



FEUP Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

Francisco Gaudêncio Mendonça Freires

**A INFLUÊNCIA DOS COMPONENTES FÍSICOS E DA
COOPERAÇÃO ENTRE OS ACTORES SOBRE O
DESEMPENHO DE SISTEMAS LOGÍSTICOS INVERSOS:
O CASO DOS PNEUS-RESÍDUO**

**Porto – Portugal
2007**

Francisco Gaudêncio Mendonça Freires

**A INFLUÊNCIA DOS COMPONENTES
FÍSICOS E DA COOPERAÇÃO ENTRE
OS ACTORES SOBRE O DESEMPENHO
DE SISTEMAS LOGÍSTICOS INVERSOS:
O CASO DOS PNEUS-RESÍDUO**

Tese de Doutoramento

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto como requisito à obtenção do
grau de Doutor em Engenharia Industrial e Gestão.

Trabalho realizado sob a orientação do Professor Doutor:

Alcibíades Paulo Soares Guedes
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

RESUMO

Ao longo dos últimos anos as questões ambientais tomaram uma dimensão relevante, passando a ter atenção tanto no campo académico como prático, nomeadamente impondo desafios para a gestão dos sistemas logísticos inversos (SLIs). Entre outros aspectos, os componentes físicos existentes e a forma de cooperação entre os actores irão influenciar fortemente a gestão destes sistemas. Dentro deste contexto, o objectivo geral desta tese é:

*Descrever e analisar como os **componentes físicos** e a **cooperação entre os actores** podem influenciar a **eficácia** e a **eficiência** dos sistemas logísticos inversos (SLIs).*

O pneu-resíduo foi o produto escolhido para análise de seu SLI. A escolha deveu-se ao facto do enorme problema criado pelos pneus-resíduos em termos empresariais, tecnológicos, ambientais e da sociedade em geral. Adicionalmente, os pneus-resíduo apresentam baixos volumes e um mercado em fase inicial de desenvolvimento, em comparação com produtos como plástico, papel e vidro, criando desafios ainda maiores para os SLIs.

Os componentes físicos são descritos de uma forma objectiva, pois representam algo de concreto que dentro de um sistema logístico pode ser objecto de acordo entre os vários actores. A cooperação entre os actores é de natureza mais abstracta. Por ter um carácter mais abstracto, os dados relacionados com a cooperação entre os actores são descritos e discutidos através da compreensão de quem os forneceu.

Os dados utilizados nesta tese são caracterizados por uma variedade de informações de natureza qualitativa e quantitativa, resultantes de fontes primárias (entrevistas e visitas às empresas) e secundárias (documentos, relatórios técnicos, vídeos e legislação). A metodologia adoptada neste trabalho de investigação foi qualitativa, foram realizados dois casos de estudo juntamente com um inquérito. Os casos de estudo foram conduzidos em Portugal e no Brasil. Foram avaliados pontos específicos de dois subsistemas: recolha e pós-recolha. As variáveis para análise foram a eficácia e a eficiência, ambas descrevendo o desempenho dos SLIs para pneus-resíduo.

Dois tipos de componentes físicos foram descritos e analisados: propriedades dos produtos e estruturas. Apesar de algumas diferenças observadas, todas as propriedades discutidas (manipulação, complexidade, valor e variedade) tem impacto na eficácia e eficiência dos sistemas logísticos. Com relação às estruturas, foram investigados as economias de escala e o *postponement*. As conclusões sugerem que as economias de escala aumentam a eficiência dos SLIs, em termos de melhor utilização da capacidade e redução dos custos. Para baixos

volumes reciclados, a necessidade de obter economias de escala, tem como consequência uma diminuição do nível de serviço dos SLIs aos clientes, afectando negativamente a eficácia. A prática do *postponement* eleva a eficiência dos SLIs e tem um impacto positivo na eficácia dos SLIs, pois eleva o nível de serviço em termos de sincronização com a procura.

Em relação à cooperação entre os actores nos SLIs foram explorados dois aspectos: relacionamento e poder. No que diz respeito ao relacionamento concluiu-se que os objectivos comuns de longo prazo e a cooperação estreita são pontos importantes para o desempenho dos SLIs (cooperação vertical). Outra conclusão foi que a cooperação entre competidores apresenta (cooperação horizontal) oportunidades para ganhos de eficácia e eficiência nos SLIs. As conclusões com relação ao poder sugerem que o poder nos SLIs pôde ser atribuído a actores que possuíam competência tanto em logística quanto em reciclagem, dependendo do tipo de actividade predominante no processo total. Outra base para o exercício de poder foi o acesso à informação. A gestão centrada nestas formas de exercício de poder podem significar elevado desempenho de todo o SLI. O poder também foi atribuído aos actores que estavam mais próximos dos clientes, ou seja, na direcção do fluxo logístico.

Este trabalho investigou os SLIs, com foco no aproveitamento dos pneus-resíduo tendo como contraponto outros sistemas logísticos identificados na literatura, tais como os desenvolvidos para reciclagem de papel. Uma linha futura de investigação, como forma de dar maior sustentação às conclusões deste trabalho, seria estudar as mesmas questões para outros tipos de produtos, tais como: plásticos, veículos e electrónicos. Estas escolhas poderiam fornecer novas oportunidades para reforçar as conclusões com relação à complexidade dos produtos (elevada e baixa) e ao mercado (emergente ou maduro). No mesmo sentido, poderia ainda ser avaliado o impacto do valor e variedade dos produtos nas estruturas dos SLIs (cruzando vários tipos de produtos).

ABSTRACT

The environmental issues have become more important during the past years, both in the fields of research and for practitioners. This fact is imposing new challenges for managing reverse logistics systems (RLS). Among other aspects, physical components and cooperation between actors will have an influence on the way RLS should be managed. The purpose of this thesis is:

*To describe and analyze how **physical components** and **cooperation among actors** can influence the **effectiveness** and **efficiency** of reverse logistics systems (RLS).*

Scrap tires were the selected product for illustrating a RLS. Such choice is justified by huge problems created by scrap tires related to entrepreneurial, technological, environmental and societal issues. In addition, scrap tires have low value and its market is not completely developed (small volumes and oscillations on the supply) in comparison other products like plastics, papers and glass, so the challenges are even more interesting for RLSs.

The physical components are objectively described because they represent something concrete inside a logistic system that can be object of agreement between several actors. The cooperation among actors is by nature more abstract. Because of that, the data related with the cooperation between actors is described and discussed according to the understanding from each data provider.

The data used in this thesis is characterized by a variety of qualitative and quantitative information obtained from primary sources (interviews and visits to the companies) and secondary sources (documents, technical reports, videos and legislation). The methodology adopted on this investigation was qualitative, in which two case studies were conducted together with an inquiry. These case studies were carried out in Portugal and Brazil. The data was analyzed with regards to the differences observed in the scrap tire product and its market conditions, and specific features of two subsystems (collection and post-collection) were also evaluated. The variables for analysis were the effectiveness and the efficiency, both describing the performance of RLS for scrap tires.

Two types of physical components were described and analyzed: product properties and structures. In spite of some differences, all of the discussed properties (manipulation, complexity, value and variety) have shown impact in the effectiveness and efficiency of logistics systems. Regarding the structures, economies of scale and the principle of postponement were investigated. The conclusions suggest that economies of scale increase the

efficiency of RLS, in terms of better use of capacity and reduction of costs. For low recycled volumes, the need to obtain economies of scale, has as consequence a decrease of the service level of RLS to the customers, affecting negatively the effectiveness. The practice of postponement increases the efficiency of RLS and has a positive impact in the effectiveness of RLS, because it elevates the service level in terms of synchronization with the demand.

Two aspects were explored regarding the cooperation between actors in RLSs: relationships and power. Regarding the relationships, it was concluded that common long-term objectives and narrow cooperation between actors (vertical cooperation) play an important role on the performance of RLS. Another conclusion was that the horizontal cooperation (between competitors) presents opportunities for improvement of the effectiveness and efficiency in RLSs. The conclusions concerning with the power suggest that it could be attributed to actors that had competencies either in logistics or in recycling, depending on the predominant activity type in the total process. Another base for power was the access to information. The management based on these forms of power execution can lead to a high performance of RLS as whole. Power was also attributed to the actors that were closer to the clients or end-consumers, in other words, in the direction of the logistic flow.

This research has investigated RLSs, with special emphasis in the reuse of the scrap tires. Other logistics systems identified in the literature, such as the ones developed for paper recycling were used as a counterpoint for this research. In order to give more groundwork to the conclusions of this research, a future line of investigation would be to study the same issues for other types of products, such as: plastics, vehicles and electronics. These choices could offer new opportunities to reinforce the conclusions regarding the complexity of products (high and low) and the market (emerging or mature). It could also be evaluated the impact of value and variety of products in the structures of RLS (analyzing several types of products).

RÉSUMÉ

Tout au long des dernières années les questions de l'environnement ont pris une importance croissante, étant dignes d'attention soit au niveau académique soit au niveau pratique. Ceci a des implications sur la logistique, imposant notamment des défis au niveau de la gestion des systèmes logistiques inverses (SLI). Ces défis sont basés sur des questions pratiques, comme par exemple les composants physiques existents et la façon de coopération entre les acteurs qui auront des conséquences sur la gestion des systèmes. Dans ce contexte, l'objectif général de cette thèse est de:

*Décrire et analyser comment les **composants physiques** et la **coopération entre les acteurs** peuvent influencer **l'efficacité et l'efficience** des systèmes logistiques inverses (SLI).*

Les résidus de pneu constituent le produit choisi pour l'analyse de SLI. Ce choix est dû au fait que le problème des résidus de pneu est en rapport avec les issues des entreprises, de la technologie, de l'environnement et de la société en général. Un autre aspect à mettre en relief c'est que les résidus de pneu, contrairement à d'autres produits (plastique, papier et verre), possèdent une faible, voire aucune valeur et leur marché est émergent, ayant de faibles volumes et des oscillations dans l'approvisionnement.

Les composants physiques sont décrits objectivement, parce qu'ils représentent un système logistique qui peut être objet d'accord entre les plusieurs acteurs. La coopération entre les acteurs est par nature plus abstrait. À cause de cela, les données racontées avec la coopération entre les acteurs sont décrites et sont discutés d'après la compréhension de chaque fournisseur des données.

