

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

FREDERICO PESSANHA GOMES

**PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO DE REDE LOGÍSTICA REVERSA PARA A
COLETA DE RESÍDUOS DO SETOR MOVELEIRO DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

CURITIBA

2011

FREDERICO PESSANHA GOMES

**PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO DE REDE LOGÍSTICA REVERSA PARA A
COLETA DE RESÍDUOS DO SETOR MOVELEIRO DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ubiratã Tortato

CURITIBA

2011

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

G633p 2011	<p>Gomes, Frederico Pessanha</p> <p>Proposta de configuração de rede logística reversa para a coleta de resíduos do setor moveleiro da região metropolitana de Curitiba / Frederico Pessanha Gomes ; orientador, Ubiratã Tortato. – 2011. 87 f. : il. ; 30 cm</p> <p>Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011 Bibliografia: f. 75-83</p> <p>1. Logística. 2. Indústria de móveis. 3. Resíduos industriais. 4. Curitiba, Região Metropolitana de (PR). I. Tortato, Ubiratã. II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.</p> <p>CDD 20. ed. – 658</p>
---------------	---

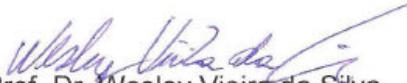
TERMO DE APROVAÇÃO

**PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO DE REDE LOGÍSTICA REVERSA
PARA A COLETA DE RESÍDUOS DO SETOR MOVELEIRO DA REGIÃO
METROPOLITANA DE CURITIBA**

Por

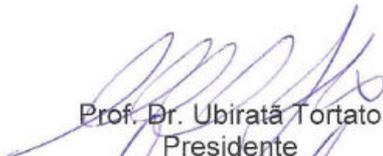
FREDERICO PESSANHA GOMES

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Administração, área de concentração em Administração Estratégica, do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

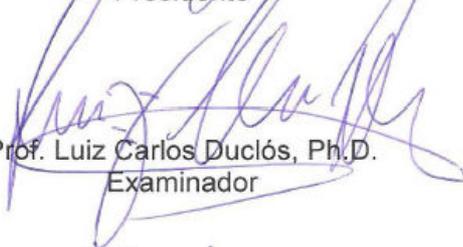


Prof. Dr. Wesley Vieira da Silva

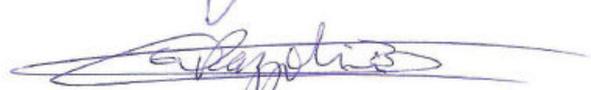
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração



Prof. Dr. Ubiratã Tortato
Presidente



Prof. Luiz Carlos Duclós, Ph.D.
Examinador



Prof. Dr. Edelvino Razzolini Filho
Examinador

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ubiratã Tortato, meu orientador, por compartilhar sua experiência e prover o suporte necessário à realização desta pesquisa.

As agências de fomento à pesquisa: Capes e CNPq pelo apoio material sem o qual não seria possível efetivar o mestrado.

Ao Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná - Simov e ao grupo de trabalho responsável pela elaboração do Projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos, pelo acesso às fontes de pesquisa e compartilhamento de seu conhecimento prático.

Aos meus familiares por todo apoio e carinho.

RESUMO

As questões ambientais têm chamado a atenção de diversos setores da sociedade. Com o crescimento da economia, o aumento da competitividade e a maior conscientização dos consumidores, a variável ambiental ganha cada vez mais relevância. As organizações, nesse novo contexto, passam a adotar uma nova orientação incorporando a variável ambiental em suas decisões estratégicas, como forma de obter vantagem competitiva. Em busca de avanços quanto a práticas de sustentabilidade, as indústrias de móveis da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) se uniram em um projeto para viabilizar a criação de uma Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos para o setor. O objetivo principal deste trabalho é elaborar uma proposta de configuração de rede logística reversa de distribuição para o sistema de coleta, processamento e recuperação de resíduos do pólo moveleiro da RMC, ajudando dessa forma a viabilizar o projeto da Central de Resíduos. O trabalho foi estruturado em cinco partes, a primeira faz uma introdução ao tema; na segunda é apresentada a fundamentação teórico-empírica, abordando temas como sustentabilidade empresarial; logística reversa; modelagem de redes logísticas reversas; e aspectos relativos ao problema dos resíduos na indústria moveleira. A terceira parte apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, que no caso é caracterizada como um estudo de caso tendo a pesquisa-ação como principal estratégia de coleta de dados. A quarta parte evidencia a apresentação e análise dos resultados obtidos a partir da pesquisa empírica e a quinta trata das considerações finais e das recomendações para realização de pesquisas futuras. Para a formatação da proposta de configuração da rede adaptou-se o modelo de rede reversa de recuperação de resíduos, proposto por Fleischmann (2001). Como principal produto deste trabalho tem-se a proposta de configuração da rede reversa para os resíduos do pólo moveleiro da RMC, que também pode ser adaptada para a estruturação de redes similares. Como conclusão, entre outras, verificou-se que os modelos de configuração genéricos de redes reversas, encontrados na literatura, não eram totalmente aderentes ao contexto e as necessidades do pólo moveleiro da RMC, sendo necessário o desenvolvimento de uma proposta de configuração específica aplicável ao caso em questão.

Palavras-chave: Logística reversa. Resíduos da indústria moveleira. Configuração de rede reversa de resíduos.

ABSTRACT

Environmental issues have drawn attention from various sectors of society. With a growing economy, increased competitiveness and greater consumer awareness, the environmental variable is gaining increasing relevance. Organizations in this new context start to adopt a new approach incorporating the environmental variable in their strategic decisions as a way of gaining competitive advantage. In search of new advances in the practice of sustainability, furniture industries in the Metropolitan Area of Curitiba (RMC) joined in a project for the creation of a Waste Treatment and Recycling Facility for the sector. The main objective of this work is to develop a network configuration proposal for the reverse logistics distribution system for collecting, processing and retrieval of waste from the furniture industry of the RMC, thereby helping to implement the project of the Waste Treatment and Recycling Facility. The work was divided into five parts, the first is an introduction to the subject, the second is presented as a theoretical and empirical review, addressing topics such as corporate sustainability, reverse logistics, reverse logistics network modeling, and aspects of the problem of waste in furniture industry. The third part presents the methodological procedures adopted in the research, which in this case is characterized as a case study with “action research” as the main strategy for data collection. The fourth section highlights the presentation and analysis of results from empirical research and the fifth deals with conclusions and recommendations for conducting future research. For the formatting of the network configuration it was adapted the network model of reverse recovery of waste proposed by Fleischmann (2001). As the main product of this work it has been proposed a reverse network configuration for the waste of RMC's furniture industry, which can also be adapted to structure similar networks. In conclusion, among others, it was found that the models of generic reverse network configurations, found in the literature, were not fully adherent to the context and needs of the furniture hub of the RMC, which required the development of a configuration proposal applicable to the particular case.

Keywords: Reverse logistics. Waste of furniture industry. Waste reverse network configuration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logística reversa - área de atuação e etapas reversas	28
Figura 2 - Cadeia tradicional e cadeia de retornos.....	31
Figura 3 - Estrutura da distribuição reversa	35
Figura 4 - Usina de resíduos do CETEC em Arapongas-PR.....	46
Figura 5 - Unidade piloto de reaproveitamento do pólo de Ubá-MG	50
Figura 6 - Representação da localização do mercado fornecedor potencial.....	65
Figura 7 - Elementos da rede de distribuição reversa	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resíduos gerados pela indústria moveleira da RMC	61
Tabela 2 - Destino dos resíduos da central	63
Tabela 3 - Resíduos gerados pelo mercado fornecedor potencial	63
Tabela 4 - Componentes e funções da configuração de rede reversa de resíduos ..	69
Tabela 5 - Dados necessários para aplicação da CRRR	71

LISTA DE ABREVIATURA DE SIGLAS

ABNT	-Associação Brasileira de Normas Técnicas
APL	-Arranjos Produtivos Locais
CEMPRE	-Compromisso Empresarial para Reciclagem
CMMAD	-Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas
COMEC	-Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONAMA	-Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRRR	-Configuração de Rede Reversa de Recuperação
FAO	-Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FIEP	-Federação das Indústrias do Estado do Paraná
GEETS	-Gestão Estratégica de Empreendimentos Tecnológicos Sustentáveis
IAP	-Instituto Ambiental do Paraná
INTERSIND	-Sindicato Intermunicipal das Indústrias do Mobiliário de Ubá
ITB	-Instalações de Transbordo
ITR	-Instalações de Reciclagem
LR	-Logística Reversa
MDF	- <i>Medium Density Fiberboard</i>
MMCG	-Modelo de Múltiplos Centros de Gravidade
ONG	-Organização Não Governamental
OSCIP	-Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público
PGRS	-Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PNRS	-Política Nacional de Resíduos Sólidos
PUCPR	-Pontifícia Universidade Católica do Paraná
RBV	- <i>Resource Based View</i>
REVLOG	- <i>The International Working Group on Reverse Logistics</i>
RMC	-Região Metropolitana de Curitiba
SCM	- <i>Supply Chain Management</i>
SEMA	-Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SIMOV	-Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do

Paraná

SENAI-PR	-Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná
SINDIBEBIDAS	-Sindicato das Indústrias de Bebidas do Estado do Paraná
SINDICAL	-Sindicato das Indústrias de Cal do Estado do Paraná
UDF	-Unidade de Disposição Final

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	12
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	16
1.3.1 Objetivo geral	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA.....	17
1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	19
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA	21
2.1 SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL.....	21
2.1.1 Sustentabilidade e estratégia empresarial	22
2.2 A LOGÍSTICA REVERSA.....	25
2.2.1 A logística reversa e sua função estratégica	28
2.2.2 As redes de logística reversa	30
2.3 MODELAGEM DE REDES LOGÍSTICAS REVERSAS.....	31
2.3.1 As redes reversas para resíduos na literatura	32
2.3.2 O problema de localização das instalações	36
2.3.3 Modelagem matemática de redes logísticas	37
2.4 O PROBLEMA DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA MOVELEIRA	38
2.4.1 Resíduos industriais	38
2.4.2 Resíduos da indústria moveleira	40
2.4.3 Geração e aproveitamento de resíduos	42
2.5 AS CENTRAIS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA BRASILEIRA	44
2.5.1 O caso do pólo moveleiro de Arapongas-PR	45
2.5.2 O caso do pólo moveleiro de Ubá-MG	48
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	52
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	52
3.2 PLANO DE ESTUDO	53
3.3 COLETA DE DADOS	54

3.3.1 Fontes secundárias	54
3.3.2 Fontes primárias	54
3.4 PROJETO DE CRIAÇÃO DA CENTRAL DE TRATAMENTO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS NO PÓLO MOVELEIRO DA RMC	55
3.4.1 Histórico de desenvolvimento do projeto	57
3.4.2 O projeto	60
3.4.3 Mercado fornecedor potencial de resíduos para a central	63
3.4.4 Localização do mercado fornecedor potencial	64
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	66
4.1 PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO DE REDE REVERSA PARA O PÓLO MOVELEIRO DA RMC	66
4.1.1 Caracterização dos componentes da rede	66
4.1.2 Identificação de variáveis a serem contempladas na aplicação da configuração de rede reversa de resíduos	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	72
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	73
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICES	84

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por finalidade apresentar o tema ao leitor contextualizando-o, bem como explicitar os objetivos deste estudo, sua justificativa teórica e prática, suas limitações, além da forma como a dissertação encontra-se estruturada.

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

É crescente a valorização das questões ambientais no segmento empresarial, preocupando-se em atender às novas exigências regulatórias decorrentes da imposição do mercado e da sociedade como um todo. O foco restrito nos aspectos econômicos, que antes praticamente monopolizava o processo de planejamento, tem sido complementado por um conceito mais abrangente de sustentabilidade empresarial, em que os objetivos financeiros são congruentes às iniciativas de redução dos impactos indesejáveis ao meio ambiente (STROBEL; CORAL; SELIG, 2004).

Atendendo a essa necessidade, organizações de todo o mundo têm demonstrado publicamente quais são suas diretrizes e propósitos de sustentabilidade empresarial de longo prazo com o objetivo de se perpetuar, contribuir para o desenvolvimento da sociedade e reduzir os impactos causados por suas atividades, colaborando assim com a construção de uma sociedade mais sustentável. Ações com objetivo de preservar o meio ambiente, antes realizadas isoladamente, hoje já são mais comuns e frequentes. A conscientização da sociedade tem obrigado as organizações a incorporar padrões e desenvolver estratégias que sejam compatíveis com a sustentabilidade ambiental, com vistas a colaborar para a diminuição da poluição e para minimizar os impactos nos recursos naturais, cada vez mais escassos.

Esse processo de conscientização da sociedade implica também no desenvolvimento de uma legislação coerente com as formas de produção e consumo sustentáveis, que objetivam minimizar os impactos das atividades produtivas no meio ambiente. Uma das regulamentações importantes sobre o tema

no Brasil é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei 12.305/2010, que após 21 anos em discussão foi sancionada em Agosto de 2010. A PNRS surgiu da necessidade de uma definição clara das diretrizes e dos instrumentos aplicáveis aos resíduos sólidos, e traz consigo mudanças significativas na maneira de destinação final dos resíduos sólidos.

A indústria, neste contexto, deve estar inteirada sobre as questões ambientais, verificando o quanto seu processo produtivo impacta o meio ambiente, positiva ou negativamente, além de verificar o quanto é desperdiçado neste processo. É necessário que o uso da matéria-prima seja controlado, buscando um melhor aproveitamento, e que durante o processo o desperdício seja menor, gerando menos resíduos e minimizando os impactos ambientais.

A partir da estruturação dos Arranjos Produtivos Locais (APL) Madeira-Móveis em diversas regiões do país, as indústrias moveleiras começam a se articular para discutir os principais desafios comuns que precisam enfrentar para elevar o crescimento do setor. Dentre eles, a questão da sustentabilidade ambiental como valor corporativo tem sido indicado como um dos mais importantes, tanto para reduzir as perdas e os riscos na atividade, como para aumentar a rentabilidade e atingir novos segmentos de mercado (AZEVEDO; NOLASCO, 2009).

Em busca de avanços quanto a práticas de sustentabilidade, as indústrias de móveis da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) se uniram em um projeto para viabilizar a criação de uma Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos para o setor. Sendo que além dos benefícios ambientais, o projeto tem o objetivo de aumentar a competitividade das empresas. As unidades de gerenciamento de resíduos vêm sendo criadas em muitos países, inclusive no Brasil, haja vista a necessidade de reduzir, reciclar ou reutilizar e valorizar resíduos; reduzir os custos de tratamento e disposição final; e orientar quanto ao manejo adequado, além de buscar uma melhoria contínua (PIRES, 2007).

A ideia da criação de uma Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos para atender as empresas da RMC começou em 2009, quando representantes de diversas instituições se reuniram para discutir a estrutura básica do projeto. A pedido do Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná (SIMOV), a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), por meio do Conselho Setorial da Indústria Moveleira e com suporte técnico do SENAI-PR, passou a apoiar a proposta e a coordenar o projeto que atualmente encontra-se em fase de

desenvolvimento.

Esta iniciativa conta com o acompanhamento da equipe do projeto CAPES, Edital Pró-engenharias, denominado Gestão Estratégica de Empreendimentos Tecnológicos Sustentáveis (GEETS). Este projeto tem por objetivo a promoção da gestão estratégica de empreendimentos tecnológicos sustentáveis, contemplando a interação entre as estratégias de inovação, aplicação de tecnologias e os referenciais de sustentabilidade.

O projeto de criação de uma unidade de reciclagem e gerenciamento de resíduos vem ao encontro das necessidades do Pólo Moveleiro da RMC, permitindo formas mais adequadas e seguras de reaproveitamento, reciclagem, tratamento e destinação final, de forma que os resíduos possam se tornar matéria-prima de um novo processo produtivo e sejam minimizados os impactos ao meio ambiente. Nesse sentido, verifica-se que a logística reversa tem ampla aplicação no que tange à gestão de resíduos sólidos.

Leite (2003) destaca que a reciclagem tornou-se uma importante atividade econômica, devido ao seu baixo impacto ambiental, denominado de “canal reverso de valorização”. E, segundo esse mesmo autor, para que a reciclagem possa ser aplicada de forma eficiente, é necessário que existam certas condições:

- a) facilidade de transporte;
- b) facilidade de desmontagem (sem necessidade de equipamentos especiais);
- c) facilidade para a remanufatura;
- d) facilidade de separação das partes importantes após sua coleta;
- e) facilidade de extração do material constituinte dos produtos;
- f) manutenção de suas propriedades e características originais quando reciclados;
- g) possibilidade de substituição total ou parcial de matérias-primas virgens.

Dentro do campo de atuação da logística reversa, encontram-se as seguintes atividades principais: estudo de localização de plantas, planejamento da produção e controle de estoques, sistemas e tecnologias de informação, estudo dos canais reversos de distribuição, estudo das oportunidades oriundas da legislação de gerenciamento de resíduos, reuso direto de produtos, remanufatura, reparo,

reciclagem e estudo da destinação dos materiais recolhidos (REVLOG, 2010). Sendo que, várias dessas atividades são aplicáveis ao estudo em questão.

A elaboração da estratégia logística é extremamente complexa e exige uma metodologia capaz de captar e resolver a essência do problema, mas deve se preocupar também em manter simplicidade suficiente para haver praticidade (MARTEL; VIEIRA, 2008).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Enquanto o enunciado do tema é uma proposição mais abrangente, o problema de pesquisa assume um caráter de especificidade, pois deve ter a capacidade de isolar a dificuldade associada ao tema, ou seja, deve indicar exatamente qual a dificuldade que se pretende resolver.

Conforme Marconi e Lakatos (2005), definir um problema significa especificá-lo em detalhes precisos e exatos. Na formulação de um problema deve haver clareza, concisão e objetividade, pois a colocação clara do problema pode facilitar a construção da hipótese central. O problema deve ser levantado e formulado, de preferência em forma interrogativa.

Segundo Yin (2005), o estudo de caso é utilizado nas situações em que se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Sendo que existem seis fontes de evidências que podem ser usadas em estudo de caso: entrevistas, registros em arquivo, pesquisa documental, observação direta e participante.

Para a presente dissertação, que adota o estudo de caso como estratégia de pesquisa, o problema foi definido da seguinte forma:

Como adaptar o modelo genérico de rede logística reversa, proposto por Fleischmann (2001), à configuração da rede logística reversa a ser implantada para atendimento do setor moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos desta pesquisa definem o que se pretende obter, e o propósito para qual o estudo foi elaborado. Creswell (2007) declara que a descrição do objetivo é a parte mais importante de um estudo e deverá ser clara e concisa, sendo este subdividido em geral e os específicos.

