

6 Considerações Finais

6.1. Considerações Gerais

A logística reversa consiste no processo que as empresas realizam para recuperar seus produtos com a intenção de reutilização, revenda, remanufatura, reciclagem e disposição final.

A revenda ou remanufatura pode ser consequência de materiais defectivos vindos do fornecedor, ou insatisfação por parte do cliente e a reciclagem pode ser utilizada para recuperação de insumos e utilização em novos processos de manufatura, ou até mesmo ser exigida por motivos legais.

Se a logística tradicional já foi reconhecida pelas empresas como uma área estratégica, a logística reversa vem ganhando cada vez mais espaço. Diante de crescentes regulamentações sobre processo de armazenamento, transporte, manuseio e disposição final de resíduos provenientes de processos de manufatura, as empresas têm sido forçadas a adotarem um planejamento para disposição de tais bens.

O conceito de desenvolvimento sustentável é cada vez mais apreciado pela sociedade. Com base nisso, as empresas tem se aproveitado e criado os chamados produtos verdes, com a intenção de se destacar no mercado e conseqüentemente melhorar sua imagem corporativa.

A disposição de materiais descartáveis vem se tornando cada vez mais caro. Os aterros sanitários estão cada vez mais cheios. Os recursos para fabricação de componentes cada vez mais caros. Com isso, firmas exploram maneiras economicamente viáveis para a disposição dos materiais (Johnson, 1998).

Apesar da importância da logística reversa ser cada vez maior, somente agora algumas empresas estão percebendo o valor estratégico de estudar a área. De acordo com Rogers & Tibben-Lembke (1998), para a redução no custo da logística reversa, será necessária a melhora de alguns processos, tais como:

1. Melhora na tecnologia de manuseio dos produtos;
2. Decisões planejadas de disposição final dos produtos;
3. Rápido processamento, para redução do tempo de ciclo reverso;
4. Sistemas de informações integrados.

Quanto menor o número de materiais no ciclo reverso, mais simples e barato se torna o processo. Se um dado produto está fora desse ciclo, deve-se evitar ao máximo que ele entre. Entretanto, uma vez dentro do ciclo, seu tempo de processamento deve ser o mais rápido possível (Beltran, 2002).

Leite (2003) subdividiu os produtos relacionados à logística reversa em dois grupos – os bens de pós-venda e bens de pós-consumo. Como o próprio nome diz, o produto pós-venda é aquele que retorna à cadeia de suprimentos após sua venda, por motivos de término de contrato, estoque excessivo, problemas de qualidade e consignações.

Os bens de pós-consumo são aqueles descartados pela sociedade. Geralmente esse descarte se dá quando o material chega no fim de sua vida útil. O produto de pós-consumo estudado nesta dissertação foi o pneu. Considerado pelos ambientalistas como um dos maiores problemas ambientais do mundo, seu descarte inapropriado no meio ambiente ao longo dos anos acumulou um passivo de mais de 3 bilhões de pneus no mundo. No Brasil, são mais de cem milhões e a cada ano 30 milhões de novos pneus passam a circular no país.

Além da poluição visual, pneus dispostos a céu aberto acumulam água e facilitam a transmissão da dengue, doença que tanto prejudica o país. Levam mais de 600 anos para se decomporem integralmente, e podem ser inflamados, pois sua composição carrega grande quantidade de óleo.

Uma característica importante na distribuição reversa consiste na disposição dos atores presentes na rede de distribuição. A distribuição reversa não guarda simetria com a distribuição direta. Modificações e extensões são utilizadas com base na rede tradicional.

Duas características fortes que podem ser citadas tratam da incerteza dos insumos, e a formidável quantidade de fontes geradoras desses insumos. No estudo de caso, as fontes geradoras são todos os consumidores que descartam seus pneus, enquanto que o destino é a usina de reciclagem da Petrobrás.

A incerteza no fornecimento de suprimentos é muito grande. As variáveis são mais complexas e de difícil previsão, pois dependem de produtos consumidos ou utilizados nos fluxos diretos. No estudo em questão, a estimativa de recursos foi realizada por meio de análise de frota de veículos, índice de coleta de bens descartáveis e taxa de aproveitamento de pneus inservíveis.

Outro ponto de extrema relevância trata do nível de integração entre os fluxos diretos e reversos. O que ocorre na prática é uma simplificação dos modelos de distribuição direta para integrá-los à rede de fluxo reverso de materiais. Por esse motivo, a integração dos fluxos se dá num nível bastante superficial, ficando restrito à questão do projeto não havendo, de fato, integração no nível operacional.

A literatura a respeito do assunto ainda é limitada. Poucas pesquisas existem sobre integração de rotas, utilização de rotas alternativas para coleta e retorno de produtos. Apesar do pouco estudo, o interesse pelo reuso de materiais recicláveis, tendo em vista o aumento do transporte devido à coleta de materiais descartados, tende a aumentar.