Les données utilisées dans cette thèse sont caractérisées par une variété d'information qualitative et quantitative, obtenue des sources fondamentales (entrevues et visites aux entreprises) et des sources secondaires (documents, rapports techniques, vidéos et législation). La méthodologie de cette enquête a été qualitative. Deux études du cas ont été menées avec une enquête. Ces études du cas ont été emportées au Portugal et Brésil. Les données ont été analysées avec amitiés aux différences observées dans le produit des résidus de pneu et ses conditions du marché, et les thèmes spécifiques de deux sous-systèmes: le collection et le post collection. Les variables pour analyse ont été l'efficacité et l'efficience et représentent la performance des SLI pour les résidus de pneu.

Deux types de composants physiques ont été décrits et ont été analysés: les propriétés des produits et les structures. Un commentaire général des conclusions au sujet des propriétés des

produits et des structures c'est que les structures exercent une influence plus globale sur le SLI et sont racontées directement avec les propriétés des produits.

Deux aspects ont été explorés concernant la coopération entre les acteurs des SLI: les rapports et le pouvoir. Concernant les rapports, il a été conclu qu'objectifs communs à long terme et la coopération étroite sont thèmes importantes sur la performance des SLI. L'autre conclusion il a été que la coopération horizontale entre les producteurs et les concurrents représentent une opportunité pour amélioration de l'efficacité et l'efficience dans les SLI. Les conclusions avec amitiés au pouvoir suggèrent que le pouvoir dans l'étape de la collection des SLI pourrait être attribué aux acteurs qui avaient la capacité de la logistique et de la recyclage, selon le type de l'activité prédominant dans le processus total. L'accès à l'information a aussi été l'autre bas pour exécution du pouvoir. La gestion qui se concentre sur ces formes d'exécution du pouvoir peut mener à une haute performance des SLI comme entier.

Ce travail a examiné les SLI, focalisant le processus de rétablissement des résidus de pneu, ayant comme contrepoints d'autres systèmes logistiques identifiés dans la littérature, tels que ceux qui ont été développés pour le recyclage du papier. Une manière de renforcer les conclusions de ce travail serait d'étudier les mêmes questions à appliquer à d'autres types de produits, tels que les matières plastiques, les véhicules et les produits électroniques.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer:

*Ao meus pais (Seu Edvaldo e Dona Eunice) e aos meus irmãos,
Lana (Maninha) e Jorge (Gum)*

Ao meu orientador Professor Alcibíades

A todos que procuraram me ajudar e acreditaram no meu trabalho

*Muitíssimo obrigado,
sem o apoio de vocês
isto tudo teria sido muito mais complicado !*

Sumário

Capítulo 1: Introdução	1
1.1 Logística inversa: conceitos, âmbito e relevância	2
1.1.1 Definições e breve histórico	2
1.1.2 Âmbito	5
1.1.3 Relevância	6
1.2 A questão dos pneus-resíduo	7
1.3 Objectivo da tese	8
1.3.1 Perguntas da investigação	9
1.3.2 O sistema logístico inverso estudado	12
1.4 Passos a serem tomados para a construção analítica	14
1.5 Estrutura da tese	14
Capítulo 2 : Logística inversa e a gestão do SLI para pneus-resíduo	17
2.1 Logística inversa: contribuições para o desenvolvimento teórico	18
2.2 Logística inversa: dimensões	22
2.2.1 Determinantes	23
2.2.2 Razões	26
2.2.3 Características	32
2.2.4 Estruturas	38
2.2.5 Actores	50
2.2.6 Comentários sobre as dimensões	55
2.3 Gestão do SLI para pneus-resíduo	56
2.3.1 Legislação e sistemas de gestão de pneus-resíduo	57
2.3.2 O produto: pneu	62
2.3.3 Actores e tecnologias	63
2.4 Resumo e conclusões	70

Capítulo 3: Gestão do desempenho e os determinantes para a eficácia e eficiência logística inversa	73
3.1 Abordagens para a gestão do desempenho logístico	76
3.2 Determinantes para a eficácia e eficiência logística	81
3.2.1 Economias de escala e <i>postponement</i>	82
3.2.2 Estratégias “ <i>pull</i> ”	90
3.2.3 Estratégias “ <i>push</i> ” e “ <i>push-pull</i> ”	94
3.2.4 Integração, cooperação e poder	96
3.2.5 Comentários sobre os determinantes	106
Capítulo 4: Abordagem científica e metodologia de investigação	109
4.1 Perspectiva adoptada	110
4.2 Metodologia de investigação	112
4.2.1 Estabelecimento do estado da arte	114
4.2.2 Adopção de casos de estudo	115
4.2.3 Recolha de dados	116
4.3 Casos de estudo adoptados nesta tese	117
4.4 Entrevistas realizadas	126
4.5 Inquérito aplicado	129
4.6 Resumo e conclusões	130
Capítulo 5: Componentes físicos dos sistemas logísticos inversos (SLIs) para pneus-resíduo	135
5.1 Propriedade dos produtos nos SLIs investigados	136
5.1.1 Propriedades de manipulação	137
5.1.2 Complexidade dos produtos	139
5.1.3 Valor dos produtos	142
5.1.4 Variedade dos produtos	145
5.1.5 Resumo e observações	146
5.2 Estruturas nos SLIs investigados	149
5.2.1 Estruturas dos SLIs	150
5.2.2 Economias de escala e o princípio de <i>postponement</i>	153
5.2.3 Resumo e considerações	157

5.3 Propriedades dos produtos e estruturas nos SLIs investigados	159
5.3.1 Resumo e considerações	163
Capítulo 6: A cooperação entre os actores nos sistemas logísticos inversos (SLIs) para pneus-resíduo	165
6.1 Os relacionamentos nos SLIs investigados	166
6.1.1 Os relacionamentos verticais	167
6.1.2 Os relacionamentos horizontais	171
6.1.3 Resumos e observações	173
6.2 O poder nos SLIs investigados	174
6.2.1 As bases do poder	176
6.2.2 O poder e a confiança	183
6.2.3 Resumo e observações	187
6.3 Formas de gestão e o poder nos SLIs	188
6.3.1 As formas de gestão	189
6.3.2 Resumo e observações	193
Capítulo 7 : Conclusões e reflexões finais	195
7.1 Conclusões sobre componentes físicos, cooperação e o desempenho dos SLIs	196
7.1.1 Eficácia e eficiência: dois componentes do desempenho dos SLIs	200
7.1.2 Implicações da investigação	203
7.2 Reflexões finais	205
7.2.1 A avaliação da eficiência e da eficácia na perspectiva dos actores investigados	205
7.2.2 A influência dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficiência e a eficácia	207
7.2.3 Considerações finais sobre a eficiência e a eficácia dos slis	208
7.3 Oportunidades e futuras investigações	208
Referências bibliográficas	211

Anexos

A – guia de entrevistas para as empresas da cadeia dos pneus-resíduo

B – relação de entrevistados

C – inquérito ao mercado brasileiro de pneus-resíduo

D – resultados do inquérito

E – relação de recicladores de pneus-resíduo no Brasil

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Deposição de pneus-resíduo nos Estados Unidos.	7
Figura 1.2: O modelo genérico e simplificado de um fluxo circular de materiais e o posicionamento do sistema logístico inverso (SLI).	13
Figura 1.3: O SLI estudado e suas duas fases: recolha e pós-recolha.	13
Figura 1.4: Conexões entre os componentes físicos, a cooperação e eficiência e eficácia dos SLI.	14
Figura 1.5: Estrutura da tese.	15
Figura 2.1: As cinco abordagens básicas da logística inversa baseadas em Fleischmann et al. (1997) e De Brito (2002, 2004).	23
Figura 2.2: Exemplos de estruturas de produtos.	34
Figura 2.3: Agregação de valor em uma cadeia de suprimentos incluindo a reciclagem.	37
Figura 2.4: Estruturas de cadeias de suprimentos, descritas de acordo com Lambert e Cooper (2000) e Coyle et al.(1996).	40
Figura 2.5: Níveis de recuperação de produtos.	45
Figura 2.6: Partes constituintes de um pneu.	63
Figura 2.7: Sistema logístico inverso para pneus-resíduo.	64
Figura 2.8: Esquema de trituração e moagem dos pneus-resíduo.	68
Figura 3.1: Resultados da pesquisa: “Supply Chain Leadership and its Contribution to the High-Performance Business”.	74
Figura 3.2: Sistemas de recolha, e pós-recolha, como imagem invertida da cadeia de abastecimento.	83
Figura 3.3: Ágil ou Magro.	93
Figura 3.4: Possíveis deslocamentos para a fronteira da estratégia <i>push-pull</i> em função da cadeia de abastecimento.	96
Figura 4.1: O sistema logístico inverso da Valorpneu.	118
Figura 4.2: Pontos de recolha do sistema da sociedade Valorpneu.	120
Figura 4.3: O sistema logístico inverso do programa Paraná rodando limpo.	122
Figura 4.4: Os diferentes passos para a construção analítica da tese.	133
Figura 5.1: Relações entre as propriedades de manipulação dos produtos e a eficácia e eficiência dos SLIs.	139
Figura 5.2: Influência das <u>propriedades dos produtos</u> sobre a <u>eficiência</u> dos sistemas logísticos inversos em termos de indicadores.	147
Figura 5.3: Influência das <u>propriedades dos produtos</u> sobre a <u>eficácia</u> dos sistemas logísticos inversos em termos de indicadores.	148
Figura 5.4: Influência da <u>eficácia</u> e da <u>eficiência</u> dos sistemas logísticos sobre o <u>valor dos produtos</u> .	149

