Serviço de coleta de lixo urbano no Rio de Janeiro.
1973	Criação da Secretaria Especial Meio Ambiente (SEMA)	Cuidar da preservação da Natureza
1981	Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981	Estabelece política nacional de meio ambiente
1986	Primeira resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)	Estabelece padrões para os estudos de impacto ambiental no país
1989	Criação do IBAMA	Preservação Ambiental
1998	Lei 9.605 – Lei sobre crimes ambientais	Sanções Penais e administrativas de práticas e atividades lesivas ao meio ambiente.
2002	Decreto 4.074/2002 – Lei de descarte de embalagens de agrotóxicos	Disposição Final de Embalagens de produtos agrotóxicos.
2010	Lei 12.305 de 2/8/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Fonte: Adaptado de Pereira et al. 2012.

Para chegar ao produto final, indústrias usam em seus processos diferentes tipos de insumos (matéria-prima, água, energia, químicos, etc.) que, quando transformados, dão lugar a produtos, subprodutos e resíduos (KRAEMER, 2005). Para Hagggar (2010), indústrias geram resíduos e poluição, pois trabalham com fluxos de materiais que, depois de serem transformados e usados, são descartados. Dentre os objetivos das indústrias, estão a preservação dos recursos naturais e a melhoria contínua de seus processos. Com as atividades industriais em crescimento, reforça-se a necessidade de escolhas por matérias-primas que favoreçam um fluxo mais circular, como o reaproveitamento ou a reciclagem de materiais (FAHIMNIA et al., 2013).

Diante dos diferentes tipos de resíduos gerados pelas indústrias, a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (2004) classificou-os de acordo com o risco que podem oferecer ao meio ambiente e a saúde pública, em Perigosos e Não Perigosos.

Os resíduos de classe I são caracterizados como:

- Perigosos: requerem maior atenção por parte do administrador, uma vez que os acidentes mais graves podem ser causados por esta classe de resíduos. Caracterizam-se por terem uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.

Os resíduos de classe II são caracterizados como:

- Não Perigosos: a) não inertes: Podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, porém não se enquadram como resíduos perigosos. Podem ser dispostos em aterros sanitários ou reciclados, de acordo com o potencial de reciclagem. b) inertes: São caracterizados por não apresentarem em seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de águas. Da mesma forma, podem ser dispostos em aterros sanitários ou reciclados, de acordo com o potencial de reciclagem.

Principalmente com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, que sintetizou e cristalizou as diversas iniciativas recentes brasileiras com vistas a assuntos ambientais, oficializou-se a importância da reciclagem, do reuso e de práticas de logística reversa como alavancadores do desenvolvimento ambiental (REIS et al., 2012). Com isto, o Brasil alcança um patamar compatível com outras regiões do mundo, em que as regulamentações governamentais sobre questões ambientais e possibilidades de reciclagem ou reuso, de há muito têm adquirido papel essencial em políticas de preservação e desenvolvimento ambiental (SARKIS, et al., 2010).

2.2.2 Resíduos industriais no Estado do Rio Grande do Sul

A Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM, no ano de 2003, elaborou um relatório que contempla informações importantes sobre a destinação de resíduos no Estado, o número de indústrias, volume de resíduos e outros dados. Com relação ao número de indústrias, no ano de 2003, a região do Vale do Rio dos Sinos, região onde se concentra a maior parte das empresas objetos desse estudo, eram 559 indústrias, baseando-se na classificação de resíduos perigosos e não perigosos. A região do Vale do Rio dos Sinos, segundo o relatório da FEPAM (2003) gerou 80.320 toneladas/ano de

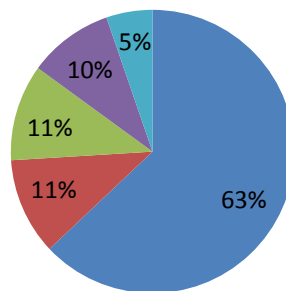
resíduos perigosos (classe I) e 315.895 toneladas/ano de resíduos não perigosos (classe II), ficando em 3ª posição na geração total de resíduos em relação às demais regiões do Estado.

A Figura 2.1 apresenta o volume de resíduos perigosos gerados no estado, por tipo de indústria. Destaca-se que a indústria do couro é responsável por gerar 63% do volume desse tipo de resíduo. Em seguida, com 11% de volume de resíduos gerados vêm as indústrias de mecânica e metalúrgica e com 10% a indústria química. Por fim, as demais indústrias do estado comparecem com um percentual de 5% de resíduos perigosos gerados.

Figura 2.1- Resíduos perigosos por tipo de indústria

Resíduos perigosos por tipo de indústria

■ Couro ■ Mecânico ■ Metalúrgico ■ Químico ■ Outros

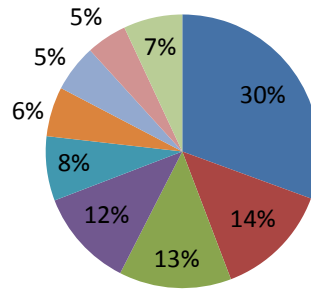
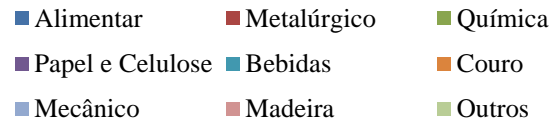


Fonte: Adaptado de FEPAM, 2003.

A Figura 2.2 apresenta os resíduos não perigosos gerados no estado, por tipo de indústria. Verifica-se que a indústria alimentícia é a maior geradora desse tipo de resíduo, com 30% do volume gerado. Em seguida, com 14%, vem a indústria metalúrgica; com 13% a química; e com 12% a indústria de papel e celulose. Por fim, outras indústrias, com percentuais entre 8% e 5%.

Figura 2.2 - Resíduos não perigosos por tipo de indústria

Resíduos não perigosos por tipo de indústria

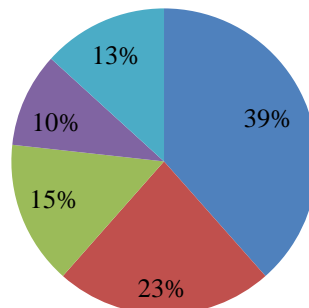
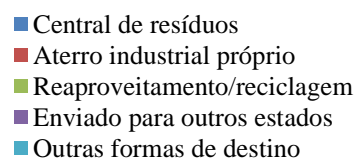


Fonte: Adaptado de FEPAM, 2003.

Os resíduos perigosos, em sua maioria, são encaminhados para a central de resíduos, conforme a Figura 2.3, totalizando 39% do total, enquanto o percentual que é reaproveitado ou reciclado é de apenas 15%.

Figura 2.3- Destinação de resíduos perigosos, das diferentes indústrias do Estado.

Destinação de resíduos perigosos

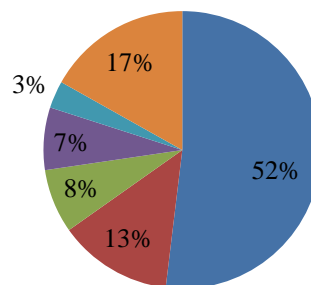
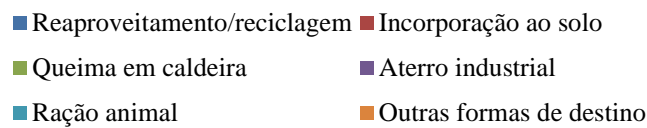


Fonte: Adaptado de FEPAM, 2003.

A Figura 2.4 apresenta que a maioria dos resíduos não perigosos, 52% são encaminhados para reaproveitamento ou reciclagem. Ainda há 17% encaminhado a outras formas de destino e outra parte é incorporada ao solo, totalizando 13%. Partes pequenas são transformadas em ração animal, queimadas em caldeira ou dispostas em aterros industriais.

Figura 2.4 - Destinação de resíduos não perigosos, das diferentes indústrias do Estado.

Destinação de resíduos não perigosos



Fonte: Adaptado de FEPAM, 2003.

Verifica-se que tanto para resíduos perigosos quanto não perigosos, os maiores percentuais correspondem ao encaminhamento para central de resíduos e reaproveitamento ou reciclagem, o que requer estrutura adequada na parte final da cadeia. Em estudo anterior, Menezes et al. (2002) relataram que, nos anos anteriores à pesquisa publicada, muitos pesquisadores investigaram a reciclagem dos resíduos em países como Europa e América do Norte, e essa atividade foi vista como muito rentável. Os autores acreditam que fatores como o esgotamento de matérias-primas, o crescente volume de resíduos sólidos, e riscos à saúde pública são os elementos que mais alavancam a reciclagem dos resíduos industriais.

2.2.3 Logística Reversa

De Britto e Dekker (2002) associam a logística reversa ao tratamento e gestão demateriais, equipamentos, produtos, e componentes recuperáveis. Para Leite (2009), a LR é a área que planeja e opera com as informações logísticas correspondentes ao retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos

canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diferentes naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros. Conforme Srivastava e Srivastava (2006) e Rogers et al. (2012), a LR é o processo de planejamento e controle eficaz do fluxo de entrada, inspeção e saída dos produtos devolvidos ou coletados e informações relacionadas, com o propósito de recuperar ao menos uma parte do valor ainda contido no resíduo. As atividades de logística reversa podem ser realizadas tanto dentro das empresas como terceirizadas. Em geral tais etapas envolvem: coleta, separação, processamento e expedição, seguindo para a indústria da reciclagem ou para descarte (STEVEN, 2004).

Resíduos são de muitos tipos e são originados em diferentes fontes, do descarte do consumidor final, ou direto das indústrias (BELL et al., 2012). Leite (2009) os divide em duas categorias de canais reversos: pós- consumo e pós- vendas. Segundo Adlmaier e Sellitto (2007), o retorno pós-vendas se relaciona com problemas de qualidade (defeitos, erros de projetos ou outras fontes de geração de retornos) e problemas comerciais (erros de expedição, sobras de promoções, obsolescência ou perda de validade). O retorno pós-consumo se dá, principalmente, pela insuficiência de informações daquele que consome o bem, em dar o destino final adequado às sobras do consumo. Bell et al. (2013) identificam outro tipo de retorno, aquele que parte de uma operação interna e volta para a mesma cadeia, em um ponto a montante do ponto de origem. Nesta pesquisa, este tipo de retorno é chamado de resíduo interno, pois nasce e volta para a mesma cadeia produtiva ou mesma empresa.

Para Sarkis et al. (2010) a aplicação estratégica da LR tem ganhando forças em cadeias de suprimentos industriais. São diferentes as razões que levam as empresas a práticas de LR, mas as principais são: razões competitivas, limpeza dos canais, questões legais, e recuperação de valor (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 2001). Ressalta-se ainda a importância da visão holística trazida por Gonçalves e Marins (2006), que abordam a LR do ponto de vista logístico, econômico e ambiental. Do ponto de vista logístico, porque um produto não encerra o ciclo quando chega ao cliente; do ponto de vista econômico, pois os custos do gerenciamento reverso são somados aos demais custos; do ponto de vista ambiental, pois avalia os impactos de um produto no meio ambiente durante seu ciclo de vida.

Para Bowersox et al. (2006), o resultado das práticas de LR é que as empresas conseguem reaver valores reduzindo a quantidade de produtos que poderiam ser rejeitados ou vendidos com desconto.

2.3 Estudo Aplicado

O objetivo desse artigo foi realizar um levantamento de campo (estado-da-prática) sobre oportunidades de reciclagem, com foco nas seguintes indústrias: calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos. Para cada indústria foi escolhida uma empresa. Para definição das indústrias participantes do estudo, foram considerados os resultados identificados nos relatórios da FEPAM e do IBGE. Do relatório da FEPAM extraíram-se os tipos de indústrias que mais geraram resíduos no último ano base do relatório. Pelos indicadores do IBGE verificou-se o crescimento da produção dessas mesmas indústrias, por meio de um comparativo do primeiro quadrimestre dos anos de 2012-2013.

Conhecer o estado-da-prática na indústria é importante para compreender quais são e como são gerados os resíduos ao longo do processo produtivo de cada uma das empresas e qual o encaminhamento dado a estes resíduos. Foram elaborados quadros síntese a partir da descrição dos dados das empresas. Para o levantamento de campo, ou estado-da-prática, adotou-se a abordagem qualitativa. Para Moreira (2002) e Creswell (2007), a abordagem qualitativa enfoca a interpretação, preocupando-se em entender o processo e os sujeitos inseridos nele, tendo assim, uma visão global do contexto apresentado. O levantamento de campo foi realizado por observação não participante e por entrevistas com gestores praticantes das empresas, segundo questionário norteador. As entrevistas foram previamente agendadas e foi realizada observação não participante no processo de produção.

As entrevistas basearam-se no protocolo de pesquisa do Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Protocolo de pesquisa

Tema	Desenvolvimento
Produto final	Qual ou quais são os produtos produzidos na empresa.
Resíduos gerados no processo	Descrição do processo produtivo e que tipos de resíduos são gerados em cada etapa do processo.
Resíduos reutilizados no processo produtivo	Existe algum tipo de sobra que pode ser reincorporada ao processo produtivo para aproveitamento.
Destino dos resíduos não aproveitados	Qual é o encaminhamento dado aos resíduos gerados pela empresa (aterros, reciclagem, cooperativas...)
Iniciativas com cooperativas de reciclagem	Há parcerias com cooperativas de reciclagem
Desafios na destinação adequada dos resíduos	Quais são as dificuldades ou desafios encontrados na correta destinação dos resíduos
Logística Reversa	Existem práticas de logística reversa adotadas pela empresa.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para finalizar, os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo, buscando compreender o contexto de todos os achados e enriquecer a leitura (BARDIN, 1995).

2.4 Resultados da pesquisa

As empresas pesquisadas localizam-se no Vale do Rio dos Sinos ou regiões adjacentes. Logo, estão inseridas nos indicadores da FEPAM (2003) que apresentam a região como a terceira maior produtora de resíduos do Estado. Seguem os processos de produção em cada uma das empresas pesquisadas, juntamente com os tipos de resíduos gerados e que encaminhamento é dado pelas empresas.

2.4.1 Descrição do processo produtivo da empresa de calçados

Inicia-se pela empresa do ramo de calçados, que produz cerca de 6.800 pares por mês de calçados infantis e tem uma de suas unidades fabris na cidade de Parobé/RS.

O processo produtivo é dividido em: corte, costura, montagem e embalagem.

O maior volume de resíduos gerados se concentra no corte. Nessa fase, a matéria-prima (couro, sintético, tecidos) é cortada conforme o pedido, gerando aparas, que são separadas na própria mesa de corte e despejadas em recipiente ao lado, já com identificação

do tipo de resíduo que será armazenado. Duas vezes ao dia as aparas são coletadas, pesadas e armazenadas na central de resíduos construída pela empresa. Todos os resíduos gerados na produção são pesados e uma planilha informando o volume (por quilo ou unitário) é preenchida para acompanhamento. Assim, é possível informar, por exemplo, o volume de aparas de couro do último trimestre de 2013, que foi de 14.353kg. A indústria do couro, segundo o relatório da FEPAM (2003), é uma das maiores geradoras de resíduos perigosos, por isso, a preocupação em descartar adequadamente. No caso da empresa pesquisada, esses resíduos perigosos são destinados a coprocessamento na indústria cimenteira.

A segunda fase da produção é a costura do calçado, onde é unido o cabedal (parte superior do calçado) ao forro. Nessa etapa são gerados resíduos de linha, cones plásticos de linhas e sobras de materiais de couro e de sintéticos. Para finalização da costura, as peças são refiladas, eliminando excessos. Os pedaços de linhas geram a varrição, classificada como resíduo de classe I, perigoso, devido à contaminação por ingredientes químicos, sendo descartado do mesmo modo que os resíduos de couro. Os cones plásticos de linha são recicláveis e podem ser vendidos junto com outros plásticos. As peças passam por uma revisão e se adequadas seguem para a próxima fase, a montagem.

Seguindo para a etapa de montagem, as peças passam pela máquina de costura *overlock* para acabamento reforçado. Depois, as peças são dispostas no maquinário que faz o molde para dar formato ao sapato, enquanto as palmilhas do sapato vão sendo preparadas manualmente. Quando o molde do sapato está feito, as palmilhas são fixadas com fita adesiva para não deslocarem durante os próximos processos. O sapato ainda é lixado para dar uniformidade às duas peças agora unidas. Finaliza-se com a colagem da sola: previamente a sola é limpa com solvente e uma camada de cola a base de água é pincelada. A sola é aquecida e unida ao restante do sapato manualmente. Nessa fase os resíduos gerados são mínimos, como etiquetas adesivas usadas para colagem das palmilhas, panos usados para limpeza de solventes e colas, pó de lixa e sobras de linhas ou cones plásticos. Os panos de limpeza são encaminhados à lavagem terceirizada e retornam para ser reutilizados. Alguns resíduos, quando não contaminados, são devolvidos ao fornecedor que recolhe e transforma-os em matéria-prima novamente. Os demais resíduos são depositados na central de resíduos da empresa para aguardarem a coleta seletiva do Município.

Ao fim do processo produtivo, o controle de qualidade faz a inspeção. Não havendo não conformidades, o produto segue por esteira para ser organizado em caixas. Havendo não conformidade, as peças são expostas para que os colaboradores possam conferir os pares rejeitados e eventualmente corrigir. Na etapa final de embalagem, os resíduos gerados são de

plásticos e papelão, incluindo as embalagens maiores das próprias caixas de calçado. O produto final fica armazenado no final da linha de produção, já separado em lotes e numerado.

Observou-se que a empresa busca contribuir com o meio ambiente não apenas para cumprimento de legislações. Entre outras iniciativas, criou sua própria composteira, fazendo uso de restos de alimentação do refeitório. Em futuro próximo poderá compartilhar adubo com os mesmos. A empresa relatou como dificuldade na destinação de resíduos a própria legislação, pois há processos complexos que geram lentidão em certos casos.

2.4.2 Descrição do processo produtivo da empresa metal-mecânica

A segunda empresa a ser analisada localiza-se na cidade de Sapucaia do Sul, pertence parcialmente à indústria metal-mecânica (peças de aço) e parcialmente à indústria siderúrgica (transformação de matérias-primas minerais em matéria-prima para as peças de aço). Segundo o relatório da FEPAM (2003), a indústria metal-mecânica representa aproximadamente 11% do volume de resíduos perigosos. Em 2012, atingiu um volume de vendas de 18,6 milhões de toneladas. Seu produto principal são peças de aço para construção civil (vergalhões, grampos, pregos, telas, aramados, arame farpado) e mecânica (perfis estruturais).

O processo produtivo é dividido em três etapas: aciaria, laminação e trefila. Na aciaria, a matéria-prima (sucata, ferro-gusa e minerais) é processada em fornos e em forno panela produzindo a liga para os diferentes tipos de aços, seguindo então para o lingotamento contínuo, dá origem e forma ao tarugo de aço. A sucata usada como matéria-prima é proveniente de parcerias com empresas particulares ou sucateiros, que armazenam as mesmas até ter volume suficiente e aguardam recolhimento periódico da própria empresa, ou fazem a entrega. Tal arranjo configura uma cadeia de suprimentos em elo fechado (*closed-loop supplychain- CLSC*), pois a empresa fornece componentes de aço e recebe resíduos das indústrias que abastece, em elo fechado. Não é objetivo deste artigo estudar CLSC. Elementos esclarecedores sobre o assunto podem ser encontrados em Zarandi et al. (2011). A CLSC contribui para a redução de resíduos em aterros. Os resíduos gerados nessa fase são o pó de aciaria, escória do forno e escória do lingotamento contínuo, aproveitáveis nas indústrias de produção de cimento, construção civil, britas e asfaltos e pavimentos de estradas.

A segunda etapa é a laminação. Nela, os tarugos de aço, após resfriados, são reaquecidos em forno a óleo e depois passam por um laminador para serem transformados em perfis e dar origem aos primeiros produtos acabados: vergalhões, barras e perfis estruturais.

Depois de transformados em perfis menores, passam pelo formador de espiras, que dá origem ao fio máquina, um rolo de ferro pronto para a próxima fase. O principal resíduo nesta fase é a carepa, uma casca de aço que o perfil perde ao ser resfriado. Seu destino é a construção civil. Outro resíduo, menos expressivo, são pontas de barras que excedem o comprimento de norma, cortados em tesouras industriais, que voltam para a aciaria como resíduo interno.

Na trefila, as peças de aço se transformam (largura e comprimento) e se recombina dando origem a produtos como telas, arames, arames farpados, grampos e pregos, que podem ainda ser encaminhados ao processo de galvanização. Na etapa de trefilagem são gerados resíduos de borra de chumbo, borra de zinco e lodo, que podem ser reaproveitados em usinas de metais ou na indústria cimenteira, como combustível. As peças prontas rejeitadas por problemas de qualidade, tanto na trefila como na laminação, voltam à aciaria como sucata.

A empresa possui um setor específico de Gestão Ambiental que estuda alternativas para uso dos resíduos, principalmente em outras indústrias. Do mesmo modo que a empresa de calçados, a empresa relata que existem ocasiões em que fatores técnicos ou legais geram entraves no encaminhamento desses resíduos, tais como excessivos custos logísticos para remessa de resíduos para reutilização em outros estados e falta de benefícios que tornem viável a utilização dos resíduos em processos industriais de outras empresas.

