

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

PROPOSAL FOR A REVERSE LOGISTICS NETWORK CONFIGURATION FOR THE WASTE COLLECTION FROM THE FURNITURE INDUSTRY IN THE METROPOLITAN REGION OF CURITIBA - CASE STUDY

PROPUESTA PARA LA CONFIGURACIÓN DE LA RED LOGÍSTICA INVERSA PARA LA RECOGIDA DE LOS RESIDUOS DEL SECTOR DE LA INDUSTRIA DE MUEBLES DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE CURITIBA - ESTUDIO DE CASO

Frederico Pessanha Gomes

Mestre em administração estratégica pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, especialização em gestão empresarial pela FGV e graduação em engenharia elétrica telecomunicações pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. frederico.gomes@uol.com.br

Ubiratã Tortato

Graduação e Mestrado em Administração pela Universidade Federal do Paraná e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo. Professor Titular do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da PUCPR e líder do Grupo de Pesquisa em Sustentabilidade Organizacional. ubirata.tortato@pucpr.br

RESUMO

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 artigo é apresentar uma proposta de configuração de rede logística reversa de distribuição de resíduos do polo moveleiro da RMC. O procedimento metodológico adotado na pesquisa foi o estudo de caso, tendo a pesquisa-ação como principal estratégia de coleta de dados. Para a formatação da proposta de configuração da rede, adaptou-se o modelo de rede reversa proposto por Fleischmann (2001). Como principal produto deste trabalho, tem-se a proposta de configuração da rede reversa para os resíduos do polo moveleiro da RMC.

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

ABSTRACT

In search of advancements regarding the practices of sustainability, the furniture industries of the metropolitan region of Curitiba (RMC) have joined together in a project to facilitate the creation of a center for the treatment and recycling of waste for the sector. The main objective of this work is to present a proposal for a reverse logistics network configuration of waste distribution from the furniture industry in the metropolitan area of Curitiba (RMC). The methodological procedure adopted in the research was the case study and the research-action was the primary strategy chosen for data collection. For the format of the proposed network configuration, the reverse network model proposed by Fleischmann (2001) was adapted. As the main product of this work, the proposal for the reverse network configuration for the residues from the furniture industry in the RMC is made.

Key words: Reverse logistics. Waste from the furniture industry. Waste reverse network configuration.

RESUMEN

En la búsqueda de avances en cuanto a las prácticas de sostenibilidad, las industrias de muebles de la región metropolitana de Curitiba (RMC) se unieron en un proyecto para facilitar la creación de un centro para el tratamiento y reciclaje de residuos para el sector. El principal objetivo de este artículo es presentar una propuesta de configuración de la red logística inversa de distribución de los residuos del centro mobiliario de la RMC. El procedimiento metodológico adoptado en esta investigación fue el estudio del caso, teniendo la acción como principal estrategia de recopilación de datos. Para el formato de la propuesta de configuración de la red, se adaptó el modelo de red inversa propuesto por Fleischmann (2001). Como principal producto de este trabajo, se tiene la propuesta de configuración de la red inversa para los residuos del centro de la industria del mueble de la RMC.

Palabras-clave: Logística inversa. Residuos de la industria mobiliaria. Configuración de red inversa de residuos.

INTRODUÇÃO

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).

Esse processo de conscientização da sociedade implica também no desenvolvimento de uma legislação coerente com as formas de produção e consumo

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

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 (Brasil 1998), 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.

Em busca de avanços para 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.

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 gestão dos resíduos sólidos e da 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.

A elaboração da estratégia logística é 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).

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.

Dado este contexto, objetivo geral desta pesquisa é o de propor um modelo para a configuração da rede logística reversa a ser implantada para atendimento do setor

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

moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba. 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.

A sequência desta pesquisa encontra-se estruturada da seguinte forma: apresentação da revisão bibliográfica que suporta o estudo; descrição dos procedimentos metodológicos utilizados na condução da pesquisa; apresentação e análise dos resultados obtidos a partir da pesquisa empírica e, finalmente, as considerações finais salientando as limitações e as recomendações para realização de pesquisas futuras.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Abordar-se-á nesta seção um conjunto de conceitos relevantes no tocante à compreensão da relação entre logística reversa, modelagem de redes logísticas e o problema dos resíduos na indústria moveleira.