Figura 5.5: A estrutura convergente/maioritariamente interna de fornecedores e clientes tomando-se a perspectiva do reciclador com empresa focal.	152
Figura 5.6: Influência das <u>estruturas</u> no <u>desempenho</u> (eficiência e eficácia) dos slis, em termos de indicadores. Os sinais +/- indicam se a relação é positiva ou negativa.	158
Figura 5.7: Propriedades de manipulação dos produtos <i>versus</i> estruturas no contexto dos SLIs.	160
Figura 5.8: Complexidade dos produtos <i>versus</i> estruturas no contexto dos SLIs.	161
Figura 6.1: Proposições sobre os relacionamentos e o desempenho dos SLIs expressadas na forma de indicadores. Os sinais +/- indicam se as correlações são positivas ou negativas.	173
Figura 6.2: A influência das bases do poder sobre o desempenho dos SLIs expressa em termos de indicadores. Os sinais +/- indicam se as correlações são positivas ou negativas.	182
Figura 6.3: Influência da confiança, poder, comunicação e padronização dos procedimentos expressadas na forma de indicadores. Os sinais +/- indicam se as correlações são positivas ou negativas.	186
Figura 6.4: Influência da gestão centralizada versus compartilhada sobre o desempenho dos SLIs expressa sob a forma de indicadores. Os sinais +/- indicam se a correlação é positiva ou negativa.	192
Figura 7.1: A influência dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficiência dos SLIs.	201
Figura 7.2: A influência dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficácia dos SLIs.	202
Figura 7.3: Posicionamento dos pneus-resíduo e dos papéis (nesta tese) e os plásticos e veículos em fim de vida (sugeridos para futuras investigações) de acordo com a complexidade e com o mercado.	209

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1: Aspectos identificada na literatura.	22
Quadro 2.2: Caracterização da abordagem “determinantes” para logística inversa	26
Quadro 2.3: Caracterização da abordagem “razões” para logística inversa.	32
Quadro 2.4: Propriedades dos produtos que influenciam a sua manipulação.	33
Quadro 2.5: Caracterização da abordagem “características” dos produtos na logística inversa.	38
Quadro 2.6: Caracterização da abordagem “estruturas” para logística inversa.	50
Quadro 2.7: Caracterização da abordagem “actores” da logística inversa.	55
Quadro 2.8: Resumo da resolução do CONAMA N.º 258/99.	62
Quadro 3.1: Resumo das abordagens para gestão do desempenho no contexto de cadeias de suprimentos.	77 e 78
Quadro 3.2: A matriz <i>postponement</i> -especulação e as estratégias gerais e logísticas.	89
Quadro 4.1: Medidas da eficiência e da eficácia dos SLIs extraídas das percepções dos diversos actores.	127
Quadro 4.2: Dados utilizados na tese.	131
Quadro 6.1: Bases do poder nos sistemas logísticos inversos abordados.	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Dados recolhidos em 2004 com relação às cotas de reciclagem na Europa.	6
Tabela 2.1: Emissões liberadas no ar por fábricas convencionais produtoras de energia e as emissões liberadas na queima de pneus.	68
Tabela 4.1: Valores monetários remunerados pelos pneus recebidos.	119
Tabela 5.1: Padrão das actividades dentro dos SLIs investigados como percentagem do valor total agregado ao produto e relação entre os custos.	141
Tabela 5.2: Principais fornecedores de pneus-resíduo expressos em valores percentuais.	151
Tabela 5.3: Principais destinos para os pneus-resíduo reciclados expressos em valores percentuais.	151
Tabela 5.4: Frequência do número de clientes para os recicladores investigados.	152
Tabela 6.1: Distribuição dos períodos contratuais e tempos dos relacionamentos nas etapas de recolha e pós-recolha. “C” e “R” representam as quantidades de contratos e relacionamentos respectivamente.	168

Capítulo 1

Introdução

Tradicionalmente, um produto é desenvolvido para ser fabricado e percorrer uma cadeia de abastecimento até chegar ao consumidor final. Porém, as cadeias de abastecimento estão continuamente integrando mais actividades, tais como serviços de suporte aos clientes e recuperação de produtos. Inicialmente (secção 1.1) este capítulo abordará as questões relativas à logística inversa (LI), tendo como principais objectivos: introduzir conceitos de logística inversa; delinear e estabelecer os limites deste conceito; e apresentar a relevância deste tema para a actualidade.

Realizada uma breve apresentação da logística inversa, parte-se para uma primeira exposição dos sistemas logísticos inversos para pneus-resíduo (secção 1.2). Nesta fase procura-se apresentar o problema e a relevância de uma investigação sobre estes sistemas, introduzindo também o posicionamento da legislação ambiental. O sistema de gestão e as principais tecnologias adoptadas para os sistemas de gestão dos pneus-resíduo serão abordados no segundo capítulo.

A terceira secção deste capítulo (secção 1.3) fornece um panorama da tese. Nesta etapa são definidos os objectivos a serem alcançados com a tese, assim como as perguntas a serem respondidas com este trabalho de investigação. Definidos os objectivos e formuladas as

perguntas, é descrito o sistema a ser estudado. Finalmente, as últimas secções tratam da construção analítica (secção 1.4) e estrutura da tese (secção 1.5).

1.1 Logística inversa: conceitos, âmbito e relevância

“Logística Inversa” é uma definição nova e ainda em formação. Por isso mesmo, procura-se não apenas delimitar o que se considera ser de facto LI, mas também discutir alguns tópicos fortemente relacionados que foram encontrados na revisão bibliográfica.

Por vezes, a logística inversa é encarada como necessariamente ligada a assuntos ambientais ou ecológicos. Isto deve-se ao facto da reciclagem ser um dos pontos principais da LI e origem de muitos dos estudos iniciais sobre o tema. Actualmente, porém, a sua gestão está cada vez mais voltada para a questão económica, procurando, antes de tudo, criar valor a produtos em final de vida sem, contudo, desconsiderar esses mesmos aspectos ambientais, principalmente porque, para a legislação ambiental actual, “desrespeitar o meio ambiente” é passível de pesadas punições monetárias (Rogers e Tibben-Lembke, 1999).

1.1.1 Definições e breve histórico

A logística inversa estuda os fluxos de materiais que vão do utilizador final do processo logístico original (ou de outro ponto anterior, caso o produto não tenha chegado até esse) a um novo ponto de consumo ou de aproveitamento. Exemplos de processos logísticos inversos são a recolha de vasilhames de garrafas, a devolução de mercadorias e a recuperação e/ou reciclagem de materiais.

As actividades principais na logística inversa são a recolha dos produtos a serem recuperados e sua distribuição após reprocessamento. Embora este problema se assemelhe ao problema clássico de distribuição, existem algumas diferenças: normalmente, existem muitos pontos de onde os bens precisam ser recolhidos; a recolha da embalagem dos produtos é geralmente uma questão problemática; a cooperação do remetente é, em muitos casos, bastante necessária; e os bens tendem a possuir um baixo valor.

As diferenças entre logística inversa e directa não se resumem apenas no sentido do fluxo de materiais, ou seja, dos movimentos dos clientes para os fornecedores. Caso contrário, pode-se simplesmente dizer que esses são fluxos “normais” que começam no cliente (nesse caso fazendo papel de fornecedor) e terminam no começo de outro fluxo logístico qualquer, num fornecedor que irá aproveitar aqueles materiais (nesse caso, um cliente desse processo).

Na logística inversa, os canais logísticos utilizados diferem dos canais da distribuição directa

devido a, nomeadamente:

- Velocidades diferentes, sendo que uma empresa pode reabastecer seus distribuidores em 24 horas enquanto promete devolver um produto reparado em 10 ou 15 dias;
- O número de pontos de retorno (ou recolha) na LI também é muito mais elevado;
- A LI requer também necessidades específicas de manipulação como, por exemplo, necessidade de acondicionamento e transporte especiais. No caso do retorno de garrafas PET, especificamente, estas devem ser compactadas de forma a aumentar o espaço de acondicionamento nos camiões. O retorno de pneus-resíduo exige camiões específicos para esta actividade pois não pode haver mistura com os pneus novos.

Ao longo da década passada, a logística inversa adquire importância tanto no meio académico como no de negócios. No início dos anos noventa, O *Council of Logistics Management* (CLM) publicou dois estudos sobre LI. O primeiro estudo (Stock, 1992) reconhecia de uma forma genérica a LI como relevante para a sociedade e para os negócios. O segundo foi desenvolvido por Kopicki (1993) e já apontava as vantagens da reciclagem e recuperação dos produtos. Jahre (1995a, 1995b) discutiu a gestão dos canais inversos e explorou o conceito de *postponement* aplicado ao problema da recolha dos resíduos domésticos. Rogers e Tibben-Lembke (1999) apresentaram uma extensa recolha de melhores práticas da LI, fornecendo especial atenção à experiência norte-americana.

No início deste século, a logística inversa passa a ser associada a questões mais operacionais. Vários trabalhos foram dedicados à optimização e à gestão da logística inversa, tais como o trabalho de Guide e tal. (2000) sobre as características da LI para os sistemas de refabricação. Mais recentemente, De Brito (2004) explora as questões da LI aplicada ao planeamento e controlo da produção.

Para caracterizar a logística inversa, Rogers e Tibben-Lembke (1999) partem do conceito de logística, sendo que:

“Logística é o processo de planeamento, implementação e controlo eficiente (inclusive em custos) de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de origem para o ponto de consumo para atender às necessidades dos clientes.”

Então:

“Logística Inversa é o processo de planeamento, implementação e controlo eficientes (inclusive em custos) de matérias-primas, materiais em processo, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de consumo para o ponto de origem para atender às necessidades de recuperação de valor e/ou obter a deposição correcta/controlada.”

Importa salientar que as informações correm em ambos os sentidos nos dois casos. Por outro lado, operações extras como refabricação, algum tipo de preparação para deposição e até mesmo mudanças na logística directa ou no desenho dos produtos para facilitar ou diminuir custos posteriormente (na fase inversa), são normalmente incluídos no campo da logística inversa.

A logística inversa ainda é um campo de estudo novo, carente de estudos e de modelos (Rogers e Tibben-Lembke, 1999). Apesar da LI ainda estar bastante ligada a questões ambientais e de relações com clientes, comunidades e governos, esta é, cada vez mais uma questão económica. Assim, encontramos também algumas definições que estão mais ligadas a questões ambientais, tal como a citada por Stock (1998): “... Termo normalmente utilizado para referir-se à logística na reciclagem, deposição e gestão de materiais contaminantes que, numa perspectiva mais ampla, inclui actividades logísticas de redução de emissão, reciclagem, substituição, reutilização de materiais e deposição.”

Outras são bastante simplificadas e praticamente resumem-se a definir o sentido do fluxo, como encontrado em Pohlen e Farris (1992): “O movimento de produtos do consumidor para o produtor através de um canal de distribuição”.