1.3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral propor uma configuração de rede logística reversa para o sistema de coleta, processamento e recuperação de resíduos gerados pelo setor moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral definido anteriormente, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) realizar revisão da literatura sobre logística reversa, com ênfase em modelagem de redes reversas;
- b) identificar as variáveis a serem contempladas na proposta da configuração da rede reversa;
- c) identificar os elementos necessários para a determinação da localização dos componentes da rede.

A seguir, são apresentadas as justificativas teóricas e práticas para a elaboração do presente trabalho, ou seja, qual a sua contribuição para as empresas do setor moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba, bem como para o enriquecimento da teoria que o cerca.

1.4 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA

Nesta fase da pesquisa, busca-se justificar a razão da escolha do tema e a sua importância para o desenvolvimento da área em questão, tanto em termos acadêmicos quanto nos seus aspectos de utilidade para a sociedade. De acordo com Salomon (2001) as justificativas de um trabalho devem conter a defesa, onde se descreve o motivo principal para a sua execução, assim como a exposição dos interesses envolvidos, onde busca-se fornecer ao leitor uma ideia da importância acerca do tema pesquisado.

Em um contexto onde os recursos naturais e as instalações de disposição final de resíduos são finitos, a recuperação de produtos e materiais usados é fundamental para suportar o crescimento da população e os incrementos nos níveis de consumo (FLEISCHMANN, 2001). Até bem pouco tempo atrás, as preocupações com a recuperação de produtos se restringiam às perdas internas e as sobras dos processos de produção, que eram tratadas como problemas de engenharia e, com menor importância relativa, nas preocupações com o *marketing* relacionado com questões de pós-venda, como a manutenção de produtos com defeito e assistência técnica. Somente num passado recente a necessidade de investigar os aspectos logísticos envolvendo o reuso e a reciclagem vem sendo reconhecida pelo mercado e pela academia, como atividade estratégica, porém ainda pouco estudada.

Com o crescimento da economia, o problema dos resíduos vem se tornando oneroso e complexo em função dos grandes volumes gerados e do aumento da variedade de resíduos. Os resíduos do setor moveleiro, quando não tratados devidamente, podem provocar importantes impactos ambientais, sendo que tais impactos são potencializados nas zonas urbanas, densamente povoadas, onde grande parte do setor moveleiro da RMC se encontra.

Tais resíduos podem passar quase que despercebidos, diluídos nos grandes volumes de lixo doméstico existente. Por outro lado, se bem gerenciados, podem tornar-se fonte adicional de receitas para as organizações, colaborando dessa forma, para sua sustentabilidade econômico-financeira. A proposta de uma configuração de rede reversa que permita o reaproveitamento desses resíduos contribuirá para a solução do problema, reduzindo as disposições clandestinas de resíduos do setor moveleiro, minimizando os impactos ambientais resultantes do

processo produtivo e ainda contribuindo para a sustentabilidade econômico-financeira das organizações participantes.

A organização e gerenciamento das atividades de logística reversa envolvem desafios diferentes dos enfrentados pela rede logística direta. Além disso, o tipo de reciclagem e os atores envolvidos conferem características muito particulares a este sistema logístico. No caso dos materiais recicláveis, como o valor da carga é baixo, o impacto dos custos logísticos, principalmente custos de transportes, é significativo.

Um fator que afeta diretamente o tempo e o custo de transporte é o posicionamento geográfico da matéria-prima em relação ao ponto de processamento, devendo ser levado em consideração a localização dos clientes e fornecedores, o volume transportado e a taxa de transporte, dentre outras variáveis, para a identificação do melhor local de instalação das unidades produtivas (BERTAGLIA, 2005). Sendo assim, o problema da identificação da configuração de rede reversa mais adequada ao caso, tem grande relevância para o projeto da Central de Tratamento de Resíduos do setor moveleiro da RMC.

A indústria moveleira brasileira possui poucos estudos sobre as estratégias logísticas aplicáveis ao seu contexto de negócio, mais especificamente relacionados à logística reversa dos resíduos decorrentes de seu processo produtivo, necessitando, portanto, de mais aprofundamento sobre o tema. Durante a fase de escolha do problema e objetivos de pesquisa, foram realizadas diversas pesquisas em livros, periódicos e Anais de eventos nacionais e internacionais, sendo que os resultados demonstraram, comparando-os com a literatura disponível sobre canais de distribuição diretos, uma relativa escassez de referencial teórico disponível sobre redes reversas de distribuição, em especial, sobre redes reversas de resíduos.

Trabalhos como de Anastácio (2003) e Ramos Filho (2005), abordam, respectivamente, o desenvolvimento de sistemática para estruturar uma rede logística reversa e o problema de localização de pontos de coleta em uma rede reversa, porém a bibliografia existente não contempla a análise da aplicabilidade de uma configuração de rede reversa a ser utilizada no contexto da indústria moveleira, em especial em zonas urbanas densamente povoadas e com grande concentração de pequenas e micro empresas, como é o caso da RMC.

O aprofundamento dos conhecimentos sobre logística reversa como canais de distribuição e o estudo de configurações de redes reversas de resíduos, seus fluxo de informações, e suas implicações na cadeia reversa do setor em questão,

contribuirão para o desenvolvimento acadêmico. Tais contribuições se darão por meio do enriquecimento do referencial teórico acerca do tema, subsidiando também a definição de estratégias empresariais que busquem, além da satisfação das regulamentações ambientais vigentes e das pressões sociais, um real desenvolvimento sustentável.

1.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

De acordo com Cervo e Bervian (2004) delimitar uma pesquisa científica, constitui em eleger um tópico que fomente o interesse do pesquisador bem como da comunidade acadêmico-empresarial. Entretanto, ao definir um assunto de pesquisa, não se deve desprezar as limitações que podem incorrer em um trabalho científico. Assim, a presente pesquisa apresenta algumas limitações que podem ser descritas desta forma:

- a) não integram a população alvo da pesquisa as empresas moveleiras com operações na Região Metropolitana de Curitiba que não fazem parte ou não estão filiadas ou associadas ao SIMOV;
- b) apesar de suficientemente complexo, a proposta de configuração não incorpora, evidentemente, todas as variáveis que, direta ou indiretamente, influenciam os resultados dos processos logísticos da rede estudada;
- c) não são avaliados aspectos dos canais reversos, classificados como de pós-venda;
- d) em relação abordagem metodológica, no caso desta pesquisa o estudo de caso, fica limitada a generalização dos resultados para outros setores.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A sequência desta pesquisa encontra-se estruturada em cinco capítulos tal como descritos a seguir:

O **capítulo 1** refere-se à introdução e encontra-se estruturado em seis seções que tratam das seguintes temáticas: A primeira seção traz a apresentação do tema; a segunda seção traz a exposição problema de pesquisa; na terceira seção são definidos o objetivo geral e os objetivos específicos; a quarta seção refere-se às justificativas teóricas e práticas da pesquisa; a quinta seção trata das limitações da pesquisa e a sexta seção conclui o capítulo 1 com a apresentação da estrutura da dissertação;

O **capítulo 2** apresenta a fundamentação teórico-empírica que pode ser dividido nos seguintes tópicos: a primeira seção trata do tema sustentabilidade empresarial; a segunda seção faz uma revisão sobre logística reversa; a terceira seção aborda aspectos referentes a modelagem de redes logísticas reversas; a quarta e a quinta seções tratam de aspectos relativos ao problema dos resíduos na indústria moveleira;

O **capítulo 3** apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, sendo dividido nos seguintes tópicos: a primeira seção explica o delineamento da pesquisa, classificando-a no campo científico de acordo com os aspectos metodológicos nela empregados; a segunda seção explica os procedimentos de coleta e análise de dados e terceira seção apresenta o projeto de criação da Central de Tratamento e Reciclagem do Pólo Moveleiro da RMC;

O **capítulo 4** evidencia a apresentação e análise dos resultados obtidos a partir da pesquisa empírica;

O **capítulo 5** trata das considerações finais e das recomendações para realização de pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórico-empírica, que é considerada uma das etapas mais importantes de uma pesquisa. A revisão da literatura visa buscar sustentação e fundamentos para o desenvolvimento do tema e deve destacar os principais autores e trabalhos sobre a temática, e realizar a ligação entre a teoria e a situação-problema em estudo.

Assim sendo, abordar-se-á um conjunto de conceitos relevantes no tocante à compreensão da relação entre a adoção de estratégias de sustentabilidade, logística reversa, modelagem de redes logísticas e o problema dos resíduos na indústria moveleira.

2.1 SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL

A expressão sustentabilidade empresarial pode ser considerada, de maneira abrangente, como sendo sinônima de desenvolvimento empresarial sustentável, o qual tem como principal objetivo atender as necessidades atuais sem comprometer possibilidades das gerações futuras satisfazerem às suas próprias necessidades (CMMAD, 1987). De forma mais específica, a sustentabilidade empresarial também pode ser encarada como função estratégica, pois endereça aspectos como busca de longevidade, sucesso de longo prazo e comprometimento com os públicos estratégicos da empresa; adicionalmente o conceito de sustentabilidade empresarial reconhece e abrange aspectos econômicos, sociais e ambientais, formando assim o tripé da sustentabilidade (ELKINGTON, 1999).

Segundo esse entendimento, as empresas devem prestar contas, não só aos acionistas e a credores, mas também a seus *stakeholders*, ou seja, as partes interessadas que afetam ou são afetadas pelo alcance dos objetivos da empresa (FREEMAN, 1984). Atualmente, com a potencialização dos meios de informação e interação, proporcionada pela internet e pelas redes sociais, os *stakeholders*, que podem estar presentes em qualquer parte do mundo, têm mais meios disponíveis para expressar suas opiniões e fazer suas reivindicações (SAVITZ; WEBER, 2007).

Sendo relativamente recente, o conceito de sustentabilidade ainda não está completamente consolidado. Ainda não existe consenso em relação a sua definição e à sua aplicabilidade, sendo que no mundo empresarial também o mesmo se encontra em fase de construção e adaptação. Sabe-se, no entanto, que na perspectiva da sustentabilidade empresarial os resultados financeiros não são os únicos e nem mesmo os mais importantes critérios de avaliação do sucesso das organizações. Os impactos econômicos, sociais e ambientais tornam-se informações de suma importância a todos os seus *stakeholders*.

Neste contexto são discutidas as ações de responsabilidade social corporativa (RSC) realizadas pelas empresas. Segundo Carrol (1979) RSC são as expectativas econômicas, legais, éticas e discricionárias que a sociedade possui em relação às empresas em determinado período de tempo. Desta forma, o desenvolvimento sustentável, com foco na sustentabilidade empresarial, pode oferecer inúmeras oportunidades de novos negócios que propiciem ao mesmo tempo viabilidade econômica e ganhos sócio-ambientais.

Embora o tema ainda sugira mudança de paradigma, não se espera que esta ocorra rapidamente. Ao contrário, trata-se muito mais de um processo de longo prazo em que as organizações incorporarão mecanismos em suas estratégias de acordo com seus recursos disponíveis e as demandas da sociedade em geral. Antes da década de 1990, desempenho econômico e preservação do meio ambiente eram vistos como conceitos antagônicos e de difícil conciliação.

A partir da década 1990 passaram a ganhar mais visibilidade no mundo empresarial, ideias de que os investimentos ambientais não necessariamente atrapalham sua competitividade, podendo, ao contrário, potencializá-la (SHRIVASTAVA, 1995a). É nesta perspectiva de contribuição para a eficiência econômica e sustentabilidade ambiental, que se enquadram os processos de negócio de formulação da estratégia empresarial.

2.1.1 Sustentabilidade e estratégia empresarial

A evolução da inclusão do tema sustentabilidade na formulação da estratégia empresarial começa a ser mais estudada na década de 1990 (BRITO; BERARDI,

2010). Existem estudos que exploraram práticas socioambientais como fontes de vantagem competitiva por meio da legitimação social (SHRIVASTAVA, 1995b; WESTLEY; VREDENBURG, 1996), da redução de obrigações e custos para legalização (SHRIVASTAVA, 1995b) e do desenvolvimento de “melhores práticas” de negócios (SHRIVASTAVA, 1995a; PORTER; VAN DER LINDE, 1995).

Práticas ambientais poderiam ser geradoras de vantagem competitiva por meio de estratégias de baixo custo ou diferenciação conforme as dimensões de competitividade estudadas por Porter (1980). A administração de recursos naturais de forma eficiente e a diminuição de perdas no processo produtivo também são consideradas fontes de diminuição de custos. A pressão regulatória também seria um estímulo à inovação nas empresas, superando a inércia e incentivando a criatividade nas organizações (PORTER; VAN DER LINDE, 1995).

A vantagem em custos é ainda endossada em iniciativas de processos aplicados, como o *ecocentric management* (SHRIVASTAVA, 1995a) e o *design for disassembly* (SHRIVASTAVA, 1995b). A proposta de gestão ecocêntrica faz contraposição ao modelo tradicional, buscando alinhar a gestão empresarial com a gestão de impactos no meio ambiente, sendo uma das consequências a redução na utilização de insumos (SHRIVASTAVA, 1995a). Fruto desse processo, o *design for disassembly* pressupõe o estudo do processo produtivo, propondo produtos que sejam fáceis de desmontar e reciclar (SHRIVASTAVA, 1995b). O resultado é o desenvolvimento de processos e produtos proprietários. O conceito de processo proprietário alinha-se com a lógica da visão baseada em recursos, *Resource Based View* (RBV), que foca os recursos idiossincráticos da empresa como fonte de vantagem competitiva (BARNEY, 1991).

Hart (1995) aplica, então, a RBV no estudo das estratégias ambientais e desenvolve a *Natural-Resource-Based View*. Segundo a *Natural-Resource-Based View*, os desafios mundiais de escassez de recursos naturais serão inevitáveis limitadores da atividade econômica. A capacidade da empresa em lidar com tais restrições leva a um modelo que vai da prevenção à poluição ao desenvolvimento sustentável, passando pelo meticuloso processo de conhecimento de toda a cadeia do produto (BRITO; BERARDI, 2010).

Outras pesquisas empíricas seguem a mesma linha de Hart (1995) incluindo a RBV como forma de avaliação da estratégia ambiental (RUSSO; FOUTS, 1997; SHARMA; VREDENBURG, 1998). As conclusões não se contrapõem as

argumentações de estratégias ambientais como um todo, mas também não concluem pela vantagem competitiva no acesso aos recursos naturais escassos ou pela liderança em processos (HART, 1995). Por outro lado, os estudos reforçam a importância da capacidade da integração dos *stakeholders* como fontes de inovação e aprendizado, por meio da triangulação de informações ambientais (SHARMA; VREDENBURG, 1998).

Buysse e Verbeke (2003) estudaram empresas poluidoras da Bélgica na busca de evidências da ligação entre a gestão de *stakeholders* e estratégias ambientais. Os autores concluem que a gestão de *stakeholders* está relacionada ao desenvolvimento de competências e que a liderança em práticas ambientais não estava relacionada à crescente importância da legislação ambiental, mas a atitudes voluntárias das empresas (BRITO; BERARDI, 2010).

A discussão sobre a formulação de estratégias ambientais passa a analisar a geração de capacidades nas organizações. As capacidades dinâmicas conferem habilidade na renovação de competências de acordo com as mudanças no ambiente e na busca de soluções inovadoras, garantido a competitividade da empresa (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997; TEECE, 2007). O engajamento com os *stakeholders* e a busca de soluções permitiria à empresa desenvolver suas competências dinâmicas, que por fim se manifestam nos produtos e serviços (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

A pressão normativa e legal para a solução de problemas sociais e ambientais leva empresas a adotarem práticas socioambientais para a manutenção da licença de operação das empresas. A busca de melhores práticas e o enquadramento em padrões de operação resulta em um movimento isomórfico (DIMAGGIO; POWELL, 1983) e sem diferenciação. Alguns autores exploram, então, essa combinação de estratégia motivada tanto pela visão baseada em recursos como pelas pressões institucionais (BANSAL, 2005), uma vez que tanto a pressão por padrões mínimos como a pressão por competitividade fazem parte da realidade das empresas.

A crescente complexidade do ambiente passa a impor a necessidade do desenvolvimento de capacidades dinâmicas por meio do portfólio de relacionamentos (VENKATRAMAN; SUBRAMANIAM, 2002). Sob a ótica do portfólio de relacionamentos, as empresas deixam de ser as unidades de análise, e as interações organizacionais passam a ser geradoras de valor e competitividade

(BRITO; BERARDI, 2010).

2.2 A LOGÍSTICA REVERSA

Considerando-se uma perspectiva macroeconômica a logística pode ser entendida como o processo responsável pelo fluxo físico dos materiais no setor industrial, passando pelos vários elos dos canais de distribuição (BOWERSOX; CLOSS, 2006). Nas organizações o termo é utilizado na descrição das atividades relacionadas com os fluxos de entrada de suprimentos e de saída de produtos e tende a ganhar visão integrada entre as empresas à medida que estas planejam suas atividades de forma conjunta, ganhando em eficiência e eficácia.

Para Ballou (2007), a logística busca otimizar os fluxos de informações e materiais desde o ponto de origem até o ponto de destino final, visando assim proporcionar níveis de serviço adequados às necessidades dos clientes/fornecedores e a um custo competitivo. Nesse sentido, vários fluxos como: previsão de demanda, aquisição de suprimentos, serviço ao cliente, processamento de pedidos, embalagem, transporte, distribuição, controle de inventário, armazenagem e estocagem, localização das instalações, movimentação de materiais e peças de reposição, serviços ao cliente, reaproveitamento e remoção de sucata e gestão de devoluções, são considerados como parte da administração logística em uma organização (LAMBERT; STOCK; VANTINE, 1998).

Porém, de acordo com Larson, Poist e Halldorsson (2007), pode-se considerar que a logística tradicional faz parte de um conceito mais amplo de *Supply Chain Management* (SCM). O SCM propõe uma visão completa dos processos de negócios, considerando a gestão de toda a cadeia produtiva de forma estratégica e integrada, abrangendo dessa forma a logística tradicional e também o conceito de logística reversa.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010), “a logística reversa é um segmento especializado da logística que enfoca a movimentação e gestão dos produtos e dos recursos após a venda e após a entrega ao cliente. Inclui devoluções de produtos para reparação e / ou crédito”. Desde então, as definições de logística foram abrangendo novas áreas de atuação

incluindo todas as formas de movimentos de produtos e informações até o gerenciamento dos canais reversos.

Conforme colocam Razzolini Filho e Berté (2009) a logística reversa também deve incorporar as questões relativas aos ciclos de vida dos produtos e aos padrões comportamentais dos consumidores. Para as empresas, já não basta apenas produzir e entregar o produto há também que se cuidar daquilo que retorna como detritos, dando-lhes uma destinação correta.