2.4.3 Descrição do processo produtivo da empresa de papel e celulose

A empresa da indústria de papel e celulose localiza-se na cidade de São Leopoldo, produzindo cerca de 4.500 toneladas de papelão ondulado por mês. Desse total, em média, cerca de 540 toneladas (12%) são rejeitos, as chamadas aparas de papel.

A empresa recebe bobinas de papel branco, o chamado papel *Kraft*, e papel reciclado, em diferentes tamanhos, que servirão para montar as três camadas do papelão ondulado: capa interna, miolo e capa externa. Na capa interna, passa-se cola em alta temperatura para união com a próxima camada, que é o miolo de papel ondulado. Esse miolo passa pelo corrugador, maquinário que dá origem às ondulações do papel. Essas duas camadas são coladas e encaminhadas para a forradeira, sendo então unidas à terceira camada, a capa externa.

O papelão já completo é encaminhado às máquinas vincadeira e facão, para ser cortado na largura e comprimento adequado, conforme especificações do pedido. Ao fim, o papelão já estará na medida certa e com os vincos (dobras) feitos para a montagem das caixas

que são o produto acabado da empresa. Por fim, segue para a impressora onde será estampada a marca, conforme o pedido.

Ao longo do processo produtivo da empresa, os resíduos principais são as aparas de papel que são compactadas e encaminhadas a outras operações na indústria do papel, por exemplo, na fabricação de papéis higiênicos e de uso pessoal. Outros resíduos, tais como sobras de cola e de limpeza de maquinário são destinados à estação de tratamento de efluentes, na qual são neutralizados e despejados na bacia hidrográfica da região. Não há parcerias de trabalho com cooperativas de reciclagem, mas existe a prática da logística reversa dos paletes, que consiste em recolher paletes enviados a clientes, conforme a localização do mesmo, recondicioná-los e enviá-los a outros clientes.

Os resíduos gerados por esse tipo de indústria são os de classe II, não perigosos. Segundo a FEPAM (2003), o volume de resíduos da indústria está entre os menores. O desafio evidenciado pela empresa é de conseguir evitar a geração do resíduo, e dado que exista, tentar separá-lo da melhor forma para reduzir os tipos de maior impacto.

2.4.4 Descrição do processo produtivo da empresa de bebidas

Foi analisada uma empresa do ramo de bebidas localizada em Lajeado, no vale do Taquari. Se bem que não se localize no Vale dos Sinos, a região é próxima e pode servir aos propósitos desta pesquisa. A empresa produz refrigerantes, suplementos energéticos e envasa água mineral em sete diferentes linhas de produção: linha vidro, linha PET (polímero termoplástico), linha lata, água mineral e ainda por quantidade de litros, cada uma com suas peculiaridades. A linha PET correspondente a 85% do volume de produção. Para esse estudo, optou-se por abordar a fabricação de refrigerante da linha PET.

O processo produtivo consiste nas seguintes etapas: xaroparia, diluição, resfriamento, carbonatação, envase, fechamento, rotulagem e empacotamento.

Na primeira etapa, a xaroparia, misturam-se xaropes simples (água e açúcar) e xaropes compostos (com conservantes, acidulantes...). Depois desse concentrado misturado, ocorre o processo de diluição, no qual o xarope é diluído em água, dando origem a uma espécie de refrigerante em estágio inicial, o chamado quase refrigerante. Ocorre então o resfriamento do produto, com temperatura média de 4°C, para a incorporação de gás carbônico ao mesmo, pois, esta deve ocorrer em baixas temperaturas. Na próxima etapa, a carbonatação, ocorre a injeção de gás carbônico e o refrigerante está pronto e segue para o envase. Caso alguns

líquidos (refrigerantes) apresentem não conformidade para o controle de qualidade (de 0,08 a 0,8% do volume produzido), são descartados via estação de tratamento de efluentes. Efluentes gerados que não possam ser reutilizados seguem para uma estação de tratamento e depois para o corpo receptor, um arroio da bacia hidrográfica da região. Por ora, não existe tecnologia conhecida que possa reaproveitar estes efluentes.

Para que o produto seja envazado, a embalagem é higienizada em processo de rinsagem, que é uma lavagem com água do próprio produto. A água gerada na rinsagem se junta à água da chuva para aproveitamento na lavagem de pisos, caldeiras e sanitários. Ainda no processo de envase, caso ocorra algum erro de qualidade ou falha de produto, uma máquina destruidora de PET separa o líquido dos sólidos, encaminhando o líquido para tanque de efluentes e o plástico para prensagem.

Por fim, seguem-se o fechamento, a rotulagem e o empacotamento. O refrigerante está disponível para ser carregado em paletes e transportado. Foi verificado que o maior volume de resíduos gerados é originado do próprio acondicionamento de matéria-prima da empresa, onde são empregados embalagens menores, paletes e caixas.

Salienta-se que todos os resíduos sólidos são encaminhados ao setor de resíduos sólidos dentro da própria empresa, e nesse local é realizada a separação conforme as características dos resíduos para aumentar o valor agregado. Por exemplo, separa-se o PET de cor azul, verde, cristal e tudo é prensado e vendido.

Os resíduos sólidos da empresa são formados de aproximadamente 40% de madeira, 22% de plásticos, 23% de papelão, 13% de resíduos de vidros e metais, e cerca de 2% de resíduos de higienização e varrição. Dessa forma, é possível reciclar aproximadamente 98% dos resíduos gerados e vender 78%, sempre com base nas legislações da FEPAM ou SEMA. Existem práticas de logística reversa com muitos fornecedores e clientes, como é o caso de retorno dos paletes, das embalagens de produtos de limpeza e outros que podem ser vistos no Quadro 6. A empresa trabalha com cooperativas de reciclagem licenciadas.

2.4.5 Descrição do processo produtivo da empresa de produtos químicos

A empresa do ramo produtos químicos localiza-se na cidade de São Leopoldo e têm como produto final mantas de borracha, bandas pré-moldadas e *camelbak*, todos destinados à indústria de pneumáticos. Sua produção mensal é cerca de 3,5 mil toneladas. Os gastos com

gerenciamento de resíduos atualmente representa em média o equivalente a 0,7% das despesas globais de operação.

Na primeira etapa do processo produtivo, a matéria-prima é pesada e em seguida encaminhada à máquina *bambury* para mistura do material (borracha, óleos, compostos e carbonetos). Depois da mistura, resulta uma manta de borracha que segue para a laminação, onde ainda são adicionados compostos químicos para a vulcanização do material. A etapa seguinte é a extrusão ou mastigação que dá forma ao produto e faz com que as moléculas de ligação química da borracha estejam em melhor arranjo dando mais qualidade ao produto final. Assim, são originados dois tipos de produtos diferentes, as bandas pré-moldadas e o *camelbak*. As bandas são cortadas e prensadas para que as ranhuras do pneu sejam marcadas. Já para o *camelbak*, as bandas são somente cortadas.

Em todas as fases da produção são gerados resíduos de borrachas, que podem ser material não conforme aquecido em excesso ou danificado em algum momento do processo, ou, ainda, rebarbas geradas no corte das bandas, representando em média aproximadamente 1,5% da produção. Desses, por ação de LR, cerca de 0,8% volta para um dos fornecedores que consegue reformar em média 0,4% como matéria-prima. Uma parcela (0,2%) é vendida como matéria-prima para outras operações da indústria química e estima-se que em média 0,5% sejam encaminhados a aterro sanitário controlado. Os resíduos são separados e identificados em grandes caixas de papelão. A venda ou descarte só acontece após se atingir volume suficiente de material acumulado. Por ora, a empresa usa sucateiros para reinserção de resíduos no mercado, não operando com cooperativas de reciclagem.

Há ainda resíduos de varrição e limpeza, que também são encaminhados a aterro sanitário controlado, e resíduos de embalagens, plásticos ou papel, que são separados para entrega a sucateiros. A destinação de resíduos da empresa está adequada: poucas lacunas de gestão foram observadas. Contudo, a empresa já desenvolve um novo projeto que busca alternativas internas para o uso dos resíduos da borracha.

2.4.6 Descrição do processo produtivo da empresa alimentícia

Por fim, a última empresa analisada, pertencente ao ramo de produtos alimentícios, com sede na cidade de Esteio, produz alimentos à base de soja, os quais dão origem a três grupos de produtos: proteína texturizada de soja, proteína isolada de soja e lecitina, que

servem de ingredientes para outras empresas de alimentos. A empresa produz ao todo em média 160 toneladas por dia.

Segundo dados da FEPAM (2003), a indústria alimentícia é a maior geradora de resíduos não perigosos, correspondendo a 30% do volume gerado.

O processo produtivo inicia-se com a entrada da soja, matéria-prima dos três grupos de alimentos. As etapas são o beneficiamento, armazenagem, laminação e extração, o que resulta em elementos de parte sólida e líquida. O beneficiamento consiste no descasque e secagem da soja, e nessa fase, o resíduo gerado é a casca da soja que será vendida à fábrica de ração. A soja então é armazenada, e em seguida passa para a fase de laminação onde é cortada com lâminas, qualificando o processo de extração. No processo de extração, o óleo é separado do grão de soja. Para auxiliar nesse processo é acrescentado o solvente hexano que potencializa a extração do óleo que naturalmente o grão de soja possui. Resulta uma parte sólida (farelo branco) e uma líquida (óleo e hexano). Do líquido, volta a ser separado o óleo do hexano, em torre de destilação, e o hexano já separado volta para o ciclo de produção. Assim resta apenas o óleo originado da soja que é refinado dando origem ao produto final, a lecitina, que pode ser incorporada a produtos como o iogurte. Da parte sólida (farelo branco) se geram os outros dois produtos da empresa: proteína isolada e proteína texturizada, cujo processo de produção ocorre em fábricas diferentes, dentro da mesma empresa.

Para produção da proteína isolada, ocorre a separação de seus outros dois componentes que são os açúcares e fibras, com objetivo de restar no produto um pó com 90% de teor proteico, que dá origem ao nome proteína isolada. Esse produto pode ser incorporado, por exemplo, a suplementos energéticos. Para separação dos componentes é feita a alteração do PH (fase ácida e fase básica) e busca-se um equilíbrio até separar açúcares e fibras.

Os açúcares seguem para a estação de tratamento de efluentes e passam por processo aeróbico e anaeróbico com geração de gás que é queimado na caldeira (biogás). Nesse processo, usa-se lodo, periodicamente renovado, buscando assim manter o equilíbrio na estação de tratamento de efluentes. Esse lodo pode ser vendido para fazendeiros, servindo como adubo. Muitas vezes, a empresa deve pagar para que fazendeiros recolham o resíduo. Quanto às fibras, são removidas com caminhão e servem de alimentação animal, principalmente para o gado. Em algumas ocasiões consegue-se obter um mercado para a venda das fibras, o que é mais lucrativo para a empresa, porém, há pouca procura.

O terceiro produto da empresa é a proteína texturizada. Dessa, não é removida nenhuma fração de açúcares ou fibras, mas encaminhada para o processo de extrusão (tratamento com alta temperatura e pressão), onde ocorre o cozimento do produto. O mesmo

segue então para secagem com ar quente e em seguida é moído e empacotado. Esse alimento pode ser incorporado, por exemplo, à carne de soja. Nesse processo o único resíduo gerado é de limpeza de pisos e equipamentos que pode ser vendido como ração animal.

No processo de embalagem pode haver resíduos de sucata plástica ou de papel, quando ocorre alguma falha de transporte ou embalagens danificadas, e esses são vendidos à centrais de triagem. Verifica-se que ao longo do processo produtivo a geração de resíduos é controlada, pois, a empresa tende a trabalhar para evitar desperdícios uma vez que são muitos os resíduos a serem vendidos por baixos valores.

2.5 Síntese dos resultados da pesquisa

Os dados foram coletados por meio de um questionário norteador que abordou seis principais temas, que englobaram desde o tipo de resíduo gerado até os principais desafios observados pelas empresas. As informações coletadas foram dispostas em formato de quadro, para cada tipo de indústria pesquisada. Cada quadro representa uma empresa respondente para a indústria especificada.

Primeiramente no Quadro 2.3 apresenta-se a empresa do ramo industrial de calçados (couro), cujo entrevistado foi o Diretor de Operações.

Quadro 2.3 - Empresa: industria de calçados

Produto final:	Calçados infantis
Resíduos gerados no processo:	Aparas de couro, tecidos, não – têxtil; Papel e papelão; Embalagens plásticas emetálicas; Borracha Termoplástica e Termofixa. Óleos lubrificantes, solventes tintas e borras de limpeza.
Resíduos reutilizados no processo produtivo:	As borrachas termoplásticas e termofixas são integralmente recicladas e adicionadas ao consumo dentro de circuito fechado por meio de uma Unidade quefaz compostos poliméricos. As aparas dos tecidos (não impregnados) são recicladas pelo fornecedor e devolvidas para empresa como produto de consumo novamente. Os resíduos de solventes recuperados são reciclados e usados para limpeza de telas de impressão serigráfica.
Destino dos resíduos não aproveitados:	Sob orientação e supervisão de uma consultoria ambiental a empresa encaminha os resíduos basicamente de três formas: Resíduos classe I: Aterro sanitário licenciado (até fevereiro de 2013); Resíduos classe II: Processamento em usinas (queima em altos fornos) – realizado fora do Estado do RS; Demais resíduos sólidos: classificados e destinados à venda ou reciclagem em fornecedores ou parceiros contratados.
Práticas de Logística Reversa:	A logística reversa ocorre com os resíduos de ciclo fechado na operação(compostos poliméricos), e também, no processo de suprimento com as embalagens retornáveis.
Iniciativas com cooperativas de reciclagem:	A empresa não trabalha diretamente com cooperativas de reciclagem por questões interpretativas do próprio Ministério do Trabalho, contratando parceiros terceirizados com modelo tradicional de registro de trabalho que possa atender com as responsabilidades técnicas e financeiras necessárias. As ações sociais da empresa são dirigidas para outras atividades.
Desafios na destinação adequada dos resíduos:	Problemas de regulamentação e infraestrutura do Estado. Morosidade junto de processos relacionados com atividade pública.

Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, no Quadro 2.4, apresentam-se os dados da empresa do ramo metal-mecânico, cujo entrevistado foi o Assessor Técnico de Meio Ambiente.

Quadro 2.4 - Empresa: indústria metal-mecânica

Produto final:	Aços longos utilizados na indústria, construção civil e atividade agro-pecuária (tarugos, vergalhões, arames, pregos, grampos).
Resíduos gerados no processo:	Escória, carepa, pó de aciaria, borra de zinco, borra de chumbo, lodo de galvanização, óleo.
Resíduos reutilizados no processo produtivo:	Há casos como da borra de chumbo onde o material é retornado ao fornecedor que reutiliza o resíduo para a produção de novos lingotes de chumbo. Alguns materiais (como limalha de prego) retornam para o processo produtivo ou são utilizados nos processos produtivos de outras unidades produtivas da empresa.
Destino dos resíduos não aproveitados:	Antes de realizar o encaminhamento para aterros controlados, busca-se no mercado a viabilidade de utilização destes resíduos como matérias-primas em outras empresas. Essa busca é realizada pela área técnica específica na empresa, responsável pelo desenvolvimento de alternativas de uso dos resíduos.
Práticas de Logística Reversa:	O processo produtivo utilizado pela empresa tem como base a utilização de sucata metálica como sua principal matéria-prima. Parte da sucata utilizada na produção é proveniente de sucateiros. Os sucateiros são empresas particulares que efetuam o recolhimento e separação da sucata para o encaminhamento posterior à usina. Além dos sucateiros, há casos onde define-se uma parceria direta com o cliente ou outras empresas. Nesta situação a sucata metálica é retirada diretamente de uma empresa sem a presença de um intermediário.
Iniciativas com cooperativas de reciclagem:	Apesar de ser uma ótima solução para o resíduo administrativo, atualmente não há parceria envolvendo cooperativas de reciclagem. Foram realizados alguns contatos no passado que esbarraram na falta do licenciamento ambiental.
Desafios na destinação adequada dos resíduos:	Falta de licenciamento e documentação das empresas que realizam separação e reutilização do resíduo; Custos logísticos para remessa de resíduos para reutilização em outros estados; Falta de benefícios que tornem viável a utilização dos resíduos em processos industriais de outras empresas.

Fonte: Elaborado pela autora.

No Quadro 2.5 apresentam-se os dados da empresa do ramo de papel e celulose. O entrevistado foi o Gerente de Unidade.

Quadro 2.5- Empresa: indústria de papel e celulose

Produto final:	Embalagens de papelão ondulado
Resíduos gerados no processo:	Aparas de papel
Resíduos reutilizados no processo produtivo:	Os resíduos são reenviados as outras unidades (fabricas de papel) e transformadas novamente em papel, (Bobinas em rolos de aproximadamente 2,5 toneladas, diâmetro de 1,5 m e altura de 2 metros). No processo produtivo as aparas de papel vão direto para o tubo de sucção, depois são prensadas e amarradas, para então em fardos, serem carregadas por caminhão até as fábricas de papel.
Destino dos resíduos não aproveitados:	Todos os resíduos de papel são encaminhados a outras fábricas de papel para reaproveitamento.
Práticas de Logística Reversa:	Logística reversa dos paletes de madeira que são enviados aos clientes junto das embalagens. Em alguns casos, conforme estudo de distância desenvolvido, os mesmos paletes são recolhidos e reconicionados (higienizados e reparados) para envio a outros clientes.
Iniciativas com cooperativas de reciclagem:	Na Unidade de da cidade de São Leopoldo não há práticas envolvendo cooperativas de reciclagem, somente em outros estados, onde as fábricas recebem papel por meio de cooperativas ou catadores informais.
Desafios na destinação adequada dos resíduos:	Hoje a empresa precisa pagar para dar destino adequado aos diversos tipos de resíduos, visando atender todas as normas e leis ambientais vigentes no Brasil, Estado e Município. Esse custo é elevado e nos últimos anos houve aumentos significativos. O desafio é conseguir evitar a geração do resíduo, e quando ele já existe tentar separá-lo da melhor forma para reduzir os tipos de classe com custo maior.

Fonte: Elaborado pela autora.

Seguemno Quadro 2.6 os dados da empresa do ramo de bebidas. O entrevistado foi o Assistente de Meio Ambiente.

Quadro 2.6 - Empresa: indústria de bebidas

Produto final:	Produção de refrigerantes, suplemento energético e envase de água mineral.
Resíduos gerados no processo:	Óleo lubrificante usado (contaminado), Lâmpadas fluorescentes, Resíduo de varrição não perigoso, Sucata de metais ferrosos, Sucata de metais não ferrosos, Resíduo de papel e papelão, Caixas de papelão, Resíduos plásticos (embalagens), Resíduos plásticos, Cinza da caldeira, Resíduo de vidro, Madeira
Resíduos reutilizados no processo produtivo:	Paletes tipo B e caixas de papelão (de 1m ³) – São utilizadas para armazenar a produção de pré-formas; Caixas menores: utilizadas para empacotamento no almoxarifado.
Destino dos resíduos não aproveitados:	Cerca de 98% dos resíduos gerados é encaminhado para reciclagem em empresas licenciadas pela FEPAM ou SEMA para tal atividade. Cerca de 2% é destinado a aterro industrial licenciado.
Práticas de Logística Reversa:	Retorno de embalagens metálicas de concentrado para refrigerante para o fornecedor; Retorno de tubetes de papelão para o fornecedor; Retorno de paletes de plástico, alguns tipos de paletes de madeira, chapas de papelão para o fornecedor; Retorno de embalagens metálicas contaminadas com óleo ao fornecedor; Retorno de chapatex para o fornecedor; Retorno de embalagens de tintas; Retorno de embalagens plásticas de produtos de limpeza ao fornecedor; Retorno de embalagens de produtos químicos para fornecedor. Para haver tal prática, o fornecedor deve comprovar que se receber o material de volta terá a destinação correta ou retornar em forma de matéria-prima ou embalagem para matéria-prima.
Iniciativas com cooperativas de reciclagem:	Sim. Algumas não são cooperativas. Trabalha-se com empresas que tem licenças em vigor e referência de mercado. São realizadas visitas ao processo da empresa para conferir se atendem aos padrões. A empresa não vê como lucro reciclar resíduos, pois o lucro é não gerar resíduos. Existe uma negociação pelos resíduos recicláveis para minimizar os impactos em custos de sua geração.
Desafios na destinação adequada dos resíduos:	Todos os resíduos são destinados de forma adequada. O desafio é diminuir a quantidade de resíduo gerado.

Fonte: Elaborado pela autora.

Ainda, são apresentados no Quadro 2.7 dados da empresa do ramo de produtos químicos, cujo entrevistado foi o Diretor Industrial.

Quadro 2.7 - Empresa: indústria de produtos químicos

Produto final:	Mantas de borracha, bandas pré-moldadas e camelbak
Resíduos gerados no processo:	Rebarbas de borracha; resíduos de varrição e limpeza; refugos não conformes; plásticos ou papel de embalagens.
Resíduos reutilizados no processo produtivo:	Um pequeno percentual dos refugos de borrachas não conforme consegue ser devolvido ao fornecedor para reprocessamento e volta ao ciclo como matéria-prima.
Destino dos resíduos não aproveitados:	Fornecedor; Aterro Controlado; Sucateiros; Outras empresas da indústria da borracha.
Práticas de Logística Reversa:	Um pequeno percentual dos refugos de borrachas não conforme consegue ser devolvido ao fornecedor para reprocessamento e volta ao ciclo como matéria-prima.
Iniciativas com cooperativas de reciclagem:	Não há.
Desafios na destinação adequada dos resíduos:	Encontrar novas formas de uso para os refugos de borracha, novas aplicações que minimizem o encaminhamento aos aterros.

Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, no Quadro 2.8, apresentam-se os dados da empresa do ramo alimentício, cujo entrevistado foi o Gerente de Suprimentos e Logística.

Quadro 2.8 - Empresa: indústria de alimentos

Produto final:	Produtos à base de soja: proteína texturizada de soja, proteína isolada de soja e lecitina.
Resíduos gerados no processo:	Resíduos da soja (cascas, grãos e sobras sólidas), solvente hexano, efluentes, lodo e plásticos ou papel (resíduos de embalagem)
Resíduos reutilizados no processo produtivo:	Sobras sólidas do grão de soja e solvente hexano;
Destino dos resíduos não aproveitados:	Os resíduos de soja (cascas, grãos...) quando não são utilizados na produção são vendidos para ração animal. Os efluentes geram o lodo, que é incorporado ao solo por empresas que buscam o material para adubo. Os plásticos ou papéis são encaminhados à empresa de reciclagem que processa e paga por quilo.
Práticas de Logística Reversa:	Somente quando o cliente devolve por questões de qualidade percebida ou danificação de transporte, mas, todo o produto final ou material intermediário, antes de ser descartado, é avaliado para o repasse. Raramente o produto é descartado. Somente mesmo por razões microbiológicas, que são muito raras de ocorrer.
Iniciativas com cooperativas de reciclagem:	Há uma empresa de reciclagem instalada com mão-de-obra e equipamento dentro do espaço físico da empresa, essa processa os resíduos de papel e plástico gerado.
Desafios na destinação adequada dos resíduos:	Nenhum desafio foi comentado.

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, no quadro 2.9 brevemente são apresentadas algumas práticas similares que podem ser identificadas nos quadros individuais, sintetizando quais empresas e quantas delas (%) desenvolvem tal prática.

Quadro 2.9 - Síntese das empresas estudadas

Empresas	Práticas Similares	% de participação das empresas
Bebidas Calçados (Couro) Papel e celulose Química Metal-mecânica Alimentos	Busca reaproveitamento interno para os resíduos	100%
Alimentos Papel e Celulose Metal-mecânica	Práticas de Logística Reversa	50%

Bebidas	Buscam melhores práticas em sua gestão ambiental	100%
Calçados (Couro)		
Papel e celulose		
Química		
Metal-mecânica		
Alimentos	Iniciativas com centrais de triagem	50%
Papel e Celulose		
Alimentos		
Metal-mecânica		

Fonte: Elaborado pela autora.

2.6 Considerações Finais

Este artigo apresentou os resultados do levantamento de campo (estado-da-prática) sobre logística reversa e geração de resíduos industriais, incluindo oportunidades de reciclagem, com foco em empresas das seguintes indústrias: calçados, metal-mecânica, papel e celulose, bebidas, química, e alimentos. Foram apresentados os principais tipos de resíduos gerados ao longo do processo produtivo de cada uma das empresas, o encaminhamento atualmente dado e questões associadas.

O estudo mostrou que as empresas representantes das indústrias pesquisadas têm buscado melhores práticas para sua gestão ambiental, visando alinhar as estratégias ambientais de acordo com objetivos maiores da organização.

No caso das indústrias de bebidas, calçados e metal-mecânico, encontram-se práticas de gestão ambiental como, por exemplo, a seleção de fornecedores adequados às políticas da empresa. Já na indústria de papel e celulose, alimentícia e de produtos químicos identificam-se práticas ambientais direcionadas a revisar e melhorar processos internos e logísticos que minimizem os impactos ao meio ambiente.

Práticas de logística reversa também são observadas nas empresas pesquisadas, como ocorre na empresa metal-mecânica, que possui parceria com cooperativas e empresas para uso de sucata como matéria-prima, ou nas empresas de papel e celulose e de bebidas, que retornam paletes e embalagens. Na literatura estudada há um ponto importante que é possível identificar nessas indústrias pesquisadas quanto às práticas de logística reversa, que é a garantia de tratamento de seus produtos ou componentes para que esses possam ser recuperados.

Os custos envolvidos em descarte, reaproveitamento ou logística reversa são elevados, quando comparados ao resultado que aquele produto acabado poderia gerar, por isso, as empresas têm direcionado esforços para minimizar seus resíduos, ou ainda, tem buscado aproveitá-los em outros mercados na tentativa de agregar valor. Práticas de reaproveitamento em outros mercados podem ser evidenciadas na indústria alimentícia, na qual parte dos resíduos pode ser vendida ao mercado de ração animal. Também no caso da indústria metal-mecânica, que seus resíduos servem de matéria-prima para indústria cimenteira, ou ainda, a indústria de papel e celulose que pode abastecer outras unidades produtivas de papel com os próprios resíduos.

Ainda assim, verificou-se que algumas dessas empresas têm mais custos envolvidos até encontrar outra cadeia produtiva onde seu resíduo possa ser processado, e por vezes, ainda não pode ser aproveitado em sua totalidade, uma pequena parcela tem de seguir para aterro licenciado. Contudo, a consciência ecológica que vem se desenvolvendo na sociedade, estimula práticas ambientalmente amigáveis, como por exemplo, a LR.

O reconhecimento que as empresas recebem de seus clientes uma vez rotuladas como ambientalmente amigáveis trazem diferentes benefícios (econômicos, legais...), principalmente na imagem corporativa. Logo, tornam-se empresas mais competitivas e comprometidas em identificar a melhor forma de reaproveitamento ou descarte de seus resíduos.

As parcerias existentes com cooperativas de reciclagem são poucas, principalmente por questões fiscais e preocupações de licenciamento para destinação de resíduos. Quando os resíduos são separados para a venda, acabam sendo comprados por sucateiros.

Também, quanto aos desafios encontrados pelas empresas para o descarte adequado dos resíduos, a questão da infraestrutura e altos custos foram relatados, fazendo com que as empresas trabalhem com um desafio à frente, que é a diminuição do resíduo gerado, envolvendo mais os setores, desde gestão ambiental ao design do produto.

Para pesquisas futuras sugerem-se estudos sobre a destinação de resíduos entre empresas de uma mesma indústria com aprofundamento em volume e tipo de resíduo gerado, e quantidades encaminhadas para cada destino (reuso, aterro, cooperativas). Sugere-se também uma pesquisa sobre a relação entre cooperativas de reciclagem e as diferentes indústrias, verificando as quantidades de resíduos que cada indústria destina às cooperativas, investigando assim o potencial de reciclagem das mesmas e as atividades existentes entre indústrias e cooperativas.

2.7 Referências

ADLMAIER, D.; SELBITTO, M. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Produção**, v.17, n.2, p.395-406, 2007.

ALPERSTEDT, G.; QUINTELLA, R.; SOUZA, L. Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. **Revista de Administração de Empresas – RAE**, v.50, n.2, p.170-186, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

BARBU, C.; NEGULESCU, N.; BARBU, I. A Theoretical Study Between The Two Environmental Management Systems: Eco Management Audit Scheme -Emas - And ISO 14000. **Journal of Environmental Management & Tourism**, v.3, n.2, p.59-69, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BELL, J.; AUTRY, C.; MOLLENKOPF, D.; THORNTON, L. A Natural Resource Scarcity Typology: Theoretical Foundations and Strategic Implications for Supply Chain Management. **Journal of Business Logistics**, v.33, n.2, p.158-166, 2012.

BELL, J.; MOLLENKOPF, D.; STOLZE, H. Natural resource scarcity and the closed-loop supply chain: a resource-advantage view. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.43, n.5, p.2-12, 2013.

BOWERSOX, D.; COOPER, B.; CLOSS, D. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookmann, 2006.

CRESWELL, J. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DE BRITTO, M.; DEKKER, R. **Reverse Logistics – a framework**. Disponível em.<<http://www.clrb.com.br/site/login.asp?r=publicacoes.asp>>. Acesso em maio/2013.

DEMIRBAS, A. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. **Energy Conversion and Management**, v.52, p.1280-1287, 2011.

DOWLATSHAHI, S. A framework for the role of warehousing in Reverse Logistics. **International Journal of Production Research**, v.50, n.5, p.1265-1277, 2011.

FAHIMNIA, B., SARKIS, J., DEHGHANIAN, F., BANIHASHEMI, N., & RAHMAN, S. (). The impact of carbon pricing on a closed-loop supply chain: an Australian case study. **Journal of Cleaner Production**, v.59, n.2, 210-225, 2013.

FANG-YUAN, C. Managers Views on Environmental Management: An Examination of the Taiwanese Airline Industry. **Journal of Sustainable Development**, v.6, n.1, p.65-75, 2013.

FERGUTZ, O.; DIAS, S.; MITLIN, D. Developing urban waste management in Brazil with waste picker organizations. **Environment and Urbanization**, v.23, n.2, p.597-608. 2011

FIGUEIRÓ, P. **A Logística Reversa vista sob duas perspectivas na cadeia de suprimentos**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

FLEURY, A.; MELLO, C.; NAKANO, D.; TURRIONI, J.; HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R.; PUREZA, V. in MIGUEL, P. (Org.), **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br>> Acesso em jan/2013.

GENCHEV, E.; RICHEY, G.; GABLER, B. Evaluating reverse logistics programs: suggested process formalization. **International Journal of Logistics Management**, v.22, n.2, p.242-263, 2011.

GONÇALVES, M.; MARINS, F. Logística Reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.397-410, 2006.

GONZÁLEZ-BENITO, J. The effect of manufacturing proactivity on environmental management: an exploratory analysis. **International Journal of Production Research**, v.46, n.24, p.7017-7038, 2008.

GONZÁLEZ-BENITO, J.; GONZÁLEZ-BENITO, O. A review of the determinant factors of environmental proactivity. **Business Strategy and the Environment**, v.15, n.2, p.87-102, 2006.

HADEN, S.; OYLER, J.D.; HUMPHREYS, J. H. Historical, practical, and theoretical perspectives on green management: An exploratory analysis. **Management Decision**, v.47, n.7, p.1041-1055, 2009.

HAGGAR, S. **Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle-to-Cradle for Sustainable Development**. USA: Elsevier Academic Press, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>> Acesso em jun/2013.

JABBOUR, C.; TEIXEIRA, A.; JABBOUR, A.; FREITAS, W. “Verdes e competitivas?": a influência da gestão ambiental no desempenho operacional de empresas brasileiras. **Ambiente e sociedade**, v.15, n.2, p.151-172, 2012.

KADEL, N. **Logística reversa para substituição de combustíveis na indústria cimenteira por coprocessamento em forno de clínquer**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2012.

KINLAW, D. C. **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental**. São Paulo: Makron Books, 1997.

KRAEMER, M. A questão ambiental e os resíduos industriais. **In: XXV ENEGEP** Porto Alegre, 2005, Anais... Porto Alegre: ENEGEP, 2005.

LEITE, P. **Logística Reversa: Meio Ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LIANG, S.; ZHANG, T. Comparing urban solid waste recycling from the viewpoint of urban metabolism based on physical input–output model: A case of Suzhou in China. **Waste Management**, v.32, n.1, p.220-225, 2012.

MENEZES, R.; NEVES, G.; FERREIRA, H. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.303-313, 2002.

MOREIRA, D. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

NOURI, J.; NOURI, N.; MOEENI, M. Development of industrial waste disposal scenarios using life-cycle assessment approach. **International Journal of Environmental Science & Technology**, v.9, n.3, p.417-424, 2012.

PEREIRA, A. (Org); BOECHAT, C.; TADEU, H.; SILVA, J.; CAMPOS, P. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PEREIRA, G.; YEN-TSANG, C.; MANZINI, R.; ALMEIDA, N. Sustentabilidade socioambiental: um estudo bibliométrico da evolução do conceito na área de gestão de operações. **Produção**, v.21, n.4, p.610-619, 2011.

RAUT, S.; RALEGAONKAR, R.; MANDAVGANE, S. Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks. **Construction and Building Materials**, v.25, n.10, p.4037-4042, 2011.

REIS, S.; REIS, M.; VASCONCELOS, V.; JORDÃO, E. Elementos para uma abordagem sistemática da gestão de resíduos farmacológicos à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v.2, n.2, p.71-87, 2012.

RODRIGUEZ, G.ALEGRE, F. MARTINEZ, G. Evaluation of environmental management resources (ISO 14001) at civil engineering construction worksites: A case study of the community of Madrid. **Journal of Environmental Management**, v.92, n.7, p.1858–1866, 2011.

ROGERS, D.; MELAMEDI, B.; LEMBKES, R. Modeling and Analysis of Reverse Logistics, **Journal of Business Logistics**, v.33, n.2, p.107-117, 2012.

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

SAHU, K.; AGRAWAL, A. Problems prospects and current trends of copper recycling in India: An overview. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.7, p.401-416, 2010.

SARKIS, J.; BAI, C. Flexibility in reverse logistics: a framework and evaluation approach. **Journal of Cleaner Production**, v.47, p.306-318, 2013

SARKIS, J.; HELMS, M.; HERVANI, A. Reverse Logistics and Social Sustainability. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v.17, n.6, p.337-354, 2010.

SISINNO, C. Non-inert industrial solid waste disposal in landfill dumps: evaluation of toxicity and implications for the environment and human health. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, n.2, p.369-374, 2003.

SRIVASTAVA, S.; SRIVASTAVA, R. Managing product returns for reverse logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.36, n.7, p.524-546, 2006.

STEVEN, M. Networks in reverse logistics. In: DYCHOFF, H; LACKES, R.; REESE, J. (org.) **Supply Chain management and reverse logistics**. Berlim: Springer, 2004.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. São Paulo: Atlas, 2005.

TIMLETT, R.; WILLIAMS, I. The ISB Model (Infrastructure, Service, Behaviour): A Tool For Waste Practitioners. **Waste Management**, v.31, n.6, p.1381-1392, 2011.

ZARANDI, M.; SISAKHT, A.; DAVARI, S. Design of a closed-loop supply chain (CLSC) model using an interactive fuzzy goal programming. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.56, n.5-8, p.809-821, 2011.

YANG, M.; HONG, P.; MODI, S. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v.129. n.2, p.251-261, 2011.

ZVEIBIL, V.; FIGUEIREDO, C; MAGALHÃES, A; MELO, M.; BRITO, J.; ALMEIDA, T; MANSUR, G; MONTEIRO, J. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

3 ARTIGO 2: CENTRAIS DE TRIAGEM E CADEIAS REVERSAS: UM ESTUDO DE MULTIPLOS CASOS

RESUMO

O objetivo desse artigo foi analisar como as centrais de triagem cooperativadas têm colaborado na exploração do potencial de reciclagem gerado pela indústria. O método de pesquisa foi o estudo da operação de três centrais de triagem localizadas na região do Vale do Rio dos Sinos. As técnicas de pesquisa foram a observação não participante e consulta a relatórios produzidos pelas centrais. Os dados foram organizados em dois diferentes eixos: organização da central e organização dos processos de trabalho. Os processos logísticos de entrada, processamento e saída de materiais das três centrais estudadas foram detalhados e analisados em aspectos como infraestrutura e tecnologias disponíveis. Também foram analisadas as séries históricas de produção das mesmas. Os resultados demonstram que a principal contribuição das centrais de triagem consiste em receber e processar os materiais pós-consumo e os resíduos industriais e com eles abastecer a indústria com matéria-prima reciclada, em volume suficiente para garantir a economicidade da operação. Como geram renda para famílias dos trabalhadores envolvidos, contribuem socialmente. Por fim, há a contribuição ambiental, uma vez que reduzem o volume de resíduos destinados a aterros sanitários e diminuem o uso de matéria-prima virgem e de energéticos por parte das indústrias.

Palavras-Chave: Centrais de Triagem; Logística Reversa, Pós-consumo, Reciclagem

ABSTRACT

The objective of this article was to analyze how central sorting have been collaborating in the exploitation of the recycling potential generated by industry. The research method was the studies of the operation of three central sorting located in the region of Vale do Rio dos Sinos. Research techniques were non-participant observation and consultation the. The data were organized into two different lanes: the central organization and processes organization. The logistic processes of input, processing and output of materials of three centrals studied were detailed and analyzed on aspects such as infrastructure and technologies available. Were also analyzed the historical series of production the centrals. The results show that the main contribution of central sorting for recycling consists in receiving and processing post-consumer materials and industrial waste and supply industry with recycled raw material, in quantities enough to guarantee the economy of operation. Besides the economic gains, central sorting contributes socially generating income for workers' families. Finally, there is an environmental contribution, since they reduce the volume of waste destined for landfills and decrease the use of virgin raw materials for production and energy generation required by industries.

Keywords: Central Sorting, Reverse Logistics, Post-Consumer, Recycling

3.1 Introdução

Dado que aumentou a preocupação a respeito de assuntos ambientais, consumidores têm dado mais importância aos impactos causados por determinados padrões de consumo (PORTILHO, 2005; NOURI et al., 2012). Exigências de consumidores têm aumentado em relação a fornecedores, fazendo com que esses passem a considerar questões ambientais em suas estratégias de produção. Tal tema traz à tona preocupações de governos e da sociedade organizada em relação a legislação e de empresas em relação ao cumprimento destas, causando mudanças no modo de produção e consumo e objetivando minimizar impactos das atividades produtivas no meio ambiente (CHAVES e BATALHA, 2006).

Fornecedores processam matérias-primas, dando origem a produtos que são oferecidos ao consumidor final. Recentemente, devido ao uso mais intensivo de tecnologia, produtos têm se tornado obsoletos antes do fim de seu ciclo de vida (JACK et al., 2010). Deste modo, tem aumentado consistentemente a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) (PEREIRA et al., 2012), o que tem se tornado importante problema de gerenciamento por parte do poder público municipal (TIRADO-SOTO e ZAMBERLAN, 2013).

Dentro deste contexto, organizações industriais têm adotado mecanismos logísticos que possam facilitar o gerenciamento dos resíduos que geram. Uma das estratégias para tratar o problema da destinação final de resíduos é o campo de estudos chamado de Logística Reversa (ARAÚJO et al., 2013). Para Adlmaier e Sellitto (2007), a logística reversa se insere em um processo de revisão conceitual da manufatura, discutindo impactos econômicos e ambientais da produção mais limpa em suas estratégias de negócios. A logística reversa faz com que o fluxo de materiais seja bidirecional, ou seja, do fornecedor para o cliente e do cliente para o fornecedor, trazendo assim um potencial econômico, ambiental e gerando vantagem competitiva para as empresas (CHAVES e BATALHA, 2006). Agrawal (2012) apresenta alguns dos principais destinos de retornos: reparos ou remanufatura; revenda com desconto ou leilão de sobras; desmontagem e reciclagem; redistribuição a outros mercados ou doação para fins humanitários; e destinação final a incineração ou aterros sanitários.

Pesquisadores têm apontado que uma política coerente e transparente de logística reversa pode aportar vantagens competitivas e melhorar o desempenho estratégico para cadeias de suprimentos (SKINNER et al., 2008). Para tanto, Genchev et al. (2011) sugerem a adoção de políticas e compromissos escritos, assumidos pela empresa focal com clientes e consumidores do produto final. Lambert et al. (2008) sugerem ainda que, dentro de uma

política transparente e coerente de retorno, existam objetivos de redução física da quantidade de retornos praticados pela empresa. Parte desta redução no volume de retorno poderia vir de campanhas de esclarecimento do consumidor quanto ao uso do produto, o que poderia reduzir sua insatisfação e prolongar a vida útil do mesmo (JACK et al., 2010).

O fluxo de materiais que parte do cliente para o fornecedor pode ser chamado de canal ou fluxo reverso (PEREIRA et al., 2012). Fluxos reversos permitem a recuperação de parte do valor de um produto por diversos mecanismos, tais como remanufatura, reuso ou reciclagem (SCHULTMANN e ZUMKELLER, 2006). Para este artigo interessa mais a reciclagem. Em geral, as empresas possuem programas próprios de reciclagem, mas a atividade pode ser alavancada principalmente por equipes externas de catadores, informais ou organizados em centrais de triagem cooperativadas. O trabalho nessas centrais favorece os processos e as negociações em grupo. Mesmo que seja possível obter maior escala de reciclagem de materiais e maior poder de negociação, o acesso à indústria de reciclagem para cooperativas é difícil. Por isso, na maioria das vezes, trabalhadores cooperativados entregam sua produção para intermediários, que conferem maior escala ao processo de retorno dos materiais reciclados (TIRADO-SOTO e ZAMBERLAN, 2013).