Por fim, apresenta-se a definição adoptada nesta tese, a qual é considerada a mais abrangente e precisa.

“Logística inversa é o processo de planeamento, implementação, e controlo eficiente e eficaz do fluxo de entrada e armazenagem de materiais secundários e informações relacionadas, opostas à direcção tradicional da cadeia de abastecimento com o propósito de recuperar valor ou depositar correctamente materiais.” Fleischmann (2001)

É importante ressaltar que este autor defende que a LI é uma parte da logística tradicional. De acordo com Fleischmann (2001), somente as actividades de selecção e recuperação dos produtos é que diferenciam a logística inversa da directa. A opinião expressa por este autor é compartilhada nesta tese.

1.1.2 Âmbito

Por ser a logística inversa uma área de investigação relativamente nova e de carácter prático, podem ser encontrados na literatura outros termos, tais como: logística de retorno, logística invertida, distribuição inversa e retro logística. Todos eles dizem aproximadamente respeito ao mesmo assunto.

É importante observar que existe uma diferença entre logística inversa e gestão de resíduos, sendo que esta última refere-se principalmente à recolha e processamento de produtos ou materiais que são depositados. O ponto aqui é a definição de resíduo. Esta é uma questão crucial, dado que o termo resíduo tem consequências legais, como, por exemplo, no que diz respeito à regulação de importação/exportação de resíduos. A LI concentra-se nos fluxos onde existe um certo valor a ser recuperado dos produtos e materiais e estes podem entrar numa nova cadeia de abastecimento.

A logística inversa também difere da logística verde. Esta considera os aspectos ambientais de todas as actividades logísticas e é mais focada na logística directa. As questões de maior relevância para a logística verde são o consumo de recursos naturais não-renováveis, emissão de poluentes, utilização de vias, poluição sonora e deposição de resíduos.

Outro campo que possui relação com a LI é a ecologia industrial. Garner e Keoleian (1995) esclarecem que a ecologia industrial dedica-se a estudar as interacções existentes entre os sistemas industriais e o meio ambiente. O objectivo da ecologia industrial é modificar a linearidade dos sistemas industriais, das matérias-primas aos resíduos, para um sistema em ciclo fechado envolvendo a recuperação de produtos e/ou materiais. Neste contexto, a logística inversa desempenha um papel importante para o alcance deste objectivo.

A fronteira entre o fluxo da logística directa (da matéria-prima ao consumidor final) e o fluxo da LI (do consumidor final à recuperação de valor) não é estritamente definido. Um produto que chegue ao final de vida ou uso numa cadeia pode tornar-se matéria-prima noutra. Como exemplo, cite-se o caso de produtos como garrafas de vidro e papel, que são considerados materiais essenciais para a produção de outros tipos de vidro e de papel, respectivamente.

Uma visão holística sobre cadeias de abastecimento, combinando ambos os fluxos directos e inversos, é abordada pelo conceito de cadeias de circuitos fechados (*closed loop supply chains*). A denominação cadeias de circuito fechado enfatiza a importância da coordenação entre os fluxos directos e inversos (Guide et al, 2000).

Finalmente, logística inversa pode ser encarada como parte do desenvolvimento sustentável. Este foi definido num relatório para a União Europeia como: “conhecer as necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações de conhecer suas próprias necessidades” (Brundland, 1998). De facto, pode considerar-se a logística inversa como a execução, ao nível das empresas, dos processos que garantem que a sociedade utiliza e reutiliza, de forma eficiente e eficaz, todo o valor que for posto nos produtos.

1.1.3 Relevância

Há anos que a Europa estimula o desenvolvimento sustentável. Assim, vem incluindo práticas de recuperação de materiais através de legislação ambiental e da extensão da responsabilidade do produtor. Recentes desenvolvimentos demonstram que a legislação e suas consequências têm crescido. Os produtos de maior prioridade incluem: veículos (Directiva 00/53/CE), electrónicos (Directiva 02/96/CE) e embalagens (Directiva 94/62/CE). A tabela 1.1 resume estas directivas com relação às quotas de reciclagem para a serem atingidas, bem como as já hoje conseguidas pela França, Alemanha e Holanda (*European Environmental Agency, 2004; Auto Recycling Netherlands, 2004; Europa, 2004*).

Directiva Europeia (quotas a serem atingidas)	Alemanha (quotas realizadas)	França (quotas realizadas)	Holanda (quotas realizadas)
Carros			
85% (2006)*	85%	-	85% (2002)
95% (2015)*	-	-	95% (2007) *
Electrónicos			
60%-90% (2006)*	-	-	45% - 75% (2002)
Embalagens			
50% (2001)	65% (1998)	45% (1998)	60% (1998)
60% (2006)*			
70% (2011)*			

Tabela 1.1: Dados recolhidos em 2004 com relação às quotas de Reciclagem na Europa.(* refere-se a uma estimativa).

Embora os estados membros da União Europeia (UE) sejam incentivados a introduzir sistemas de prevenção na utilização e reciclagem de materiais, diversos possuem alguma liberdade no estabelecimento dessas quotas de reciclagem (Grécia, Irlanda e Portugal podem ajustar as quotas a níveis mais baixos). Por exemplo, com relação ao desperdício com embalagens os diversos países da UE estabeleceram políticas distintas. Bélgica, Espanha e Holanda, definiram metas de prevenção para a geração dos resíduos de embalagens (através de acordos e convénios). Alemanha, Dinamarca e Portugal introduziram metas para a reutilização das embalagens. Áustria e Finlândia, além da reutilização das embalagens, definiram políticas para a reciclagem.

Com relação às actividades económicas ligadas à logística inversa não foram ainda realizados estudos mais aprofundados. Sabe-se que algumas actividades de recuperação, como a reciclagem, requerem mão-de-obra intensiva. Alguns estudos indicam que as actividades de reciclagem criam, de cinco a sete vezes, mais postos de trabalho do que a incineração e mais de 10 vezes do que as operações de deposição em aterros sanitários (*European Environmental Agency*, 2004). Desta forma, a Comissão Europeia estima que as actividades de recuperação oferecem uma oportunidade de criação de novas frentes de trabalho (Europa, 2004). Estes novos trabalhos também podem vir a constituir-se numa situação para reintegração dos trabalhadores na vida profissional, que pode significar um grande benefício, principalmente nos países em desenvolvimento. Concluindo: a logística inversa pode configurar um importante tripé para o desenvolvimento sustentável, pois fornece benefícios ambientais, económicos e sociais.

1.2 A questão dos pneus-resíduo

O processo de vulcanização de borracha foi concebido casualmente por Charles Goodyear, em 1839, ao deixar cair enxofre em uma amostra de borracha que estava sendo aquecida. Com isso, foi descoberto um material mais resistente e elástico, cuja procura multiplicou-se por todo mundo (Goodyear, 2004). Uma das principais aplicações da borracha vulcanizada sempre foi como pneu de veículos rodoviários. No decorrer do desenvolvimento da indústria automobilística no século XX, o consumo de pneus atingiu quantidades extraordinárias. Cerca de 300 milhões de pneus, o equivalente a mais de 2 milhões de toneladas de borracha, são depositados anualmente nos Estados Unidos (figura 1.1).

Quando não podem mais ser reutilizados, os pneus passam então à fase de final de vida. Ao chegarem a esta fase, os pneus passam então a serem chamados de pneus-resíduo (*scrap tyres*), pneus em fim de vida ou ainda pneus inservíveis. De modo a manter um único termo, esta tese adoptará a nomenclatura pneus-resíduo.



Figura 1.1: Deposição de pneus-resíduo nos Estados Unidos.

Quando abandonados em locais inadequados, os pneus-resíduo servem como local para procriação de mosquitos e outros vectores de doenças. Representam um risco constante de incêndios e quando dispostos em terrenos ao ar livre segregam um óleo que se infiltra e contamina o lençol freático. Além disso, a deposição de pneus-resíduo em aterros sanitários é problemática, pois estes quando compactados e enterrados voltam à superfície após um determinado tempo. Tal facto diminui a área utilizada nos aterros e consequentemente reduzem a sua vida útil.

A maior dificuldade na gestão de pneus-resíduo é resultante da deposição ilegal do material. Pneus que não possuem mais condições de recuperação são deixados em qualquer sítio, o que constitui um problema ambiental. A maior parte dos pneus-resíduos dos Estados Unidos (cerca de 65% do total, o que equivale a 188 milhões de pneus por ano) é depositada de forma inadequada. Estima-se que haja, nos Estados Unidos, um passivo ambiental de 2 a 3 bilhões de pneus.

Segundo dados do presidente da Associação Nacional da Indústria de Pneus (ANIP), o Brasil produziu cerca de 45,75 milhões de pneus (400 mil toneladas) no ano 2002 e estima-se que cerca de 30 milhões de pneus são depositados anualmente. O presidente da ANIP estima em 900 milhões os pneus velhos espalhados pelo país, um imenso "passivo ambiental", segundo suas próprias palavras. Em entrevista realizada com o director da sociedade de gestão e recolha de pneus em Portugal (Valorpneu), foi fornecida a estimativa de 90 mil toneladas de pneus-resíduos depositados anualmente em território nacional.

Deve-se ressaltar que a questão dos pneus-resíduos está relacionada com os aspectos empresariais, tecnológicos, ambientais e da sociedade em geral. Desde algumas décadas os legisladores desenvolvem leis que abordam directa e indirectamente estes aspectos associados aos pneus-resíduo (Douglah and Everett 1998, Serumgard 1998, Shulman, 2000). A legislação sobre a gestão dos pneus-resíduos é recente, estando mais avançada na União Europeia. Um maior detalhe sobre esta legislação será apresentado no próximo capítulo.