Uma definição de logística reversa que sirva aos objetivos deste trabalho deve incorporar os seguintes aspectos:

- a) da produção e processamento de resíduos e atendimento à legislação;
- b) dos fluxos secundários gerados em cadeias de suprimentos;
- c) dos diversos tipos de retornos desde os retornos gerados dentro da própria cadeia de suprimentos, produtos secundários e sobras de produção;
- d) da possibilidade de informações desde as fontes primárias de geração até as manufaturas, as remanufaturas, as reparadoras ou os encarregados da destinação dos produtos oriundos dos fluxos reversos;
- e) da disposição final dos resíduos.

O conceito de logística reversa proposto por Leite (2003, p. 16-17), atende a estes requisitos e é dado como:

[...] a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do 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 diversas naturezas: econômico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Em consonância com esse conceito, os materiais podem retornar ao produtor ou podem ser recolocados a venda se ainda estiverem em condições adequadas de comercialização. Além disso, os bens podem ser reciclados ou reconicionados. O enfoque de atuação da logística reversa envolve então a reintrodução dos produtos ou materiais à cadeia de valor por meio do ciclo produtivo ou de negócios e, portanto, a intenção é que um produto só seja descartado em último caso. Dessa forma, por meio da gestão do fluxo reverso de produtos a logística reversa integra os canais de distribuição reversos.

De acordo com o Revlog (2010), as principais razões que levam as firmas a atuarem mais fortemente na Logística Reversa são:

- a) legislação ambiental, que força as empresas a retornarem seus produtos e cuidar do tratamento necessário;
- b) benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção, ao invés dos altos custos do correto descarte do lixo;
- c) a crescente conscientização ambiental dos consumidores.

Além destas razões, Rogers e Tibben-Lembke (1999) ainda apontam motivos estratégicos, tais como:

- a) razões competitivas - diferenciação por serviço;
- b) limpeza do canal de distribuição;
- c) proteção de margem de lucro;
- d) recaptura de valor e recuperação de ativos.

As empresas especializadas em gerenciamento de fluxos reversos experimentam um grande crescimento na demanda por seus serviços e as companhias líderes estão reconhecendo o valor estratégico de terem um sistema de gerenciamento de logística reversa (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

Quanto à classificação dos canais reversos de distribuição, visualizada na Figura 1, tem-se que o canal de reverso de pós-consumo se caracteriza por produtos oriundos de descarte após uso e, desta forma, que pode ser reaproveitado ou descartado. Já o canal reverso de pós-venda é caracterizado pelo retorno de produtos com pouco ou sem nenhum uso que apresentaram problemas que podem ser considerados de responsabilidade do fabricante ou distribuidor e, ainda, por insatisfação do consumidor. Porém, ainda nesse sentido, cabe ressaltar que existem diversos outros motivos para que um produto retorne pela cadeia de suprimentos, tais como: defeito, falta de atendimento às expectativas, erro de pedidos, excesso de estoque, danificação ou contaminação do produto e produtos fora de linha.

Da mesma forma que a logística reversa de pós-venda, a atividade logística relacionada ao pós-consumo também possui um objetivo econômico. De acordo com Leite (2003), o objetivo econômico de implantação da logística reversa de pós-

consumo se deve às economias relacionadas com o aproveitamento das matérias-primas secundárias ou provenientes de reciclagem bem como da revalorização dos bens por meio da reutilização e reprocesso.

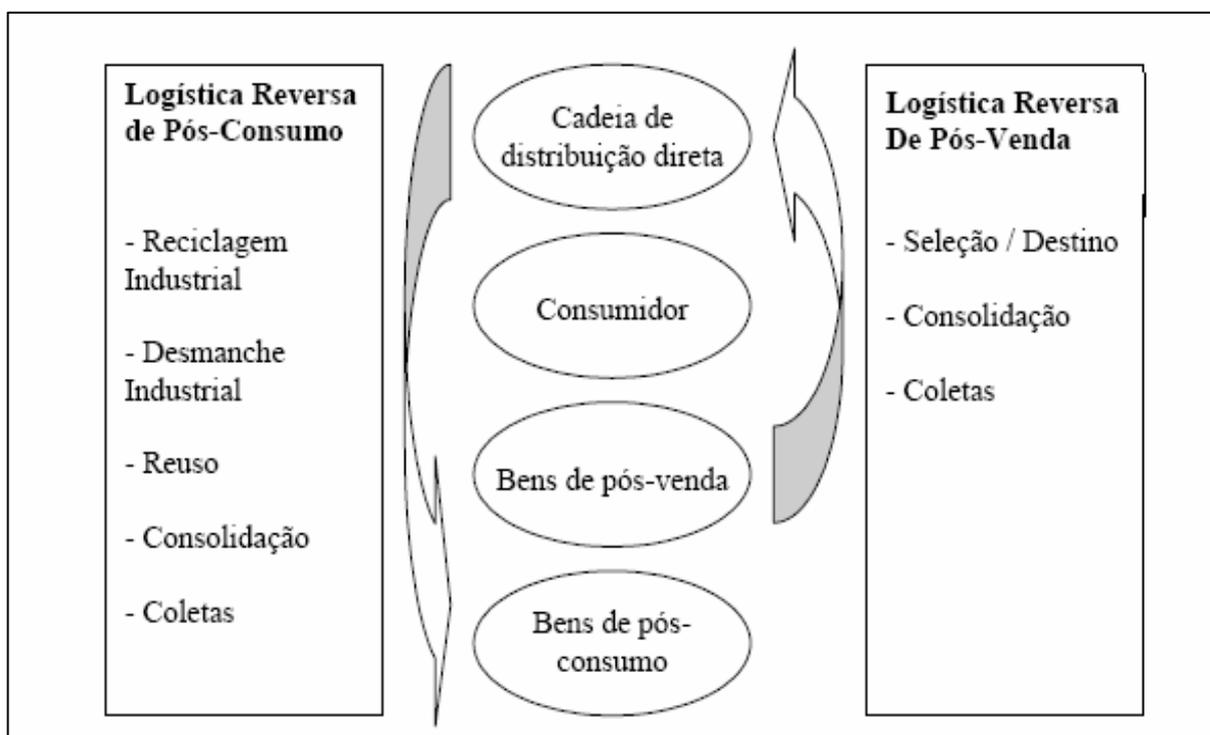


Figura 1 - Logística reversa - área de atuação e etapas reversas
Fonte: Leite (2003).

Além do objetivo econômico, diferentemente do canal de pós-venda, o retorno de bens usados ocorre muito mais por questões ambientais e legais que pela possibilidade de retornar o bem à cadeia de valor. Assim sendo, esta atividade é mais intensa em locais onde existe maior pressão da sociedade e/ou que a legislação e fiscalização são mais rígidas.

2.2.1 A logística reversa e sua função estratégica

As demandas do mercado e a evolução da sociedade têm exigido das organizações um esforço com objetivo de aumentar sua competitividade para se manter nos negócios. Atividades que reforcem alguma vantagem competitiva para as organizações ganham destaque devido à sua importância no estabelecimento de

relacionamento com seus *stakeholders*. A logística reversa se destaca como uma destas atividades e, portanto, deve ser melhor compreendida e pode ser utilizada estrategicamente por fornecer oportunidades que, muitas vezes, são complementares e propiciam vantagens estratégicas. De acordo com Chaves e Martins (2005), dentre essas se podem citar:

- a) atendimento às demandas ambientais: a conscientização sobre a sustentabilidade é uma realidade e deve provocar a reorientação da produção e do consumo para o crescimento sustentável. Nesse contexto, a logística tem a função estratégica de minimizar o impacto ambiental, não só dos eventuais resíduos provenientes das etapas de produção e do pós-consumo, mas também dos impactos ao longo do ciclo de vida dos produtos;
- b) redução de custos e necessidade de novos investimentos: o eventual reaproveitamento ou troca de materiais e a economia com embalagens retornáveis fornecem ganhos que estimulam novas iniciativas e esforços em desenvolvimento e melhoria dos processos de logística reversa;
- c) motivações competitivas: uma possibilidade de se conseguir vantagem competitiva é a garantia de políticas de retorno de produtos que ajudem na fidelização dos clientes. Nesse sentido, empresas que possuem um processo de logística reversa bem estruturado e gerido, apresentam maiores chances de sobressair no mercado, pois estão melhor capacitados para atender aos seus clientes, isto é, ganham competitividade por fornecerem um serviço de valor reconhecido pelo cliente;
- d) construção de imagem corporativa positiva: várias organizações estão utilizando logística reversa estrategicamente e se posicionando como empresa cidadã, contribuindo com a comunidade e ajudando as pessoas menos favorecidas. Com isso, as empresas conseguem um aumento do valor da marca e muitas vezes de seus produtos também. Estas políticas podem não ser a razão pela qual todos os clientes compram seus produtos ou consomem seus serviços, mas elas são consideradas um forte incentivo de marketing;
- e) melhoria no nível de serviço oferecido ao cliente: a logística reversa é uma

estratégia para agregar valor ao produto de várias formas, desde fornecer uma ferramenta de apoio ao *marketing* de relacionamento com o consumidor após a compra até oferecer um serviço orientado para a preservação ambiental. Esta elevação no nível de serviço deve ser no sentido de desenvolver vantagem competitiva sustentável para as empresas, visto que as melhorias introduzidas no serviço ao cliente de uma empresa não são facilmente copiadas pelos competidores como o são as mudanças no produto, no preço e na promoção.

A sociedade, a legislação, a concorrência, as inovações tecnológicas, e o mercado são forças que pressionam as empresas a considerarem os fluxos reversos no seu planejamento estratégico. Daí a importância da logística reversa, uma vez que a mesma preocupa-se em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos e dos resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintegram ao processo produtivo (SINNECKER, 2007).

2.2.2 As redes de logística reversa

Segundo Jayaraman, Patterson e Rolland (2003), algumas características que diferenciam um sistema logístico reverso de um sistema tradicional de suprimentos são: a maioria dos sistemas logísticos tradicionais não está preparada para o movimento reverso; os custos da distribuição reversa são maiores; os materiais a serem reutilizados não podem ser manuseados da mesma forma que no canal direto. Uma peculiaridade da logística reversa são as incertezas associadas à qualidade e à quantidade dos produtos que retornam para os produtores. Estas questões são importantes para o planejamento da rede (FLEISCHMANN et al., 1997; LEITE, 2003).

Geralmente, as redes reversas de distribuição se estruturam em torno de um mercado fornecedor onde o recuperador de produtos usados atua como comprador,

e um mercado de reuso, onde o recuperador atua como vendedor (FLEISCHMANN, 2001). Enquanto passos específicos diferem-se nessa transação, os seguintes grupos de atividades parecem recorrentes nas redes de recuperação de produtos: coleta, inspeção e/ou separação, reprocessamento, disposição e redistribuição.

A Figura 2 mostra esta estrutura de rede onde a inspeção/separação refere-se às operações que se destinam a tornar os produtos reutilizáveis de alguma forma e desta operação devem resultar as diferentes destinações para reuso ou disposição. O reprocessamento que compreende as atividades destinadas a transformar um produto usado em um produto reutilizável. A disposição é definida como opção para os produtos que não podem ser tecnicamente reutilizados, isto se aplica aos produtos rejeitados no processo de separação por necessidade de reparos excessivos, ou a produtos sem condições de serem recolocados no mercado. A disposição pode incluir as atividades de transporte, incineração e aterro sanitário. A redistribuição refere-se ao direcionamento dos produtos para um mercado potencial e transportá-los para os futuros usuários, podendo incluir transporte, vendas e armazenagem.

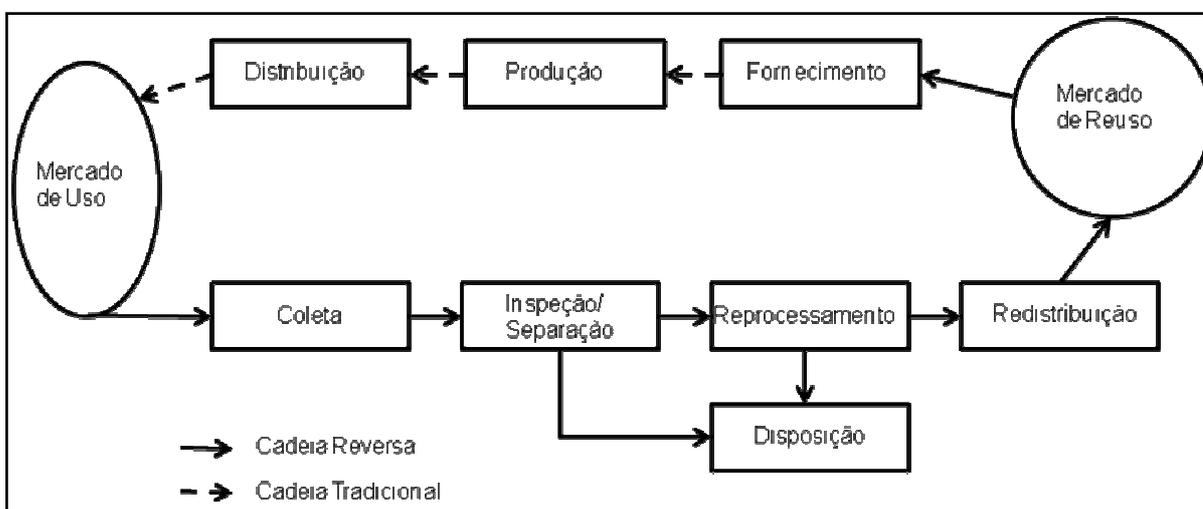


Figura 2 - Cadeia tradicional e cadeia de retornos
Fonte: Adaptado de Fleischmann (2001).

2.3 MODELAGEM DE REDES LOGÍSTICAS REVERSAS

Conforme coloca Pochampally, Nukala e Gupta (2009), a modelagem de

redes reversas é uma área de pesquisa relativamente nova e, portanto, existem poucos modelos quantitativos e estudos de caso relatados na literatura. A seguir, tratar-se-á de alguns desses, com a finalidade de fornecer um panorama atual sobre essa área de estudo e de estabelecer uma estrutura para a configuração da rede de recuperação de resíduos do pólo moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba.

2.3.1 As redes reversas para resíduos na literatura

Louwers et al. (1999), estudaram o projeto de uma rede reversa para resíduos de carpete na Europa. Um modelo de localização contínuo no qual todos os custos considerados são dependentes dos volumes é proposto. O modelo não linear, quando resolvido, determina a localização adequada e a capacidade do centro de recuperação regional, levando em consideração as questões relativas ao transporte, investimentos e custos de processamento.

Barros, Dekker e Scholten (1998) analisaram o projeto de uma rede reversa para reciclagem de areia resultante de resíduos de construção na Holanda. Uma configuração de 4 níveis de reciclagem de areia é considerado: (1) empresas de demolição peneiram os resíduos de construção; (2) depósitos regionais determinam o nível de poluição e armazenam a areia limpa e semi-limpa; (3) estações de tratamento limpam a areia poluída e provém armazenagem; e (4) atribuem projetos onde a areia pode ser reaproveitada. Os locais onde as fontes de areia estão localizadas são conhecidos e o volume de suprimentos é estimado baseado em dados históricos. O número ótimo de áreas para depósitos e estações de tratamento deve ser determinado. Os autores propõem um modelo multinível de localização para o problema formulado como um modelo de programação linear inteira combinada, resolvido iterativamente.

Ammons, Realf e Newton (1999) tratam da reciclagem de carpetes nos Estados Unidos. Uma rede reversa que inclui a coleta de carpetes usados em vendas de carpete, bem como a separação do nylon dos demais materiais reutilizáveis e envio para aterro do restante é investigada. Apesar dos locais de entrega dos materiais recuperados serem a princípio conhecidos, o número ótimo e a localização dos locais de coleta e plantas de processamento para configurações

alternativas precisam ser determinadas. De forma adicional, a quantidade de carpete coletado de cada local precisa ser determinada. A capacidade das plantas se apresenta como a principal restrição, tendo em vista o vasto volume em aterros. Os autores propõem um modelo de programação linear inteira combinada, para resolver o problema.

Biehl, Prater e Realff (2007), simularam uma rede reversa para reciclagem de carpetes para gerenciar fluxos reversos com grande variações. Eles utilizaram uma técnica de projeto experimental para estudar os efeitos dos fatores do sistema de projeto bem como dos fatores ambientais que afetam o desempenho operacional da tal rede reversa. A partir do seu estudo, os autores concluem que mesmo com um projeto de rede reversa eficiente e o uso de tecnologias de reciclagem sofisticadas, os fluxos reversos não conseguem atingir a demanda por aproximadamente uma década. Eles também discutem as possíveis opções gerenciais para resolver esse problema, o qual inclui respostas legais para exigir a implantação dos fluxos de retorno e a utilização de incentivos de mercado para a reciclagem do tapete.

Hu, Sheu e Huan (2002), apresentam um modelo de redução de custos para uma rede reversa de resíduos perigosos. Os autores formulam um modelo analítico discreto no tempo que minimiza os custos totais da rede reversa de resíduos perigosos sujeitos a restrições, incluindo estratégias operacionais de negócio e regulamentações governamentais. As atividades críticas que incluem a coleta dos resíduos, a estocagem, o processamento, e a distribuição são considerados no modelo. Por meio do uso da metodologia proposta, em conjunto com estratégias operacionais, é verificado que os custos totais da rede reversa podem ser reduzidos em até 49%.

Lieckens e Vandaele (2007) combinam modelos de fila com modelos tradicionais de localização e formulam um modelo de programação linear inteira combinada para determinar quais plantas abrir enquanto minimizam os custos totais de investimento, transporte, descarte e contrato. Pela combinação de modelos de fila, alguns aspectos dinâmicos como os tempos totais de processo e posições de inventário, e o alto grau de incerteza associado a redes reversas, são levados em consideração. Com essas extensões, o problema é definido como um modelo de programação não-linear inteiro combinado. O modelo é apresentado para um único produto, um único nível de rede, e vários exemplos de caso são resolvidos utilizando algoritmos genéricos baseados na técnica de evolução diferencial.

Salema, Barbosa-Pavoa e Novais (2007), apontam que a maioria dos modelos quantitativos existentes na área de projetos de redes reversas são muito específicos e pecam pelo baixo poder de generalização. Com este objetivo, os autores sugerem um modelo, de rede reversa, genérico que incorpora a gestão de múltiplos produtos, limites de capacidade, e a incerteza da demanda de produtos e retornos, e eles propõem uma formulação inteira combinada para resolvê-lo.

Bautista e Pereira (2006) tratam do problema de logística reversa da gestão municipal de lixo. Os sistemas de coleta usualmente utilizados em países europeus são executados de duas fases. Primeiro, os cidadãos deixam os seus resíduos em áreas de coletas especiais onde diferentes tipos de resíduos (vidro, papel, plástico e material orgânico) armazenados em recipientes próprios. Subsequentemente cada tipo de resíduo é coletado separadamente e transportado para seu destino final (uma planta de reciclagem ou aterro). O estudo enfoca o problema da localização dessas áreas de coleta. Os autores propõem um algoritmo genérico e uma compreensão heurística para resolver o problema.