O objetivo deste artigo é apresentar as operações reversas executadas nas centrais de triagem cooperativadas e estudar e verificar de que modo elas têm colaborado na exploração do potencial de reciclagem gerado pela indústria, inclusive explorando a série histórica de dados de produção. O método de pesquisa foi o estudo de múltiplos casos. As técnicas de pesquisa foram entrevistas, observação não participante e análise documental para a parte qualitativa e técnicas estatísticas para a quantitativa. Pesquisas similares foram encontradas na literatura. Fergutz et al. (2011) descreveram a indústria da reciclagem e as formas de processamento de resíduos em cooperativas e por catadores. Souza et al. (2012) comparou centrais de triagem do Estado de São Paulo, participantes da coleta seletiva, com objetivo de identificar suas contribuições sociais e ambientais nos canais reversos de pós-consumo. Tirado-Soto e Zamberlan (2013) analisaram o papel das cooperativas de reciclagem propondo um método para organização de redes de cooperativas. Velis et al. (2012) propuseram uma integração do sistema de coleta e reciclagem com o gerenciamento dos resíduos sólidos. Belboomet al. (2013), Sekerka et al. (2014), Campos (2013), Raghupathy et al. (2013) e Besiou et al. (2012) abordaram a gestão de resíduos, destacando a necessidade de contribuição entre os setores informais (catadores) e formais (centros de triagem) e a necessidade de políticas governamentais que apoiem os setores. Mesfin et al. (2014) abordam a participação do setor privado na destinação dos resíduos industriais, criando oportunidades para

microempresas ou cooperativas. Kinnaman (2013) e Lua et al. (2013) estudaram a economicidade e a cooperação em operações de reciclagem e os limites para o aporte de recursos públicos em tais operações. Jacobi e Besen (2011), Menikpura et al. (2013) e Kurniawana et al. (2013) estudaram a gestão integrada de resíduos sólidos em ambiente urbano. Ribeiro e Besen (2007) estudaram a coleta seletiva no Brasil.

O artigo foi dividido em: introdução, contextualização da problemática estudada; revisão bibliográfica; metodologia de pesquisa; resultados e conclusão do estudo.

3.2 Revisão Bibliográfica

3.2.1 Canais Logísticos Reversos

A logística reversa trata de oportunidades de recuperação de valor e reinserção de bens usados ou descartados em cadeias de suprimentos industriais (DE BRITTO e DEKKER, 2002). Na logística reversa, um bem pode retornar de duas formas: pós-consumo e pós-venda (PEREIRA et al., 2012). O retorno pós-vendas se dá em geral por problemas de qualidade, tais como defeitos de fabricação, ou por problemas comerciais, tais como sobras e obsolescências (moda, tecnologias, validade). O retorno pós-consumo ocorre principalmente, pela incapacidade de dar destinação adequada às sobras ou aos resíduos do consumo (ADLMAIER e SELLITTO, 2007). Jack et al. (2010) apontam comportamento oportunista de consumidores como causa importante de retornos. Insatisfeitos com a compra, consumidores alegariam falha ou inadequação de uso para retornar o produto. Para Sarkis et al. (2010), a logística reversa proporciona aprendizagem às indústrias, desenvolvendo habilidades para criar novos produtos e novas tecnologias de processos visando reduzir os resíduos ou projetar componentes de mais fácil reaproveitamento. Lambert et al. (2008) apontam que processos de retorno também têm custos importantes e que reduzir o volume de retorno pode ajudar a controlar estes custos.

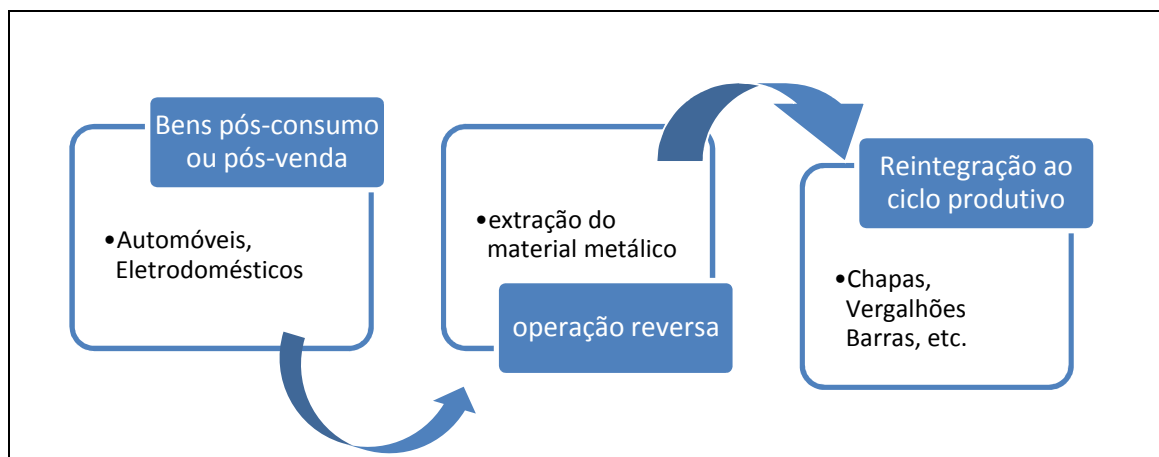
Em geral, os bens produzidos podem ser separados em três categorias: duráveis; semiduráveis; e descartáveis. Os bens duráveis são aqueles que duram anos ou décadas, como eletrodomésticos e automóveis. Os semiduráveis duram meses, por exemplo, baterias de celulares, computadores e periféricos. Por fim, os bens descartáveis duram semanas, como embalagens, jornais e revistas (PEREIRA et al. 2012).

As práticas mais comuns na logística reversa são geralmente organizadas em: reciclagem, remanufatura, reaproveitamento e rejeito. A reciclagem inclui os materiais que constituem um produto que já esgotou seu ciclo de vida, e esse perde suas características

originais e seus materiais são extraídos servindo de matéria-prima para produtos novos, ou, outras indústrias, como, por exemplo, os plásticos, vidros e metais. A remanufatura inclui os produtos que por alguma razão retornaram ao controle de qualidade da própria empresa, onde ocorre a substituição de peças essenciais reconstituindo-o nas condições originais, por exemplo, os eletrodomésticos e computadores. O reaproveitamento inclui os produtos que podem ser limpos e disponibilizados novamente para reuso do consumidor, podem ser adaptados ou transformados e revendidos, como, por exemplo, automóveis e eletrodomésticos. O rejeito ocorre quando o produto encerrou seu ciclo de vida, restando apenas ser encaminhado à adequada destinação final (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 2001; PEREIRA et al. 2012; SCHULTMANN e ZUMKELLER, 2006).

A atividade de logística reversa que mais interessa para este artigo é a reciclagem. Os bens seguem pelo canal reverso e voltam ao ciclo de negócios, conforme o exemplo da Figura 3.1. Na figura, o produto final pode ser um automóvel ou eletrodoméstico que ao encerrar seu ciclo de vida realiza a operação reversa de reciclagem para extração do material metálico e segue para a indústria onde pode ser modificado, transformando-se em chapas ou vergalhões e reintegrado ao ciclo de negócios.

Figura 3.1- Exemplo de operação reversa de reciclagem



Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2012).

Bens recicláveis podem ter diferentes origens, tais como: resíduos domésticos, resíduos comerciais, resíduos industriais, resíduos perigosos, etc. (DEMIRBAS, 2011). A reciclagem pode ser adotada pelas indústrias por razões como: aumentar a disponibilidade de matéria-prima, abaixando os preços; substituir, mesmo que imperfeitamente, matérias-primas

escassas; reaproveitar sobras de produção; e cumprimento de legislações (BELL et al., 2013; ALEID et al., 2012; STOCK e MULKI, 2009). Especificamente quanto a retornos de pós-venda, algumas preocupações são a imagem comercial por produto danificado ou venda errada (JACK et al., 2010); preços médios mais baixos; eventuais ajustes de estoque, quando parte da produção não foi vendida; e o expressivo acréscimo de custos acarretado por retornos (HAO et al., 2012; WRIGHT et al., 2011; GENCHEV et al., 2010).

3.2.2 Papel e importância das centrais de triagem nas cadeias reversas

Para alcançar desempenho satisfatório nas atividades de reciclagem, é necessário estabelecer redes e processos que garantam a eficiência da logística reversa (SRIVASTAVA, 2007). Redes e cooperativas de reciclagem podem oferecer a eficiência necessária nas atividades de logística reversa (PIPLANI e SARASWAT, 2012).

Com o surgimento das primeiras cooperativas de reciclagem no Brasil, a partir de 1990, catadores e poder público criaram novas expectativas em relação à indústria da reciclagem (DEMAJOROVIC e BESEN, 2007). As centrais de triagem servem tanto como receptores dos resíduos como fornecedores de matéria-prima para a indústria (SOUZA et al., 2012). O trabalho na forma dessas tem gerado, para catadores, vantagens competitivas no mercado da reciclagem. Escalas maiores são alcançadas, o que pode ser útil ao negociar com indústrias e intermediários, obtendo melhores preços pelos materiais reciclados (TIRADO-SOTO e ZAMBERLAN, 2013). Para Aquino et al., (2009), tal sistema de trabalho oferece condições de sustentabilidade e rentabilidade aos cooperativados, trazendo vantagens para os mesmos e para a comunidade onde estão inseridos. A ideia central é de um sistema igualitário, dado que as cooperativas em geral tomam decisões em assembleias e dividem uniformemente os resultados (BIALOSKORSKI, 2009).

A cadeia de valor da reciclagem inicia nos catadores de rua e passa pelas cooperativas de reciclagem. Cabe às centrais fazer a separação, triagem, limpeza e prensagem do material e encaminhar para a indústria da reciclagem (TIRADO-SOTO e ZAMBERLAN, 2013). Os materiais se originam de várias fontes: coleta nas ruas; doações de entidades, tais como igrejas e escolas; sobras de supermercados e comércio em geral; e principalmente da coleta seletiva promovida pelo poder público municipal e dos resíduos encaminhados pela indústria (SOUZA et al., 2012). Apesar de o número de catadores e centrais de triagem ter duplicado de 2005 a 2010, a reciclagem no Brasil atinge apenas cerca de 14% da população, servida por coleta

seletiva nos municípios. Esse percentual, embora baixo, tem contribuído para reduzir o descarte de materiais em vazadouros ou aterros (CEMPRE, 2010).

O crescimento da cadeia de reciclagem permitiu que o país pudesse reciclar 98% de latas e alumínio no ano de 2010 e classificar-se em nono lugar mundialmente, com 19% na reciclagem de plásticos. A Tabela 3.1 apresenta os principais resíduos sólidos recolhidos no Brasil no ano de 2012, os quais podem ser processados e tornar-se matéria-prima para diferentes tipos de indústrias (ABELPRE, 2012).

Tabela 3.1 - Principais tipos de resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil em 2012.

Tipo de material	percentual	toneladas
metais	2,9%	1.640.294
Papel, papelão, tetrapack	13,1%	7.409,603
plástico	13,5%	7.635.851
vidro	2,4%	1.357.484
matéria orgânica	51,4%	29.072.794
outros	16,7%	9.445.830
total	100%	56.561.856

Fonte: ABELPRE (2012)

Observa-se na tabela que os resíduos de materiais recicláveis (metais, papel, plástico e vidro) representam quase vinte milhões de toneladas ao ano. Catadores e centrais de triagem podem contribuir com o processamento e reaproveitamento de boa parte desses materiais, aportando vantagens competitivas para a indústria, tais como: fornecimento de matéria-prima reciclada a baixo custo; melhoria de renda para os trabalhadores envolvidos; contribuição à saúde pública pela remoção de resíduos; e redução nos gastos municipais no uso do solo pelo aumento da vida útil de aterros (SOUZA et al., 2012). Além dessas vantagens, existem benefícios ambientais. Por exemplo, ao substituir matéria-prima virgem por materiais reciclados para produção do alumínio reduz-se de 90 a 97% o consumo de energia elétrica, e na produção de papel pode-se reduzir o consumo de energia de 25 a 75% (CHEN et al. 2007).

Em pesquisas anteriores, Timlett e Willians (2011) identificaram três tipos de fatores que podem auxiliar o desenvolvimento e crescimento da atividade de reciclagem: serviço público, infraestrutura e comportamento. Nesses fatores estão englobados os serviços públicos de coleta seletiva e criação de parques ecológicos; melhores condições nas cooperativas para a

reciclagem, e a transformação cultural da sociedade em direção a práticas de consumo consciente, reduzindo o volume de RSU.

3.3 Estudo Aplicado

O objetivo deste artigo é verificar de que modo as centrais de triagem cooperativadas têm colaborado na exploração do potencial de reciclagem gerado pela indústria. Para tanto, apresentam-se as operações reversas executadas nas centrais de triagem estudadas e explora-se a série histórica de dados de produção. A pesquisa é exploratória, pois tem como finalidade divulgar temas pouco estudados ou de que se tenha pouco conhecimento do meio no qual está inserido (KOCHE, 1997; GIL, 2010; ROESCH, 1996). A abordagem é quali-quantitativa: a parte relativa às séries históricas foi abordada de modo quantitativo, por técnicas estatísticas. O método de pesquisa foi o estudo de caso múltiplo, que conforme Gil (2010) pode ser aplicado quando se deseja explicar possíveis causas de determinados fenômenos de situações complexas onde não se consegue fazer uso de levantamentos ou experimentos.

Foram selecionadas e estudadas três centrais de reciclagem cooperativadas, a partir de sua localização e disponibilidade. As técnicas utilizadas foram: pesquisa de dados secundários, a partir de relatórios fornecidos; entrevista semiestruturada com os presidentes em exercício nos anos de 2012 e 2013 e observação não participante no processo de produção. As entrevistas foram realizadas com base em questionário norteador, sendo de duração média de 45 minutos, foram gravadas e transcritas para garantia de qualidade na interpretação dos dados.

As entrevistas foram organizadas em dois eixos principais: organização da central de triagem e organização dos processos de trabalho, conforme o protocolo de pesquisa no Quadro 3.1. As séries históricas de produção foram obtidas junto aos sistemas gerenciais das cooperativas A e C durante as visitas.

Quadro 3.1 - Protocolo de pesquisa

Eixos	Temas	Principais questões
Organização da Central de triagem	Número de membros	Quantos cooperativados trabalham na central atualmente e qual horário de funcionamento?
	Renda Média	Como são as políticas de divisão dos lucros e qual é a renda média por mês?
	Instalações da Sede	A sede da central de triagem é em local alugado, cedido ou mantido por alguma instituição?
	Políticas de trabalho	Qual nível de escolaridade dos trabalhadores e idade média dos mesmos?
Organização dos processos de trabalho	Recebimento dos resíduos	Explique de modo os materiais chegam até a central de triagem?
	Recursos Tecnológicos	Possuem equipamentos eletrônicos para realizar suas atividades, quais são?
	Processos	Como a central de triagem opera e que etapas de trabalho são desenvolvidas?
	Volume de material reciclado	Existem relatórios ou anotações que acompanhem o volume de vendas nos últimos meses?
	Vantagens e desvantagens e objetivos futuros	Quais são as vantagens e desvantagens da central atualmente e quais as melhorias desejadas para o futuro?

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir dos dados coletados por entrevistas, dos relatórios fornecidos pelas centrais e ainda da observação direta durante o processo de recebimento, triagem e confecção dos fardos de materiais reciclados, foi possível descrever cada central de triagem estudada, possibilitando extrair as informações necessárias para a pesquisa. Também foi possível preparar um quadro comparativo para as três centrais a partir dos eixos em que o questionário foi organizado.

3.4 Resultados

As centrais de triagem pesquisadas estão localizadas na região do Vale do Rio dos Sinos, e foram selecionadas por sua localização e disponibilidade em participar da pesquisa. As informações coletadas foram organizadas de duas formas. Primeiramente, foi feito um descritivo dos processos de cada uma, seguindo o protocolo de pesquisa e apresentando o volume de materiais reciclados, por categorias, nos anos de 2011 a 2013. Por fim, elaborou-se uma síntese dos achados da pesquisa, por meio de um quadro comparativo.

3.4.1 Descrição da central de triagem A

A central de triagem A localiza-se na cidade de São Leopoldo, iniciou suas atividades no ano de 2005 e possui atualmente 17 trabalhadores. A maioria dos trabalhadores são mulheres e o nível de escolaridade é o primeiro grau incompleto. A central recebe resíduos da coleta seletiva do município. Atualmente a coleta é realizada em 100% dos bairros da cidade. Possui também parcerias com empresas locais e entidades para recebimento ou encaminhamento de material reciclável. A central recicla cerca de 30 toneladas por mês. As instalações da sede da central A são em terreno locado pela prefeitura, em área urbana, sem condições adequadas para recebimento dos resíduos (solo tratado e galpão adequado), fator esse que dificulta o trabalho, pois, em situações de chuvas ou calor excessivo não há condições de armazenamento dos materiais e nem condições para o trabalho, dada a infraestrutura precária.

Tal precariedade foi agravada quando um incêndio atingiu a sede no início de 2011, travancando as ações previstas e comprometendo as conquistas de até então. O escritório e parte do galpão onde o material já prensado era armazenado foram destruídos, incluindo o único computador disponível para registro dos materiais vendidos. A central recuperou-se e seguiu sua trajetória e nos dias atuais processa seus materiais da seguinte forma: inicia-se na mesa de separação, onde trabalham exclusivamente mulheres, que vão separando os principais tipos de resíduos: papel, plástico, vidro e metal e já são dispostos em grandes sacos ao lado da mesa. Além disso, faz-se a separação específica de embalagens TetraPak. Após a seleção, são realizados os processos de embalagem, prensagem e armazenagem. Há restrições quanto aos equipamentos de trabalho, a central possui apenas um prensa e uma balança, muitas atividades são manuais e com utilização da força humana, como por exemplo, alçar os fardos dos resíduos já prensados para venda, que podem ser blocos de até 250 kg. Para realizar as atividades possuem apenas luvas e óculos de equipamento de proteção.

Do total de material recebido, apenas resíduos contaminados por restos de alimentos e vidros não são vendidos. Os vidros são separados e armazenados em contenedores e quando esses estão em sua capacidade máxima, a prefeitura faz o recolhimento. O rendimento médio mensal por trabalhador é de cerca de R\$650. Os turnos de trabalho são de seis horas por dia, geralmente das 8h30 às 11h30 e das 13h30 às 16h30. As trabalhadoras relatam estar satisfeitas pelos horários que permite que ainda cuidem de suas atividades domésticas. Diante desses relatos, a central de triagem deseja melhorar ainda mais seu relacionamento com os trabalhadores e aprimorar sua gestão, ultrapassando as dificuldades de indisponibilidade de

tecnologias ou informatização adequada. Por exemplo, a gestão financeira é realizada por anotações diárias em papel e depois, com apoio de instituição específica, que visa apoiar projetos de economia solidária, que é o caso de centrais de triagem cooperativadas, recebem auxílio para organizar e digitar os dados dos relatórios gerenciais. A central tem organizado suas atividades e sua equipe de trabalho destinando cada trabalhador ou grupo para determinada etapa, ainda assim, devido às dificuldades encontradas principalmente na questão das instalações de sua sede, o desenvolvimento é lento.

Futuramente, a central espera estreitar seu relacionamento com o poder público e desenvolver projetos que já foram aprovados por empresas privadas, como Stihl, Vonpar e Banco do Brasil. Com a execução desses projetos, a empresa receberá seu galpão próprio, sem mais preocupações com os vizinhos da área residencial, podendo aprimorar sua estrutura gerencial.

A Tabela 3.2 apresenta os tipos de materiais reciclados a partir de junho de 2011. Os dados anteriores foram perdidos em decorrência do incêndio mencionado.

Tabela 3.2 - Materiais Reciclados na Central A em 2011 (em KG)

Mês	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Junho	6.375	1.219	0	0	1.644	9.238
Julho	6.282	1.320	0	0	1.254	8.856
Agosto	11.893	1.647	0	0	37	13.577
Setembro	10.500	2.150	0	0	2.235	14.885
Outubro	8.923	2.418	0	0	151	11.492
Novembro	13.696	2.670	7.190	0	4.295	27.851
Dezembro	17.334	2.730	2.090	0	2.491	24.645
Total	75.003	14.154	9.280	0	12.107	110.544

Fonte: Relatório Gerencial da Central A, 2011.

Nos meses de novembro e dezembro houve crescimento próximo a 60%, devido ao início de uma reorganização no processo, resultando em maior volume de material reciclado.

Na Tabela 3.3 apresenta-se a quantidade e o tipo de material reciclado pela central no ano de 2012.

Tabela 3.3 - Materiais Recicladados na Central A em 2012 (em KG)

Mês	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Janeiro	14.206	3.129	4.400	0	2.016	23.752
Fevereiro	16.481	2.986	3.360	0	1.827	24.654
Março	21.089	3.148	6.800	0	3.764	34.801
Abril	21.110	2.226	2.300	0	1.953	27.589
Maio	24.845	2.806	2.350	13	1.197,5	31.211,5
Junho	24.900	1.692	0	741	336	27.669
Julho	21.494	2.999	0	291	283	25.067
Agosto	14.204	3.486	0	103	6.839	24.632
Setembro	20.003	3.069	0	975	296	24.343
Outubro	20.181	2.639	0	1.926	266	25.012
Novembro	14.762	1.593	5.170	933	1.768	24.226
Dezembro	12.632	2.176	6.130	1.860	2.922	25.720
Total	225.907	31.949	30.510	6.842	23.467,5	318.676,5

Fonte - Relatório Gerencial da Central A, 2012.