1.3 Objectivo da tese

Um sistema logístico inverso (SLI) é um sistema que engloba todos os actores, suas actividades e relações envolvidas no processo de recuperação de bens ou de valor de produtos em fim de vida. O desempenho – eficácia e eficiência – dos sistemas logísticos inversos (SLIs) tem sido só avaliado em termos de custos, devido à reduzida investigação que foi realizada neste campo. O crescente interesse pelos SLIs, em parte devido à pressão de nova legislação,

que tem forçado os produtores a serem responsáveis pela recolha e destino final de seus produtos, coloca desafios mais complexos na sua gestão. As diferenças entre os produtos a serem revalorizados com relação às suas propriedades físicas; aos actores que participam da cadeia de abastecimento; ao volume de produtos transaccionados; e ao relacionamento entre o mercado e a legislação devem ser abordadas dentro do contexto dos sistemas logísticos inversos. Os desafios para os sistemas logísticos inversos também assentam em questões práticas, como por exemplo, os componentes físicos existentes e a forma de cooperação entre os actores irão influenciar a gestão dos SLIs. Dentro deste contexto, o objectivo geral desta tese é:

*Descrever e analisar como os **componentes físicos** e a **cooperação entre os actores** podem influenciar a **eficácia** e a **eficiência** dos sistemas logísticos inversos (SLIs).*

1.3.1 Perguntas da investigação

Componentes Físicos

O estudo dos componentes físicos tem por objectivo fornecer conhecimento sobre questões tradicionais da logística, tais como, a gestão da distribuição e armazenagem. Neste contexto, as propriedades dos produtos constituem algo de concreto e operacional. Apesar de existirem variações quanto à definição das propriedades de um determinado produto é possível ser concreto na sua descrição bem como na sua análise. Também em relação às estruturas físicas pode-se construir uma descrição concreta, pois os produtos fluem entre pontos em diferentes volumes a serem armazenados e durante períodos específicos. Ambos, propriedades dos produtos e estruturas físicas, podem ser descritos de uma forma objectiva, pois representam algo que, dentro de um sistema logístico, deve ser objecto de acordo entre os vários actores.

a) Propriedades dos produtos

Foram identificadas quatro propriedades a serem investigadas com relação aos sistemas logísticos inversos: propriedades de manipulação, valor dos produtos, complexidade dos produtos e variedade dos produtos. Estas propriedades serão discutidas com respeito à sua influência sobre o desempenho dos SLIs, nomeadamente como determinantes para a estratégia a escolher com relação à gestão destes sistemas. As relações entre as propriedades dos produtos e as estruturas físicas serão também abordadas. Por isso, para se atingir eficiência e eficácia em sistemas logísticos inversos torna-se importante conhecer as propriedades físicas dos produtos.

As propriedades físicas também são relevantes para as questões de reciclagem, pois os produtos em final de vida diferem de forma extensa com relação ao valor, à complexidade e à variedade. O tópico propriedades dos produtos será direccionado à seguinte pergunta de investigação:

Qual a influência das propriedades dos produtos na eficiência e eficácia dos SLIs ?

b) Estruturas

Com relação às estruturas, serão discutidos os pontos relacionados com a área das economias de escala e o princípio de *postponement* e, por último, a conexão entre os sistemas logísticos inversos e outros sistemas logísticos. Pretende-se abordar a relação entre os sistemas logísticos inversos e as questões de economia de escala, pois diferentes sistemas logísticos podem interagir de forma a atingir altas taxas de utilização, gerando assim economias. Sendo assim, as estruturas logísticas podem ser descritas como dependentes da estrutura de procura.

Devido ao interesse descritivo e analítico com relação às estruturas, foram colocadas duas perguntas relacionadas entre si:

Que estruturas são utilizadas nos SLIs?

Qual a influência das estruturas na eficiência e eficácia dos SLIs?

Cooperação entre os actores

As questões relacionadas com a cooperação entre os actores têm como objectivo fornecer conhecimento em relação à gestão dos sistemas logísticos inversos ao nível tático. Neste contexto, as relações entre os agentes do sistema, bem como a estrutura de poder e seu uso serão abordadas. Além de proporcionar uma fundamentação teórica diferente da dos componentes físicos, o estudo da cooperação entre os actores também pode fornecer um outro tipo de conhecimento.

O conhecimento da cooperação entre os actores é mais abstracto do que no caso dos componentes físicos. Neste ponto, a contribuição da investigação será apresentar ideias sobre possíveis eventos futuros. Os factos históricos são usados, quando possível, como base para prever eventos futuros, e os pontos a serem abordados são mais subjectivos no seu carácter do que os relacionados com componentes físicos.

Será abordada a questão do exercício do poder nos sistemas logísticos inversos. Como exemplo, discute-se a situação da gestão compartilhada versus gestão de uma única organização. Neste caso, são incluídos os aspectos de relacionamento, estrutura de poder e

confiança entre os actores. Estes tópicos serão abordados sobre a óptica dos relacionamentos e da estrutura de poder do sistema.

a) Relacionamento

O relacionamento entre os actores de uma cadeia de abastecimentos é descrito como um factor importante para a eficácia e a eficiência de sistemas logísticos, também não sendo menos importante para os SLIs, onde negociações acerca dos custos são um factor crucial para o desempenho desses sistemas. O relacionamento pode ser caracterizado em termos de profundidade e de tempo.

Um exemplo da importância da profundidade no relacionamento entre os actores é a situação onde estes procuram adaptar-se entre si. Em termos logísticos, isto diz respeito tanto à adaptação tecnológica quanto à adaptação de rotinas entre os actores, onde os produtos constituem parte do processo de troca.

Com respeito ao tempo dos relacionamentos e mesmo ao tempo de contratos formais, ambos são mais fáceis de serem quantificados. Portanto, o tempo do relacionamento bem como de formalização de contratos entre os actores em SLIs serão também descritos e analisados.

Duas formas de cooperação são consideradas, de uma maneira geral, como promotoras da eficácia e eficiência em sistemas logísticos: cooperação em relacionamentos verticais e cooperação em relacionamentos horizontais. Ambos os casos de relacionamento, vertical e horizontal, serão abordados no contexto dos SLIs. As questões com relação ao tempo e formalidade dos relacionamentos em SLIs serão abordadas através das seguintes perguntas:

Como poderá ser caracterizado o relacionamento entre os actores dos SLIs?

Qual a influência de diferentes características do relacionamento sobre a eficiência e a eficácia de sistemas logísticos inversos (SLIs)?

b) Estrutura de Poder

Com relação aos SLIs, não foi encontrado na revisão bibliográfica qualquer estudo prático com relação às questões da estrutura de poder e liderança nestes sistemas. Algumas explicações possíveis podem estar relacionadas com os seguintes factos:

- Estes sistemas são considerados “novos” entre os investigadores e académicos, significando que ainda não foram consolidadas práticas de gestão que possam despertar maior interesse de investigação.

- Se ainda é difícil encontrar sistemas logísticos geridos como uma única entidade para o caso do fluxo directo, o baixo volume de produtos envolvidos nos SLIs torna ainda mais difícil encontrar situações em que os fluxos inversos são geridos como uma entidade.

Em geral, a questão sobre quem deve gerir um sistema logístico baseia-se na posição de poder, a qual pode ser de diferentes naturezas (tecnológica, financeira, domínio do mercado, etc). O problema do poder, enquanto mecanismo de controlo, será contrastado com o que é geralmente concebido como mecanismo de controlo competitivo entre os actores num relacionamento, a confiança.

Como ponto inicial para a análise da estrutura de poder nos SLIs, deve-se identificar através de “quem” e com “base em quê” alguns sistemas logísticos inversos são geridos. O segundo ponto é relacionar o exercício do poder com a confiança entre os actores e observar o impacto destes factores (poder e confiança) na eficácia e eficiência do sistema. Sendo assim, as questões acima levantadas serão discutidas de forma a encontrar respostas para as seguintes perguntas:

Nos SLIs, que actores exercem maior poder e porquê?

Qual a influência do exercício do poder e da confiança entre os actores na eficácia e eficiência dos SLIs?

1.3.2 O sistema logístico inverso estudado

De uma maneira global, esta tese pretende fornecer uma compreensão dos SLIs de forma a gerar conhecimento de carácter prático e teórico. Procuram-se estudar tipos diferentes de unidades (actores e relacionamentos), bem como dois grupos distintos de questões (componentes físicos e cooperação). Os estudos descrevem SLIs e, apesar de utilizarem referenciais teóricos diversos, são todos relacionados com a eficácia e a eficiência logística. A tese procura explicar as relações entre estas variáveis de modo a atingir uma melhor compreensão de todo o sistema estudado. Partindo-se de um modelo genérico de fluxo circular de materiais (figura 1.2), o sistema estudado é posicionado entre o consumidor final e a cadeia de abastecimento tradicional ou directa.

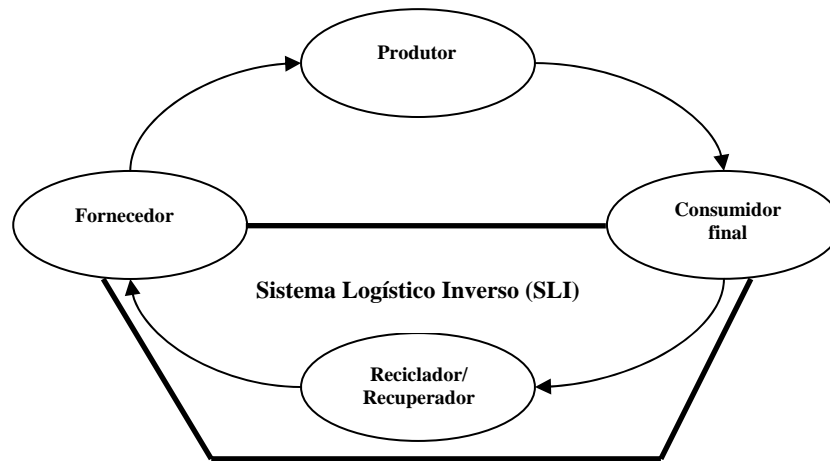


Figura 1.2: O modelo genérico e simplificado de um fluxo circular de materiais e o posicionamento do sistema logístico inverso (SLI).

O SLI apresentado na figura anterior pode ser desmembrado em vários actores e seus relacionamentos, dando origem a uma cadeia. Neste trabalho serão estudadas as conexões ou relações com foco no reciclador ou recuperador de primeira ordem, decompondo o SLI em dois subsistemas ou etapas: sistema de recolha e sistema de pós-recolha (figura 1.3).