O modelo genérico de Fleischmann (2001) propõe uma configuração rede de recuperação considerando três níveis intermediários de instalações entre os mercados consumidores de produtos de reuso. Ele inclui os centros de desmontagem, onde as operações de inspeção e separação são feitas, as plantas de reprocessamento, que também podem fabricar produtos novos, e os armazéns de distribuição. Os materiais coletados podem ter duas destinações, uma para recuperação e outra para disposição final. O modelo genérico é composto por mercados consumidores, centros de desmontagem, plantas de reprocessamento, armazéns de distribuição e locais de disposição final.

Fleischmann (2001) observa que a maior diferença entre a cadeia tradicional e a cadeia reversa aparece do lado do suprimento. Enquanto no sistema de produção/distribuição o fornecimento é tipicamente uma variável endógena em termos de tempo, qualidade e quantidade, onde as entradas podem ser controladas de acordo com as necessidades do processo, na cadeia reversa o fornecimento é um fator determinado de forma exógena e pode ser difícil de ser previsto, principalmente pela diferença nos tempos de utilização dos produtos nas zonas de consumo.

Nos modelos de localização logísticos, normalmente a demanda puxa o fluxo de materiais pela rede, sendo o fator exógeno do modelo. Isto não é verdadeiro para

o caso do projeto da rede reversa. Os modelos para o projeto da rede reversa são bastante similares aos da rede de distribuição tradicional, particularmente na classe dos modelos de localização multinível.

As maiores diferenças são relacionadas com as restrições adicionais de fluxo que refletem as preocupações de fornecimento por parte do mercado fornecedor (FLEISCHMANN, 2001). Os principais problemas que condicionam o planejamento da rede reversa, de acordo com o mesmo autor, são: as incertezas sobre os volumes de produtos retornados, a legislação e a qualidade inferior dos produtos.

A distribuição reversa nem sempre é simétrica à distribuição direta. A Figura 3 apresenta uma estrutura do canal de distribuição reversa em comparação com a distribuição direta.

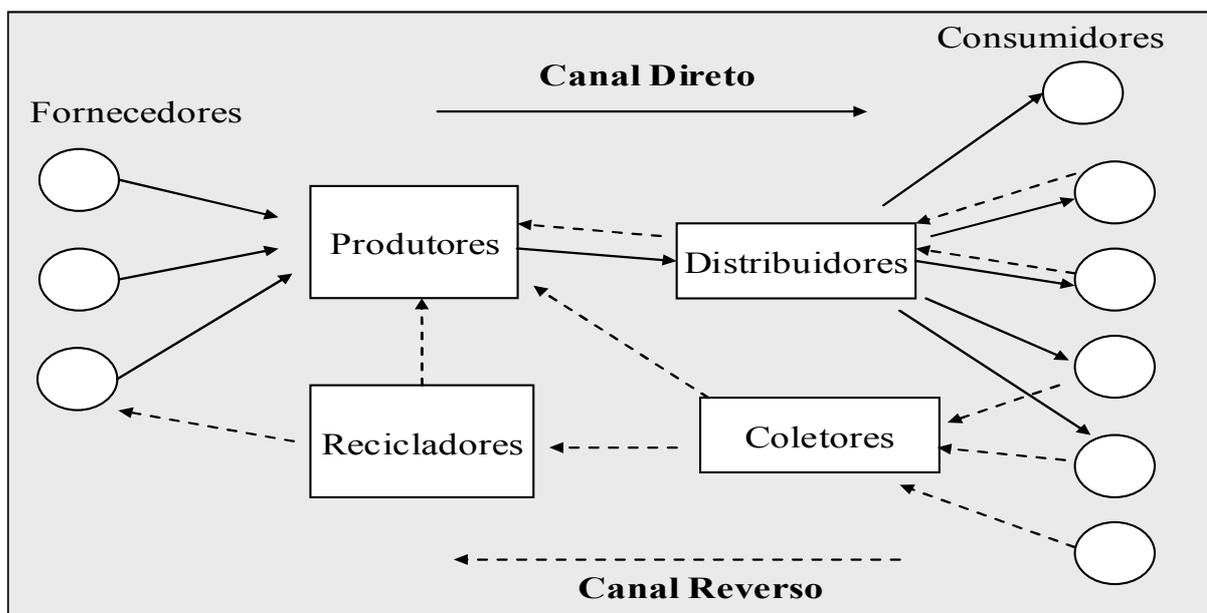


Figura 3 - Estrutura da distribuição reversa
Fonte: Adaptado de Fleischmann et al. (1997).

Anastácio (2003), tendo com referência o modelo proposto por Fleischmann (2001), elabora uma sistemática para a rede reversa de distribuição, definindo os dados a serem utilizados na aplicação do modelo, fazendo análises e tirando conclusões a respeito dos resultados obtidos. Para a formatação da rede propõem um modelo de rede reversa de recuperação de resíduos, baseado em programação linear inteira mista.

Para aplicação do modelo ao caso dos resíduos de construção e demolição, Anastácio (2003) definiu instalações de transbordo e de reciclagem candidatas, por

meio da aplicação de um modelo de localização de múltiplos centros de gravidade - MMCG. Como nós fixos da rede considerou as zonas de consumo, as de geração, os mercados secundários de recicláveis, os recicladores e o aterro sanitário.

2.3.2 O problema de localização das instalações

Problemas de localização de instalações remetem a escolha do melhor local para uma ou mais instalações ao considerar um conjunto de locais possíveis, a fim de fornecer um bom serviço aos clientes, para possivelmente minimizar custos de operação ou maximizar lucros. A busca é para se encontrar uma solução ótima, que minimize o custo total de instalações e transportes (MAPA; LIMA; MENDES, 2006). Todos os problemas têm como contexto a tomada de decisões estratégicas e influem na decisão sobre onde localizar instalações (ARENALES et al., 2007).

Decisões de localização de instalações são de alto custo e difíceis de reverter, já que seus impactos são refletidos por um longo horizonte de tempo (SNYDER, 2006). Várias informações devem ser obtidas a fim de que sejam reduzidos os riscos de implantação de novas facilidades; riscos estes que estão intimamente relacionados a custos, número de instalações e locais (BALLOU, 2006). Assim, é inegável que a qualidade das decisões estratégicas, no que tange à localização de instalações, é indispensável para o aumento da eficiência, e consequente aumento de competitividade, para qualquer tipo de organização (SINGHTAUN; CHARNSETHIKUL, 2007).

Para a realização de análises de problemas de localização, há métodos com abordagem qualitativa, ou seja, subjetiva, contando com entrevistas sobre opiniões de especialistas no assunto e, posteriormente, comparações classificatórias entre as possibilidades de localização, e métodos com abordagem quantitativa, baseada em ferramentas matemáticas (CHOPRA; MEINDL, 2007).

No processo de avaliação qualitativa, fatores como a infra-estrutura local, a educação e qualificação da mão-de-obra disponível podem ser considerados (LAM; SELDIN, 2004). Já no processo de avaliação quantitativa, podem ser caracterizados os custos de transporte da rede logística, a oferta de materiais e a demanda dos clientes distribuídos entre as plantas produtivas, a capacidade máxima de produção

das unidades a serem instaladas, e os respectivos custos de instalação (BALLOU, 2006).

Segundo Oliveira (2003) e Reed Junior (1971 apud HOMEM, 2004), quando se consideram os estudos puramente exatos, a teoria da localização pode ser entendida como uma variação do modelo de transporte, que tem como objetivo a minimização dos custos de transportes, por meio da programação linear, de acordo com a demanda de certo produto distribuído em vários locais. Este modelo, quando em conjunto com a programação inteira, constitui ferramenta bastante eficaz na determinação do melhor local para instalação de uma indústria.

A revisão da literatura abordada no item 2.3.1 mostrou a relevância da utilização dos conhecimentos de Pesquisa Operacional como forma de desenvolver métodos de otimização da localização de elementos de uma rede reversa.

2.3.3 Modelagem matemática de redes logísticas

Um modelo é uma representação simplificada da realidade expressa na forma de expressões matemáticas capazes de simular a realidade (COLIN, 2007). A construção de um modelo pode ajudar a colocar as complexidades e possíveis incertezas que acompanham um problema de tomada de decisão dentro de uma estrutura lógica passível de uma análise abrangente, ajudando o reconhecimento de limitações e forçando a identificação das variáveis a serem incluídas e em que termos elas serão quantificáveis (LACHTERMARCHER, 2009). Dadas as complexas questões e escolhas envolvidas na cadeia logística de suprimentos, uma boa forma prática de determinar como melhorar as operações logísticas é gerando e avaliando alternativas lógicas.

De acordo com Santos e Toso (2009), existem três abordagens clássicas para o problema de localização: localização de facilidades com capacidade ilimitada, localização de facilidades p-centros e localização de facilidades p-medianas.

A abordagem de localização de facilidades com capacidade ilimitada envolve a localização de uma ou mais facilidades e a designação dos pontos candidatos a essas facilidades, de modo a minimizar o custo fixo de implantação da central e o custo variável de atendimento das demandas dos pontos candidatos atendidos.

A abordagem de localização de p-centros envolve a localização de “p” facilidades e a designação dos pontos candidatos a essas facilidades, de forma que se minimize a distância máxima dos pontos candidatos às facilidades. Sendo que para a modelagem desse problema é necessário considerar uma variável adicional, para representar a distância máxima de um ponto candidato quando designado a uma facilidade.

Na abordagem p-medianas os pontos de demanda e oferta são localizados por meio de coordenadas e as instalações são limitadas a estarem localizadas entre aqueles pontos de demanda e suprimento. Nesta abordagem os custos que afetam a localização são as taxas variáveis de transporte e os custos fixos associados com as instalações candidatas. O número de instalações a ser localizado é especificado antes da solução. A abordagem da p-mediana é tratada por meio de programação linear inteira combinada, sendo a metodologia mais comumente usada em modelos de localização comerciais, apresentando um diferencial em relação aos outros métodos: a sua capacidade de lidar com os custos fixos de maneira ótima (BALLOU, 2006).

2.4 O PROBLEMA DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA MOVELEIRA

De acordo com Ângulo, Jordan e Jhon (2001), com a intensa industrialização, o advento de novas tecnologias, o crescimento populacional e o consequente aumento de pessoas em centros urbanos, os resíduos vêm se tornando um problema oneroso e complexo, tendo em vista os volumes e massas geradas, principalmente após 1980.

2.4.1 Resíduos industriais

Entende-se por resíduos, tudo aquilo que sobra, que é resto e que não possui valor, sendo, então, considerado como lixo, gerando problemas ao meio ambiente (LIMA; SILVA, 2005). De acordo com os mesmo autores, gerenciamento de resíduos

sólidos industriais é o processo que compreende a segregação, o acondicionamento, a coleta, o transporte, o armazenamento, a reciclagem, o tratamento e a destinação final.

Segundo a PNRS, Lei 12.305/2010, as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis direta ou indiretamente pela geração de resíduos sólidos estão sujeitas a observância desta Lei. Ainda no concernente a PNRS, a mesma regulamenta que estão sujeitos à elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, todos os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço que gerem resíduos perigosos. Em seu Art. 33, que se refere a “Logística Reversa”, a PNRS a conceitua como: “instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”.

A resolução CONAMA, nº. 06, de 15 de junho de 1988, estabelece que todas as indústrias geradoras de resíduos perigosos devem apresentar, ao órgão ambiental competente, informações sobre a geração, características e destino final de seus resíduos. No Estado do Paraná, a lei de nº 12.493, de 1999, estabelece que todas as empresas com atividades geradoras de resíduos sólidos são responsáveis pelo seu gerenciamento, atendendo às normas aplicáveis da ABNT e do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Ela proíbe, em todo o Estado, a disposição final de resíduos sólidos por meio da queima a céu aberto e pelo lançamento em corpos d’água, manguezais, terrenos baldios, redes públicas, poços e cacimbas, mesmo que abandonados.

Sendo assim, para viabilizar tais objetivos, as empresas devem efetuar a implantação de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, o qual garanta que todos os resíduos sejam gerenciados de forma apropriada e segura, desde a geração até a disposição final. Tal plano deve englobar as seguintes etapas: geração; segregação / identificação; caracterização / classificação; quantificação / periodicidade; manuseio; acondicionamento; transporte interno; armazenamento; coleta; transporte externo; reuso/reciclagem; tratamento e disposição final. Com uma forma de gestão correta, os resíduos passam a ser um subproduto do processo produtivo (ABNT, 2004).

Os resíduos sólidos, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (1988)

por meio da NBR 10004, podem ser de origem industrial, doméstica, hospitalar, agrícola, de serviços e de varrição, e são classificados em:

- a) **classe I - perigosos**: apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposições especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Ex: borra de tinta, resíduos com thinner;
- b) **classe II - não-inertes**: apresentam periculosidade, porém não são inertes e podem ter propriedades de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Ex: papel, lamas de sistemas de tratamento de águas, resíduos provenientes de caldeiras e lodos;
- c) **classe III - inertes**: não apresentam qualquer tipo de alteração em sua composição com o passar do tempo. Ex: entulhos de demolição, pedras, sucata.

2.4.2 Resíduos da indústria moveleira

A indústria de móveis utiliza em seu processo produtivo, uma grande variedade de materiais, principalmente por não estar voltada a um tipo exclusivo de matéria-prima. A produção de móveis, além da madeira, faz a transformação de outros materiais, como, vidro, plástico, metais, tecidos, espumas entre outros.

A diversidade de matéria prima utilizada na indústria moveleira implica em uma diversidade de resíduos que podem ser gerados. Isto torna complexa a questão do gerenciamento de resíduos do setor moveleiro. Dado este contexto, os resíduos da maioria das indústrias moveleiras não têm destinação correta, sendo muitas vezes queimados a céu aberto, lançados em cursos d'água ou em lixões, desconsiderando os impactos ambientais causados por essas ações, além de negligenciar o potencial econômico destes resíduos (PIRES, 2007).

O maior obstáculo à gestão, reciclagem ou reuso e sua adequada disposição, é exatamente a complexa mistura destes resíduos, considerando suas diferentes dimensões, graus de limpeza ou contaminação. Segundo Nahuz (2005), estima-se que no Brasil a porcentagem de empresas do setor moveleiro que apresenta algum

trabalho de conservação ambiental ou planejamento da disposição final do resíduo não chega a 5%. Ainda de acordo com Nahuz (2005), uma das maiores preocupações da indústria moveleira é otimizar o uso de matérias-primas e componentes, pois são estes itens que têm grande influência no custo final do produto, chegando a representar, em média, 45% do valor final do produto.

O processo de fabricação de móveis, variando o volume e a natureza, gera não apenas resíduos sólidos, mas também emissões atmosféricas e efluentes líquidos. Nahuz (2005) descreve os principais produtos utilizados no processo de fabricação de móveis:

- a) madeira maciça e painéis derivados (compensados, aglomerados, chapas duras e MDF- Medium Density Fiberboard), em todas as formas, sem acabamento ou revestidos;
- b) lâminas de madeira ornamentais, lâminas com impressão de diferentes padrões, laminados plásticos, compósitos de diferentes materiais e resinas;
- c) metais, principalmente aço, alumínio e latão, com diferentes acabamentos, fosco ou brilhante, em peças aparentes, de superfície ou montantes, ou ainda como componentes: trilhos, deslizadores, puxadores, dobradiças e fechaduras;
- d) produtos químicos, como colas, tintas e vernizes para o acabamento de superfícies;
- e) plásticos, na forma de fitas de borda, puxadores, deslizadores, peças de fixação, plástico de injeção ou extrusão;
- f) vidros e cristais;
- g) tecidos e couros, naturais e sintéticos;
- h) pedras ornamentais, como mármore e granito.

Os resíduos da indústria moveleira podem ser divididos em resíduos sólidos e resíduos líquidos (LIMA e SILVA, 2005). Entre os resíduos sólidos encontram-se os derivados diretos da madeira, como pó, cepilhos e aparas. Todo processo de transformação da madeira gera resíduos, em menor ou maior quantidade, sendo que somente 40 a 60% do volume total da tora é aproveitado de acordo com os dados

levantados por Fontes (1994) e Olandoski (2001), com base na Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO.

Segundo Dobrovolski (1999), os resíduos de madeira podem ser classificados em três tipos: serragem, cepilho e lenha.

- a) **serragem:** a serragem é um resíduo encontrado na maioria das indústrias de madeira e é gerado principalmente pelo processo de usinagem com serras.
- b) **cepilho:** o cepilho é um resíduo encontrado geralmente em indústrias beneficiadoras da madeira como por exemplo, a indústria de móveis, gerado pelo processamento em plainas.
- c) **lenha:** a lenha engloba os resíduos maiores como aparas, refilos, casca, roletes entre outros e também pode ser encontrada em todas as indústrias de madeira.

De acordo com Brito (1995), a lenha é o tipo de resíduo de maior representatividade, correspondendo a 71% da totalidade dos resíduos, seguido pela serragem que corresponde a 22% do total e, finalmente, os cepilhos, correspondendo a 7% do total. Outros resíduos sólidos encontrados são aqueles que se originam das embalagens da matéria-prima, assim como dos produtos. São eles: papel, plástico, restos de metal, latas de tinta, grampos, e algumas fitas metálicas. Decorrentes do processo produtivo são geradas: lixas usadas, varrição de fábrica, derivada da varredura da fábrica no final do expediente, sendo que esta requer separação posterior, pois existem muitos resíduos misturados. Com relação aos resíduos líquidos, são gerados: solventes, borra de tinta e a água utilizada na cabine de pintura.

2.4.3 Geração e aproveitamento de resíduos

Segundo Olandoski (2001), na produção de chapas compensadas, as lâminas de madeira de boa qualidade geram menos resíduos que madeiras de qualidade inferior, chegando a quase 20% de diferença. Outro fator relacionado ao desperdício é a qualidade do processo, como problemas no maquinário e com os funcionários.

Apesar de serem considerados como de baixo nível poluidor, a estocagem de resíduos de madeira ocupa espaço, o que gera problemas. Se forem queimados a céu aberto, ou em queimadores sem fins energéticos, vão liberar gases para o ambiente, tornando-se potenciais poluidores.