No ano de 2012 a central conseguiu consolidar a reorganização da sua atividade e pode reciclar um volume maior de materiais, chegando a 318 mil quilos. A partir de maio de 2012, estabeleceram-se parcerias com empresas locais, o que permitiu reciclar sucata ferrosa, mais rentável, aumentando o volume reciclado e a renda dos trabalhadores. Além da perda de dados anteriores e de a separação de sucata ferrosa ter se iniciado em meio ao período, em alguns meses não houve registro de separação de vidros.

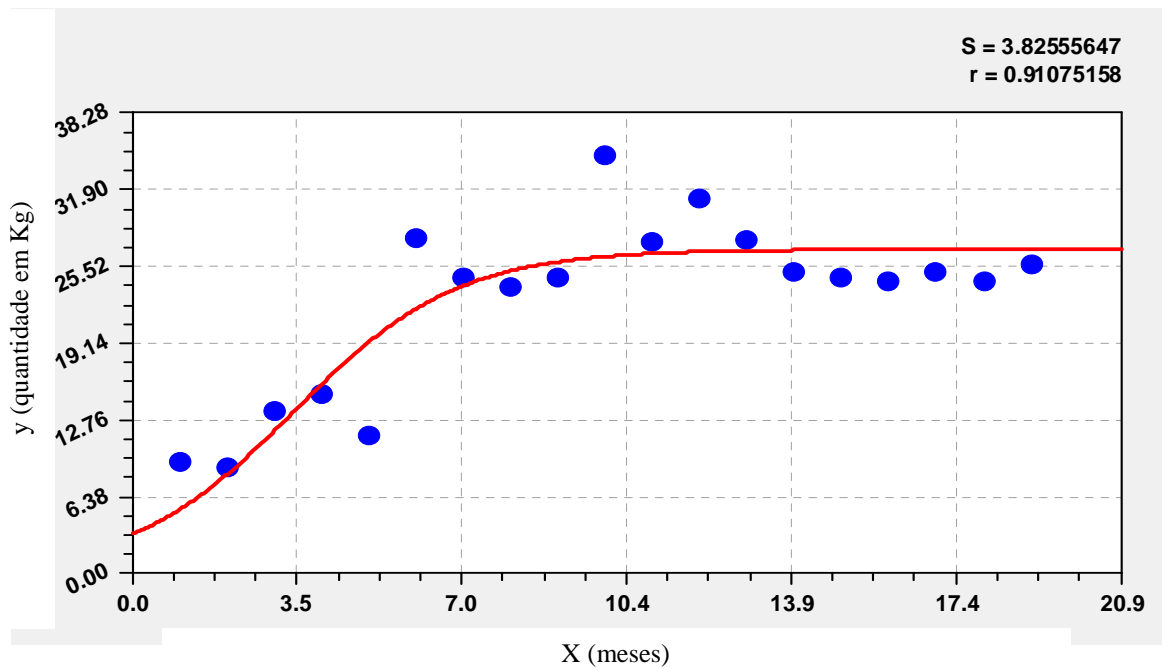
Inicia-se analisando a produção total no período 2011-2012. Analisa-se este período em separado para realçar o comportamento sistêmico, representado pelo pico de produção e posterior estabilidade abaixo do máximo. Com apoio do software CurveExpert[®], dois modelos foram encontrados para a produção total registrada, o modelo logístico ($R^2 = 0,83$) e o modelo exponencial ($R^2 = 0,81$). Apresenta-se apenas o modelo logístico, levemente mais preciso, dado pela equação A, na qual a variável x representa o mês e k representa a produção em quilos.

$$K = 26,94 / [1 + 7,15 * \exp(-0,58x)] \quad (A)$$

A Figura 3.2 apresenta o comportamento dos dados no período (S é o erro padrão do modelo, o que se pode esperar tipicamente como erro de previsão quando se usa o modelo).

Após a instabilidade inicial, a produção parece ter se estabilizado abaixo do máximo possível, o que reforça a validade do modelo logístico, adequado a comportamentos sistêmicos com crescimento limitado por fatores externos que surgem em reação ao comportamento do sistema. Por exemplo, uma hipótese a ser verificada em futuras pesquisas é a reação dos vizinhos ao acréscimo de trânsito de veículos no bairro e de atividade na central.

Figura 3.2–Modelo gráfico para o comportamento da produção da central A em 2011-2012.



A Tabela 3.4 apresenta os dados de produção de 2013.

Tabela 3.4- Materiais Reciclados na Central A em 2013 (em KG)

Mês	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Janeiro	18.593,00	3.747,00	3.000,00	1.220,00	1.500,00	28.060,00
Fevereiro	11.617,00	3.755,00	0,00	49,00	298,00	15.719,00
Março	20.777,00	4.478,00	0,00	1.142,00	141,00	26.538,00
Abril	17.544,00	4.522,00	0,00	1.150,00	281,00	23.497,00
Mai	14.289,00	4.082,00	0,00	1.550,00	360,00	20.281,00
Junho	15.451,00	3.037,00	0,00	0,00	218,00	18.706,00
Julho	7.194,00	3.436,00	1.240,00	920,00	316,00	13.106,00
Agosto	18.997,00	3.686,00	1.270,00	990,00	958,00	25.901,00
Setembro	15.353,00	4.369,00	0,00	0,00	223,00	19.945,00
Outubro	20.684,00	5.242,00	1.230,00	1.030,00	1.237,00	29.423,00
Novembro	12.068,00	3.988,00	1.207,00	1.070,00	187,00	18.520,00
Dezembro	14.149,00	2.899,00	2.240,00	1.740,00	1.132,00	22.160,00
Total	186.716,00	47.241,00	10.187,00	10.861,00	6.851,00	261.856,00

Fonte: Relatório Gerencial da Central A, 2013.

Observa-se que a média mensal (21.821 kg) ficou abaixo da média mensal dos últimos meses de 2012, próxima de 25.000 kg. Uma hipótese que pode ser formulada para futuras pesquisas é que um ou mais fatores limitantes tenham atuado, primeiramente limitando a produção na segunda metade de 2012, depois reduzindo-a, em 2013 (por exemplo, a reação dos vizinhos). Uma anova(análise de variância) de um fator (produção de 2012 contra produção de 2013) foi feita para confirmar que houve decréscimo na produção. Os valores do teste F, do F crítico e valor-P foram respectivamente de 7,38; 4,3; e 1,3%, confirmando a redução (risco de errar de 1,3% ao se afirmar que houve redução na produção).

Outra análise possível refere-se à correlação entre os tipos de produção. A Tabela 3.5 mostra as correlações entre os produtos com dados completos.

Tabela 3.5– Correlações entre tipos de produção

	Papel	Plástico
Plástico	86,5%	
Sucata Não Ferrosa	69,9%	66,7%

Todas as correlações são positivas e elevadas (quando uma cresce ou decresce, a outra acompanha). Os dados do relatório da ABRELPE (2012) também apontam correlações altas, o que sugere uma hipótese a ser testada em futuros estudos: a oferta de resíduo à disposição da cooperativa é regular. Se a produção caiu, foi devido a fatores internos ao sistema, não por falta de oferta. Portanto, a central pode estar ociosa.

Por fim, examinam-se as proporções das produções. A Tabela 3.6 apresenta as proporções de produção ao longo do período. Nas últimas três linhas, a tabela apresenta respectivamente a média, o coeficiente de variação cv (desvio-padrão dividido pela média) e o coeficiente de determinação R^2 para cada proporção.

Tabela 3.6- Proporções entre tipos de produção na cooperativa A

Período	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Junho	69,0%	13,2%	0,0%	0,0%	17,8%	100,0%
Julho	70,9%	14,9%	0,0%	0,0%	14,2%	100,0%
Agosto	87,6%	12,1%	0,0%	0,0%	0,3%	100,0%
Setembro	70,5%	14,4%	0,0%	0,0%	15,0%	100,0%
Outubro	77,6%	21,0%	0,0%	0,0%	1,3%	100,0%
Novembro	49,2%	9,6%	25,8%	0,0%	15,4%	100,0%
Dezembro	70,3%	11,1%	8,5%	0,0%	10,1%	100,0%
Janeiro	59,8%	13,2%	18,5%	0,0%	8,5%	100,0%
Fevereiro	66,8%	12,1%	13,6%	0,0%	7,4%	100,0%
Março	60,6%	9,0%	19,5%	0,0%	10,8%	100,0%
Abril	76,5%	8,1%	8,3%	0,0%	7,1%	100,0%
Maiο	79,6%	9,0%	7,5%	0,0%	3,8%	100,0%
Junho	90,0%	6,1%	0,0%	2,7%	1,2%	100,0%
Julho	85,7%	12,0%	0,0%	1,2%	1,1%	100,0%
Agosto	57,7%	14,2%	0,0%	0,4%	27,8%	100,0%
Setembro	82,2%	12,6%	0,0%	4,0%	1,2%	100,0%
Outubro	80,7%	10,6%	0,0%	7,7%	1,1%	100,0%
Novembro	60,9%	6,6%	21,3%	3,9%	7,3%	100,0%
Dezembro	49,1%	8,5%	23,8%	7,2%	11,4%	100,0%
Janeiro	66,3%	13,4%	10,7%	4,3%	5,3%	100,0%
Fevereiro	73,9%	23,9%	0,0%	0,3%	1,9%	100,0%
Março	78,3%	16,9%	0,0%	4,3%	0,5%	100,0%
Abril	74,7%	19,2%	0,0%	4,9%	1,2%	100,0%
Maiο	70,5%	20,1%	0,0%	7,6%	1,8%	100,0%
Junho	82,6%	16,2%	0,0%	0,0%	1,2%	100,0%
Julho	54,9%	26,2%	9,5%	7,0%	2,4%	100,0%
Agosto	73,3%	14,2%	4,9%	3,8%	3,7%	100,0%
Setembro	77,0%	21,9%	0,0%	0,0%	1,1%	100,0%
Outubro	70,3%	17,8%	4,2%	3,5%	4,2%	100,0%
Novembro	65,2%	21,5%	6,5%	5,8%	1,0%	100,0%
Dezembro	63,8%	13,1%	10,1%	7,9%	5,1%	100,0%
média	70,8%	14,3%	6,2%	2,5%	6,2%	
<i>cv</i>	14,9%	36,1%	130,8%	117,6%	104,7%	
R^2	3%	20%	0,5%	44%	22%	

Observa-se que houve variação significativa nas proporções de plástico e sucata ferrosa (positivas), e sucata não-ferrosa (negativa), apontada pelos altos valores de *cv* e R^2 . As proporções de papel e vidro oscilaram respectivamente de modo leve e forte (*cv* baixo e alto) em torno de uma média que variou pouco (R^2 baixo). Parece ter havido uma troca: para processar sucata ferrosa foi necessário reduzir sucata não ferrosa, o que apontaria para uma

restrição de recurso. Dadas as correlações elevadas, um pressuposto plausível é que a oferta seja constante e que trocas entre materiais sejam devidas mais a variações na lucratividade ou na produtividade do sistema, dadas suas restrições. Pode-se formular a hipótese de que a central de triagem tenha fatores produtivos com capacidade ociosa ou que esteja limitada por fator externo, pois o total de produção já foi maior do que a média recente. O modelo logístico reforça a hipótese. Em futuras pesquisas, pode-se testar fatores que estariam limitando a produção abaixo da capacidade máxima: oferta, mão-de-obra, instalações, localização, gestão.

3.4.2 Descrição da central de triagem B

A central de triagem B está localizada na cidade de São Leopoldo tendo iniciado suas atividades no ano de 1998. Desde 2002 atua junto ao Aterro Sanitário do Município. Trabalham na cooperativa cerca de 120 trabalhadores, em sua maioria mulheres, e o nível de escolaridade é o ensino fundamental incompleto. Os resíduos chegam à central por meio da coleta domiciliar do município, que recolhe todos os resíduos, inclusive orgânicos, em 100% dos bairros da cidade, três vezes na semana. As instalações da sede são adequadas e em área não residencial. A central dispõe de toda a infraestrutura necessária para realização de suas atividades, incluindo solo tratado para receber os rejeitos orgânicos e espaços adequados para armazenagem dos materiais prontos para a venda. As etapas de trabalho compreendem: triagem (os resíduos são depositados na esteira com uso de maquinário) são primeiramente acomodados e seguem para separação por tipo de material (plástico, vidro, papel e metal) e são depositados em grandes bombonas para uma segunda triagem, onde se separa plástico colorido, plástico duro, papel branco e colorido, em seguida são encaminhados para prensagem e armazenagem. Esses espaços específicos para a armazenagem dos materiais são grandes compartimentos localizados em espaços laterais da edificação, permitindo a entrada de caminhões para o recolhimento dos materiais já separados, direto para o carregamento. No caso dos vidros, esses são encaminhados diretamente à armazenagem. Os resíduos orgânicos que são recebidos juntamente com os demais, uma vez que não é coleta seletiva, seguem na esteira até o final, onde são despejados em contenedores para serem destinados ao aterro. Por fim, o volume de resíduos acaba por ser maior na central de triagem B, uma vez que recebe todo o material da cidade, contudo, embora o volume de resíduos seja maior, um percentual muito baixo (cerca de 8%) é que pode ser vendido, isso equivale a cerca de 240 toneladas de resíduos reciclados por mês.

As atividades são realizadas em dois turnos, das 6h às 14h e das 14h às 22h. Aos sábados há expediente e as equipes intercalam os horários. Trabalham utilizando todos os equipamentos de proteção individual necessários, (luvas, óculos, botinas e avental). A renda média é de cerca de R\$ 500,00 por trabalhador. Todo o lucro é dividido em partes iguais entre os trabalhadores. O presidente participa das atividades de gestão proposta por incubadoras de projetos sociais, e assim, pode trazer as novas experiências para todo o grupo.

A infraestrutura da central B já foi projetada para o pleno desenvolvimento das atividades de triagem, desde a chegada do material na esteira até sua armazenagem, onde cada tipo de material fica alojado em um espaço específico. Possuem equipamentos eletrônicos para desenvolvimento de alguns processos, o que dá maior agilidade e facilidade em algumas tarefas, por exemplo, possuem carrinhos de movimentação que facilitam o transporte dos resíduos já separados. Possuem ainda balança eletrônica, esteira eletrônica e duas prensas.

Além dos equipamentos eletrônicos, o apoio do poder público, no caso, da prefeitura e seu sistema de gestão mais desenvolvido garante um melhor funcionamento da cooperativa.

O sistema de gestão demonstra ser mais desenvolvido, pois a central já possui muitos anos de experiência, faz o acompanhamento periódico de suas vendas através de planilha eletrônica e participa os resultados com todos os cooperados em reunião mensal. A cooperativa possui um excelente parceiro para coletar os resíduos, que trata-se de uma Instituição de Ensino Superior, uma parceria que permite que a central recolha diariamente os resíduos secos que são separados nessa instituição, que certamente gera um volume significativo e propício à reciclagem.

Os objetivos futuros da central já atingem outro estágio, como possuem infraestrutura adequada e podem contar com apoio técnico de gestão por meio do poder público, preocupam-se com melhorias de normalizações de segurança, por exemplo, o plano de proteção contra incêndio, e ainda prospectam estender suas atividades aproveitando os resíduos orgânicos. A central de triagem B não compartilhou seus relatórios gerenciais com os dados de produção do período.

3.4.3 Descrição da central de triagem C

A central de triagem C está localizada na cidade de Dois Irmãos e iniciou suas atividades em 1994. Atualmente instalada em sede construída pela prefeitura, conta com 33 trabalhadores, sendo o nível de escolaridade o ensino fundamental incompleto. Desde a implantação da mesma, o poder público contribuiu e custeou despesas. Além do auxílio do poder público, recebe apoio de outras instituições, como a Petrobrás, que financiou a construção de um novo galpão para armazenamento dos materiais separados e prensados para venda. A central está localizada em zona rural e realiza a coleta seletiva domiciliar em todo o município em parceria com a prefeitura. Assim, prefeitura e central unem esforços para realizar a atividade, sendo que o caminhão para realizar a coleta é de responsabilidade da prefeitura e o motorista para dirigi-lo é responsabilidade da central. São recebidos os resíduos recicláveis recolhidos na coleta domiciliar, e como as demais centrais estudadas, também recebe materiais de empresas locais ou outras instituições. Com isso, a central recicla em média 110 toneladas de resíduos por mês.

Quanto aos processos executados, inicia-se pela triagem: os resíduos vão sendo despejados em uma esteira e homens e mulheres vão fazendo a separação em plástico, papelão, vidro e metal, que são as principais categorias. Quando há resíduos exclusivamente de papel branco, esses são separados em outro espaço, e as folhas já vão sendo umedecidas para encaminhamento à indústria da reciclagem. Os plásticos são todos separados por cores. Os metais são acumulados em local específico e destinados à venda diretamente à indústria metal-mecânica da região. Os resíduos não aproveitados são eliminados no final da esteira, por uma abertura, ou, uma espécie de janela, direcionada para caçamba do caminhão que será coberto e seguirá até o aterro controlado.

Logo, após cada tipo de resíduo estar separado, seguem para prensagem (alumínio, papelão e outros). Os plásticos são beneficiados dentro da central com maquinário adequado, sendo o plástico lavado, centrifugado e ensacado por fim armazenado para encaminhamento à venda. Os demais resíduos são armazenados e aguardam a compra. A Central realiza suas atividades com equipamentos como prensas, esteira eletrônica, balança eletrônica, elevador de carga, equipamento para beneficiamento do plástico e empilhadeira. Ao contrário das outras duas centrais estudadas, a maioria dos trabalhadores são homens, acredita-se ser influência do manuseio de máquinas e ao próprio processo de beneficiamento do plástico. Os cooperativados trabalham em um turno de oito horas diárias, conseguindo reciclar e vender em média 26% do material recebido. A média salarial é superior a R\$1.000,00 mensais. A

gestão de quantidade de materiais vendidos e é realizada por meio de planilhas eletrônicas, e essas são disponibilizadas em um mural para consulta de todos os interessados. Destaca-se que a central está bem estruturada tanto em infraestrutura quanto em gestão.

Nessa central de triagem foram notadas algumas práticas a que cabe ressaltar: visitas a outras cooperativas, onde todos os cooperativados participam proporcionando um *benchmarking* visando à melhoria contínua; engajamento em atividades culturais e sociais promovendo brechós e trocas de roupas e brinquedos; preocupação em recolher todos os rejeitos que se encontram a céu aberto na cidade por razões de limpeza e preservação do meio ambiente, acima das vantagens econômicas; doação de livros, incentivando à leitura e contribuindo para inclusão social.

Dentre os objetivos futuros estão à continuidade de um trabalho para a comunidade, mobilizando prefeitura e comunidade para reciclar e reduzir o consumo dos materiais de difícil reaproveitamento, além de compartilhar as boas práticas da reciclagem com as demais cooperativas, pensando nos aspectos de desenvolvimento econômico, ambiental e social.

Apresenta-se o relatório de materiais reciclados pela central nos anos de 2011 a 2013. Na Tabela 3.7 é possível verificar a quantidade o tipo de material reciclado pela central no ano de 2011.

Tabela 3.7- Materiais Recicladados na Central C em 2011 (em KG)

Mês	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Janeiro	59.110	23.102	11.460	24.550	2.603	120.825
Fevereiro	61.560	24.411	10.680	11.830	1.841	110.322
Março	46.650	32.128	11.310	12.080	2.348	104.516
Abril	49.400	19.360	10.080	13.513	2.000	94.353
Mai	52.720	21.563	13.035	7.662	2.800	84.745
Junho	48.770	31.057	9.900	16.140	894	106.761
Julho	45.910	23.989	22.748	9.330	1.683	103.660
Agosto	55.720	20.731	15.004	9.120	1.463	102.038
Setembro	47.830	31.263	13.640	9.460	2.596	104.789
Outubro	49.110	27.030	7.800	21.299	2.158	107.397
Novembro	61.503	16.883	10.760	22.362	2.029	113.537
Dezembro	55.810	20.068	20.006	10.110	3.007	109.001
Total	634.093	291.585	156.423	167.456	25.422	1.261.944

Fonte: Relatório Gerencial da Central C, 2011.

No ano de 2011, papel e plástico foram cerca de 70% dos materiais que a central reciclou. A reciclagem de plástico permite que se obtenham melhores resultados, pois gera capacidade de venda direta a indústrias. Na Tabela 3.8 é possível verificar a quantidade o tipo de material reciclado no ano seguinte, em 2012.

Tabela 3.8- Materiais Reciclados na Central C em 2012 (em KG)

Mês	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Janeiro	56.810	35.271	11.590	19.863	2.303	125.837
Fevereiro	57.190	27.895	10.760	6.890	2.801	105.536
Março	53.170	26.213	10.100	16.845	1.664	107.992
Abril	56.070	23.387	11.146	19.650	2.302	101.409
Mai	49.520	33.309	11.580	11.141	1.790	107.340
Junho	52.592	25.057	14.760	18.594	1.992	112.995
Julho	50.590	22.735	9.690	7.003	1.520	91.538
Agosto	54.310	22.133	9.810	15.960	2.528	104.741
Setembro	52.004	24.242	9.750	17.656	2.102	105.754
Outubro	61.500	20.016	12.500	12.783	2.688	109.487
Novembro	60.790	25.355	10.450	13.093	2.234	111.922
Dezembro	38.470	16.342	11.620	12.169	1.859	80.460
Total	643.016	301.955	133.756	171.647	25.783	1.265.011

Fonte: Relatório Gerencial da Central C, 2012.