O sistema de estoques de materiais retornados do seu fluxo direto pode se assemelhar ao sistema de estoque tradicional, mas pode em alguns casos se tornar totalmente diferente. A incerteza quanto à periodicidade dos materiais coletados é a grande variável na modelagem desse sistema, pois introduz uma dificuldade para o planejamento.

Os resultados teorizados na literatura ainda são isolados e dispersos. Apesar de almejado, não existem ainda dados robustos, provenientes de uma análise matemática séria sobre o impacto na reutilização de materiais no gerenciamento de estoques.

De acordo com Fleischmann *et al.* (1997), não há estudos disponíveis sobre comparações do gerenciamento do estoque tradicional com o do estoque adaptado para distribuições reversas. Até o momento, somente estudos com um produto ou um componente desse produto foi realizado, o que na prática não nos adianta muito, uma vez que vários componentes estão presentes na estrutura de um produto, assim como vários produtos são comercializados por uma empresa.

Um sistema de informação avançado terá grande relevância na análise dos dados coletados, pois de certa forma diminuirá a incerteza da produção. O monitoramento dos componentes dos produtos, a codificação única de cada

material retornado são meios de melhorar a previsão quanto a chegada de produtos. A grande questão atualmente é como levantar esses dados ao controle de estratégias no planejamento reverso da produção. Muitas questões em aberto ainda existem no ambiente acadêmico e de negócios.

Existem diversos problemas relativos ao planejamento na logística reversa. Decidir qual componente deverá ser reutilizado é uma tarefa que envolve desde a engenharia até o design de um produto na sua fabricação.

A complexidade da desmontagem do produto varia bastante. No caso dos pneus, não há desmontagem. Uma vez descartados, o produto pode seguir o caminho da reciclagem, remanufatura, remoldagem, ou destino final em aterros sanitários. Entretanto, em materiais com uma estrutura mais complexa, a incerteza na etapa da desmontagem, no que diz respeito à qualidade, frequência e quantidade dos componentes é fator decisivo na destinação final. Apesar do consenso de que o modelo de planejamento da produção, conhecido como MRP, não corresponde adequadamente à situação de reutilização, pouco se tem estudado para a tentativa de propor novas soluções (Fleischmann *et al.* 1997).

Para o caso de bens de pós-consumo, como o pneu, a grande dificuldade para tornar mais eficiente o sistema de distribuição reverso está na etapa inicial da coleta do material.

A coleta seletiva se mostrou, ao longo do tempo, como a melhor alternativa tanto para diminuição do lixo urbano, quanto para a captação de produtos descartáveis (Leite, 2003). Esse sistema se antecipa ao problema, pois a coleta se dá antes da mistura do lixo. E por não haver mistura com resíduos orgânicos, a qualidade do material coletado é maior.

Além disso, a taxa de captura dos produtos aumenta, quando coletados nos domicílios e, como consequência, a quantidade de material coletado cresce, o que permite uma melhor estruturação do sistema com o ganho de escala na produção.

Devido à imensa quantidade de pontos de coleta, o grande desafio na captação de pneus no sistema do Paraná é aumentar ao máximo a quantidade de pneus coletados, aumentando a escala de produção e diluindo os custos operacionais, de modo a impedir que esses pneus cheguem aos lixões e aterros sanitários, coletando-os imediatamente após o descarte. Criar incentivos, informando a sociedade os benefícios da coleta seletiva de pneus inservíveis,

como faz a BS COLWAY, que implantou em algumas regiões do estado pontos de entrega de pneus mediante pagamento por cada unidade recebida.

Sem a mobilização e o comprometimento dos agentes públicos e privados, como a BS COLWAY, PETROBRÁS e Governo do Paraná, não seria possível a realização de um programa dessa magnitude. Assim como a LATASA no programa de reciclagem de latas de alumínio, a BS COLWAY teve papel fundamental na elaboração do projeto de reciclagem de pneus. Foi ela quem reuniu os atores do PARANÁ RODANDO LIMPO, investiu em campanhas de conscientização ecológica e tratou de agilizar a lei de reciclagem de pneus. Somente com muita persistência é possível levar um projeto como esse adiante.

Na reciclagem, o que importa sobre quantidade de produtos refere-se ao tipo de material constituinte. À quantidade de material distribuída na cadeia direta dá-se o nome de fluxo direto – FD, enquanto que o fluxo reverso – FR – representa a quantidade de produtos descartados que serão reincorporados ao ciclo de negócios. Leite (2003) lembra que o desequilíbrio entre esses fluxos – $FD > FR$ – é o causador de poluição. A logística reversa é quem vai operacionalizar o aumento do fluxo reverso.