Os resíduos podem ser reutilizados pela própria indústria que os produz, principalmente como energia, ou podem ser vendidos para outras empresas e aplicados em usos diversos. Se isto for feito, os resíduos deixam de ser problema e passam a ser subprodutos da empresa em questão, podendo até gerar lucro. De acordo com Olandoski (2001), o preço pago pelo resíduo depende do tipo e do teor de umidade. Existem diversas aplicações que podem ser dadas aos resíduos de madeira:

- a) **energia:** os resíduos são muito utilizados para gerar energia devido a sua capacidade calorífica. A geração de energia por resíduos é bastante vantajosa, pois economiza outras fontes de energia. No entanto, os resíduos usados para este fim não devem possuir nenhum elemento químico adicional, caso contrário, podem emitir poluentes causando danos ambientais;
- b) **chapas de partículas e fibras:** os resíduos podem ser utilizados para confecção de chapas de fibras ou partículas como o aglomerado, chapas duras, *Medium Density Fiberboard* - MDF. Inclusive a indústria de chapas aglomeradas surgiu para o melhor aproveitamento de madeiras menos nobres e resíduos. De acordo com Brito (1995), os EUA utilizam os resíduos de madeira como fonte principal de matéria-prima na indústria de aglomerados, no entanto, o Brasil utiliza no máximo 15%. É importante ressaltar que para utilização dos resíduos na indústria de chapas, devem ser observadas questões com relação ao tamanho das partículas utilizadas, que devem ser adequadas para o processo, influenciando diretamente a qualidade do produto;
- c) **briquetes:** outra forma de se utilizar os resíduos para gerar energia é por meio de briquetes, que, segundo Lima (1998), possuem grandes vantagens sobre o uso dos resíduos em sua forma primária, pois com a compactação destes para formar os briquetes, existe um controle maior sobre o teor de umidade, o que permite a queima mais uniforme, além de

facilitar o manuseio e o transporte. Além de gerar energia para as indústrias, esse material pode ser utilizado em restaurantes, olarias, lareiras, etc., desde que esteja livre de produtos químicos, como tintas e produtos para madeiras tratadas.

Os resíduos de madeira gerados pelo seu processamento podem deixar de ser um risco ao meio ambiente e passar a gerar lucro para a empresa que o produz, além de apresentar alternativas, como matéria-prima para diversos outros produtos. Com isso, pode-se diminuir o preço dos produtos feitos com ele, e reduzir a exploração da madeira virgem (LIMA; SILVA, 2005).

A relação entre o gerador de resíduos e uma central de reaproveitamento inicia-se com a conscientização das empresas quanto à importância da adequação correta do destino dos resíduos gerados. Tal adequação envolve a identificação, caracterização e quantificação destes resíduos; a implantação de práticas de produção mais limpa, no intuito de minimizar a geração desses resíduos; a identificação de formas de reaproveitamento dos resíduos no próprio processo produtivo; e a elaboração de procedimentos para segregação dos resíduos e implantação de um sistema interno de coleta seletiva nas empresas (PIRES, 2007). De acordo com o mesmo autor, o gerenciamento interno da central de reaproveitamento concentra-se na coleta e recepção dos resíduos a serem tratados e seu encaminhamento para a unidade processadora.

Os problemas causados pela geração de resíduos da indústria moveleira, principalmente nos grandes centros urbanos, podem ser minimizados por meio de uma política que viabilize a utilização destes materiais. Este reaproveitamento, além de representar benefícios ambientais significativos, possibilita ganhos econômicos. A elaboração de proposta de configuração de rede logística de distribuição reversa para o setor em questão pode instrumentalizar esta política.

2.5 AS CENTRAIS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA BRASILEIRA

Com vistas a avaliar, propor e implementar formas de gerenciamento e

reaproveitamento dos resíduos das indústrias moveleiras, algumas iniciativas vem sendo desenvolvidas pelos pólos moveleiros brasileiros, onde destacam-se os casos de Arapongas no Paraná e de Ubá em Minas Gerais.

2.5.1 O caso do pólo moveleiro de Arapongas-PR

O Estado do Paraná, de acordo com o estudo de Lima e Silva (2005), conta cerca de 2,6 mil indústrias de móveis e marcenarias, atingindo um faturamento superior a 500 milhões de dólares. Estas indústrias se contadas em conjunto com as empresas de extração de madeira, correspondem a 20,7% do total de indústrias do Estado do Paraná.

O Pólo Moveleiro de Arapongas está situado no norte do Paraná, surgiu nos anos sessenta, consolidou-se nos anos oitenta, e atualmente é o principal pólo moveleiro do Estado do Paraná. A partir da década de sessenta, a economia do norte do Paraná que era voltada para a agricultura, especificamente café, passou por mudanças consideráveis sendo implantado um parque industrial, no qual surgiram as primeiras indústrias moveleiras dando origem assim ao Pólo Moveleiro de Arapongas, considerado o segundo maior do país em faturamento (LIMA; SILVA, 2005).

De acordo com o site do Sindicato das Indústrias de Móveis de Arapongas - SIMA (2011) pode-se afirmar que atualmente o Pólo Moveleiro de Arapongas possui mais de 700 indústrias, sendo 139 situadas na cidade de Arapongas. Essas indústrias consomem anualmente um total de 960 mil m³ de chapas de madeira. Ainda de acordo com o SIMA, a maioria da produção do Pólo Moveleiro de Arapongas é destinada às classes mais baixas população, ao segmento residencial, e voltada para o mercado interno.

Apesar das exportações não serem o carro chefe do pólo, existe uma perspectiva para um aumento gradativo. Por esse motivo, as indústrias do pólo estão tendo que se adaptar as exigências do mercado externo, que não consome produtos que não sejam feitos de madeira reflorestada e certificada. Com esse objetivo foi criado em Arapongas um viveiro com 600 mil mudas anuais de Eucalyptus, Pinus e madeiras nativas (LIMA; SILVA, 2005).

A Central de Tratamento de Resíduos Industriais - CETEC, que tem por objetivo promover programas e serviços na área ambiental, social e cultural, foi criada devido à necessidade de viabilização de exportações aliada ao crescimento da consciência ambiental. Destacam-se também pressões externas promovidas por órgãos ambientais, no caso o Instituto Ambiental do Paraná - IAP, que verificou por meio de fiscalização que as indústrias do Pólo Moveleiro de Arapongas não possuíam licença ambiental.

Em 2001, foi implantada, por meio do CETEC, uma usina de reciclagem dos resíduos industriais. O CETEC é uma pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, com autonomia administrativa, financeira e patrimonial, regida por Estatutos Sociais e legislações pertinentes a Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público - OSCIP. Sua gestão é realizada por um conselho, composto por três pessoas físicas, as quais também foram fundadoras, e por três pessoas jurídicas: Sindicato das Indústrias de Móveis de Arapongas, Associação Comercial de Arapongas e Fundação Araponguense de Educação.

O objetivo do CETEC, por meio da Usina de Resíduos, visualizada na Figura 4, é recolher todos os resíduos das indústrias a ele vinculadas, sendo este vínculo optativo. Os resíduos recolhidos são encaminhados para a usina e lá recebem a destinação adequada. A manutenção da usina é feita com a venda dos resíduos após serem separados e tratados, portanto ela é auto-suficiente.



Figura 4 - Usina de resíduos do CETEC em Arapongas-PR
Fonte: CETEC (2011).

A viabilidade da implantação da Usina de Resíduos se deu com a elaboração de diagnósticos realizados em várias indústrias da cidade de Arapongas, os quais identificaram os resíduos gerados e suas quantidades. Antes do surgimento do CETEC as indústrias de Arapongas queimavam seus resíduos em fornos próprios, e depositavam o restante dos resíduos em locais não adequados para o recebimento dos mesmos.

O CETEC atende a mais de 140 empresas, entre empresas pequenas, médias e grandes, sendo que a maioria pode ser considerada de médio porte. O principal produto do CETEC é o briquete - uma mistura de pó de madeira e cavacos ou pedaços de madeira picados, por máquinas “picadoras”.

A manutenção da usina é feita com a venda dos resíduos após serem separados e tratados. Ao todo, são aproximadamente 350 toneladas/dia de resíduos produzidos exclusivamente pela cidade, onde 90% se referem à resíduos de madeiras, serragens e pó-de-serra. A capacidade produtiva de briquetes é de 270 toneladas/dia e de paletes é de 60 toneladas/dia. Os briquetes são ensacados em sacos de 50 quilos ou vendidos a granel. Eles são comprados por empresas que precisam de combustível para suas caldeiras, sendo que os briquetes não podem ser utilizados por empresas de alimentos, por conta de sua toxicidade.

As quantidades de resíduos são definidas por medidas em quilo para resíduos sólidos e litro para resíduos líquidos. Todos os resíduos são pesados ao chegar à usina, e ao final do mês são emitidos relatórios com as quantidades de resíduos gerados por empresa. Os resíduos que não são encaminhados para o CETEC são destinados pela própria empresa, sendo que boa parte das empresas aproveitam algum tipo de resíduo no seu próprio processo produtivo; algumas vendem pequena parte desses resíduos; e outras queimam parte dos resíduos de madeira em fornos próprios. As empresas não têm um controle próprio dos tipos e quantidades de resíduos que geram, deixando esta tarefa sob responsabilidade do CETEC.

Quanto ao aspecto logístico, o CETEC possui 30 caminhões próprios segmentados entre (madeira, pó, solventes/tinta e água), sendo que a manutenção dos caminhões, e a fabricação das caçambas utilizadas na coleta e transporte de resíduos, é feita pelo próprio CETEC. Conforme informado por seu responsável técnico, quando da visita a usina, o CETEC não possui ou segue um modelo formal de rede logística reversa. Quando iniciou sua operação havia uma programação de rotas de atendimento das empresas por dias da semana, sendo que tal programação

era executada por 2 caminhões. Os caminhões seguiam a programação e quando sua carroceria estava cheia voltavam ao CETEC para descarregar e depois continuavam a coleta de onde haviam parado.

Atualmente os caminhões do CETEC recolhem os resíduos diariamente nas fábricas. Existe uma programação formal de coletas para as empresas grandes. Tal programação é baseada nas notas fiscais mensais emitidas dos resíduos coletados, nas quais existe a especificação do tipo e da quantidade de resíduos gerados. Já para as empresas médias e pequenas, não existe programação formal, elas entram em contato e agendam a coleta quando completam uma caçamba. Sendo que este processo é facilitado pela proximidade entre as fábricas de móveis e a usina.

2.5.2 O caso do pólo moveleiro de Ubá-MG

A microrregião de Ubá, Minas Gerais, insere-se como um dos mais importantes pólos moveleiros do Brasil, constituindo o primeiro APL Moveleiro de Minas Gerais (REZENDE et al., 2007). Está localizado na região sudeste do Estado, na Zona da Mata Mineira. A origem do Pólo de indústrias moveleiras em Ubá, principal responsável pelo desempenho do PIB, remonta os anos sessenta com fabricação de móveis residenciais em série. O arranjo produtivo cresceu com o estímulo dos próprios empreendedores, num processo de criação de indústrias a partir de outra.

Ainda de acordo com Rezende et al. (2007) o APL de Ubá reúne, cerca de 310 indústrias de móveis. Entretanto, existe a predominância de micro empresas (65%) que possuem até 19 funcionários. As pequenas empresas, com 20 a 90 funcionários, correspondem a 30% do setor moveleiro da região. O processo de fabricação de móveis é bem diversificado, pode-se encontrar no pólo indústrias com elevado desenvolvimento tecnológico e outras com produção manual. O pólo é constituído por fábricas de móveis de madeira e derivados, móveis tubulares ou modulares, fábricas de acessórios para móveis e estofados. Os produtos são inerentes das mais diversas linhas de fabricação, como cama, estantes, colchão, guarda-roupa; móveis de aço, como armários, mesas, cadeiras; entre outros produtos.

Em estudos realizados por Silva et al. (2004; 2005), observou-se que a maioria das empresas do pólo não possuem um sistema de gestão ambiental capaz de associar eficiência na produção com adequação ambiental, isto é, o gerenciamento ambiental ainda é incipiente. Não existe um sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos, apenas algumas empresas realizam uma destinação correta dos resíduos sólidos, mas de forma isolada.

O levantamento de dados que subsidiaram tal estudo foi realizado por meio de um inventário de resíduos sólidos, nas diversas tipologias industriais existentes: móveis de madeira e derivados; acessórios para móveis; de móveis de aço; estofados, e embalagens de papelão. O estudo indicou que as maiores gerações de resíduo, no pólo de Ubá, provem do processo de fabricação de móveis de madeira ou derivados (como MDF, aglomerado, entre outros), pois nessa tipologia há uma diversidade de matéria-prima, produtos químicos e processo produtivo diferenciado, além de gerar mais perdas de matéria prima. Em geral, as demais tipologias geram quantidades menores de resíduos, pois adquirem matéria-prima sob medida, diminuindo as perdas no processo.

Estes estudos subsidiaram a elaboração de uma proposta de política de gestão voltada para a minimização, reutilização (reaproveitamento), reciclagem, tratamento e destinação adequada e segura dos resíduos sólidos industriais em um pólo moveleiro (SILVA et al., 2005). Sendo sugerido que, para melhor desenvolver o conceito de gerenciamento proposto, a elaboração de um protótipo dos tratamentos em pequena escala, apropriados para atender a necessidade do pólo moveleiro da região.

O projeto da Unidade Piloto de Reaproveitamento foi concebido prevendo o estudo do reaproveitamento dos resíduos, priorizando o processamento dos resíduos de madeira e derivados (serragem, aparas de madeira, MDF, aglomerado, compensado e pó de madeira), e as borras dos processos de pintura utilizados. Essa unidade recebe os resíduos: aparas de madeira e derivados, pó de madeira e serragem, sendo que o seu objetivo principal é, da mesma forma como ocorre com o CETEC no pólo Moveleiro de Arapongas, o reaproveitamento desses resíduos como matéria prima para a produção de briquetes, por meio de compactação do resíduo resultando em uma lenha de alto poder calorífico a ser utilizada em caldeiras industriais, fornos e fornalhas.

Esta unidade conta com equipamento de briquetagem com capacidade para

processar cerca de 250 kg/h de resíduos, podendo, futuramente, vir a atender a demanda das empresas envolvidas, variando de acordo com turnos de trabalho e dias trabalhados por mês a serem definidos em estudo posterior. Esta unidade também conta com dosador, picador, empacotador, e local de estocagem.

Por ter sido desenvolvida em conjunto com um Centro de Pesquisas, no caso o da Universidade de Viçosa-MG, inclusive, estando situada nas dependências do Campus da Universidade, esta unidade permite desenvolver uma série de estudos e pesquisas. Tais estudos envolvem diversas composições de resíduos não só da indústria moveleira como de outras tipologias (resíduos agrícolas, processo de sucos, curtumes, lodos primários, etc.), com vistas a produzir produtos de qualidade e ambientalmente seguros.

Na Unidade Piloto de Reaproveitamento, visualizada na Figura 5, são monitorados tipos de resíduos de madeira e derivados, proporções, umidade de mistura, resistência do briquete, poder calorífico, densidade, teor de cinzas, desempenho ambiental durante processo de queima, consumo energético, de forma a permitir identificar formas de melhor segregação dos resíduos nas unidades geradoras a fim de obter melhores desempenhos ambientais.



Figura 5 - Unidade piloto de reaproveitamento do pólo de Ubá-MG
Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa unidade funciona também como Unidade de Recuperação de Solventes e Tintas, recebendo os resíduos: borra da lavagem das máquinas de pintura dos móveis, embalagens de produtos químicos (latas e tambores) e a tinta a base de pó. Os objetivos dessa unidade são: recuperação de diluentes, principalmente acetona, por meio de destilação simples; armazenamento de embalagens, para posterior uso com os produtos recuperados; e produção de tintas.

A unidade promove a recuperação de diluentes por meio da técnica de destilação simples que consiste na vaporização e posterior condensação do solvente promovendo sua segregação. Como resultados, são obtidos solventes que retornam ao processo industrial e tinta, para uso menos nobre, como pintura de muros e pisos. Assim, estudos conduzidos envolvem a caracterização e consequente segregação destes resíduos na unidade geradora, a otimização do processo de destilação e produção de tinta, dentre outros, gerando subsídios ao gerenciamento dos resíduos e seus subprodutos.

Apesar de já ter sido inaugurada e de estar em funcionamento experimental, à Central do pólo moveleiro de Ubá ainda não conta com um modelo de rede reversa para a coleta e transporte dos resíduos produzidos no Pólo Moveleiro de Ubá. Atualmente, as empresas participantes do projeto da unidade piloto, entregam diretamente seus resíduos na Central, assim que acumulam quantidade suficiente para encher uma caçamba ou caminhão.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo aborda os aspectos relacionados aos procedimentos empregados na metodologia de pesquisa, levando em consideração a relação entre problema, teoria, método e resultados a serem alcançados.

Gil (2008) define método como: “o caminho para se chegar a determinado fim”. E método científico como “o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”. A escolha do método é de fundamental importância para que se possa responder de forma satisfatória a pergunta de pesquisa, bem como, para que consiga atingir os objetivos de pesquisa.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Tomando como base o critério de classificação de pesquisa proposto por Vergara (2004), a metodologia utilizada, quanto aos fins, pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, pois o objetivo é gerar uma proposta de configuração de rede logística reversa para aplicação dirigida à solução de um problema concreto, tendo, portanto, finalidade prática.

Por meio de revisão bibliográfica procurou-se construir a estrutura teórica de sustentação ao trabalho, buscando dentro da logística e, mais especificamente, dentro da logística reversa, a fundamentação necessária. A pesquisa foi realizada em materiais já publicados como livros, artigos, teses, dissertações e materiais disponíveis na *internet*.

Pode-se também classificar a pesquisa em questão como uma pesquisa exploratória, quanto aos objetivos, e qualitativa, quanto aos procedimentos, que, no caso, consistiu em um estudo de caso baseado em pesquisa-ação.

Esta pesquisa corresponde à aplicação de conhecimento científico para a resolução de um problema real. Destaca-se que a pesquisa qualitativa e exploratória refere-se à utilização de métodos usualmente relacionados ao levantamento e à análise de um texto (escrito ou falado) ou, ainda, uma observação direta de um comportamento pessoal (CASSEL; SYMON, 1994). Por sua vez, o estudo de caso é

uma forma de se realizar pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos em seu contexto de vida real, em situações nas quais os limites entre o fenômeno e o contexto não são facilmente perceptíveis (YIN, 2005).

Conforme Thiollent (2003), a pesquisa-ação pode ser entendida como um tipo de pesquisa social com base empírica, na qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação (ou do problema) estão envolvidos de modo participativo ou cooperativo e a mediação teórica conceitual permanece operando em todas as fases da pesquisa. Ainda de acordo com o mesmo autor, a pesquisa-ação é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de problemas coletivos e com os quais, os pesquisadores e os participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo, exatamente como ocorreu no desenvolvimento desta pesquisa.

3.2 PLANO DE ESTUDO

Para contextualização do tema e para a identificação dos elementos de rede a serem contemplados na proposta de configuração da rede reversa, utilizou-se a revisão bibliográfica como procedimento de pesquisa.

A revisão bibliográfica aconteceu, principalmente, em duas fases da pesquisa. No início da pesquisa, conforme citado no item 1.4, buscaram-se informações sobre estratégia e sustentabilidade, logística reversa, indústria moveleira e problema dos resíduos industriais. Durante o desenvolvimento da pesquisa, a revisão da literatura enfocou as iniciativas relacionadas ao tratamento e reciclagem de resíduos industriais e a modelagem de redes reversas.

