

1 Introdução

A sociedade contemporânea se caracteriza como uma sociedade de consumo. Dentro desse contexto, para transportar a imensa variedade de produtos, surgiram canais de distribuição cada vez mais complexos. Uma vez entregues, os produtos podem ser renegados, podem necessitar de reparo, ou até mesmo produzir resíduos quando alcançarem o fim de suas vidas úteis.

Aliado a isso, a natureza sempre foi apreciada pelo equilíbrio dos que dela fazem parte. Entretanto, ela vem sendo, há algum tempo, castigada pelos homens. O progresso era, muitas vezes, associado à poluição e devastação. Florestas destruídas, rios contaminados, o ar das cidades carregado de fumaça e pó, tudo isso sempre foi considerado como o preço normal a ser pago pelo desenvolvimento.

Inicialmente veio a destruição, em seguida a indignação, e agora é hora de encontrar meios de se obter progresso associado ao respeito ao meio ambiente. A produção e acumulação de riquezas foram tão intensas nos últimos tempos que afetaram o planeta, pois seus recursos e sua capacidade de regeneração são limitados.

Dessa forma veio a pressão, por parte da sociedade, para a articulação de atividades de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, ou seja, progredir sem comprometer gerações futuras.

A logística reversa surgiu para tratar desses assuntos. É uma nova área da logística. Sua abordagem diz respeito a todas as atividades logísticas envolvendo um produto usado ou rejeitado pelo consumidor, até sua reintegração ao ciclo produtivo. É o processo de planejar, implementar e controlar, de modo eficiente, o custo efetivo do fluxo de matérias-primas, processos, estoques, materiais acabados e fluxos de informações, do ponto do consumidor, com a intenção de recuperar valor ou dispô-lo de modo apropriado (Stock em Jayaraman *et al.*, 2003).

A noção mais intuitiva que se tem da logística reversa envolve o transporte físico de um bem utilizado e já sem valor desde o consumidor até o produtor. As

atividades de logística reversa englobam a remoção de materiais danificados, renegados ou prejudiciais das mãos do usuário. É um processo no qual as empresas poderão se beneficiar, pois pode reduzir custos e reutiliza boa quantidade de materiais descartados.

A rede reversa lida com quatro grandes princípios: redução, substituição, reuso e reciclagem. O fluxo reverso dos materiais ganhou notável atenção diante da poluição causada pelos lixos urbanos e escassez de recursos até bem pouco tempo considerados abundantes em nosso planeta, como água, florestas e minerais diversos.

Se as empresas desejarem realmente sobreviver nessa era moderna, deverão se organizar, planejar e gerenciar as contenções do meio ambiente, de energia e outros materiais. A Hewlett Packard passou a coletar cartuchos vazios de impressoras para a reutilização (Jayaraman, Patterson, Rolland, 2003). A gigante na área de cosméticos, Estée Lauder Companies Inc., desperdiçava cerca de 60 milhões de dólares em produtos jogados fora. Depois de um intenso estudo de integração de informações sobre retorno dos materiais, a empresa conseguiu reduzir o número de produtos desperdiçados pela metade (Caldwell, 1999). A Toyota também expandiu seu sistema de reutilização de embalagens. Hoje, ela conta com um sistema de *containers* modularizados para reutilização, prateleiras de metais, cobertas de lona e *pallets* de plástico, todos fazendo parte de material para reuso. Como benefício dessas ações, a empresa reduziu seu custo de transporte de cargas de embalagem em 21%, e teve uma economia de 3.6 milhões de dólares na compra de material de manuseio e embalagem (Weiskott, 2000).

A reciclagem vem sendo uma excelente alternativa para a destinação de resíduos, pois permite o reaproveitamento de matérias-primas reincorporando-as ao ciclo de negócios.

Muitos países já estão se posicionando com relação a isso. Na Alemanha, leis estão sendo criadas para responsabilizar as indústrias pela disposição adequada dos materiais que embalam seus produtos. Além disso, fabricantes de componentes eletrônicos terão que monitorar seus produtos e dispô-los adequadamente, quando alcançarem seu fim de vida útil. Noruega e Dinamarca estão indo no mesmo caminho. Há alguns anos, os fabricantes de garrafas de

bebidas são obrigados a reutilizarem seus produtos, com a finalidade de reduzir o lixo urbano despejado nos aterros sanitários.

No Brasil a história não é diferente. Após divulgação de leis para o condicionamento adequado de pilhas, baterias e plásticos em geral, o Conselho Nacional do Meio Ambiente conseguiu aprovar uma lei que impõe aos fabricantes e importadores de pneus o descarte ambientalmente correto do produto. A Lei 257/99 estabeleceu que, em 2002, os fabricantes ou importadores de pneus deveriam reciclar 25% dos pneus produzidos no ano. Em 2003 esse número subiria para 50%, chegando a 100% em 2004. Com o propósito de acabar com o passivo de pneus inservíveis no país, no ano de 2005 terão que ser reciclados 125% dos pneus produzidos ou importados no país.

Face à constatação de que existem mais de três bilhões de pneus espalhados de maneira inadequada no mundo, esta questão vem sendo considerada um dos maiores problemas ambientais da atualidade. Só no Brasil, são cerca de 100 milhões, e a cada ano são produzidos e importados um total de 30 milhões de novas unidades.