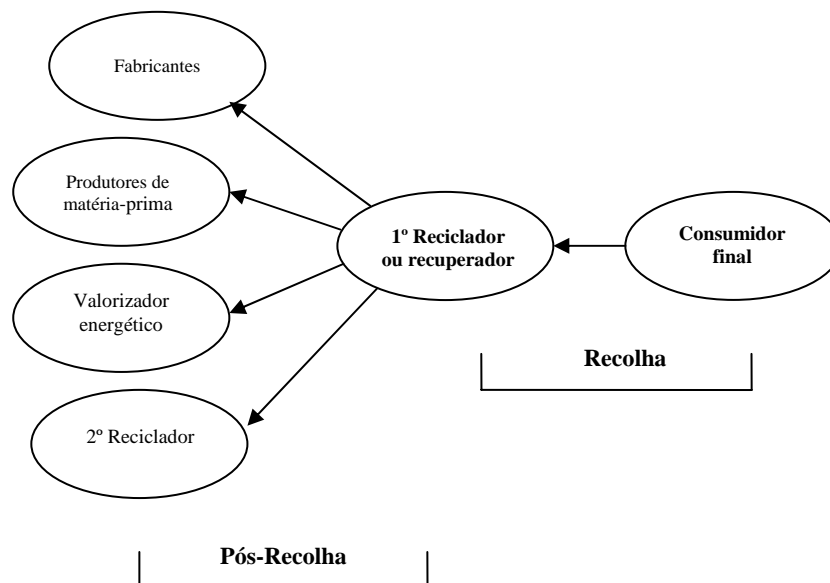


Figura 1.3: O SLI estudado e suas duas fases ou subsistemas: recolha e pós-recolha.

O sistema de pós-recolha pode finalizar num produtor de matéria-prima, num fabricante de produto final (caso componentes sejam reutilizadas), num valorizador energético (utiliza fracções de um produto como combustível) ou outro reciclador. O sistema de pós-recolha é iniciado após a selecção e desmontagem dos produtos a serem reciclados. Passados estes processos, o sistema de pós-recolha passa a ser tratado como uma cadeia de abastecimento regular.

1.4 Passos a serem tomados para a construção analítica

Como foi anteriormente descrito, um número de componentes físicos e diferentes aspectos relacionados com a cooperação no sistema serão investigados com relação à sua influência no desempenho dos SLIs. De forma a fornecer respostas às perguntas da investigação, foi escolhido analisar cada grupo separadamente e, num estágio posterior, elaborar um estudo conjunto.

Devido aos diferentes aspectos de cada grupo, inicialmente serão descritos e analisados os aspectos relacionados aos componentes físicos (capítulo 5), a mesma posição será tomada com relação à cooperação (capítulo 6). Finalmente, os dois grupos serão contrastados entre si (capítulo 7) e as respectivas medidas de desempenho, a eficácia e a eficiência serão abordadas. A figura 1.4 ilustra o modelo de como a descrição e a análise da tese é organizada.

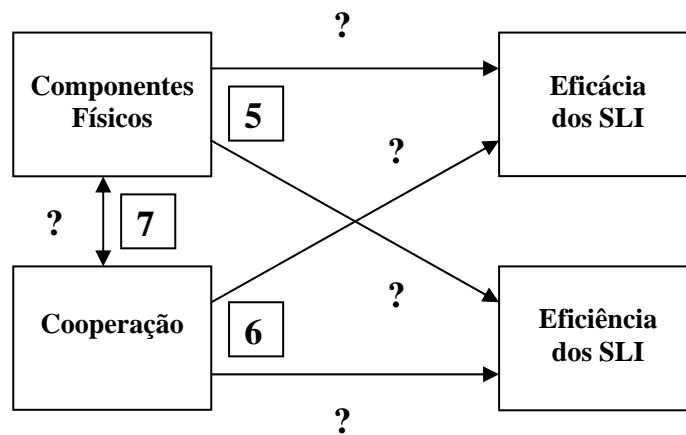


Figura 1.4: Conexões entre os componentes físicos, a cooperação e Eficiência e Eficácia dos SLIs. Os números referem-se aos capítulos nos quais as perguntas são abordadas.

1.5 Estrutura da tese

A estrutura da tese é graficamente apresentada no final desta secção por meio da figura 1.5. O capítulo 2 aborda o estado da arte da logística inversa, fornecendo perspectivas relacionadas com a diversidade e complexidade dos sistemas logísticos inversos. Ao investigar a literatura sobre logística inversa, observa-se que não existe uma formalização analítica para este campo como um todo, sendo assim, neste capítulo, apresenta-se uma proposta de estrutura analítica para a logística inversa. No final do capítulo discute-se o conceito de reciclagem e sua relação com a logística inversa.

O capítulo 3 trata das questões relativas à gestão do desempenho dos sistemas logísticos. Apresenta-se uma revisão da literatura dos sistemas de gestão de desempenho e sua relação

com a logística. A eficácia e a eficiência são abordadas como questões centrais para o desempenho logístico de uma forma geral e, mais especificamente, para os sistemas logísticos para reciclagem, pois nestes sistemas os recursos são mais escassos e a disponibilidade para pagar pela reciclagem é consideravelmente baixa. A base para este capítulo é teórica, abordando também assuntos como economias de escala, cooperação e estratégias logísticas.

A abordagem científica e metodológica da tese é apresentada no capítulo 4. Neste capítulo são apresentados os passos seguidos para a construção dos casos de estudo em termos da recolha de dados e processo de análise, bem como a descrição da abordagem qualitativa adoptadas. Procura-se também construir uma discussão acerca da adopção e contribuição da investigação qualitativa aplicada à logística.

No capítulo 5 são apresentados o suporte teórico, os dados recolhidos e sua análise com relação aos componentes físicos: propriedades dos produtos (pneus-resíduo) e estruturas. O capítulo 6 é semelhante ao anterior, abordando o suporte teórico, recolha de dados e análise para as questões (relacionamento e estrutura de poder) relacionadas com a cooperação entre os actores do sistema de gestão dos pneus-resíduo.

O capítulo 7 apresenta uma discussão sobre gestão dos sistemas logísticos inversos e reflexões sobre os resultados da tese. Neste capítulo também se procura demonstrar a relevância e a contribuição do trabalho de investigação realizado ao longo do doutoramento. Por fim, apresentam-se as conclusões da tese e possíveis perspectivas de investigação futura para os sistemas logísticos inversos.

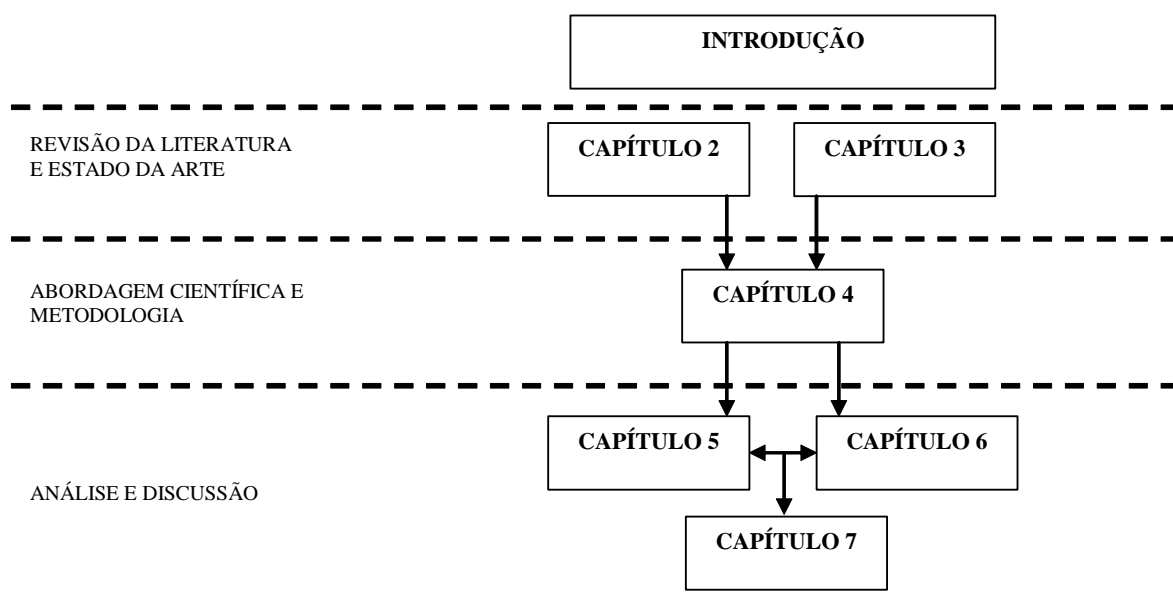


Figura 1.5: Estrutura da tese.

Capítulo 2

Logística inversa e a gestão do SLI para pneus-resíduo

Este capítulo possui dois objectivos principais. O primeiro é fornecer uma compreensão da logística inversa através de uma proposta de estruturação deste campo de investigação. Apesar de já existirem alguns esforços, até este momento as contribuições para uma estruturação da logística inversa têm sido escassas e fragmentadas. Pelo facto de ser um campo de investigação relativamente novo, isto não constitui uma surpresa. Entretanto, a logística inversa tem tido um crescente interesse académico e prático, necessitando, ser formalmente estruturada.

Com base em trabalhos anteriores tais como o de Fleischmann et al. (1997) e De Brito (2002, 2004), o que se propõe é uma estrutura analítica para a logística inversa. Através desta, procura-se uma compreensão sobre diversas situações, identificando as dimensões básicas da logística inversa e classificando-as, ou seja, fornecendo uma caracterização.

O segundo objectivo deste capítulo é abordar a gestão dos SLIs para pneus-resíduo. Tal como foi anteriormente introduzido, cerca de 300 milhões de pneus, o equivalente a mais de 2 milhões de toneladas de borracha, são depositados anualmente somente nos Estados Unidos. Portanto, neste capítulo serão explorados os aspectos relacionados com os sistemas logísticos inversos para pneus-resíduo, identificando os actores envolvidos e seus papéis dentro do

sistema. Outro aspecto a ser explorado é o das principais tecnologias adoptadas para o tratamento e aproveitamento dos pneus-resíduo.

O capítulo é organizado como segue. De início, é realizada uma revisão da literatura específica que contribui com a estruturação da logística inversa (secção 2.1). Em seguida (secção 2.2), com base na literatura investigada, delinea-se uma estrutura analítica da logística inversa através da identificação de suas dimensões básicas. Ao longo da discussão sobre estas dimensões, de modo a identificar algumas lacunas existentes e oportunidades de investigação, são também apresentados casos de estudo sobre logística inversa. O capítulo é então finalizado (secção 2.3) com a apresentação do SLI para pneus-resíduo.