Como base para a definição da proposta de configuração de rede, aplicável ao caso do setor moveleiro da RMC, foi escolhido o estudo realizado por Fleischmann (2001), que é considerado uma referência (POCHAMPALLY; NUKALA; GUPTA, 2009); sendo que o mesmo já havia sido utilizado, no Brasil, por Anastácio (2003) na proposta de uma sistemática de rede de recuperação de resíduos para a indústria de construção civil. Tal modelo é baseado em programação linear inteira combinada, onde são considerados os custos fixos e variáveis, bem como as restrições inerentes ao caso específico.

3.3 COLETA DE DADOS

Foram utilizadas duas técnicas de coleta dos dados para subsidiar a pesquisa: observação participante durante as reuniões e visitas realizadas na fase de desenvolvimento do projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos da RMC, conforme detalhado no item 3.4.1, e a análise documental, que ocorreu em paralelo ao desenvolvimento do projeto.

3.3.1 Fontes secundárias

Os dados secundários utilizados na pesquisa, que tiveram por objetivo a obtenção de dados confiáveis sobre o objeto de estudo, foram obtidos por meio da consulta a documentos como: jornais, revistas, sites da internet, boletins informativos e documentos fornecidos pelo SIMOV e pelas entidades visitadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Durante a fase de coleta dos dados, procurou-se utilizar, na maioria das vezes, mas não exclusivamente, fontes de divulgação oficial sobre o setor estudado. Além disto, utilizou-se dados de trabalhos de pesquisa disponibilizados pelo CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem.

3.3.2 Fontes primárias

Os dados primários da pesquisa foram coletados por meio de observação participante ao longo do desenvolvimento do projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos da RMC. A observação participante ocorre quando o pesquisador entra no ambiente social e age como um observador e um atuante simultaneamente (COOPER; SCHINDLER, 2003). A equipe de trabalho reunida a partir maio de 2010 para desenvolvimento do projeto foi composta, além do pesquisador responsável por esta pesquisa, pelos seguintes integrantes:

- Constantino Bezeruska: empresário do setor moveleiro, tendo sido presidente do Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná - Simov. É atualmente coordenador do Conselho Setorial da Indústria Moveleira da Federação das Indústrias do Estado do Paraná - FIEP.

- Elcio Herbst: Administrador de Empresas formado pela FARESC, com especialização em Gerenciamento Ambiental na Indústria, através do SENAI e UFPR.

- Emerson Leonardo Schmidt Iaskio: Economista, com pós-graduação em Sociologia Política e cursando Mestrado em Desenvolvimento Econômico pela UFPR. É analista técnico da Federação das Indústrias do Estado do Paraná - FIEP. Atua na Coordenação de Desenvolvimento da FIEP, onde é analista das Cadeias Produtivas de Madeira e Móveis.

- Evânio do Nascimento Felipe: Economista, mestre em Desenvolvimento Econômico pela UFPR, é analista técnico da Federação das Indústrias do Estado do Paraná - FIEP. Atua na Coordenação de Desenvolvimento da FIEP, onde é analista da Cadeia Produtiva de Construção Civil.

- Luiz Andreoli Silva: Pedagogo com especialização em Administração Escolar, Psicossociologia da Organização Empresarial e Escolar, Magistério Superior e Administração de Empresas. Atua há mais de 30 anos com formação e desenvolvimento de pessoas e empresas, 5 anos com Planejamento Estratégico e Gerenciamento de Projetos Nacional e Internacional, 1 ano e meio em ONGs e 4 anos em Gestão Sindical. É executivo do Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná - Simov.

Durante o período compreendido entre maio e novembro de 2010, esta equipe reuniu-se semanalmente com objetivo de desenvolver o projeto da criação da central, conforme detalhado na seção 3.4.

3.4 PROJETO DE CRIAÇÃO DA CENTRAL DE TRATAMENTO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS NO PÓLO MOVELEIRO DA RMC

O Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná - SIMOV vem, desde 2009, trabalhando junto à FIEP e com o suporte da PUCPR, no

sentido de viabilizar a implantação de uma central para coleta, tratamento e destino economicamente rentável e ambientalmente sustentável para os resíduos da indústria de móveis de Curitiba e Região Metropolitana (SIMOV, 2010).

A Central de Tratamento de Resíduos terá como objetivo proporcionar condições para uma atitude permanente de economia, reaproveitamento e reciclagem de objetos e/ou matérias primas e fabricação do setor do mobiliário de Curitiba e Região Metropolitana. De modo a estimular a preservação e conservação dos recursos naturais, a Central visa contribuir de maneira efetiva para a preservação do ambiente, garantindo para os geradores, no caso as indústrias participantes, que todos seus resíduos estão sendo destinados corretamente, facilitando com isso o processo de licenciamento ambiental junto ao Órgão Ambiental competente.

A proposta da Central objetiva o destino sustentável aos resíduos e, ao mesmo tempo, evitar cortes desnecessários de florestas (nativas ou não) para geração de energia. Além disso, com o desenvolvimento do projeto, há a intenção de se aumentar o número de empresas participantes, com a inclusão de outros setores, como o da construção civil e da indústria madeireira, que utilizam grande quantidade de madeira.

Ainda de acordo com o SIMOV (2010), o projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos pretende, além de ser um empreendimento viável e lucrativo, resolver o problema dos Resíduos da Indústria Moveleira, sobretudo aqueles tóxicos e que não são passíveis de reciclagem. Todos eles terão um destino sustentável: para os recicláveis, a venda; e para os não-recicláveis, a destinação a um aterro especializado em receber resíduos industriais. Com cerca de 1400 empresas da RMC cadastradas no Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná - SIMOV, o mercado fornecedor potencial para a Central de Tratamento de Resíduos é relativamente grande, quando comparado aos casos de Arapongas e Ubá.

O projeto objetiva contemplar três áreas de responsabilidade empresarial: econômica, ambiental e social. Economicamente, transformará os resíduos de madeira em briquetes e os venderá; ambientalmente, dará destino correto aos resíduos; e socialmente, doará parte de seus resíduos para cooperativas de reciclagem gerando, assim, trabalho e renda.

3.4.1 Histórico de desenvolvimento do projeto

No ano de 2009, empresários, representantes de sindicatos, universidades, da FIEP e de outras instituições realizaram um workshop promovido pelo SIMOV e pelo SENAI-PR, com o objetivo de definir um planejamento estratégico participativo para a construção de uma Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos para o Pólo Moveleiro da RMC. Paralelamente, 16 empresas do setor moveleiro da RMC realizaram, junto ao SENAI-PR, um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS. Deste programa resultou um inventário dos resíduos gerados pelas empresas do setor.

Em maio de 2010 reuniram-se, no Centro de Inovação, Educação, Tecnologia e Empreendedorismo do Paraná - CIETEP, representantes da FIEP, do SENAI-PR, do SIMOV e da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR. O tema central foi à viabilização da construção de uma Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos específica para o Pólo Moveleiro da RMC. Formou-se, nessa reunião, um grupo de trabalho que passou a se reunir regularmente a fim de planejar e viabilizar a implantação do projeto. No mesmo mês, a equipe visitou a Central de Resíduos da Indústria de Móveis de Arapongas - CETEC, onde encontrou ideias para definir o escopo do projeto, o qual foi discutido nas reuniões seguintes.

Além dos encontros semanais do grupo de trabalho, durante o desenvolvimento do projeto, a equipe reuniu-se com representantes de outras empresas, sindicatos, da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC e do Instituto Lixo e Cidadania. Também teve a oportunidade de visitar outra Central de Tratamento de Resíduos: a do setor de calçados de Três Coroas no Rio Grande do Sul.

A seguir, estão listadas as principais atividades do Projeto em ordem cronológica:

- Agosto de 2008: Solicitação do SIMOV para a FIEP elaborar o Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos do Pólo Moveleiro da RMC.

- 02 A 05/12/2008: Visita ao salão internacional do meio ambiente (Pollutec) efetuada pelo Sr. Paulo Fiori, representante do SIMOV, para coleta de informações

sobre a implantação de Centrais de Tratamento de Resíduos.

- 24/04/2009: *Workshop* de planejamento estratégico participativo da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos - SIMOV e SENAI-PR.

- 28/05/2009: Visita ao Sindicato das Indústrias de Cal do Estado do Paraná (Sindical) e a uma empresa filiada para buscar informações sobre a utilização de resíduos da indústria moveleira como fonte de energia.

- 29/07/2009: Palestra de apresentação do PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) apresentada pelo SENAI-PR e pelo SEBRAE para 22 empresas do setor.

- 29/07/2009: Palestra “Case de Sucesso” - Fernando Tedeschi sobre a implantação do PGRS em sua empresa.

- 29/09/2009: Reunião na empresa Egurko em São José dos Pinhais para assinatura dos contratos do SEBRAE e do SENAI-PR com as empresas que aderiram ao PGRS.

- 12/11/2009 a 20/03/2010: Visitas dos técnicos do SENAI-PR às empresas para realização do PGRS.

- 16/03/2010: Visita à Universidade Federal de Viçosa (MG) e ao Sindicato Intermunicipal das Indústrias do Mobiliário de Ubá (INTERSIND) para obter informações sobre projeto da Central de Resíduos do Pólo Moveleiro de Ubá.

- 23/03/2010: Reunião para entrega dos relatórios e do plano de implantação do PGRS às empresas.

- 25/03/2010: Participação na reunião sobre lixo eletrônico, logística reversa e lei dos resíduos sólidos elaborada pelo coordenador de meio ambiente da FIEP Roberto Gava.

- 25/03/2010: Criada a Comissão de Resíduos Especiais, na FIEP.

- 07/04/2010: Reunião com Reinaldo Tockus e Elcio Herbst para formar grupo de trabalho com objetivo de montar o Projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos da Indústria Moveleira da RMC.

- 06/05/2010: Primeira reunião do grupo de trabalho, composta por Constantino Bezeruska (Coordenador do Conselho Setorial da Indústria Moveleira do SENAI-PR), Elcio Herbst (SENAI-PR), Emerson Iaskio (FIEP), Frederico Gomes (PUCPR) e Luiz Andreoli (SIMOV).

- 25/05/2010: Visita à CETEC (Central de Tratamento de Resíduos Industriais) e a uma empresa (Fiasini Indústria e Comércio de Móveis) na cidade de Arapongas - PR, para obter informações sobre a experiência do Pólo Moveleiro de Arapongas no tratamento e reciclagem de resíduos.

- 24/06/10: Reunião com Sr. Honorato Saint Clair (Ministério Público do Paraná), para apresentação do Projeto.

- 02/07/2010: Reunião com ONG Eco Sustentável de São Paulo para levantamento de informações sobre projetos de usinas de lixo.

- 12/07/2010: Reunião com Sr. Luis Roberto do SINDIBEBIDAS - Sindicato das Indústrias de Bebidas do Estado do Paraná - para troca de experiências e conhecimento do Projeto de Tratamento de Resíduos desenvolvido para o setor.

- 19/07/2010: Reunião com a ONG Lixo e Cidadania para obtenção informações sobre a possibilidade de envolvimento das entidades que representam os catadores da região de Curitiba, no Projeto da Central.

- 20/07/2010: Reunião com a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba - COMEC (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano) com Sr. Gil Fernando Polidoro e sua equipe para a verificação de possíveis áreas candidatas para instalação da Central.

- 30/07/2010: Reunião com Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, com Sr. Laerte Dudas para apresentar o projeto e solicitar o apoio e a possível assinatura de um termo de acordo com o SIMOV para participação no projeto.

- 02/08 e 03/08/2010: Visita ao Sindicato da Indústria de Calçados de Três Coroas - RS e à Central de Resíduos para obter informações sobre o projeto e funcionamento.

- 05/08/2010: Reunião da comissão de resíduos especiais da FIEP coordenada pelo Sr. Roberto Gava para tratar da Política Nacional de Resíduos Sólidos, lixo eletrônico e logística reversa.

- 24/08/2010: Visita ao CEMPRE (www.cempre.org.br), principal fórum multisetorial do gênero no país, localizado em São Paulo-SP, com objetivo de levantamento bibliográfico sobre práticas de reciclagem e gerenciamento integrado de resíduos sólidos.

- 10/11/2010: Café da manhã e *Workshop* com empresários para apresentação do Projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos para o setor Moveleiro.

- 18/11/2010: Visita ao Projeto Piloto da Unidade Integrada de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Indústria Moveleira, da Universidade Federal de Viçosa - MG, com objetivo de troca de experiência sobre o processo de implantação do projeto piloto, bem com das práticas e processos de reciclagem e gerenciamento integrado de resíduos sólidos da indústria moveleira de Ubá-MG.

3.4.2 O projeto

A Central será responsável pela coleta e pelo destino sustentável dos resíduos citados na seção 3.4.2.1 não sendo, no entanto, a entidade que reciclará a

totalidade dos mesmos. Após a coleta, a central fará a triagem e o tratamento (prensagem, briquetagem ou tratamento físico-químico) adequado para vender o material para recicladores, encaminhá-lo a aterros específicos, ou outro destino, quando for o caso. Poderão enviar resíduos à Central as empresas associadas ao SIMOV e que tenham implantado o PGRS e que, comprovadamente, fazem a separação interna dos seus resíduos antes de encaminhá-los à Central.

3.4.2.1 Resíduos a serem coletados

O projeto da Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos para a Indústria Moveleira da RMC contempla a coleta e a destinação sustentável dos materiais apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resíduos gerados pela indústria moveleira da RMC

Resíduo	Grupo	Sub-Grupo	Descrição	
1	Papéis	1.1	Papel misto	Cartaz, jornal, revistas, papel colorido
		1.2	Papel contaminado	Papel contaminado com produtos químicos perigosos e tinta
		1.3	Papelão	Tubeletes, papel ondulado
2	Plásticos	2.1	Plásticos dvs.	Tubos PVC, eletrodutos PVC, emb. de produtos de limpeza, lonas, forro PVC, cintas de amarração
		2.2	Plásticos contaminados	Prod. químicos, emb. querosene, emb. tinta e verniz, emb. iscas, emb. microbiocida, embalagens de óleo
		2.3	Bombonas contaminadas	Embalagens de produtos químicos / limpeza
		2.4	Copos plásticos	Copos de PS e PE
3	Metais	3.1	Metais ferrosos	Latas de tinta, emb. produtos, latas prod. químicos, tambores, tubulação, luminária, arames, lâminas.
		3.2	Metais não ferrosos	Latas bebidas, papel alumínio
		3.3	Tambores	
4	Rejeitos	4.1	Rejeitos em geral	Máscara facial, touca, emb. de cola, isopor, fita, papel toalha, etiquetas, barbantes, papel higiênico, lâmpadas incandescentes, luvas descartáveis, vassouras, rodos, filtro aspirador, panos de limpeza, bituca de cigarro, feltro, fibra de vidro, guardanapo, pincel, rolo de pintura, varrição, lixas, papel parafinado, vidro plano.

5	Vidros	5.1	Vidros diversos	Embalagens de alimentos
6	Lâmpadas	6.1	Lâmpadas fluorescentes e/ou com vapor metálico	Lâmpadas contendo metais pesados
7	Pilhas e Baterias	7.1	Pilhas diversas	Pilhas comuns
		7.2	Baterias	Baterias de chumbo ácido, baterias de celular
8	Madeira	8.1	Madeira em geral	Embalagens, caixas, sobras de móveis, palletes
		8.2	Serragem/maravalha	Serragem e maravalha não contaminadas
9	Resíduos de estofaria	9.1	Têxtil	Couro, corino, tecido
		9.2	Espuma	
10	Entulhos	10.1	Resíduos utilizados como agregados	Blocos de cimento, refratários, azulejo, tijolos, areia
11	Resíduos especiais	11.1	Vernizes, solventes e assemelhados	Borra de tinta, solvente
		11.2	Produtos químicos	Restos de produtos químicos perigosos, sprays
		11.3	Pó de tinta	
		11.4	Lodo com metais	Lodo do sistema de lavagem de peças metálicas
12	Resíduos Mistos	12.1	Sucata eletro-eletrônica	Capacitores, componentes eletrônicos, fusível, monitores
		12.2	Embalagens cartonadas	Embalagens de alimentos (longa vida)
		12.3	Fiação elétrica	Fiação de cobre encapada
		12.4	Outros resíduos mistos	Madeira/PVC/papelão/cola
13	Resíduos Oleosos	13.1	Resíduos mistos contaminados com óleo, graxa e produtos perigosos	EPI's contaminados, filtros de óleo, serragem/maravalha contaminada
		13.2	Trapos de malha contaminados	Trapos de malha, estopas contaminados com óleo mineral, graxa, thinner
		13.3	Graxa mineral	
		13.4	Óleo mineral	Óleo de lubrificação, óleo de transmissão, hidráulico

Fonte: Projeto SIMOV (2010)

Para os resíduos orgânicos e os grupos rejeitos e entulhos, apresentados na Tabela 1, a destinação final deverá ocorrer diretamente pelo gerador, em conformidade com as normas e leis ambientais aplicáveis. Para os demais grupos, a destinação deverá ocorrer conforme os processos listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Destino dos resíduos da central

Resíduos	Processo a ser adotado na central
De madeira (cavacos, serragem, maravalha, pedaços maciços, painéis)	Trituração, briquetagem, peletização (futura)
Outros recicláveis (papel, plástico, metal, embalagens cartonadas, etc.)	Separação secundária, prensagem e destinação p/ reciclagem
Tintas, solventes	Destilação (reator) e reciclagem
Contaminados (com óleo, graxas, tintas, etc.); Perigosos (eletrônicos, pilhas, baterias;	Armazenagem e destinação para outros sistemas de disposição e/ou tratamento
Tecidos, napa, corino, couro, espuma	Separação e destinação para Cooperativa de Catadores (reciclagem)

Fonte: Projeto SIMOV (2010)

No tocante à responsabilidade social, prevê-se que parte dos materiais citados na Tabela 2, será destinada à Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis, a qual fará a triagem junto às Instalações da própria Central. Vislumbra-se que esta ação venha a beneficiar pelo menos 50 pessoas (Catadores), além dos trabalhadores efetivos da Central (estimativa de 15 pessoas). Além do que com o fomento à reciclagem, novas oportunidades de mercado e trabalho se originam.

3.4.3 Mercado fornecedor potencial de resíduos para a central

O mercado fornecedor potencial é definido como a quantidade de resíduos que podem ser fornecidos por todo o universo de indústrias moveleiras da RMC, filiadas ao SIMOV. A Tabela 3 mostra a estimativa do mercado fornecedor potencial. Tal estimativa foi elaborada pela FIEP a partir do inventário de resíduos resultante dos PGRSs implantados em 16 empresas do setor moveleiro da RMC, conforme citado no histórico apresentado no item 3.4.1.