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.

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.

Para 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

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

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.

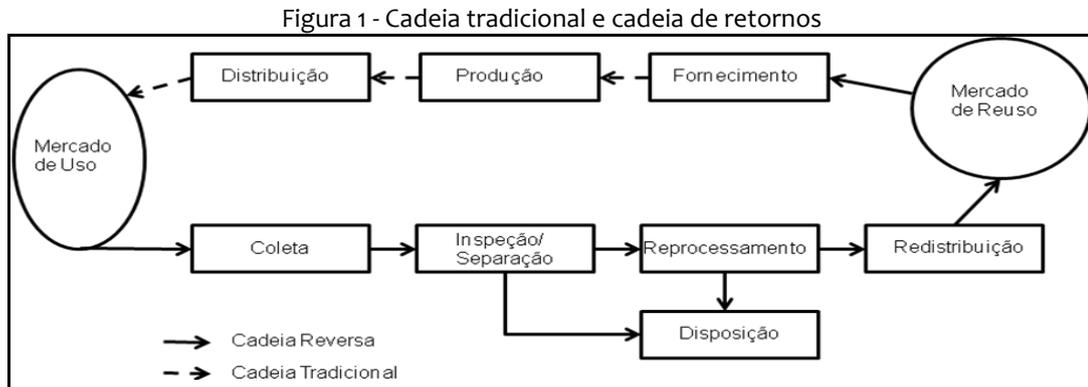
Em consonância com esse conceito, os materiais podem retornar ao produtor ou podem ser recolocados a venda se ainda estiverem em condições adequadas de comercialização. Além disso, os bens podem ser reciclados ou reconicionados. O enfoque de atuação da logística reversa envolve então a reintrodução dos 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.

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.



Fonte: Adaptado de Fleischmann (2001).

A Figura 1 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.

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 modelagem da rede de recuperação de resíduos do pólo moveleiro da Região Metropolitana de Curitiba.

A MODELAGEM DE REDES REVERSAS PARA RESÍDUOS NA LITERATURA

Louwens *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. Um modelo 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, Realff e Newton (1999) tratam da reciclagem de carpetes nos Estados Unidos. Uma rede reversa que inclui a coleta de carpetes usados em revendas 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 grandes 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

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

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 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, em que 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.

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.

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 mesmos 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.

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

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).

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%.

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

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

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.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

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 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.

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 e a análise documental, que ocorreu em paralelo ao desenvolvimento do projeto.

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.

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).

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 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

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

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.

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.

A Central será responsável pela coleta e pelo destino sustentável dos resíduos gerados no processo produtivo, 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 (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos) e que, comprovadamente, fazem a separação interna dos seus resíduos antes de encaminhá-los à Central.

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	Tubetes, 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, feltro, fibra de vidro, guardanapo, pincel, rolo de pintura, varrição, lixas, 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

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

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.

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.

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.

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 2. 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.

Tabela 3 - Resíduos gerados pelo mercado fornecedor potencial

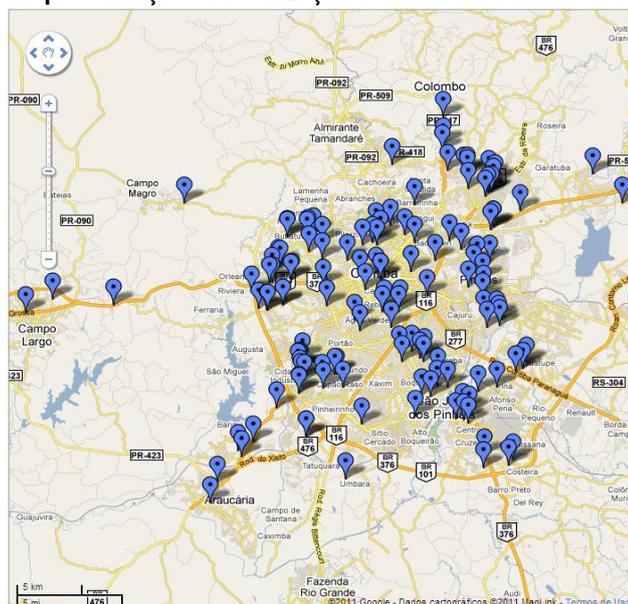
Tipo de Resíduo	Quantidade (kg/ano)	Participação %
Serragem/maravalha	17.239.173,29	45,35%
Madeira em geral	15.048.902,62	39,59%
Metais ferrosos	1.767.363,59	4,65%
Têxtil	1.163.500,65	3,06%
Rejeitos em geral	1.079.699,20	2,84%
Papelão	327.040,83	0,86%
Plásticos	290.686,55	0,76%
Trapos de malha contaminados	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%