2.1 Logística inversa: contribuições para o desenvolvimento teórico

O foco desta secção é na revisão da literatura que fornece contribuições para a estruturação do campo de investigação. De modo a facilitar a organização da revisão bibliográfica sobre logística inversa, os trabalhos serão apresentados em ordem cronológica.

Ao longo da última década, o CLM - *Council of Logistics Managemet* (actualmente CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals*) publicou três estudos relacionados com a logística inversa. O primeiro estudo foi realmente um dos pioneiros a fazer um exame completo da logística inversa, introduzindo o assunto sob uma perspectiva da redução de resíduos (Stock, 1992). Baseado em entrevistas com a indústria e organizações governamentais dos Estados Unidos, concluiu que a logística inversa estava ainda no seu início enquanto área prática e campo de investigação. Uma das conclusões do estudo era que as empresas assumiam uma atitude reactiva com relação à logística inversa.

Logo após este estudo, foi publicado um segundo, dedicado agora às oportunidades oferecidas pela logística inversa no contexto do reuso e da reciclagem (Kopicky et al., 1993). Os autores concluíram que a logística inversa demonstrava uma tendência de rápida evolução. Identificaram que várias empresas estavam desenvolvendo projectos pioneiros para redução de resíduos com a adopção de programas de logística inversa. Após ter introduzido o campo, e ilustrado algumas oportunidades, o CLM publicou um terceiro estudo dedicado à execução e desenvolvimento da logística inversa (Stock et al., 1998). Este estudo deu forma às questões relevantes para o desenvolvimento de programas bem sucedidos de logística inversa, tais como a gestão e controlo, avaliação de desempenho e gestão financeira.

Jahre (1995b) investigou o desempenho dos sistemas de recolha e reciclagem de lixo doméstico, com ênfase nas embalagens. Dois aspectos foram considerados: o grau de

separação dos materiais na fonte e a recolha. Na elaboração do trabalho, os dados foram recolhidos da Associação Europeia de Reciclagem e Recolha (ERRA).

Thierry et al. (1995) estudou o impacto da gestão do sistema de recuperação de produtos sobre a indústria electrónica e automobilística. Foi dedicada atenção ao impacto no projecto do produto, cadeia de abastecimento e relacionamento entre os actores do sistema. O trabalho foi construído com o apoio de dois casos de estudo: um foi desenvolvido numa companhia de recuperação de fotocopiadoras e o outro investigou o sistema de recolha de veículos em fim de vida da BMW.

Fleischmann et al. (1997) compilou uma revisão de modelos de investigação operacional aplicados à logística inversa. A revisão é organizada em termos de modelos de distribuição, controlo de stocks e modelos de planeamento da produção, constituindo uma caracterização da logística inversa. Os autores ressaltam a importância da compreensão dos aspectos económicos e ecológicos com relação à gestão da cadeia de abastecimento inversa.

Fuller e Allen (1997) discutiram vários conceitos importantes dentro do contexto da reciclagem de produtos pós-consumo e de resíduos sólidos. Desta forma, uma classificação dos seguintes sistemas de reciclagem é fornecida: sistemas integrados à manufactura; sistemas de recolha e processamento de resíduos; sistemas especializados em distribuição e reprocessamento; e sistemas de distribuição retalhista-grossista. Os autores argumentam que esta classificação demonstra que os canais de distribuição inversos conectam a fonte (produtos pós-consumo e resíduos sólidos) ao mercado. O artigo segue com uma discussão sobre a possibilidade da variedade de sistemas revistos serem capazes de lidar com os desafios futuros impostos à reciclagem.

Van der Laan (1997) analisou os efeitos da refabricação sobre o controlo de stocks. Abordou os aspectos da coordenação entre a fabricação e das operações de refabricação no que diz respeito à eficiência. As hipóteses foram testadas com dados obtidos da divisão de refabricação de componentes da Volkswagen.

Krikke (1998) abordou os pontos relacionados com a escolha da estratégia logística a ser tomada para concepção de determinados sistemas logísticos inversas. Para cada uma destas questões, um caso de estudo foi desenvolvido em detalhe. Para o caso da estratégia de reciclagem de monitores de computador, o autor considerou o caso da Roteb, a empresa municipal de gestão de resíduos em Roterdão, Holanda. Para a concepção de sistemas

logísticos, desenvolveu-se o caso da rede de recolha e recuperação de fotocopiadoras da companhia Océ.

Determinados trabalhos, tais como o de Carter e Ellram (1998), reviram a literatura sobre logística inversa de forma a identificar as lacunas existentes e propor rumos para futuras linhas de investigação. Ao longo do artigo, são identificados factores determinantes (regulação, mercado consumidor e empreendedores) e limites (tais como: compromisso entre os parceiros, gestão de topo e integração vertical) relacionados com a logística inversa. Estes determinantes e limites são distinguidos entre factores internos e externos. No final, os autores apontam um conjunto de proposições, tais como: “programas bem sucedidos de logística inversa requerem políticas internas eficientes”, ou “o suporte da gestão de topo é necessário para garantir a continuidade deste programas”.

No final dos anos noventa o RLEC - *Reverse Logistics Executive Council*, uma organização profissional direccionada à investigação das melhores práticas da logística inversa publicou um estudo. Com o apoio do RLEC, Rogers e Tibben-Lembke (1999) conduziram entrevistas com 150 gestores e aplicaram um inquérito a outras centenas. Os autores incidiram sobre os aspectos económicos relacionados com a gestão da cadeia de abastecimento inversa, nomeadamente na redução dos custos resultante da gestão dos canais de retorno dos produtos.

Gungor e Gupta (1999) apresentaram de forma exaustiva uma revisão de mais de 300 trabalhos (artigos, livros e teses) em manufactura ambientalmente responsável e recuperação de produtos. No artigo, a literatura explorada é subdividida em categorias, esboçando uma estrutura analítica. Os autores abordaram a recuperação de produtos no contexto de uma produção ambientalmente consciente. As pressões causadas pelo governo (regulação) e pelos consumidores (mercado) também são mencionadas. Os autores observaram que as questões ambientais estão tomando uma maior importância entre a sociedade, os governos e a indústria. Como recomendações, realçam a necessidade de que sejam criadas ferramentas qualitativas e quantitativas que suportem as decisões relacionadas com a manufactura ambientalmente responsável.

Goggin e Browne (2000) sugeriram uma classificação para recuperação de recursos, centralizando-se na indústria electrónica e nos produtos em final de vida. A classificação foi definida de acordo com as actividades de requisição e planeamento e algumas características específicas, tais como: complexidade de entradas e saídas; nível de envolvimento do produtor original dos equipamentos (*OEM - original equipment manufacturer*); recolha; reprocessamento; e complexidade de distribuição.

Fleischmann (2001) desenvolveu na sua tese de doutoramento, modelos quantitativos para sistemas logísticos inversos, nomeadamente abordando os aspectos do planeamento e controlo dos retornos e da rede de recolha. O autor discute as possibilidades de integração da cadeia directa com a inversa dentro do conceito de circuitos fechados (*Closing Loops*). As questões práticas foram extraídas do caso de estudo realizado com a empresa IBM.

Beullens (2001) utilizou técnicas da investigação operacional para o apoio à decisão de alocação de fábricas, planeamento de processos e estabelecimento de rotas de veículos no âmbito da logística inversa. Todas as questões exploradas foram ilustradas com casos práticos.

Com relação a opções de recuperação de produtos em fim de vida, Landrieu (2002) estudou os aspectos das estratégias de recolha, considerando as características do produto e a região geográfica de recolha. As medidas de desempenho adoptadas foram associadas com a maximização do lucro e nível de satisfação dos clientes. Duas outras questões foram abordadas: a integração da informação do sistema de recolha e o seu impacto na eficiência do sistema.

De Brito (2002, 2004), com base na classificação de Fleischmann et al.(1997), definiu uma estrutura analítica para a logística inversa baseada em cinco perguntas direccionadas ao processo de retorno: Porque retornar? O quê retornar? Quem retorna? Como retornar? Porque receber? Com as respostas a estas perguntas, a autora conseguiu delinear todo o processo de retorno.

Dentre os trabalhos mais recentes, refira-se o trabalho publicado por Leite (2003). Neste trabalho, o autor procura sistematizar o conceito de logística inversa, descrevendo tipos de canais de distribuição inversa e as etapas que caracterizam o retorno dos bens de pós-consumo e de pós-venda. Um aspecto a ser enfatizado é a apresentação de exemplos que apontam como os processos logísticos inversos podem ser implementados na prática.

Estes trabalhos trataram de um conjunto particular de aspectos dentro da logística inversa. Uma diversidade de assuntos pôde ser encontrada tais como sistemas de reciclagem; planeamento e controlo da refabricação; estratégias de recolha; concepção de sistemas logísticos; modelagem de redes; e planeamento de rotas de veículos. Parte destes trabalhos foi de natureza teórica, enquanto noutros foram desenvolvidos casos de estudo como forma de validação da teoria. Um aspecto a enfatizar é que grande parte dos trabalhos identificados anteriormente foi desenvolvida no âmbito do projecto Revlog, envolvendo uma rede de universidades europeias que durante três anos investigaram os principais aspectos relacionados com a logística inversa. Outro ponto a enfatizar é que adoptaram uma

abordagem quantitativa e incluíram estudos nas indústrias de comunicação (IBM, Ericson) e electrónica; na automobilística (BMW e Volkswagen); e na de embalagens.

2.2 Logística inversa: dimensões

Através da revisão da literatura anterior, é possível identificar os principais aspectos que foram associados com a logística inversa. O quadro 2.1 relaciona estes aspectos com os respectivos autores. Alguns destes aspectos são identificados em mais do que uma referência, contudo com abordagens um pouco distintas.