Tabela 3 - Resíduos gerados pelo mercado fornecedor potencial

Tipo de Resíduo	Quantidade (kg/ano)	Participação %
Serragem/maravalha	17.239.173,29	45,35%
Madeira em geral	15.048.902,62	39,59%
Metais ferrosos	1.767.363,59	4,65%

Têxtil	1.163.500,65	3,06%
Rejeitos em geral	1.079.699,20	2,84%
Papelão	327.040,83	0,86%
Plásticos	290.686,55	0,76%
Trapos de malha contaminados	216.671,02	0,57%
Papel misto	207.563,42	0,55%
Lodo com metais	146.484,26	0,39%
Vidros diversos	99.256,79	0,26%
Metais não ferrosos	81.448,96	0,21%
Restos de alimentos	78.976,39	0,21%
Resíduos mistos contaminados	78.021,21	0,21%
Vernizes e assemelhados	64.996,05	0,17%
Pó de tinta	38.914,87	0,10%
Produtos químicos	27.058,90	0,07%
Sucata eletro-eletrônica	11.761,00	0,03%
Copos plásticos	9.189,96	0,02%
Outros resíduos mistos	8.524,06	0,02%
Resíduos utilizados como agregados	7.438,83	0,02%
Plásticos contaminados	5.829,59	0,02%
Lâmpadas	5.585,24	0,01%
Graxa mineral	4.597,87	0,01%
Espuma	4.386,03	0,01%
Papel contaminado	652,14	0,00%
Pilhas diversas	191,58	0,00%
Total kg/ano	38.013.914,90	100,0%

Fonte: Projeto SIMOV (2010)

3.4.4 Localização do mercado fornecedor potencial

Conforme já discutido na seção 2.3 a localização do mercado potencial fornecedor, é uma variável relevante para determinação da quantidade de elementos de rede e, por conseguinte, o custo total da rede.

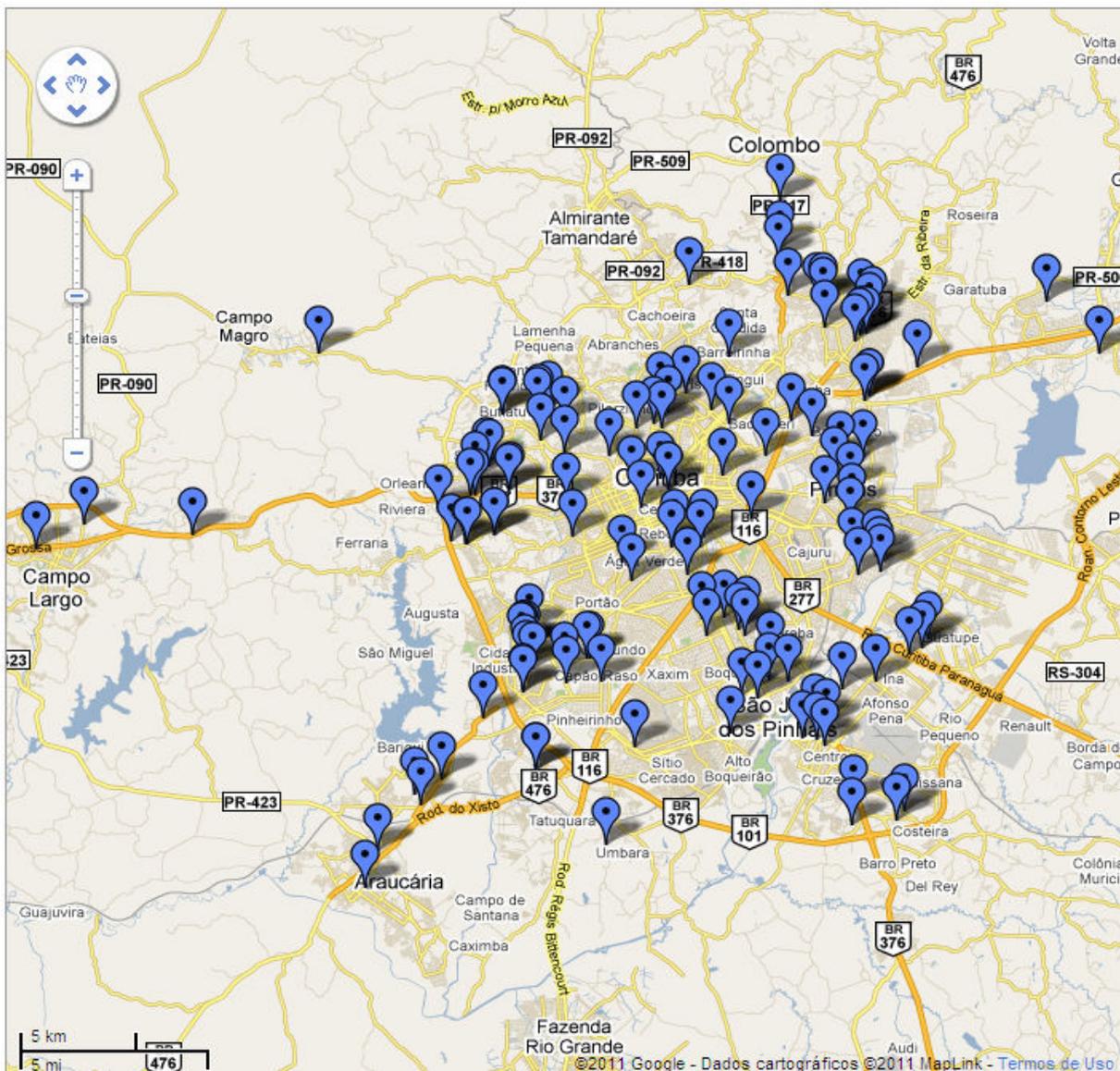


Figura 6 - Representação da localização do mercado fornecedor potencial
 Fonte: Projeto SIMOV (2010).

De acordo com a base de dados fornecida pelo SIMOV, os potenciais fornecedores - as empresas moveleiras da RMC filiadas ao SIMOV - encontram-se distribuídos pelos municípios de Curitiba e Região Metropolitana, conforme representado na Figura 6. Tal distribuição por não apresentar grandes concentrações de empresas em uma única e reduzida área geográfica, como acontece nos casos dos pólos moveleiros de Arapongas e Ubá, apresenta-se como um desafio adicional ao projeto.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo será apresentada a proposta de configuração de rede reversa para atendimento das indústrias do Pólo Moveleiro da RMC e a identificação de variáveis a serem contempladas na aplicação da configuração à rede reversa em questão.

4.1 PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO DE REDE REVERSA PARA O PÓLO MOVELEIRO DA RMC

O objetivo desta seção é estabelecer uma proposta de Configuração de Rede Reversa de Resíduos (CRRR) para a indústria moveleira da RMC. Esta configuração tratará da definição dos elementos que compõem a rede, do levantamento dos dados para a aplicação do método de localização de múltiplos centros de gravidade - MMCG, possibilitando, a partir dele e de um inventário detalhado de resíduos, criar futuramente a proposta de localização das instalações dos elementos da rede logística reversa do setor moveleiro para aplicação na RMC.

4.1.1 Caracterização dos componentes da rede

Com base nos exemplos de redes levantados no item 2.3.1 e, em particular no modelo proposto por Fleischmann (2001), foram estabelecidos os principais elementos que compõem a configuração da rede reversa de distribuição de resíduos da indústria moveleira da Região Metropolitana de Curitiba.

Do modelo proposto por Fleischmann (2001) utilizou-se as funções mapeadas para uma cadeia reversa: coleta; inspeção; separação; reprocessamento; disposição e redistribuição. Porém, cada função foi adaptada ao respectivo elemento de rede, respeitando as particularidades do caso em questão. Destas particularidades destacam-se: as empresas geradoras como responsáveis pela destinação final de

parte de seus resíduos e as funções de inspeção, separação e reprocessamento, sendo executadas por um único elemento da rede, no caso, a Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos.

Depois de estabelecidos os elementos que compõem a rede, definiu-se terminologia comum para os diversos elementos apresentados na rede reversa, fixando cinco elementos principais: áreas de geração, instalações de transbordo, instalações de reciclagem, mercado secundário e instalações de disposição final. A Tabela 4 sumariza componentes da rede e suas respectivas funções.

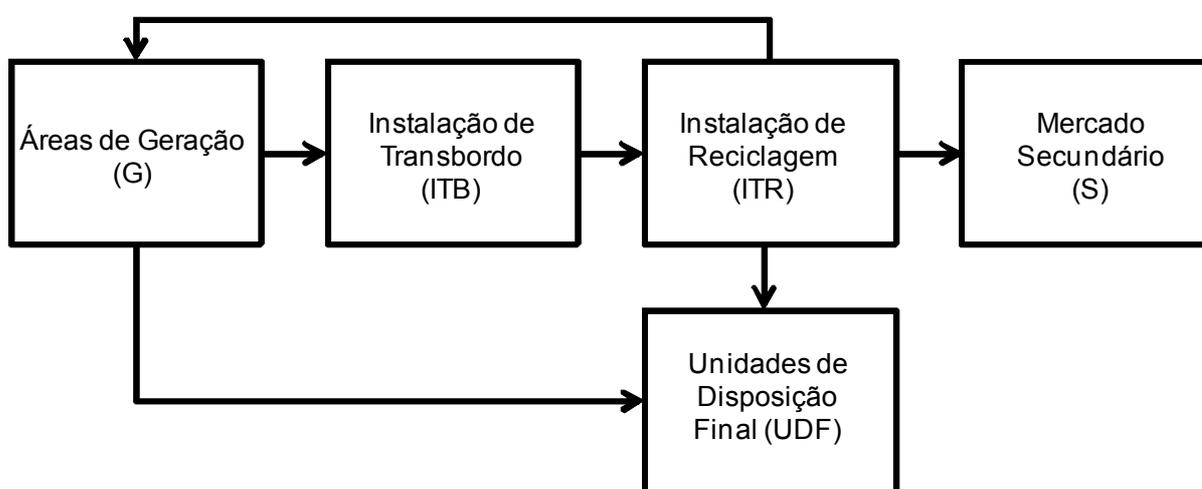


Figura 7 - Elementos da rede de distribuição reversa
Fonte: Elaborada pelo autor.

As áreas de geração compreendem os pontos de origem dos materiais de final de uso, que devem retornar através da rede. Elas são compostas pelas empresas de móveis filiadas ao SIMOV. Porém cabe ressaltar, conforme observado no item 3.4.2.1, que nem todos os resíduos gerados pelas empresas participantes serão tratados pela Central. Para os resíduos orgânicos e os grupos rejeitos e entulhos, a destinação final deverá ocorrer diretamente pelo gerador, conforme representado na Figura 7.

As instalações de transbordo são os pontos da rede onde são realizadas as atividades de consolidação de cargas das áreas de geração. Sua existência se justifica pela distância a ser percorrida pelos veículos coletores dos resíduos. Segundo Jardim (2000), além do aumento do custo de transporte, as grandes distâncias ocasionam uma diminuição da produtividade dos veículos, em função do tempo ocioso gasto para descarga e retorno ao setor de coleta.

Para estas situações se recomenda a utilização de instalações de transbordo

que reduzem o percurso dos veículos coletores, gerando maior economia e permitindo o transporte de resíduos para seu destino final em caminhões de grande capacidade e menor custo. Para o caso em questão, pretende-se utilizar indústrias de médio porte, localizadas nas áreas de geração, como candidatas a instalações de transbordo, visto que serão responsáveis por boa parte do volume de resíduos da região em questão.

A instalação de reciclagem nessa rede fará a inspeção, separação e classificação dos materiais que deverão ser vendidos diretamente ao mercado secundário para reuso (peças reaproveitáveis, madeira para queima, etc.); dos materiais que serão doados para os recicladores (tecidos, plásticos, metais, isopor, fios, etc.); dos materiais que serão encaminhados a outras unidades de reciclagem de resíduos; e dos materiais que deverão ser encaminhados para disposição final em aterro sanitário. Este será o local onde se desenvolvem as atividades de remanufatura, reciclagem e, eventualmente, o tratamento do resíduo. Para a rede de resíduos essa instalação reciclará os materiais recebidos das instalações de transbordo e fará a sua redistribuição para as zonas de consumo de reciclados e para as empresas geradoras (solventes e tintas recicladas que podem ser reutilizadas no processo produtivo do próprio setor moveleiro).

Os consumidores são formados pelo conjunto de todos aqueles que demandam os produtos reciclados, sejam eles produtos finais, prontos para o consumo, ou produtos semi-acabados, que são matérias-primas ou componentes para as linhas de produção. Para o caso dos reciclados de resíduos de madeira cita-se como consumidores as empresas que se utilizam de fornalhas a lenha para os seus produtos, e que poderão utilizar-se de briquetes para tal. Estas são, principalmente, os fabricantes de cerâmica e cal. O mercado secundário e de recicladores consumirá os materiais aproveitáveis que serão separados e classificados.

A unidade de disposição final é o destino de todo o material que não foi aprovado no processo de classificação para ser disponibilizado para o mercado de produtos secundários. As unidades de disposição final podem ser os aterros sanitários públicos ou aterros para tipos específicos de resíduos. Conforme já destacava Anastácio (2003) a tendência é de restrição ao recebimento de resíduos e da cobrança pela sua destinação nos aterros. A configuração de rede de distribuição reversa de resíduos proposta sugere a utilização do aterro sanitário Municipal como

local de disposição final.

Tabela 4 - Componentes e funções da configuração de rede reversa de resíduos

Componente	Função
Áreas de Geração	Geração dos materiais de final de uso
Instalações de Transbordo	Consolidação de cargas das áreas de geração
Instalações de Reciclagem	Inspeção, separação e reprocessamento dos materiais
Mercado Secundário	Consumo dos materiais reprocessados ou separados
Unidades de Disposição Final	Destino final dos materiais não aprovados no processo de classificação e dos resíduos gerados no reprocessamento

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.2 Identificação de variáveis a serem contempladas na aplicação da configuração de rede reversa de resíduos

Para que se possa definir futuramente, após realizado um inventário detalhado de resíduos das empresas que aderirem ao projeto, quais zonas de geração devem ser atendidas por quais instalações de transbordo, e quais instalações de transbordo deverão ser atendidas por quais instalações de reciclagem, serão necessárias as coordenadas dos centróides das áreas de geração, as taxas de transporte, os volumes de resíduos gerados em cada área de geração e o número de instalações que se deseja. Além disso, deve definir também o custo total de transporte e o volume que deve ser destinado para cada instalação.

As coordenadas dos centróides das áreas de geração homogêneas poderão ser definidas por meio da utilização de um software de geoprocessamento. A taxa de transporte poderá ser definida por uma pesquisa de custos das formas de transporte aplicáveis para o caso da RMC. Esta taxa deverá ser definida em unidades de medidas, como por exemplo, em R\$/m³ km, e neste caso uma distância média de transporte entre os nós da rede deve ser considerada. Os volumes gerados em cada área de geração poderão ser obtidos por meio do resultado dos PGRSs de empresas filiadas ao SIMOV. Finalmente, o número de instalações poderá ser definido em função do volume total gerado e da capacidade de processamento de

cada instalação.

Com estes dados disponíveis, poderá se utilizar um software específico para solução deste tipo de modelo. Por exemplo, o módulo *MULTICOG* do programa comercial *LOGWARE*, permite que se entre diretamente com os dados, fornecendo o número de instalações que se deseja e obtendo como resposta os seguintes elementos: coordenadas das instalações, volume e área de geração alocados por instalação e o custo total de transporte. As coordenadas das localizações fornecidas pelo modelo são coordenadas planares, que definem uma posição ótima, sem respeitar nenhum tipo de restrição (físicas e/ou legais).

Para solução deste problema, estas localizações poderão ser plotadas em um mapa e, por meio de critérios objetivos, serem deslocadas para pontos possíveis de localização, que atendam às restrições, conforme discutido na seção 2.3. Com estas novas coordenadas rodar-se-á novamente o modelo, realocando as áreas de geração a estas instalações, de forma a obter-se a melhor solução de custo. O MMCG será rodado em duas etapas. Na primeira etapa serão definidas as instalações de transbordo que deverão atender as áreas de geração e na segunda etapa serão definidas as instalações de reciclagem que deverão atender as instalações de transbordo.

Os dados necessários para aplicação da Configuração de Rede Reversa de Resíduos (CRRR), proposta neste trabalho, são os volumes de resíduos, os nós fixos da rede, as instalações candidatas, os coeficientes de custos (fixos e variáveis) e os parâmetros do modelo. Os nós fixos da rede são as zonas de geração e consumo, os mercados secundários e os aterros sanitários. Os volumes e as instalações candidatas (instalações de transbordo e de reciclagem) serão obtidos por meio da aplicação do MMCG. Os coeficientes de custos serão os custos fixos, definidos para cada instalação, e os custos variáveis, que serão obtidos por meio da composição dos itens de transporte, coleta, classificação, manuseio, consolidação de carga, produção e disposição final em aterro sanitário.

Os parâmetros do modelo são: o volume total de resíduos, as frações de retorno das áreas de geração, o volume total de resíduo que vai da instalação de transbordo para a instalação de reciclagem, a parcela de resíduo que vai da área de geração para o aterro sanitário e as capacidades máximas e mínimas das instalações de transbordo e de reciclagem. As frações de demanda e de retorno são definidas pela proporção dos volumes nas áreas de geração e consumo. As parcelas

de materiais que saem das instalações de transbordo são definidas pelo perfil dos resíduos gerados.

Tabela 5 - Dados necessários para aplicação da CRRR

Dado	Descrição
Volumes de resíduos	Resultado dos PGRSs das empresas participantes no projeto
Nós fixos da rede	Zonas de geração, consumo, os mercados secundários e os aterros sanitários
Instalações candidatas	Instalações de transbordo e de reciclagem que serão obtidos por meio da aplicação do MMCG
Coeficientes de custo	Custos fixos, definidos para cada instalação; custos variáveis, que serão obtidos por meio da composição dos itens de transporte, coleta, classificação, manuseio, consolidação de carga, produção e disposição final em aterro sanitário
Parâmetros do modelo	Volume total de resíduos; frações de retorno das áreas de geração; volume total de resíduo que vai da instalação de transbordo para a instalação de reciclagem; parcela de resíduo que vai da área de geração para o aterro sanitário e as capacidades máximas e mínimas das instalações de transbordo e de reciclagem

Fonte: Elaborada pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo serão apresentadas as principais considerações a respeito do estudo da configuração de rede proposta para aplicação ao caso do pólo moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba. Além destas considerações, serão abordados aspectos que poderão ser temas para desenvolvimentos futuros.

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um dos impasses ambientais de maior relevância na sociedade moderna. A pressão crescente exercida pela sociedade e o surgimento de legislações específicas sobre o tema, vem obrigado às empresas a desenvolver estratégias e propor soluções para o manejo e destinação dos resíduos por elas produzidos. Nesse sentido, a logística reversa contribui para a redução do consumo de matérias-primas, economia de energia e melhoria das condições ambientais, e vem sendo encarada por algumas empresas como uma oportunidade para a obtenção de vantagens competitivas.