A produção de 2012 superou em apenas 3.067 kg a de 2011, correspondendo a cerca de 1% de aumento.

A Tabela 3.9 apresenta a produção de 2013.

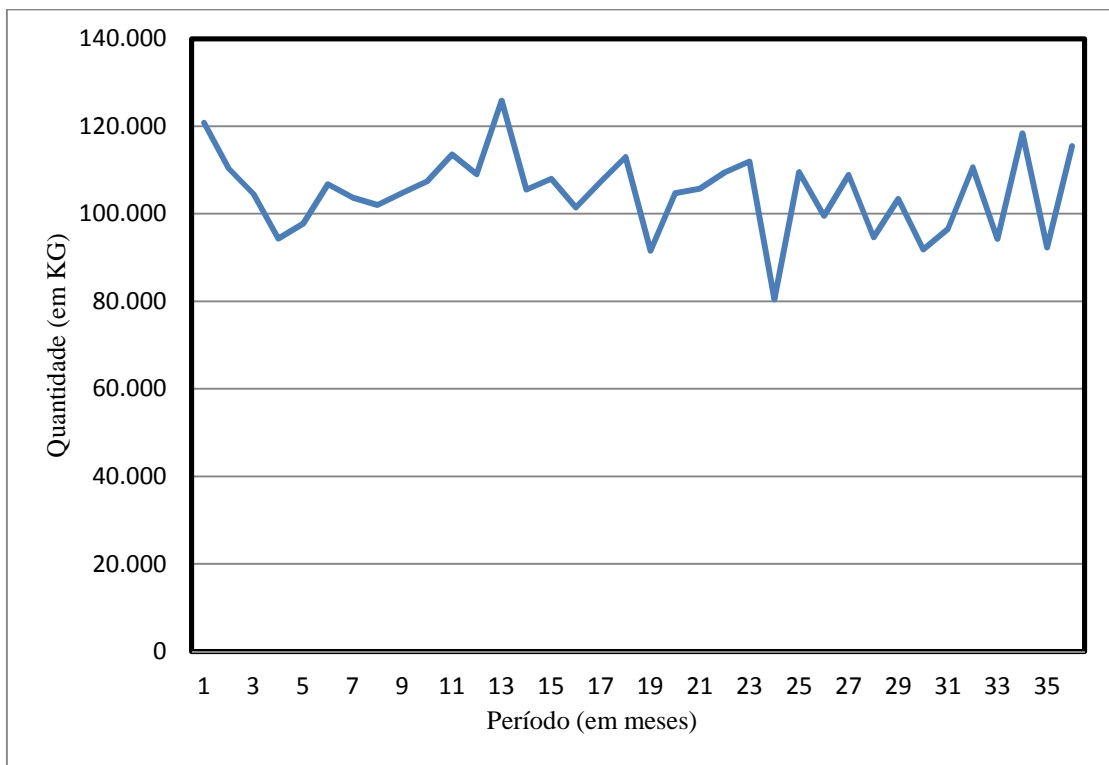
Tabela 3.9- Materiais Reciclados na Central C em 2013 (em KG)

Mês	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Janeiro	74.820	11.734	13.030	6.588	3.340	109.512
Fevereiro	50.190	11.202	10.090	26.070	1.981	99.533
Março	71.620	13.464	6.430	15.246	2.093	108.853
Abril	54.360	17.958	6.500	13.682	2.100	94.600
Mai	60.090	13.316	9.500	18.682	1.774	103.362
Junho	50.090	15.352	5.900	19.116	1.389	91.847
Julho	53.583	18.176	10.320	12.100	2.372	96.551
Agosto	67.888	16.594	10.580	12.614	2.978	110.654
Setembro	48.806	21.524	11.640	10.092	2.167	94.229
Outubro	78.100	16.178	9.680	12.080	2.336	118.374
Novembro	53.729	14.834	8.970	12.027	2.750	92.310
Dezembro	67.195	17.829	12.000	15.627	2.800	115.451
Total	730.471	188.161	114.640	173.924	28.080	1.235.276

Fonte: Relatório Gerencial da Central C, 2013.

Cabe uma análise quantitativa do desempenho da central C. Inicia-se pela avaliação do total reciclado nos três anos. A Figura 3.3 traz o desempenho e o valor do coeficiente de determinação R^2 da série histórica. Como o coeficiente é muito próximo de zero, conclui-se que a produção não apresenta tendência de alta nem de baixa, apresentando comportamento aleatório, ou seja, oscilação ao redor de uma média constante.

Figura 3.3 - Comportamento da produção e coeficiente de determinação R^2 da série histórica



Para confirmar que não houve acréscimo na produção, foi feita uma anova (análise de variância) de um fator (produção dos anos). Os valores do teste F e do F crítico foram respectivamente de 0,41 e 3,28. Como F crítico é muito maior do que F encontrado, não há evidência que a produção tenha mudado com a mudança do ano. Adicionalmente, o valor-P encontrado informa que é 67% o risco que se corre ao afirmar que a produção mudou. Esta verificação é importante, pois, apesar do aumento na geração de RSU (segundo a ABELPRE (2012), o volume de RSU cresce cerca de 2% ao ano e a demanda por reciclados cresce ainda mais) e do aumento da conscientização de empresas e sociedade acerca da reciclagem, a cooperativa não aumentou sua produção. Uma hipótese plausível para pesquisa futura é que a central (ou a coleta) seja um gargalo na cadeia produtiva reversa.

Outra análise que pode ser feita diz respeito à correlação entre as produções por tipo de material. A Tabela 3.10 informa as correlações entre os tipos de produção da central C para os três anos examinados.

Tabela 3.10- Correlações entre tipos de produção

	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa
Plástico	-41%			
Vidros	-15%	19%		
Sucata Ferrosa	-3%	-8%	-33%	
Sucata Não Ferrosa	45%	-19%	18%	-23%

Não se observa correlação próxima de 100%, o que aponta para independência entre as ofertas de materiais. O relatório da ABELPRE (2012) aponta alta correlação entre os tipos de produto ofertados por coleta seletiva, o que pode apontar para buscas aleatórias em várias fontes para suprir a capacidade da central, o que reforçaria a hipótese de que a coleta seria o gargalo. A correlação negativa entre papel e plástico também aponta para troca entre os produtos, reforçando a hipótese de que a central esteja com capacidade restringida. Tais hipóteses podem ser testadas em estudos futuros.

Por fim, examinaram-se as proporções de produção por tipo de material.

A Tabela 3.11 apresenta as proporções de produção ao longo dos anos. Nas últimas três linhas, a tabela apresenta respectivamente a média, o coeficiente de variação cv (desvio-padrão dividido pela média) e o coeficiente de determinação R^2 para cada proporção. Observa-se que, no período, as proporções de produção variaram, o que é confirmado pelos altos valores de R^2 . Por exemplo, a proporção de papel cresceu, enquanto que a de plástico caiu. Parece ter havido uma troca. Tal conclusão reforça a hipótese de que a central seja um gargalo, pois ao longo do tempo, mesmo que tenha subido a oferta de um tipo de resíduo, outro teve que ser abandonado, mesmo com independência entre as ofertas.

Tabela 3.11- Proporções entre tipos de produção na central C

Período	Papel	Plástico	Vidros	Sucata Ferrosa	Sucata Não Ferrosa	Total
Janeiro	48,9%	19,1%	9,5%	20,3%	2,2%	100%
Fevereiro	55,8%	22,1%	9,7%	10,7%	1,7%	100%
Março	44,6%	30,7%	10,8%	11,6%	2,2%	100%
Abril	52,4%	20,5%	10,7%	14,3%	2,1%	100%
Maiο	53,9%	22,1%	13,3%	7,8%	2,9%	100%
Junho	45,7%	29,1%	9,3%	15,1%	0,8%	100%
Julho	44,3%	23,1%	21,9%	9,0%	1,6%	100%
Agosto	54,6%	20,3%	14,7%	8,9%	1,4%	100%
Setembro	45,6%	29,8%	13,0%	9,0%	2,5%	100%
Outubro	45,7%	25,2%	7,3%	19,8%	2,0%	100%
Novembro	54,2%	14,9%	9,5%	19,7%	1,8%	100%
Dezembro	51,2%	18,4%	18,4%	9,3%	2,8%	100%
Janeiro	45,1%	28,0%	9,2%	15,8%	1,8%	100%
Fevereiro	54,2%	26,4%	10,2%	6,5%	2,7%	100%
Março	49,2%	24,3%	9,4%	15,6%	1,5%	100%
Abril	49,8%	20,8%	9,9%	17,5%	2,0%	100%
Maiο	46,1%	31,0%	10,8%	10,4%	1,7%	100%
Junho	46,5%	22,2%	13,1%	16,5%	1,8%	100%
Julho	55,3%	24,8%	10,6%	7,7%	1,7%	100%
Agosto	51,9%	21,1%	9,4%	15,2%	2,4%	100%
Setembro	49,2%	22,9%	9,2%	16,7%	2,0%	100%
Outubro	56,2%	18,3%	11,4%	11,7%	2,5%	100%
Novembro	54,3%	22,7%	9,3%	11,7%	2,0%	100%
Dezembro	47,8%	20,3%	14,4%	15,1%	2,3%	100%
Janeiro	68,3%	10,7%	11,9%	6,0%	3,0%	100%
Fevereiro	50,4%	11,3%	10,1%	26,2%	2,0%	100%
Março	65,8%	12,4%	5,9%	14,0%	1,9%	100%
Abril	57,5%	19,0%	6,9%	14,5%	2,2%	100%
Maiο	58,1%	12,9%	9,2%	18,1%	1,7%	100%
Junho	54,5%	16,7%	6,4%	20,8%	1,5%	100%
Julho	55,5%	18,8%	10,7%	12,5%	2,5%	100%
Agosto	61,4%	15,0%	9,6%	11,4%	2,7%	100%
Setembro	51,8%	22,8%	12,4%	10,7%	2,3%	100%
Outubro	66,0%	13,7%	8,2%	10,2%	2,0%	100%
Novembro	58,2%	16,1%	9,7%	13,0%	3,0%	100%
Dezembro	58,2%	15,4%	10,4%	13,5%	2,4%	100%
média	53,0%	20,6%	10,8%	13,5%	2,1%	
cv	11,7%	26,5%	28,6%	33,4%	22,9%	
R ²	34%	33%	10%	0,6%	7%	

3.5 Síntese dos resultados da pesquisa

A partir das informações extraídas da transcrição das entrevistas, observação direta e ainda, dos relatórios das centrais de triagem, apresenta-se no Quadro 3.2, que foi elaborado seguindo a abordagem proposta por Souza et. al. (2012). Os dados estão divididos em: organização das centrais de triagem e organização dos processos de trabalho, assim, permitindo uma comparação entre os respondentes. No item “Organização das centrais de triagem” apresentam-se os dados que as caracterizam, como: número de cooperados, horário e local de funcionamento, divisão dos lucros e outros. No item “Organização dos processos de trabalho” estão apresentados os dados sobre o funcionamento dos processos, etapas de trabalho, recursos tecnológicos disponíveis para execução das atividades e a gestão das mesmas.

Quadro 3.2- Dados comparativos entre centrais A, B e C.

Organização da Central de Triagem	Central de Triagem A	Central de Triagem B	Central de Triagem C
Nº membros trabalhando	17 trabalhadores	115 trabalhadores	33 trabalhadores
Horário de funcionamento	De segunda à sexta-feira, das 8h às 11h e das 13h às 16h.	De segunda à sábado, em dois turnos de trabalho: Primeiro: das 6h às 14h; Segundo: das 14h às 22h	De segunda à sexta-feira, das 7h30 min. às 11h30min. e das 13h às 17h30min. Aos sábados trabalham no turno da manhã, sempre alternando as equipes de trabalho.
Média de renda mensal por trabalhador	R\$ 650,00	R\$ 500,00	Mais de R\$ 1.000,00
Grau de instrução	Ensino fundamental incompleto	Ensino fundamental incompleto	Ensino fundamental incompleto
Instalações (sede)	Instalações em terreno e galpão locados pela prefeitura, em área residencial.	Instalações junto ao aterro sanitário municipal, em área não residencial.	Instalações em terreno e galpões cedidos pela prefeitura, e adquiridos com verba de projetos, localizados em zona rural.
Equipamentos de Proteção Individual e Uniforme	Possuem luvas e botinas e sempre utilizam. Para trabalhadores da prensa utiliza-se protetor auricular.	Possuem luvas, máscaras, botinas, mas nem sempre utilizam todos os equipamentos.	Possuem luvas, botinas, uniforme em ainda, protetor auricular, para as atividades da prensa ou beneficiamento do plástico.
Divisão dos Lucros	Os lucros são divididos igualmente entre os Cooperados, inclusive presidência.	Os lucros são divididos igualmente entre os Cooperados, inclusive presidência.	Os lucros são divididos igualmente entre os cooperados. Possuem quinze dias de férias. Atestado Médico ou Saúde Familiar também são pagos normalmente, sendo até 15 dias de afastamento.

Organização dos Processos de Trabalho	Central de Triagem A	Central de Triagem B	Central de Triagem C
Local de Coleta e como chegam os resíduos as centrais	Coleta seletiva mecanizada, os resíduos chegam através do caminhão da SELIMP, da coleta seletiva.	Coleta seletiva mecanizada, os resíduos chegam através do caminhão da SELIMP, que coleta o lixo comum.	Coleta seletiva mecanizada, realizada pela equipe da cooperativa, em parceria com a prefeitura.
Etapas de trabalho realizadas	Triagem, separação, agrupamento das categorias (plástico, papel, ...), prensagem e fardo pronto para venda. Os resíduos orgânicos ou vidros são armazenados em local adequado e recolhidos pela prefeitura para descarte final.	Triagem, separação, agrupamento das categorias (plástico, papel, vidro, sucata), prensagem e fardo pronto para venda. Os lixos orgânicos vão para aterro específico.	Triagem, separação, agrupamento das categorias (plástico, papel, vidro) prensagem, beneficiamento do plástico (moer, lavar, centrifugar). Os materiais plásticos são ensacados e vendidos diretamente às indústrias. Os demais materiais são prensados e depois vendidos.
Recursos tecnológicos usados nos processos	Possui uma prensa e uma balança (não eletrônica) de capacidade de 500 kg. Não possui carrinhos, os fardos são carregados com força humana.	Possui duas prensas e carrinhos para carregar fardos, balança eletrônica, esteira eletrônica e outras ferramentas para a mecânica.	Possui três prensas, carrinhos, elevador de carga, empilhadeira, balança eletrônica, esteira eletrônica, equipamento para beneficiamento do plástico (moer, lavar e centrifugar). Aglutinador para plásticos, máquina de costura para fechar as embalagens com o plástico beneficiado. E, demais ferramentas para a mecânica
Gestão dos recursos financeiros	Tabelas preenchidas manualmente, para controle de vendas, quantidade de material prensado, despesas, etc.	Planilhas em Excel, elaboradas mensalmente, com controle de vendas, despesas e pagamentos. É uma prestação de contas vistas por todos os sócios e depois enviada para Contador	Tabelas preenchidas manualmente, apresentando controle de cada tipo de material vendido, depois os dados são digitados. O horário de entrada e saída dos funcionários também é registrado manualmente.
Recursos Tecnológicos desejados (melhorias)	Galpão (não possuem um espaço adequado), elevador de fardos, prensa de maior capacidade, balança eletrônica, esteira eletrônica, computador e impressora.	Equipamentos para beneficiamento de todo o plástico duro.	Ampliação das instalações do prédio atual.
Vantagens ou desvantagens que podem surgir dessas melhorias	Aumento da capacidade de triagem dos materiais, melhor qualidade dos fardos para comercialização, aumentando o valor pelo material. Melhorariam principalmente as condições de trabalho dos integrantes do grupo.	Aumento da capacidade de reciclagem e renda para os cooperados.	Aumento da capacidade de separação dos materiais e melhor distribuição e organização no espaço físico.

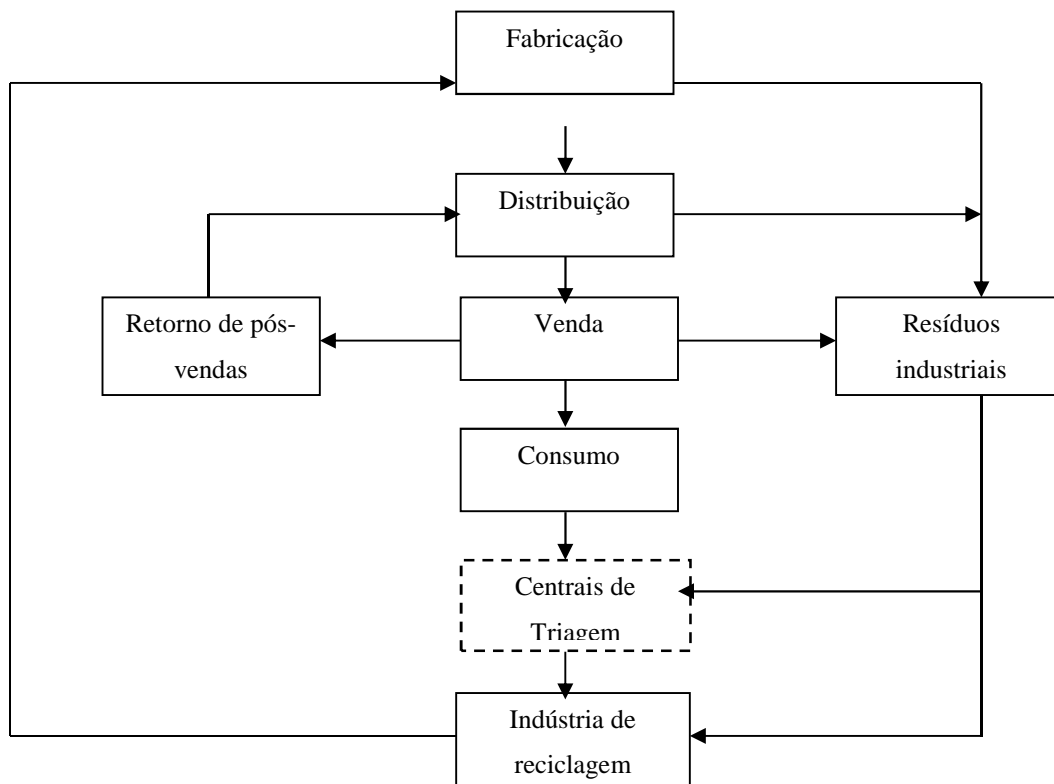
Média de volume (toneladas) de venda de recicláveis	Em média 30 toneladas por mês.	Em média 240 toneladas por mês.	Em média 110 toneladas por mês
Apoiadores	Prefeitura (SELIMP, SEMEDES, SACIS), Movimento dos Trabalhadores Desempregados, Tecnosociais/Unisinos, Avesol, Fórum dos Recicladores de São Leopoldo, Movimento Nacional dos Catadores de Material Reciclado.	Prefeitura Municipal e uma ONG do Rio de Janeiro que visita a cooperativa todos os meses; Tecnosociais/Unisinos.	Prefeitura Municipal e outras instituições não governamentais; Empresas da região;
Objetivos Futuros	Visa obter um espaço de trabalho adequado e regular, com as devidas condições ambientais.	Regularizar questões legais, protegendo-se de eventuais causas trabalhistas dos ex-cooperados. Pretende analisar os EPI's adequados a cada atividade do processo, a fim de proteger os cooperados para eventuais danos à saúde. Estudará a viabilidade de vincular suas atividades aos atendimentos de políticas de resíduos, como compostagem e etc.	Ampliar suas instalações físicas, como já estão em processo de readequação, e continuar unindo esforços e mobilizar prefeitura e comunidade para reciclar e para reduzir o consumo dos materiais de difícil reaproveitamento.
Análise quantitativa	Capacidade ociosa ou limitada por algum fator produtivo: pode e deve ser mais aproveitada pelo poder público e empresas interessadas, desde que identificado o fator limitante.	Não houve.	Possível gargalo de produção, requerendo mais investimentos para aumento de capacidade (de produção e/ou de coleta) e assim poder cumprir com mais efetividade o papel destinado às cooperativas em cadeias de produção.

Fonte: a autora.

Em síntese, o papel das centrais de triagem consiste em receber os resíduos pós-consumo de várias fontes, somá-los com resíduos das empresas, processá-los (separar, prensar, moer, enfardar, expedir) e disponibilizá-los adequadamente para que se tornem matéria-prima para reabastecimento da indústria. O resíduo recebido do consumo das famílias via coleta seletiva, e das empresas, são recuperados nas centrais e vendidos na maioria das vezes para intermediários, que dão maior escala aos materiais recicláveis. Em alguns poucos casos, as centrais conseguem vender diretamente para empresas de pequeno porte, que se satisfazem com o volume de produção das centrais. A principal contribuição, portanto, consiste em abastecer a indústria com matéria-prima recuperada a baixo custo. Contribuições secundárias são a preservação ambiental por redução de extração e social, pela geração de emprego e renda.

A seguir, na Figura 3.4, apresenta-se a posição das centrais de triagem nas cadeias reversas.