Um pneu pode demorar até 600 anos para se decompor. Sua composição química contém substâncias tóxicas que podem ser liberadas na atmosfera e contaminar o solo, lençóis freáticos e cursos de água. Por possuir cerca de 10 litros de óleo no material, o risco de incêndio é sempre presente, com uma fumaça altamente tóxica. Sua forma retém água que permite a proliferação de insetos nocivos transmissores de doenças, como a dengue.

1.1. Objetivos

Considerando estas questões, este estudo busca analisar a reciclagem como uma das possíveis vertentes da logística reversa, tendo o pneu como foco de estudo. Será traçado todo o fluxo reverso do produto, desde o descarte pela sociedade até a extração de suas matérias-primas por meio da reciclagem industrial. Uma limitação do estudo é a região na qual foi feita a pesquisa. O Estudo de Caso a ser avaliado será o programa de reciclagem de pneus do estado do Paraná, chamado de Paraná Rodando Limpo. Um programa que teve seu início somente em Curitiba, mas que agora engloba todos os municípios do estado.

1.2. Estrutura da Dissertação

O presente trabalho está dividido em cinco partes principais. A primeira parte, que corresponde ao segundo capítulo, discute os principais conceitos da logística reversa. Como os conceitos sobre o tema não param de se ampliar, foram descritos os principais estudos da atualidade. Foi feito um estudo sobre a definição da logística reversa, o nível de integração com a distribuição direta, a motivação do presente estudo, e uma descrição dos atores e de suas funções. Além disso, são levantados alguns assuntos relevantes ao estudo de caso, como planejamento e controle de fluxos reversos.

O terceiro capítulo aponta a reciclagem de pneus como um caso especial da logística reversa. O pneumático é apresentado, com uma breve definição e composição química, como o produto cuja logística reversa será estudada. São descritos os principais fabricantes e importadores, o ciclo de vida do material desde a captação de matéria-prima até sua disposição final. Por fim, são apresentados diversos modos de reciclagem, dentre eles o processo de reciclagem industrial de pneus com xisto, utilizado no programa de reciclagem do Paraná.

No capítulo quatro estão descritos os dados do estudo de caso. Após uma apresentação dos objetivos do projeto estudado, são mostrados os dados coletados das empresas participantes da cadeia reversa. Os dados coletados são basicamente a relevância de cada empresa ou instituição no projeto, quem são e o que fazem.

O capítulo cinco analisa os dados coletados, relaciona a teoria estudada com o modelo presente de fluxo reverso e complementa de forma crítica tudo o que foi estudado. Além disso, esse capítulo indica possíveis otimizações, por meio de um clássico problema de logística e sugere, por meio de estudos, a implantação de projetos semelhantes em outras regiões do país.

O capítulo seis revela considerações finais de tudo que foi apresentado, e propõe estudos futuros acerca do assunto.

Por último, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas na dissertação e, em seguida, os anexos.

1.3. Metodologia da Pesquisa

A intenção inicial do estudo de caso era coletar dados para uma análise quantitativa da logística reversa do programa Paraná Rodando Limpo, com modelos de pesquisa operacional, para otimização do sistema logístico de coleta dos pneus como um todo.

Entretanto, por ser um projeto ainda em fase de testes, o acesso a informações mais detalhadas foi comprometido. A Petrobrás, o elo final do fluxo reverso, mantém a unidade do programa como instrumento de teste para suas operações. Apesar da logística não ser o foco do seu negócio, a empresa alega sigilo tecnológico, dificultando a oferta de dados mais intensa.

As informações obtidas por meio dos demais membros do programa ficaram dispersas, pois cada integrante informava valores diferentes. Essa diversidade de informações talvez se justifique, seja pela grandeza do projeto, que hoje engloba todo o Estado do Paraná, seja pela informalidade da coleta de pneu.

Por esses e outros motivos, o estudo oferece ênfase maior na descrição e análise qualitativa dos fatos, do que em sua quantificação.

Entretanto, alguma contribuição pôde ser feita com a coleta de dados realizada. A primeira fase da busca de informações consiste na procura de dados em sites de Internet, que tratam do assunto Paraná Rodando Limpo, nome do projeto de reciclagem de pneus do estado do Paraná. Foram procurados endereços eletrônicos de órgãos conhecidos, para garantir a confiabilidade das informações. Pelo fácil acesso e manutenção, a Internet possui o que há de mais novo no assunto, com atualizações quase que instantâneas. As informações colhidas foram de caráter mais geral, comentando o projeto como um todo, seus objetivos, e informando os órgãos e empresas responsáveis pelo programa.

Tendo conhecimento dos atores da cadeia reversa, foi iniciado um contato com cada uma dessas empresas. A captação dos dados foi feita de duas formas : por entrevista semi estruturada, efetuada por meio de um roteiro previamente estabelecido, e por meio de questionários, para casos em que não houve possibilidade de visita. Foram entrevistados basicamente funcionários da Petrobrás e da BS Colway, empresas atuantes no projeto.

Com o conhecimento dos fatos, foi traçada a rede reversa de captação, transporte e destinação final dos pneus inservíveis no estado do Paraná. Também foi verificado que o projeto poderia ser otimizado na fase da coleta dos pneus, até o transporte para o agente intermediário, e para isso foi realizado um estudo contendo informações aproximadas da realidade. Por fim, foi proposto um estudo futuro de modelagem de uma outra usina de reciclagem por pirólise, para tratar do restante de pneus descartados no país.