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

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)

Figura 2 - Representação da localização do mercado fornecedor potencial



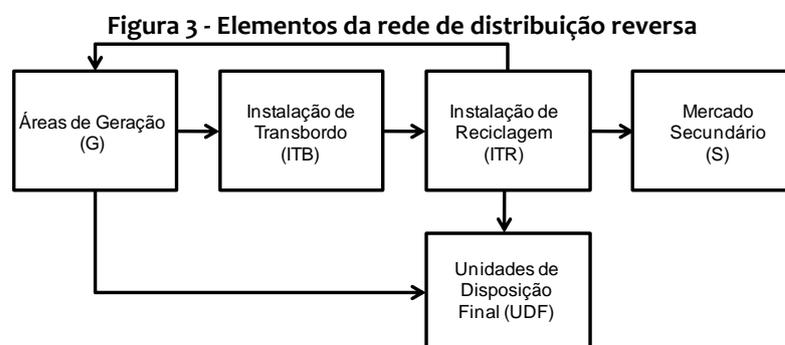
Fonte: Projeto SIMOV (2010).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

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 logística reversa do setor moveleiro para aplicação na RMC. Com base nos exemplos de redes levantados na revisão da literatura e, em particular no modelo proposto por Fleischmann (2001), foram estabelecidos os principais elementos que compõem a 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.



Fonte: Elaborada pelos autores.

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

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 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 3.

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. 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 (plásticos, ferro, 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.

Os consumidores são formados pelo conjunto de todos aqueles que demandam os produtos reciclados, sejam eles produtos finais, prontos para o consumo, ou produtos

semiacabados, 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 pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

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.

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

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

algumas empresas como uma oportunidade para a obtenção de vantagens competitivas. Para as indústrias participantes deste projeto 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 neste artigo visou o desenvolvimento de uma proposta de configuração de rede reversa no atual ambiente de negócios. Foram apresentadas contribuições sob o ponto de vista teórico e prático. Na perspectiva teórica, ressalta-se que o tema foi analisado, seguindo um embasamento metodológico, constituindo um material relevante para compor a literatura sobre o a área pesquisada. 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 análise e discussão dos resultados.

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 3, pode servir de referência para a formatação 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.

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.

Como recomendação para estudos futuros são sugeridas quatro possibilidades de desenvolvimento. A primeira refere-se a uma abordagem para o estudo de caso sob o ponto de vista das receitas do sistema.

A segunda 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 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 aplicáveis a avaliação de desempenho da configuração de rede reversa proposta neste artigo. Os

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

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

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

ANASTÁCIO, A. F. (2003). 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.

ÂNGULO, S. G.; JORDAN, S. E.; JHON, V. M. (2001). **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.

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

BAUTISTA, J.; PEREIRA, J. (2006). **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.

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

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. (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].

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

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

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

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

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

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

JARDIM, N. S. (2000). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2ª ed. São Paulo: IPT / CEMPRE.

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

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

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

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

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

LIMA, E. G.; SILVA, D. A. (2005). **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.

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

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

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

PIRES, V. A. V. (2007). 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.

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

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

SALEMA, M. I.; BARBOSA-PAVOA, A. P.; NOVAIS, A. Q. (2007). **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.

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

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