Figura 3.4 - Posição das cooperativas nas cadeias logísticas



Fonte: Almeida et al. (sd)

A figura aponta que a atuação das centrais de triagem propicia que se forme um ciclo fechado de produção. Após o bem ser fabricado, distribuído, vendido e consumido, ou ainda

ter se tornado resíduo industrial,este retorna à cadeia produtiva para ser recuperado por meio da central da indústria de reciclagem. Logo, boa parte desses materiais volta ao início do ciclo, como nova fonte de matéria-prima ou energia em um ciclo fechado de produção.

3.6 Considerações Finais

As centrais de triagem estudadas possuem eixos semelhantes no que diz respeito à sua estrutura gerencial e processos de trabalho. As três centrais pesquisadas trabalham sob a estrutura gerencial de um presidente que quando necessário convoca todos para que as decisões sejam tomadas conjuntamente. De modo geral, os processos logísticos de entrada, processamento e saída de material são semelhantes, todas recebem seus materiais por meio da coleta mecanizada, ou seja, via coleta de lixo domiciliar da prefeitura, além de receber materiais de outras entidades (empresas locais, igrejas, escolas) ou eventualmente de catadores informais. Quanto à infraestrutura disponível, o estudo apontou diferenças de infraestrutura entre as três centrais estudadas, principalmente entre A e C. No caso da A, tem recebido pouco apoio do poder público, o que tem dificultado alavancar as melhorias. Já a C, desde o início de suas atividades recebe suporte do poder público e em parceria com o mesmo vem contribuindo com as indústrias da região. Como resultado, as centrais com melhor infraestrutura têm reciclado maior volume de resíduos.

Durante a observação não participante realizada, foi verificado que nas centrais A e B, a maioria dos trabalhadores é de sexo feminino, e segundo os presidentes, a flexibilidade de horários é uma vantagem para as mulheres trabalharem nas cooperativas, facilitando que conciliem com suas atividades do lar. O estudo apontou características comuns quanto ao nível de escolaridade em todas as centrais, que é o ensino fundamental incompleto.

A atividade de reciclagem tem sido vista com outros olhos pela sociedade: como forma de preservar o meio ambiente e como uma fonte de economia viável. O estudo evidenciou que essa ideia é muito clara para todos os trabalhadores das cooperativas, e que os mesmos conseguem perceber as contribuições para com a economia, sociedade e meio ambiente. No que tange a economia, o fornecimento de matéria-prima mais barata para as indústrias, a revalorização de determinados bens, a supressão de custos de criação e gerenciamento de aterros sanitários correspondem à principal contribuição das cooperativas. No que diz respeito à sociedade, inicia-se pelos benefícios concedidos aos próprios cooperativados, como o processo de reinclusão desses trabalhadores com a sociedade, o

engajamento para atividades culturais e sociais em prol tanto dos membros da cooperativa como da comunidade como um todo, muitas vezes, quebrando paradigmas e educando para a reciclagem. Inclui-se ainda a geração do trabalho formal e renda para todas as famílias dependentes dessa atividade. Quanto às contribuições das centrais de triagem para com o meio ambiente, consiste principalmente no potencial da economia dos recursos não renováveis, na limpeza das cidades e na diminuição dos resíduos nas ruas, gerando vantagens para a saúde pública.

Com a atuação das centrais exemplos estão sendo criados, como a central C que no último ano promoveu brechó para doação de roupas e brinquedos à comunidade. Contribuiu com recolhimento de muitos materiais ou quais simplesmente estão armazenados aguardando o destino adequado, garantindo a conservação do ambiente acima das vantagens econômicas. Essas ações são necessárias para alavancar a reciclagem, comunicando a importância das práticas atuais e os benefícios que podem ser extraídos da reciclagem.

Nas análises quantitativas, observou-se que embora o volume de RSU e a demanda por reciclados tenha crescido, esse crescimento não tem sido acompanhado pelas centrais de triagem. A central A inclusive baixou sua produção. Adicionalmente, observou-se que, quando cresceu o volume de um tipo de material, diminuiu o volume de outro. Não foi objetivo desse estudo identificar quais os direcionadores para esse comportamento, o que pode ser feito em pesquisas futuras.

3.7 Referências

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2012. São Paulo. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso em nov/2013.

ADLMAIER, D.; SELLITTO, M. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Produção**, v.17, n.2, p.395-406, 2007.

AGRAWAL, A. Turn your reverse supply chain into a profit center. **Supply Chain Quarterly**, v.1, n.1, p.1-6, 2012.

ALEID, V.; BOSSINK, B.; MASUREL, E. Reverse logistics for waste reduction in cradle-to-cradle-oriented firms: waste management strategies in the Dutch metal industry. **International Journal of Technology Management**, v.60, n.1, p.96-113, 2012.

ALMEIDA, F.; VIANA, A. P.; RITTER, A.; SELLITTO, M. Cooperativas de catadores de resíduos e cadeias logísticas reversas: estudo de dois casos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, [S.D., 2013].

AQUINO, I.; CASTILHO J.; PIRES, T. A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: uma alternativa de agregação de valor. **Gestão & Produção**, v.16, n.1, p.15-24, 2009.

ARAUJO, A.; MATSUOKA, E.; UNG, J.; HILSDORF, W.; SAMPAIO, M. Logística reversa no e-commerce: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v.20, n.2, p.303-320, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BELBOOM, S.; DIGNEFFE, J.; RENZONI, R.; GERMAIN, A.; LEONARD, A. Comparing technologies for municipal solid waste management using life cycle assessment methodology: a Belgian case study. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.18, n.8, p.1513-1523, 2013.

BESIOU, M.; PATROKLOS, G.; VAN WASSENHOVE. Official recycling and scavengers: Symbiotic or conflicting? **European Journal of Operational Research**, v.218, n.2, p.563-576, 2012.

BIALOSKORSKI, S. Governança e Perspectivas do Cooperativismo. 2009. Disponível em http://www.fundace.org.br/cooperativismo/artigos_academicos.php. Acesso em mai/ 2013.

BORCHARDT, M.; SELKITTO, M.; PEREIRA, G.; GOMES, L. Devising ecodesign guidelines in the furniture industry based on a cluster analysis. In **ERSCP-EMSU Conference**, Delft, The Netherlands, 2010. Anais... The Netherlands: ERSCP-EMSU, 2010.

BRUCE, N.; FOUTZ, N.; KOLSARICI, C. Dynamic Effectiveness of Advertising and Word-of-Mouth in the Sequential Distribution of Short Life Cycle Products. **Journal of Marketing Research**, v.49, n.3, p.435-51, 2012.

CAMPOS, H. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. **Resources, Conservation and Recycling**, *In Press, Corrected Proof*, 2013.

CARMO, M.; OLIVEIRA, J. The Semantics of Garbage and the organization of the recyclers: Implementation challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Resources, Conservation & Recycling**, v.54, n.12, p.1261-1268, 2010.

CHAVES, G.; BATALHA, M. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.423-434, 2006.

CHEN, M. (Org.); JHABYALA, R.; KANBUR, R.; RICHARDS, C. **Membership Based Organizations of the Poor: Concepts, Experience and Policy**. Routledge. New York: 2007.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - **CEMPRE**. São Paulo. Disponível em <http://www.cempre.org.br>. Acesso em ago/2012.

CRUZ, S.; PAULINO, S.; Apropriação local de recursos dos projetos dos do mecanismo de desenvolvimento limpo nos aterros sanitários no município de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v.16. n.1, p.117-140, 2013.

DE BRITTO, M.; DEKKER, R. **Reverse Logistics: a framework**. Disponível em: <http://www.clrb.com.br/site/login.aspr=publicacoes.asp>. Acesso em mai/2013.

DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. Gestão compartilhada de resíduos sólidos: avanços e desafios para a sustentabilidade. In: **XXXI ENANPAD**, Rio de Janeiro, 2007. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

DEMAJOROVIC, J.; HUERTAS, M.; BOUERES, J.; SILVA, A.; SOTANO, A. Logística Reversa: Como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares? **RAE: Revista de Administração de Empresas**, v.52, n.2, p.165-178,2012.

DEMAJOROVIC, J.; MIGLIANO, J. Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. **Gestão & Regionalidade**, v.29, n.87, p.64-80, 2013.

DEMIRBAS, A. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. **Energy Conversion and Management**, v.52, p.1280–1287, 2011.

GENCHEV, S.; LANDRY, T.; DAUGHERTY, P.; ROATH, A. Developing Reverse Logistics Programs: A Resource Based View. **Journal of Transportation Management**, v.21, n.1, p.7-27, 2010.

GENCHEV, S.; RICHEY, R.; GABLER, C. Evaluating reverse logistics programs: a suggested process formalization. **The International Journal of Logistics Management**, v.22, n.2, p.242-263, 2011.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.

HAO, H.; WU, X.; LI, H. Research on Mode of after-Sale Reverse Logistics Operation of Auto Maintenance Industry Based on Time Window. **Applied Mechanics and Materials**, v.121, n.8, p.4635-4639, 2012.

JACK, E.; POWERS, T.; SKINNER, L. Reverse logistics capabilities: antecedents and cost savings. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.40, n.3, p.228-246, 2010.

JACOBI, P.; BESEN, G. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, p.135-158, 2011.

KINNAMAN, T. Determining the socially optimal recycling rate. **Resources, Conservation and Recycling**, In Press, Corrected Proof, 2013.

KOCHE, J. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Petrópolis: Vozes, 1997.

KURNIAWANA, B.; OLIVEIRA, J.; PREMAKURAMARAC, D.; NAGAISHID, M. City-to-city level cooperation for generating urban co-benefits: the case of technological cooperation in the waste sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan). **Journal of Cleaner Production**, v.58, n.1, p.43–50, 2013.

LAMBERT, D.; CROXTON, K.; GARCÍA-DASTUGUE, S. The role of logistics managers in the cross-functional implementation of supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v.29, n.1, p.113-133, 2008.

LUA, L.; QIB, X.; LIUC, Z. On the cooperation of recycling operations. **European Journal of Operational Research**, v.233, n.2, p.349–358, 2013.

MENIKPURA, S.; SANG-ARUN.; BENGTSSON, J. Integrated Solid Waste Management: an approach for enhancing climate co-benefits through resource recovery. **Journal of Cleaner Production**, v.58, n.1, p.34–42, 2013.

MESFIN, T.; PIETER, VAN, DIJK, M. Private sector participation in solid waste collection in Addis Ababa (Ethiopia) by involving micro-enterprises. **Waste Management & Research**, v.32, n.1, p.79-87, 2014.

MIGUEL, P. (Org.), FLEURY, A; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V.. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONTEIRO, J.; ZVEIBIL, V.; FIGUEIREDO, C.; MAGALHÃES, A.; MELO, M.; BRITO, J.; ALMEIDA, T.; MANSUR, G. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NOURI, J.; NOURI, N.; MOEENI, M. Development of industrial waste disposal scenarios using life-cycle assessment approach. **International Journal of Environmental Science & Technology**. v.9; n.3, p.417-424, 2012.

PEREIRA, A.; BOECHAT, C.; TADEU, H.; SILVA, J.; CAMPOS, P. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PIPLANI, R.; SARASWAT, A. Robust optimisation approach to the design of service networks for reverse logistics. **International Journal of Production Research**, v.50, n.5, p.1424-1437, 2012.

PORTILHO, F. Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. **Cadernos EBAPE BR**, v.3, n.3, p.1-12, 2005.

RAGHUPATHY, L.; LAKSHMI, A.; CHATURVEDI, A. Secondary resources and recycling in developing economies. **Science of The Total Environment**, v.461–462, n.1, p.830–834, 2013.

RIBEIRO, H.; BESEN, G. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - INTERFACEHS**, v.2, n.4, p.1-18, 2007.

ROESCH, S. **Projeto de Estágio do Curso de Administração: guias para pesquisa, projeto, estágio e trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Atlas, 1996.

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

SARKIS, J.; HELMS, M.; HERVANI, A. Reverse Logistics and Social Sustainability. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v.17, n.6, p.337–354, 2010.

SCHULTMANN, F.; ZUMKELLER, M. Modeling reverse logistic tasks within closed-loop supply chains: an example from the automotive industry. **European Journal of Operational Research**, v.171, n.3, p.1033-1050, 2006.

SEKERKA, L.; STIMEL, D. Embracing waste as a resource: Insights from the informal sector. **Management Research Review**, v.37. n.3, p.2-2, 2014.

SKINNER, L.; BRYANT, P.; RICHEY, R. Examining the impact of reverse logistics disposition strategies. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.38, n.7, p.518-539, 2008.

SOUZA, M.; PAULA, M.; SOUZA-PINTO, H. The role of recycling cooperatives in the reverse channel for postconsumer recyclables. **Revista de Administração de Empresas**, v.52, n.2, p.246-262, 2012.

SRIVASTAVA, S. Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**, v.9, n.1, p.53-80, 2007.

STOCK, J.; MULKI, J. Product returns processing: an examination of practices of manufacturers, wholesalers/distributors, and retailers. **Journal of Business Logistics**, v.30, n.1, p.33-52, 2009.

TIMLETT, R.; WILLIAMS, I. The ISB Model (Infrastructure, Service, Behaviour): A Tool for Waste Practitioners. **Waste Management**, v.31, n.6, p.1381-1392, 2011.

TIRADO-SOTO, M.; ZAMBERLAN, F. Networks of recyclable material waste-picker's cooperatives: An alternative for the solid waste management in the city of Rio de Janeiro. **Waste Management**, v.33, n.4, p.1004-1012, 2013.

WRIGHT R.; RICHEY, R.; TOKMAN, M.; PALMER, J. Recycling and Reverse Logistics. **Journal of Applied Business and Economics**, v.12, n.5, p.9-20, 2011.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA DISSERTAÇÃO

No primeiro artigo dessa dissertação foi apontado de que forma empresas de diferentes indústrias organizam sua produção, com foco principal nos resíduos que são gerados durante os processos. Também foi apontado o encaminhamento dado pelas empresas e, em particular, as oportunidades de reciclagem e o relacionamento com centrais de triagem.

Foram apresentadas formas de reaproveitamento interno, o que sempre será mais vantajoso, pois previne o custo logístico da reciclagem. Os resíduos que não são passíveis de aproveitamento interno são separados, identificados e destinados, em alguns casos a cooperativas, em outros a aterros sanitários controlados. As empresas pesquisadas preocupam-se em reaproveitar resíduos internamente como matéria-prima sempre que possível, reduzir desperdícios e adotar boas práticas em gestão ambiental. As principais dificuldades para aprimorar o gerenciamento de resíduos foram as dificuldades de interpretação da legislação e as exigências logísticas e legais envolvidas. Não são todas as empresas que se valem de centrais de triagem, principalmente pela inadequação para a reciclagem do resíduo gerado (caso dos líquidos efluídos) ou do risco envolvido (resíduos de origem biológica). No entanto, sempre que possível e necessário, observou-se que as empresas aceitam destinar seus resíduos para centrais de triagem, seja diretamente, seja via poder público.

Com o primeiro artigo tentou-se atingir o primeiro objetivo específico de pesquisa.

No segundo artigo, foram estudados os processos logísticos e de produção das centrais de triagem. Foram detalhados os processos de entrada, processamento e saída de materiais e apresentadas séries históricas de produção das centrais A e C, dos anos de 2011, 2012 e 2013, detalhando as quantidades, em quilos, dos principais materiais reciclados.

Observou-se que parte do volume de materiais reciclados corresponde a bens de pós-consumo que a indústria produziu e vendeu e após o consumo doméstico são destinados às centrais. Outra parte se origina de resíduos de processos industriais que não foram reaproveitados internamente. Não foi objetivo desta dissertação estudar hábitos e características de consumo nem a operação logística da coleta seletiva municipal, se bem que se reconheça sua importância para o resultado das centrais de triagem. Finalmente, no segundo artigo, foi possível verificar de que modo as centrais de triagem de reciclagem têm colaborado na exploração do potencial de reciclagem da indústria. Os resultados demonstram que o papel principal das centrais de triagem consiste em receber e processar resíduos de pós-consumo e

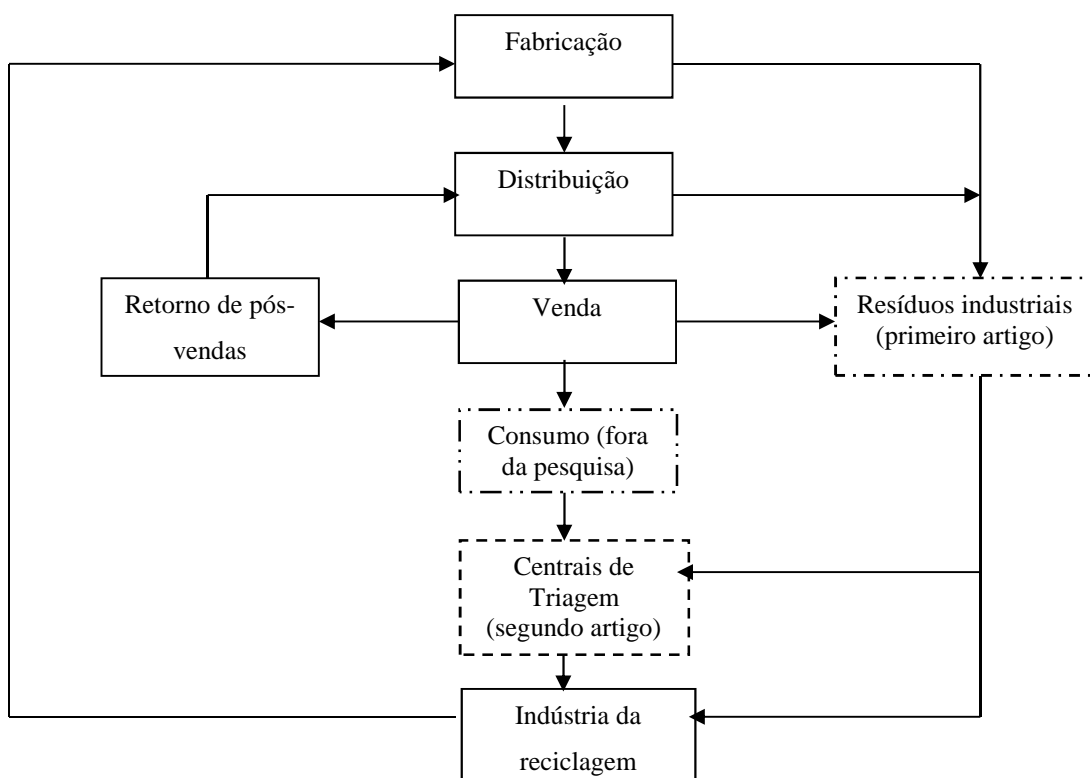
da atividade industrial e encaminhá-los à indústria de reciclagem, garantindo volume e escala suficiente para a economicidade na cadeia de abastecimento de matéria-prima reciclada. Outros papéis são contribuir para o desenvolvimento ambiental ao reduzir a extração de matéria-prima virgem quando é possível utilizar matéria-prima reciclada e aumentar a vida útil de aterros sanitários, e ainda contribuir para reduzir a vulnerabilidade social de comunidades, pela oferta de emprego e geração de renda.

A partir da análise dos dados históricos das centrais A e C, formularam-se duas hipóteses, para estudos posteriores. O enunciado da primeira hipótese diz que a central A está ociosa, operando abaixo de sua capacidade máxima e que possivelmente tenha ocorrido um efeito sistêmico, pois a mesma atingiu um pico de produção e depois caiu, não mais se recuperando e se equilibrando em patamares abaixo do máximo histórico. O enunciado da segunda hipótese diz que a central C é um gargalo, pois, mesmo havendo aumento de oferta de resíduos e de procura por reciclados, sua produção não subiu. Eventualmente, o gargalo pode estar em um dos mecanismos de abastecimento, a coleta seletiva municipal.

Com o segundo artigo tentou-se atingir o segundo e o terceiro objetivos específicos de pesquisa.

Um modo de integrar os dois artigos é pela Figura 4.1.

Figura 4.1 - Posição nas cadeias logísticas reversas das contribuições dos artigos



Na figura observa-se que o objeto de estudo do primeiro artigo, resíduos gerados na atividade industrial, soma-se a resíduos gerados na atividade de consumo, que não foi objetivo de pesquisa. O resultado desta soma abastece o objeto de estudo do segundo artigo, as cooperativas de reciclagem, que aumentam de modo expressivo o volume reciclado e a escala de produção, contribuindo com a economicidade do processo de retorno de materiais ao ciclo de produção da indústria.

Com isto chega-se ao objetivo geral da pesquisa: verificar como as cooperativas de reciclagem têm contribuído com a reciclagem de resíduos sólidos gerados pelas indústrias. As cooperativas têm contribuído recebendo os resíduos sólidos gerados na indústria, agregando a estes os resíduos gerados pelo consumo doméstico, fornecidos pela coleta seletiva municipal e outras fontes, processando-os e colocando-os de novo à disposição da indústria, em escala industrial, com economicidade na operação.

4.1 Implicações gerenciais

Quanto ao primeiro artigo, é possível concluir que as empresas estudadas têm investido em ações em prol do desenvolvimento ambiental e em atendimento às legislações vigentes. Existe elevado grau de conscientização em todas as empresas estudadas em relação à preservação ambiental. É importante ressaltar que a pesquisa foi realizada com diferentes indústrias, e muitas são as particularidades desde a concepção do produto final até a destinação de seus resíduos. Práticas gerenciais não necessariamente podem ser adotadas de igual forma para todas.