Entretanto, algumas vezes não fica tão visível a comparação entre os fluxos. É preciso levar em consideração o período analisado. O fluxo reverso de um bem durável será processado alguns anos depois que o fluxo direto existiu, ao passo que um material não durável, que possui um processo produtivo curto, poderá ter os fluxos comparados na mesma época.

No caso dos pneus, um produto que dura aproximadamente um ano até ser descartado, fica fácil a comparação entre os fluxos direto e reverso. Para obter o índice aproximado de reciclagem desse produto, basta encontrar a razão entre o fluxo reverso pelo fluxo direto.

É com base nesses estudos que se pôde estipular por lei o percentual de pneus a serem recuperados pelas empresas fabricantes. Teoricamente, a lei visa equilibrar esses fluxos, causando uma diminuição de resíduos causados com o acúmulo de materiais provenientes do fluxo direto. Como se trata de um procedimento novo, ainda não se tem informações confiáveis sobre a quantidade real que está sendo reciclada, com relação à quantidade de pneus que estão sendo produzidos e importados no ano.

A rede de distribuição reversa dos pneus inservíveis no programa Paraná Rodando Limpo é de complexidade baixa. Apesar de vários pontos de coleta, a rede apresenta somente um ponto intermediário, no caso a BS COLWAY, que além de servir como depósito dos pneus coletados, faz o trabalho de trituração, essencial para a próxima etapa, a reciclagem. Aliado a isso, a Petrobrás também representa a única empresa para onde os pneus descartados são destinados.

Um dos motivos para o baixo número de empresas participantes no processo é explicado pelo alto investimento para entrar em operação. São processos considerados em fase de teste, e as estruturas de processamento, como as máquinas de trituração da BS e as máquinas de reciclagem na SIX, necessitam de razoável nível de investimento.

Além disso, pode-se dizer que o pneu é considerado um produto simples de ser retornado ao ciclo de negócio. É um material de peso e tamanho razoáveis para manusear e, se manipulado de forma adequada, não apresenta perigo aos atores envolvidos. Apesar de abrigar inúmeros componentes em sua composição, sua reciclagem pôde ser concentrada em apenas uma etapa, na unidade SIX.

Diversos modelos estão sendo desenvolvidos para otimizar a logística reversa dos materiais. Caruso *et al.* (1993) descrevem um modelo para a rede reversa de coleta de lixo, incluindo o transporte, incineração, compostagem e reciclagem. O modelo propõe a otimização de localização e a distribuição para o gerenciamento do sistema de lixo local. Hu *et al.* (2002) também realizam uma modelagem para minimização de custos na logística reversa no tratamento de resíduos industriais.

Entretanto, no Estudo de Caso presente, a disposição dos intermediários, do depósito, dos agentes coletores e do elo final da cadeia já estava pronta. Não existia motivo para modelar algo com a intenção de encontrar melhores pontos de operação, se os pontos já estavam definidos. Além disso, não existiam dados suficientes para modelar as restrições e a função objetivo do problema.

Com a estrutura já montada, foi verificado que o sistema de coleta poderia ser otimizado. Os catadores de pneus, em conjunto com suas respectivas associações trabalham de forma isolada, sem troca de informações a respeito dos pneus que são levados para a BS COLWAY.

Utilizando uma adaptação de um algoritmo já existente, chamado de Single Depot, elaborado pelos autores Clarke e Wright, foi possível encontrar uma rota ótima de entrega de pneus para a BS COLWAY, em São Matheus do Sul.

Como proposta de possíveis estudos na área, foi indicado a modelagem de uma estrutura de rede reversa para a reciclagem de pneus em outras regiões do país. Assim como a PETROSIX, o processo indicado para a reciclagem do material ainda seria a reciclagem por pirólise. Um processo considerado ambientalmente adequado, capaz de ser modularizado e ajustado de acordo com a taxa de produção necessária.

O programa Paraná Rodando Limpo engloba pneus vindos da região Sul, e alguns estados do Sudeste, como São Paulo e parte do Rio de Janeiro. De acordo com o questionário respondido por Francisco Simeão, no ano de 2002 o programa reciclou cerca de 5 milhões de pneus. A produção atual de pneumáticos e o passivo existente no país deixam espaço para a instalação de outros programas mobilizadores como esse.

Uma sugestão para isso seria no Sul da Bahia, pois englobaria pneus vindos de parte da região Sudeste, o próprio Nordeste, de onde transitam muitos caminhões, e a região central. Outra forma de localização sugerida foi encontrar o ponto que minimiza a soma das distâncias de todos os possíveis pontos de coletas.

Para isso, é preciso não somente que o governo imponha aos fabricantes e importadores a coleta e destinação final adequada dos pneus, mas também crie incentivos fiscais e financiamentos para beneficiar quem trabalha com a reciclagem de um produto que, quando descartado inadequadamente, traz muitos prejuízos à sociedade.