Para as indústrias participantes do projeto discutido nesta dissertação, o fato de entregar seus resíduos à Central, não significa perda, visto que elas terão a garantia de que todos os seus resíduos estarão sendo dispostos de forma correta, o que pode facilitar, dentre outros benefícios, o licenciamento junto ao órgão ambiental competente. A Central de Tratamento de Resíduos, tema deste trabalho pode diminuir os danos ambientais causados pelas indústrias do Pólo Moveleiro da RMC, uma vez que os resíduos sólidos gerados por elas estarão recebendo tratamento adequado. Além disso, ela poderá gerar trabalho e, conseqüentemente, renda para a região.

A pesquisa apresentada nesta dissertação teve como principal produto o desenvolvimento de uma proposta de configuração de rede reversa aplicável ao atual ambiente de negócios. Foram apresentadas contribuições sob o ponto de vista teórico e prático. Na perspectiva teórica, ressalta-se que o tema foi analisado, seguindo um embasamento metodológico, constituindo um material relevante para

compor a literatura sobre o tema pesquisado. Destaca-se que para o atingimento do objetivo de pesquisa, adaptou-se a configuração proposta no modelo desenvolvido por Fleischmann (2001) a realidade do caso da indústria moveleira da RMC, conforme detalhado na seção 4.1, detalhamento este que tem por objetivo responder ao problema de pesquisa proposto na seção 1.2.

A proposta de configuração de rede logística reversa de distribuição para o sistema de coleta, processamento e recuperação de resíduos da indústria moveleira, desenvolvida neste trabalho e representada na Figura 7, além de enriquecer a literatura sobre o tema, pode servir de referência para projetos práticos de redes reversas de resíduos, ou de redes reversas similares. A aplicação da configuração proposta ao caso do pólo moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba contribuirá para a viabilização do projeto por meio do desenho de uma rede otimizada, onde serão localizadas instalações de transbordo e de reciclagem.

Para que a Central de Tratamento e Reciclagem de Resíduos se torne uma realidade no Pólo Moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba, é necessário que as indústrias de móveis tenham consciência da importância de aderir a esse projeto. Porém essa adesão não deve ter apenas o objetivo de resolver o problema da própria empresa, mas, principalmente, de trazer benefícios para o meio ambiente e para a sociedade de uma maneira geral.

5.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como recomendação para estudos futuros são sugeridas quatro possibilidades de desenvolvimento. A primeira possibilidade refere-se à precariedade dos dados relativos ao inventário de resíduos gerados pelo pólo moveleiro da RMC. A elaboração de um trabalho específico com o objetivo de definir o perfil dos resíduos sólidos gerados pelo pólo moveleiro da RMC seria muito importante, para a aplicação prática da configuração de rede proposta nesta pesquisa. A segunda refere-se a uma abordagem para o estudo de caso sob o ponto de vista das receitas do sistema.

A terceira possibilidade de desenvolvimento futuro refere-se ao arranjo institucional para o funcionamento da rede de resíduos gerados pelo pólo moveleiro

da RMC. Este estudo poderá analisar alternativas de participação dos vários órgãos envolvidos como o poder público, a comunidade, as empresas e as associações de classe ligadas ao problema. O estudo poderá trazer, também, análises sobre as formas de gerenciamento aplicáveis e as modalidades de participação financeira das diversas entidades envolvidas e beneficiadas pela implantação da rede.

Finalmente, a quarta possibilidade refere-se ao estudo de indicadores de aplicáveis a avaliação de desempenho da configuração de rede reversa proposta nesta dissertação. Os indicadores de desempenho são relevantes ao caso, não apenas por sua importância conceitual amplamente discutida na literatura, mas por sua aplicabilidade prática, como ferramentas poderosas de avaliação e formulação de estratégias e, por consequência, colaboram para o sucesso do projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10004**: classificação de resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AMMONS, J. C.; REALFF, M. J.; NEWTON, D. J. Carpet recycling: determining the reverse production system design. **Polymer-Plastics Technology and Engineering**, v. 38, p. 547-567, 1999.

ANASTÁCIO, A. F. **Proposta de uma sistemática para estrutura uma rede logística reversa de distribuição para o sistema de coleta, processamento e recuperação de resíduos da construção civil - o caso do município de Curitiba**. 2003. 124 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

ÂNGULO, S. G.; JORDAN, S. E.; JHON, V. M. Desenvolvimento sustentável e reciclagem de resíduos na construção civil. Artigo. p. 43 - 56. In: SEMINÁRIO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 6. 2011. **Anais...** IBRACON: São Paulo, Junho 2011.

ARENALES, M. N. et al. **Pesquisa operacional**. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus / Elsevier, 2007.

AZEVEDO, P. S.; NOLASCO, A. M. Fatores de incorporação de requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produtos em indústrias de móveis sob encomenda. **Ciência Rural**, 2009.

BALLOU, R. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, R. **Logística empresarial**: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo, Atlas, 2007.

BANSAL, P. Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 3, p. 197- 218, 2005.

BARNEY, J. B. Firm resources and sustained competitive advantage. **Journal of Management**, v. 17, n. 1, p. 99-120, 1991.

BARROS, A. I.; DEKKER, R.; SCHOLTEN, V. A two-level network for recycling sand: A case study. **European Journal of Operational Research**. v. 110, p. 199-214, 1998.

BAUTISTA, J.; PEREIRA, J. Modeling the problem of location collection areas of urban waste management. An application to the metropolitan area of Barcelona. **Omega**, v. 34, p. 617-629, 2006.

BERTAGLIA, P. R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2005.

BIEHL, M.; PRATER, E.; REALFF, M. J. Assessing performance and uncertainty in developing carpet reverse logistics systems. **Computer and Industrial Engineering**, v. 34, p. 443-463, 2007.

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm].

BRITO, E. O. Estimativa da produção de resíduos na indústria brasileira de serraria e laminação de madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, ano IV, n. 26, p. 34-39, 1995.

BRITO, R. P.; BERARDI, P. C. Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos: um metaestudo. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo. v. 50, n. 2, 155-169, abr./jun. 2010.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BUYSSE, K; VERBEKE, A. Proactive environmental strategies: A stakeholder management perspective. **Strategic Management Journal**, v. 24, p. 453-470, 2003.

CARROL, A. A three-dimensional conceptual model of corporate performance. **Academy of Management Review**, v. 4, n. 4, p. 497-505, out. 1979.

CASSEL, C.; SYMON, G. Qualitative research in work contexts. In: CASSEL, C.; SYMON, G. **Qualitative methods in organizational research: a practical guide**. California: Sage Publications Inc., 1994, p. 3-5.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

CETEC. **Central de Tratamento de resíduos industriais**. Disponível em: <<http://www.cetecbr.com/empresa.asp>> Acesso em: 15 fev. 2011.

CHAVES, G. L. D.; MARTINS, R. S. **Diagnóstico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense**. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS. 8. 2005. **Anais...** SIMPOI/FGV, 2005, São Paulo.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CMMAD. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1991, 2. ed. 1987.

COLIN, E. C. **Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em Administração**. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 006 de 15 de junho de 1988**. Diário Oficial da União, 1988.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CSCMP. Council of supply chain management professionals. **Glossary of terms**. 2010. Disponível em: <<http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>>. Acesso em: 30 maio 2010.

DIMAGGIO, P. J; POWELL, W. W. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. **American Sociological Review**, v. 48, p.147- 60, 1983.

DOBROVOLSKI, E. G. **Problemas, destinação e volume dos resíduos da madeira na indústria de serrarias e laminadoras da região de Irati-Pr.** Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa, 1999.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business.** Oxford: Capstone Publishing Limited, 1999.

FLEISCHMANN, M. et al. Quantitative models for reverse logistics: a review. **European Journal of Operational Research**, v. 103, p. 1-17, 1997.

FLEISCHMANN, M. **Quantitative models for reverse logistics**; Lecture notes in economics and mathematical systems; 501. Berlim, Germany: Springer, 2001.

FONTES, P. J. P. de. **Auto-suficiência energética em serraria de Pinus e aproveitamento dos resíduos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994.

FREEMAN, R. E. The politics of stakeholders theory: some future directions. **Business Ethics Quarterly**, v. 4, n. 4, p. 409-422, 1984.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HART, S. L. The natural-resource-based-view of the firm. **Academy of Management Review**, v. 20, p. 986-1014, 1995.

HOMEM, G. R. **Avaliação técnico-econômica e análise locacional de uma unidade de processamento de soro de queijo em Minas Gerais.** Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

HU, T.; SHEU, J.; HUAN, K. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. **Transportation Research**, v. 38E, p. 457-473, 2002.

JARDIM, N. S. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 2. ed. São Paulo: IPT / CEMPRE, 2000.

JAYARAMAN, V.; PATTERSON, RA.; ROLLAND, E. The design of reverse distribution networks: models and solution procedures. **European Journal of Operational Research**, v. 150, p.128-149, 2003.

LACHTERMARCHER, G. **Pesquisa operacional na tomada de decisão**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LAM, B.; SELDIN, R. Modelos de localização - teoria e relevância para as indústrias. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UFRJ, **Anais...** Rio de Janeiro, 2004.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J.; VANTINE, J. **Administração estratégica da logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.

LARSON, P.; POIST, R.; HALLDORSSON, A. Perspectives on logistics vs. SCM: a survey of SCM professionals. **Journal of Business Logistics**, Lombard, Illinois, v. 28, n. 1, p. 1-25, jan. 2007.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson, 2003.

LIECKENS, K.; VANDAELE, N. Reverse logistics network designs with stochastic lead times. **Computer and Operations Research**, v. 34, p. 395-416, 2007.

LIMA, C. R. de. **Viabilidade econômica da produção de briquetes a partir da serragem de pinus sp**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3. 1998. **Anais...** SBPE: São Paulo, 1998.

LIMA, E. G.; SILVA, D. A. Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas - PR. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 1, p.105-116, 2005.

LOUWERS, D. et al. A facility location allocation model for reusing carpet materials. **Computers and Industrial Engineering**, v. 36, p. 855-869, 1999.

MAPA, S. M. S.; LIMA R. S.; MENDES, J. F. G. Localização de instalações com o auxílio de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e modelagem matemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26. Fortaleza. **Anais...** ENEGEP: Fortaleza, 2006.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo. Editora Atlas, 2005.

MARTEL, A.; VIEIRA, D. R. **Análise e projeto de redes logísticas**. São Paulo: Saraiva, 2008.

NAHUZ, M. A. R. Resíduos da Indústria moveleira. Divisão de produtos florestais IPT. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 3. 2005. **Anais...** São Paulo, SP, 2005.

OLANDOSKI, D. P. **Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústria de chapas compensadas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

PARANÁ. **Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999**. Lei de resíduos do Paraná, 1999.

PIRES, V. A. V. **Viabilidade econômica de implantação de uma unidade integrada de gerenciamento de resíduos sólidos no pólo moveleiro de Ubá MG**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

POCHAMPALLY, K. K.; NUKALA, S.; GUPTA, S. M. **Strategic planning models for reverse and closed-loop supply chains**. CRC Press, 2009.

PORTER, M. **Competitive strategy**: techniques for analyzing industries and competitors. New York: The Free Press, 1980.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Green and competitive: ending the stalemate. **Harvard Business Review**, v. 73, n. 5, p. 120-134, 1995.

RAMOS FILHO, L. S. N. **A logística reversa de pneus inservíveis**: o problema da localização dos pontos de coleta. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RAZZOLINI FILHO, E.; BERTÉ, R. **O reverso da logística e as questões ambientais no Brasil**. 1. ed. Curitiba: Editora IBPEX, 2009. v. 01. 243 p.

REVLOG - THE INTERNATIONAL WORKING GROUP ON REVERSE LOGISTICS. Coordinating Erasmus University, Rotterdam, Netherlands. Home-page. Disponível em: <www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>. Acesso em: 30 maio 2010.

REZENDE, A. A. P. et al. C. L. S. Projeto de unidade piloto de reaproveitamento de resíduos sólidos da indústria moveleira - caminho para o gerenciamento integrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 24. 2007. **Anais...** Belo Horizonte: MG, 2007.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE R. S. **Going back words; reverse logistics trends and practices**. University of Nevada: Reno, 1998. Center of Logistics Management, Reverse Logistics Executive Council.

RUSSO, M. V; FOUTS, P. A. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. **Academy of Management Journal**, v. 40, n. 3, p. 534-559, 1997.

SALEMA, M. I.; BARBOSA-PAVOA, A. P.; NOVAIS, A. Q. Na optimization model for the design of a capacitated multi-product reverse logistics network with uncertainty. **European Journal of Operational Research**, v. 179, p. 1063-1077, 2007.

SALOMON, Délcio Vieira. **Como fazer uma monografia**. 9. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

SANTOS, S. U. C. O.; TOSO, E. A. V. Estudo sobre a localização de uma Central de Triagem e Comercialização de Materiais Recicláveis. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16. 2009. Bauru. **Anais...** ENEGEP: Bauru, 2009.

SAVITZ, A. W.; WEBER, K. **A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SILVA, C. M. et al. **Relatório final**: proposta de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos do Pólo Moveleiro de Ubá-MG. Viçosa-MG: UFV, 2005.

SILVA, C. M.; SILVA, J. C.; SOUZA, A. P. **Projeto de pesquisa**: proposta de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos do pólo moveleiro de Ubá- MG. Viçosa-MG: UFV, Fapemig, 2004.

SIMA. **Sindicato das indústrias de móveis de Arapongas**. Disponível em: <<http://www.sima.org.br>>. Acesso em: 15 fev. 2011.

SIMOV. **Projeto de viabilidade econômica para a implantação de uma central de resíduos para a indústria moveleira de Curitiba e Região Metropolitana.** Curitiba-PR, 2010.

SINGHTAUN, C.; CHARNSETHIKUL, P. An efficient algorithm for capacitated multifacility location problems. **Journal of Computer Science**, v.3, n.8, p.583-591, 2007.

SINNECKER, C. O. **Estudo sobre a importância da logística reversa em quatro grandes empresas da Região Metropolitana de Curitiba.** Dissertação. 139f. (Mestrado em Engenharia da Produção) - Pontifícia Universidade Católica de Paraná, Curitiba, 2007.

SNYDER, L. V. Facility location under uncertainty: a review. **IIE Transactions**, v.38, p.537-554, 2006.

SHARMA, S; VREDENBURG, H. Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities. **Strategic Management Journal**, v. 19, n. 8, p. 729-753, 1998.

SHRIVASTAVA, P. Ecocentric management for a risk society. **Academy of Management Review**, v. 20, n. 1, p. 118-137, 1995a.

SHRIVASTAVA, P. Environmental technologies and competitive advantage. **Strategic Management Journal**, v. 16, p. 183-200, 1995b.

STROBEL, J. S.; CORAL, E.; SELIG, P. M. Indicadores de sustentabilidade corporativa: uma análise comparativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO. 28. 2004. **Anais...** Curitiba: ANPAD, 2004.

TEECE, D. J. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. **Strategic Management Journal**, v. 28, n. 13, p. 1319-1350, 2007.

TEECE, D. J.; PISANO, G. P; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 7, p. 509-533, 1997.

TETERYCZ, T; RICHARDT, N. F. **Manual de normas para trabalhos técnico-científicos**: de acordo com as normas da ABNT. Sistema Integrado de Bibliotecas da PUCPR. Biblioteca Central - Curitiba, 2010.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2003.

VENKATRAMAN, N; SUBRAMANIAM, M. Theorizing the future of strategy: questions for shaping strategy research in the knowledge economy. In: PETTIGREW, A; Thomas, H. e; Whittington, R. (Eds.). **Handbook of Strategy and Management**. London: Sage, 2002.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WESTLEY, F; VREDENBURG, H. Sustainability and the corporation: criteria for aligning economic practice with environmental protection. **Journal of Management Inquiry**, v. 5, p. 104-119, 1996.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A - DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NO PROJETOThe logo for SiMOV, with 'Si' in a bold, sans-serif font and 'MOV' in a larger, bold, sans-serif font. The background of the logo area is a textured, grid-like pattern.

Sindicato da
Indústria do Mobiliário
e Marcenaria do
Estado do Paraná

DECLARAÇÃO

O Sindicato da Indústria do Mobiliário e Marcenaria do Estado do Paraná, entidade Sindical Patronal, filiada ao Sistema FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná, declara para os devidos fins, que o mestrando Frederico Pessanha Gomes por meio do projeto de pesquisa da PUC – PR, vem atuando no comitê de planejamento no sentido de viabilizar a implantação de uma central para coleta, tratamento e destino economicamente rentável e ambientalmente sustentável para os resíduos da indústria de móveis de Curitiba e Região Metropolitana, com a possível inserção posterior de outros setores, tais como a indústria madeireira e a construção civil. Este projeto está sendo desenvolvido por meio de parceria entre este sindicato e o SENAI – PR.

Por ser verdade, firma-se o presente.

Curitiba, 09 de Setembro de 2010.



Luiz Andréole Silva
Gerente Executivo

Av. Sete de Setembro, 4698
Cj. 1601/1602 - Batel
Curitiba - PR - CEP 80240-000
Fone/Fax: 41 342-5052
e-mail: simov@bsi.com.br



APÊNDICE B - FOTOS VISITA CETEC



Figura 1 - Acesso ao CETEC



Figura 2 - Resíduos de madeira



Figura 3 - Caçamba para transporte de resíduos

APÊNDICE C - FOTOS VISITA UNIDADE PILOTO DE UBÁ

Figura 1 - Docas para descarga - unidade piloto do pólo de Ubá



Figura 2 - "Briquetadeira" - unidade piloto do pólo de Ubá

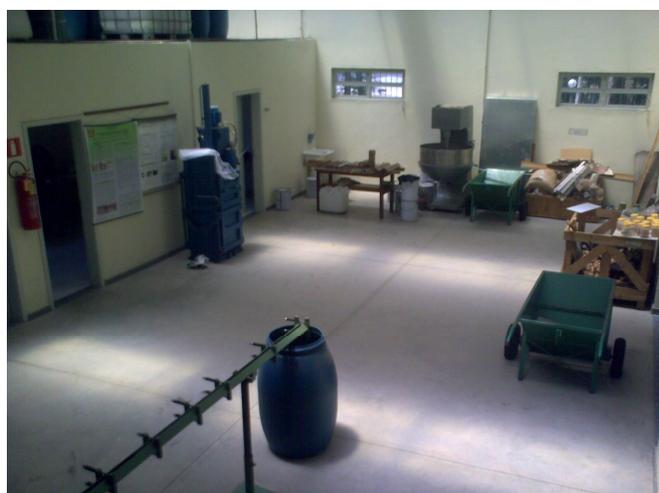


Figura 3 - Vista interna - unidade piloto do pólo de Ubá