De modo geral as implicações gerenciais que podem ser extraídas do artigo são:

- As empresas preferem que haja reaproveitamento interno dos materiais, portanto pode ser necessário desenvolver novas tecnologias para aumentar este aproveitamento (por exemplo, reaproveitamento de líquidos efluídos);
- Não sendo possível aproveitar internamente, as empresas aceitam dar destinação adequada aos resíduos, portanto pode ser necessário aumentar a intensidade das relações com cooperativas, por exemplo, estabelecendo convênios e parcerias com aporte de recursos materiais e gerenciais;
- Em alguns processos (química, papel e celulose, e alimentícia), foi observado que parte importante dos resíduos se originam de fornecimento, portanto pode

ser importante desenvolver fornecedores que trabalhem de acordo com os objetivos ambientais da empresa; e

- A reciclagem não é o único canal para retorno de resíduos, portanto talvez seja de interesse das empresas adotar outras práticas de logística reversa, tais como remanufatura (caso dos paletes) e reuso (embalagens).

Quanto ao segundo artigo, conclui-se que o papel das centrais de triagem consiste em participar de um ciclo fechado de abastecimento de matérias-primas. Resíduos de produtos consumidos se somam a resíduos gerados na indústria para serem recuperados pela cooperativa e retornados ao ciclo produtivo, em volumes que permitam que haja ganho de escala de produção.

De modo geral as implicações gerenciais que podem ser extraídas do artigo são:

- Centrais de triagem compreendem um elo importante no canal reverso de reciclagem, portanto é necessário que sua produção seja gerenciada e gargalos, tal como parece ocorrer na central C, sejam eliminados;
- Centrais de triagem dependem do poder público (coleta seletiva) e de empresas privadas (oferta de resíduos e compra de reciclados), portanto é desejável que haja políticas públicas de apoio ao aumento de sua atividade, com ganhos sociais e ambientais, além dos ganhos econômicos; e
- Centrais de triagem contribuem para o desenvolvimento econômico, ambiental e social de uma região, portanto poderiam ser objeto de mais estudos científicos, inclusive patrocinados por empresas, com o objetivo de aumentar as possibilidades e os volumes de reciclagem.

4.2 Implicações acadêmicas

De modo geral as implicações acadêmicas que podem ser extraídas dos artigos são:

- Contribuições teórico-práticas sobre o processo produtivo de diferentes indústrias, bem como, das centrais de triagem, possibilitando complementar pesquisas anteriores e servir de base às futuras pesquisas.

4.3 Futuras pesquisas

Para dar continuidade aos estudos desenvolvidos nessa dissertação, primeiramente sugerem-se pesquisas quantitativas que possam comparar o volume de resíduos gerado e reciclado, classificando os materiais em categorias. Tal pesquisa pode dar ênfase individualizada ao consumo das famílias, à coleta seletiva, e aos rejeitos gerados nas indústrias. Podem ser desenvolvidos estudos semelhantes focando apenas em um tipo de indústria, e em diferentes regiões, uma vez que o presente estudo priorizou a região do Vale do Rio dos Sinos e seis indústrias diferentes. Outra pesquisa viável que poderá contribuir gerencialmente para indústrias e cooperativas é um estudo sobre as possíveis formas de relacionamento e parcerias que podem ser firmadas entre empresas privadas e centrais de triagem cooperativadas. Como muitas indústrias trabalham com materiais de difícil absorção pela natureza, sugere-se ainda um estudo de novas oportunidades de aproveitamento desse tipo de resíduo.

REFERÊNCIAS

- AAKER, D.; KUMAR, V.; DAY, G. **Marketing Research**, New York: John Wiley & Sons, 1997.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. 2012. São Paulo. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso em nov/2013.
- ADLMAIER, D.; SELBITTO, M. Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa. **Produção**, v.17, n.2, p.395-406, 2007.
- AGRAWAL, A. Turn your reverse supply chain into a profit center. **Supply Chain Quarterly**, v.1, n.1, p.1-6, 2012.
- ALEID, V.; BOSSINK, B.; MASUREL, E. Reverse logistics for waste reduction in cradle-to-cradle-oriented firms: waste management strategies in the Dutch metal industry. **International Journal of Technology Management**, v.60, n.1, p.96-113, 2012.
- ALMEIDA, F.; VIANA, A. P.; RITTER, A.; SELBITTO, M. Cooperativas de catadores de resíduos e cadeias logísticas reversas: estudo de dois casos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, [S.D., 2013].
- ALPERSTEDT, G.; QUINTELLA, R.; SOUZA, L. Estratégias de gestão ambiental e seus fatores determinantes: uma análise institucional. **Revista de Administração de Empresas – RAE**, v.50, n.2, p.170-186, 2010.
- AQUINO, I.; CASTILHO J.; PIRES, T. A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: uma alternativa de agregação de valor. **Gestão & Produção**, v.16, n.1, p.15-24, 2009.
- ARAÚJO, A.; MATSUOKA, E.; UNG, J.; HILSDORF, W.; SAMPAIO, M. Logística reversa no e-commerce: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v.20, n.2, p.303-320, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

BAQUERO, M. **Pesquisa quantitativa nas Ciências Sociais**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

BARBU, C.; NEGULESCU, N.; BARBU, I. A Theoretical Study between the Two Environmental Management Systems: Eco Management Audit Scheme -Emas - And ISO 14000. **Journal of Environmental Management & Tourism**, v.3, n.2, p.59-69, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.

BELBOOM, S.; DIGNEFFE, J.; RENZONI, R.; GERMAIN, A.; LEONARD, A. Comparing technologies for municipal solid waste management using life cycle assessment methodology: a Belgian case study. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.18, n.8, p.1513-1523, 2013.

BELL, J.; AUTRY, C.; MOLLENKOPF, D.; THORNTON, L. A Natural Resource Scarcity Typology: Theoretical Foundations and Strategic Implications for Supply Chain Management. **Journal of Business Logistics**, v.33, n.2, p.158-166, 2012.

BESIOU, M.; PATROKLOS, G.; VAN WASSENHOVE. Official recycling and scavengers: Symbiotic or conflicting? **European Journal of Operational Research**, v.218, n.2, p.563-576, 2012.

BIALOSKORSKI, S. Governança e Perspectivas do Cooperativismo. 2009. Disponível em http://www.fundace.org.br/cooperativismo/artigos_academicos.php. Acesso em mai/ 2013.

BORCHARDT, M.; SELLITTO, M.; PEREIRA, G.; GOMES, L. Devising ecodesign guidelines in the furniture industry based on a cluster analysis. In **ERSCP-EMSU Conference**, Delft, The Netherlands, 2010. Anais... The Netherlands: ERSCP-EMSU, 2010.

BOWERSOX, D.; COOPER, B.; CLOSS, D. **Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookmann, 2006.

BRUCE, N.; FOUTZ, N.; KOLSARICI, C. Dynamic Effectiveness of Advertising and Word-of-Mouth in the Sequential Distribution of Short Life Cycle Products. **Journal of Marketing Research**, v.49, n.3, p.435-51, 2012.

CAMPOS, H. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. **Resources, Conservation and Recycling**. *In Press, Corrected Proof*, 2013.

CARMO, M.; OLIVEIRA, J. The Semantics of Garbage and the organization of the recyclers: Implementation challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Resources, Conservation & Recycling**, v.54, n.12, p.1261-1268, 2010.

CHAVES, G.; BATALHA, M. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da logística reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.423-434, 2006.

CHEN, M. (Org.); JHABYALA, R.; KANBUR, R.; RICHARDS, C. **Membership Based Organizations of the Poor: Concepts, Experience and Policy**. Routledge. New York: 2007.

Compromisso Empresarial para Reciclagem - **CEMPRE**. São Paulo. Disponível em <http://www.cempre.org.br>. Acesso em ago/2012.

CRESWELL, J. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CRUZ, S.; PAULINO, S.; Apropriação local de recursos dos projetos dos do mecanismo de desenvolvimento limpo nos aterros sanitários no município de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v.16. n.1, p.117-140, 2013.

DE BRITTO, M.; DEKKER, R. **Reverse Logistics – a framework**. Disponível em. <<http://www.clrb.com.br/site/login.asp?r=publicacoes.asp>>. Acesso em maio/2013.

DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. Gestão compartilhada de resíduos sólidos: avanços e desafios para a sustentabilidade. In: **XXXI ENANPAD**, Rio de Janeiro, 2007. Anais... Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

DEMAJOROVIC, J.; HUERTAS, M.; BOUERES, J.; SILVA, A.; SOTANO, A. Logística Reversa: Como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares? **RAE: Revista de Administração de Empresas**, v.52, n.2, p.165-178,2012.

DEMAJOROVIC, J.; MIGLIANO, J. Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. **Gestão & Regionalidade**, v.29, n.87, p.64-80, 2013.

DEMIRBAS, A. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. **Energy Conversion and Management**, v.52, p.1280-1287, 2011.

DOWLATSHAHI, S. A framework for the role of warehousing in Reverse Logistics. **International Journal of Production Research**, v.50, n.5, p.1265-1277, 2011.

FAHIMNIA, B., SARKIS, J., DEGHANIAN, F., BANIHASHEMI, N., & RAHMAN, S. (). The impact of carbon pricing on a closed-loop supply chain: an Australian case study. **Journal of Cleaner Production**, v.59, n.2, 210-225, 2013.

FANG-YUAN, C. Managers Views on Environmental Management: An Examination of the Taiwanese Airline Industry. **Journal of Sustainable Development**, v.6, n.1, p.65-75, 2013.

FERGUTZ, O.; DIAS, S.; MITLIN, D. Developing urban waste management in Brazil with waste picker organizations. **Environment and Urbanization**, v.23, n.2, p.597-608. 2011

FIGUEIRÓ, P. **A Logística Reversa vista sob duas perspectivas na cadeia de suprimentos**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

FLEURY, A.; MELLO, C.; NAKANO, D.; TURRIONI, J.; HO, L.; MORABITO, R.; MARTINS, R.; PUREZA, V. in MIGUEL, P. (Org.), **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. Disponível em <<http://www.fepam.rs.gov.br>> Acesso em jan/2013.

GENCHEV, E.; RICHEY, G.; GABLER, B. Evaluating reverse logistics programs: suggested process formalization. **International Journal of Logistics Management**, v.22, n.2, p.242-263, 2011.

GENCHEV, S.; LANDRY, T.; DAUGHERTY, P.; ROATH, A. Developing Reverse Logistics Programs: A Resource Based View. **Journal of Transportation Management**, v.21, n.1, p.7-27, 2010.

GENCHEV, S.; RICHEY, R.; GABLER, C. Evaluating reverse logistics programs: a suggested process formalization. **The International Journal of Logistics Management**, v.22, n.2, p.242-263, 2011.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1996.

GONÇALVES, M.; MARINS, F. Logística Reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v.13, n.3, p.397-410, 2006.

GONZÁLEZ-BENITO, J. The effect of manufacturing proactivity on environmental management: an exploratory analysis. **International Journal of Production Research**, v.46, n.24, p.7017-7038, 2008.

GONZÁLEZ-BENITO, J.; GONZÁLEZ-BENITO, O. A review of the determinant factors of environmental proactivity. **Business Strategy and the Environment**, v.15, n.2, p.87-102, 2006.

HADEN, S.; OYLER, J.D.; HUMPHREYS, J. H. Historical, practical, and theoretical perspectives on green management: An exploratory analysis. **Management Decision**, v.47, n.7, p.1041-1055, 2009.

HAGGAR, S. **Sustainable Industrial Design and Waste Management: Cradle-to-Cradle for Sustainable Development**. USA: Elsevier Academic Press, 2010.

HAO, H.; WU, X.; LI, H. Research on Mode of after-Sale Reverse Logistics Operation of Auto Maintenance Industry Based on Time Window. **Applied Mechanics and Materials**, v.121, n.8, p.4635-4639, 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>> Acesso em jun/2013.

JABBOUR, C.; TEIXEIRA, A.; JABBOUR, A.; FREITAS, W. “Verdes e competitivas?": a influência da gestão ambiental no desempenho operacional de empresas brasileiras. **Ambiente e sociedade**, v.15, n.2, p.151-172, 2012.

JACK, E.; POWERS, T.; SKINNER, L. Reverse logistics capabilities: antecedents and cost savings. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.40, n.3, p.228-246, 2010.

JACOBI, P.; BESEN, G. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, p.135-158, 2011.

KADEL, N. **Logística reversa para substituição de combustíveis na indústria cimenteira por coprocessamento em forno de clínquer.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2012.

KERAMITSOGLOU, K.; TSAGARAKIS, K. Public participation in designing a recycling scheme towards maximum public acceptance. **Resources, Conservation and Recycling**, v.70, n.1, p.55-67, 2013.

KINLAW, D. C. **Empresa competitiva e ecológica: desempenho sustentado na era ambiental.**São Paulo: Makron Books, 1997.

KINNAMAN, T. Determining the socially optimal recycling rate. **Resources, Conservation and Recycling**, In Press, Corrected Proof, 2013.

KOCHE, J. **Fundamentos de Metodologia Científica.**14 ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

KRAEMER, M. A questão ambiental e os resíduos industriais. **In: XXV ENEGEP** Porto Alegre, 2005, Anais... Porto Alegre: ENEGEP, 2005.

KURNIAWANA, B.; OLIVEIRA, J.; PREMAKURAMARAC, D.; NAGAISHID, M. City-to-city level cooperation for generating urban co-benefits: the case of technological cooperation in the waste sector between Surabaya (Indonesia) and Kitakyushu (Japan). **Journal of Cleaner Production**, v.58, n.1, p.43–50, 2013.

LAMBERT, D.; CROXTON, K.; GARCÍA-DASTUGUE, S. The role of logistics managers in the cross-functional implementation of supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v.29, n.1, p.113-133, 2008.

LEITE, P. **Logística Reversa: Meio Ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LIANG, S.; ZHANG, T. Comparing urban solid waste recycling from the viewpoint of urban metabolism based on physical input–output model: A case of Suzhou in China. **Waste Management**, v.32, n.1, p.220-225, 2012.

LUA, L.; QIB, X.; LIUC, Z. On the cooperation of recycling operations. **European Journal of Operational Research**, v. 233, n.2, p.349–358, 2013.

MENEZES, R.; NEVES, G.; FERREIRA, H. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.2, p.303-313, 2002.

MENIKPURA, S.; SANG-ARUN.; BENGTSSON, J. Integrated Solid Waste Management: an approach for enhancing climate co-benefits through resource recovery. **Journal of Cleaner Production**, v.58, n.1, p.34-42, 2013.

MESFIN, T.; PIETER, VAN, DIJK, M. Private sector participation in solid waste collection in Addis Ababa (Ethiopia) by involving micro-enterprises. **Waste Management & Research**, v.32, n.1, p.79-87, 2014.

MIGUEL, P. (Org.), FLEURY, A; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V.. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MONTEIRO, J.; ZVEIBIL, V.; FIGUEIREDO, C.; MAGALHÃES, A.; MELO, M.; BRITO, J.; ALMEIDA, T.; MANSUR, G. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOREIRA, D. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

NETTO, A. **Metodologia de Pesquisa Científica**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

NOURI, J.; NOURI, N.; MOEENI, M. Development of industrial waste disposal scenarios using life-cycle assessment approach. **International Journal of Environmental Science & Technology**, v.9; n.3, p.417-424, 2012.

PEREIRA, A. (Org); BOECHAT, C.; TADEU, H.; SILVA, J.; CAMPOS, P. **Logística Reversa e Sustentabilidade**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

PEREIRA, G.; YEN-TSANG, C.; MANZINI, R.; ALMEIDA, N. Sustentabilidade socioambiental: um estudo bibliométrico da evolução do conceito na área de gestão de operações. **Produção**, v.21, n.4, p.610-619, 2011.

PIPLANI, R.; SARASWAT, A. Robust optimisation approach to the design of service networks for reverse logistics. **International Journal of Production Research**, v.50, n.5, p.1424-1437, 2012.

POKHAREL, S.; MUTHA, A. Perspectives in reverse logistics: A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v.53, n.2, p.175–182, 2009.

PORTILHO, F. Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo. **Cadernos EBAPE BR**, v.3, n.3, p.1-12, 2005.

RAGHUPATHY, L.; LAKSHMI, A.; CHATURVEDI, A. Secondary resources and recycling in developing economies. **Science of the Total Environment**, v.461–462, n.1, p.830–834, 2013.

RAUT, S.; RALEGAONKAR, R.; MANDAVGANE, S. Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks. **Construction and Building Materials**, v.25, n.10, p.4037-4042, 2011.

REIS, S.; REIS, M.; VASCONCELOS, V.; JORDÃO, E. Elementos para uma abordagem sistemática da gestão de resíduos farmacológicos à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v.2, n.2, p.71-87, 2012.

RIBEIRO, H.; BESEN, G. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - INTERFACEHS**, v.2, n.4, p.1-18, 2007.

RODRIGUEZ, G. ALEGRE, F. MARTINEZ, G. Evaluation of environmental management resources (ISO 14001) at civil engineering construction worksites: A case study of the community of Madrid. **Journal of Environmental Management**, v.92, n.7, p.1858–1866, 2011.

ROESCH, S. **Projeto de Estágio do Curso de Administração: guias para pesquisa, projeto, estágio e trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Atlas, 1996.

ROGERS, D.; MELAMED, B.; LEMBKE, R. Modeling and Analysis of Reverse Logistics, **Journal of Business Logistics**, v.33, n.2, p.107-117, 2012.

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

SAHU, K.; AGRAWAL, A. Problems prospects and current trends of copper recycling in India: An overview. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.7, p.401-416, 2010.

SARKIS, J.; BAI, C. Flexibility in reverse logistics: a framework and evaluation approach. **Journal of Cleaner Production**, v.47, p.306-318, 2013

SARKIS, J.; HELMS, M.; HERVANI, A. Reverse Logistics and Social Sustainability. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v.17, n.6, p.337-354, 2010.

SCHULTMANN, F.; ZUMKELLER, M. Modeling reverse logistic tasks within closed-loop supply chains: an example from the automotive industry. **European Journal of Operational Research**, v.171, n.3, p.1033-1050, 2006.

SEKERKA, L.; STIMEL, D. Embracing waste as a resource: Insights from the informal sector. **Management Research Review**, v.37, n.3, p.2-2, 2014.

SELLITTO, M.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G.; GOMES, L. Environmental performance assessment of a provider of logistical services in an industrial supply chain. **Theoretical Foundations of Chemical Engineering**, v.46, n.6, p.691-703, 2012.

SISINNO, C. Non-inert industrial solid waste disposal in landfill dumps: evaluation of toxicity and implications for the environment and human health. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, n.2, p.369-374, 2003.

SKINNER, L.; BRYANT, P.; RICHEY, R. Examining the impact of reverse logistics disposition strategies. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.38, n.7, p.518-539, 2008.

SOUZA, M.; PAULA, M.; SOUZA-PINTO, H. The role of recycling cooperatives in the reverse channel for postconsumer recyclables. **Revista de Administração de Empresas**, v.52, n.2, p.246-262, 2012.

SRIVASTAVA, S. Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. **International Journal of Management Reviews**, v.9, n.1, p.53-80, 2007.

SRIVASTAVA, S.; SRIVASTAVA, R. Managing product returns for reverse logistics. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.36, n.7, p.524-546, 2006.

STEVEN, M. Networks in reverse logistics. In: DYCHOFF, H; LACKES, R.; REESE, J. (org.) **Supply Chain management and reverse logistics**. Berlim: Springer, 2004.

STOCK, J.; MULKI, J. Product returns processing: an examination of practices of manufacturers, wholesalers/distributors, and retailers. **Journal of Business Logistics**, v.30, n.1, p.33-52, 2009.

SUNDIN, E.; ELO, K.; LEE, H. Design for automatic end-of-life processes. **Assembly Automation**, v.32, n.4, p.389-398, 2012.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira.** São Paulo: Atlas, 2005.

TIMLETT, R.; WILLIAMS, I. The ISB Model (Infrastructure, Service, Behaviour): A Tool for Waste Practitioners. **Waste Management**, v.31. n.6, p.1381-1392, 2011.

TIRADO-SOTO, M.; ZAMBERLAN, F. Networks of recyclable material waste-picker's cooperatives: An alternative for the solid waste management in the city of Rio de Janeiro. **Waste Management**,v.33, n.4, p.1004-1012, 2013.

WRIGHT R.; RICHEY, R.; TOKMAN, M.; PALMER, J. Recycling and Reverse Logistics. **Journal of Applied Business and Economics**, v.12, n.5, p.9-20, 2011.

YANG, M.; HONG, P.; MODI, S. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v.129. n.2, p.251-261, 2011.

ZARANDI, M.; SISAKHT, A.; DAVARI, S. Design of a closed-loop supply chain (CLSC) model using an interactive fuzzy goal programming. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.56, n.5-8, p.809-821, 2011.

ZVEIBIL, V.; FIGUEIREDO, C; MAGALHÃES, A; MELO, M.; BRITO, J.; ALMEIDA, T; MANSUR, G; MONTEIRO, J. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.