Aspectos Identificados	Autores
Motivação para a logística inversa	Fleischmann et. al, 1997 – De Brito 2002, 2004
Determinantes para a logística inversa	Carter e Ellram, 1998
Forças Ambientais	Gungor e Gupta, 1999
Tipos de itens	Fleischmann et al., 1997 – De Brito 2002, 2004
Opções de recuperação	Thierry et al., 1995 – Goggin e Browne, 2000
Formas de reuso	Fleischmann et al., 1997 – De Brito 2002, 2004
Actores	Fleischmann et. al, 1997 – De Brito 2002, 2004
Sistemas de reciclagem	Fuller e Allen, 1997

Quadro 2.1: Aspectos identificados na Literatura.

A lista de opções de recuperação fornecida por Thierry et al. (1995) possui uma explicação lógica e aceitável. Apesar de não fornecer uma classificação formal, estas opções podem constituir dimensões da logística inversa. Em contrapartida, a classificação semi-formalizada de tipos de itens (Fleischmann et al., 1997) inclui somente os aspectos de embalagem, peças de montagem e bens de consumo, ignorando os bens industriais. A classificação de Fleischmann et al. (1997) não constitui uma surpresa, pois outros autores também não se propuseram a estruturar a Logística inversa. Entretanto, foi a primeira a ser validada por evidências práticas, o que a torna mais consistente face às outras classificações.

O que se observa nestas categorizações propostas é que falham em explorar a logística inversa como um todo, abordando somente aspectos específicos deste campo de investigação, por exemplo somente os processos de retorno. Apesar da logística inversa ainda não ser uma área científica estruturada, as referências anteriormente mencionadas constituem importantes contribuições para a organização deste campo. Observa-se ainda que uma considerável parte da literatura relativa à logística inversa não é fundamentada em evidência prática.

Com base nas caracterizações identificadas na literatura, nomeadamente as propostas por Fleischmann et al. (1997) e posteriormente aperfeiçoadas por De Brito (2002, 2004), esta secção procura estruturar a logística inversa analisando-a sob a óptica de cinco dimensões: determinantes, razões, características, estruturas e actores (figura 2.1). Para cada uma destas dimensões será apresentada uma ou mais classificações dos seus elementos.

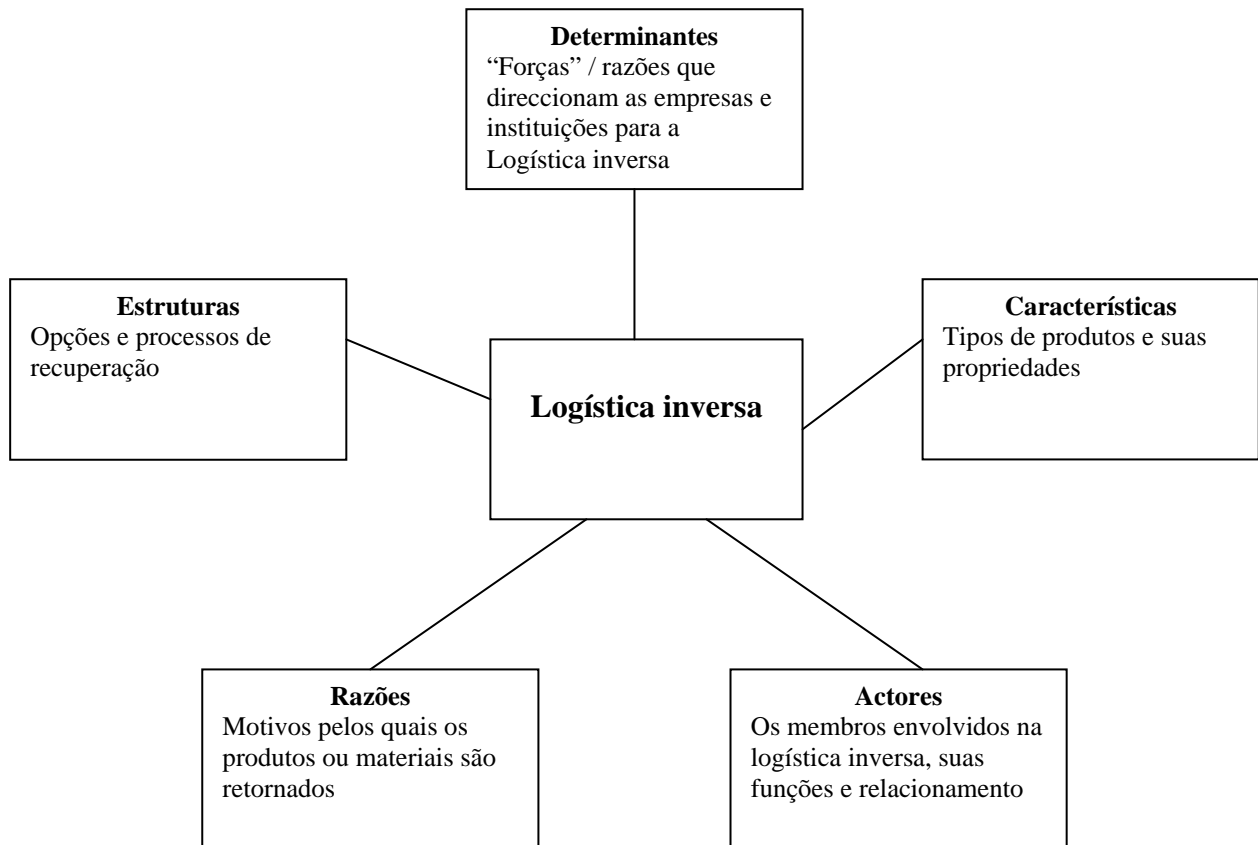


Figura 2.1: As cinco dimensões básicas da Logística inversa adaptadas de Fleischmann et al. (1997) e De Brito (2002, 2004).

2.2.1 Determinantes

Nesta revisão da literatura, muitos são os autores que apresentam factores determinantes para a logística inversa, tais como: factores económicos, legislação ambiental e consciência ambiental dos consumidores (Revlog, 2003). De uma forma geral, pode-se dizer que as empresas se envolvem com a logística inversa por perceberem oportunidades de lucro; por terem que cumprir a legislação e/ou por serem pressionadas pela sociedade. Desta forma, propõe-se que os determinantes para a logística inversa incorporem três elementos:

- Económicos: são os factores que envolvem ganhos directos (consumo de materiais, redução de custos e recuperação de valor) e os ganhos indirectos (antecipação ao cumprimento da legislação, protecção de mercado, imagem da empresa e melhoria da relação com clientes e fornecedores);

- Legislação: diz respeito aos direitos dos consumidores, segurança do trabalho e cumprimento das leis ambientais;
- Responsabilidade social: representa a atitude das empresas com relação ao respeito das normas sociais e comportamento ético empresarial. As próximas secções apresentam estes elementos em maiores detalhes.

Económicos

Um programa de Logística inversa pode fornecer ganhos directos aos fabricantes de equipamentos (OEMs - *Original Equipment Manufacturers*), através de reduções do consumo das matérias-primas, da agregação de valor aos produtos reconicionados e da diminuição dos custos de deposição final. Além dos fabricantes, outros agentes entraram no campo da Logística inversa devido às oportunidades financeiras no disperso mercado dos materiais e produtos depositados. O mercado de materiais metálicos é um exemplo disso, através da recolha e venda de metais recicláveis para as companhias siderúrgicas, foi possível a redução nos custos de produção por meio da adição de resíduos metálicos ao material virgem processado. No sector de electrónicos é comum que os produtos tenham um curto ciclo de vida, mesmo no fim de vida possuem um alto valor económico intrínseco. Nos Estados Unidos, a Recelular é uma empresa que obteve vantagens económicas através da recuperação de telemóveis (Guide et al., 2000).

Mesmo sem ganhos imediatos, uma empresa pode estar associada com a logística inversa. Questões estratégicas relacionadas com o mercado e a competição podem ser exploradas de forma a obter ganhos indirectos. Por exemplo, as empresas podem desenvolver sistemas de recolha e recuperação de produtos de forma a se anteciparem a uma futura legislação, isto passa a ser uma questão estratégica (Louwers et al., 1999). De forma a enfrentar a competição, a recolha pode ser um mecanismo de protecção contra a obtenção de determinada tecnologia ou prevenção da entrada de novos competidores no mercado. A recuperação pode constituir uma forma de reforçar as relações entre clientes e fornecedores. Por exemplo, uma situação é fornecida por um fabricante de pneus que também oferece aos seus clientes a opção de recauchutagem, constituindo uma maneira de reduzir os seus custos (Ferrer, 1997).

Legislação

A Legislação, no contexto deste trabalho, refere-se a qualquer jurisdição indicando que uma empresa deve recuperar os seus produtos e efectuar a sua recolha para posterior deposição adequada. Em muitos países e em especial na União Europeia, é crescente a importância das leis ambientais, tais como: quotas de reciclagem, legislação sobre recolha de embalagens e extensão da responsabilidade dos fabricantes. Cite-se o exemplo da directiva europeia sobre os resíduos dos produtos eléctrico-electrónicos (*WEEE, Waste of Electronics and Electric Equipment*) a qual foi aprovada pelo Parlamento Europeu em 2002 e estabelece quotas de recuperação entre 70% e 90% (Europa, 2003).

Outra directiva (Directiva 00/53/CE) é a que aborda a questão dos veículos em fim de vida (VFV). Esta última directiva foi aprovada em 2000 e determina que os fabricantes de veículos retomem os veículos em fim de vida e removam os pneus, garantindo que não sejam depositados em aterros. Adicionalmente, a directiva 00/53/CE determina metas para a reutilização, a reciclagem e a recuperação dos componentes dos VFV. Parte desse esforço é transferido aos fabricantes de pneus novos (Vicente, 2002).

De facto, indústrias como a da electrónica e a dos automóveis estão sob grande pressão legal. Algumas vezes, empresas destes sectores participam de protocolos voluntários, de forma a lidarem ou se anteciparem ao cumprimento da legislação (Orssato, 2001).

Responsabilidade Social

Esta é a expressão geralmente utilizada pelas empresas para expressar seu compromisso com os bons princípios de uma sociedade. Observa-se que existem também outros temas relacionados, tais como a ética empresarial e a cidadania corporativa. De acordo com Tichy et al. (1997), responsabilidade social representa o “sentimento” de uma corporação em adoptar um comportamento ético.

No contexto da logística inversa, responsabilidade social diz respeito a um conjunto de valores ou princípios que direccionam uma empresa ou organização a tornar-se responsabilmente envolvida com a logística inversa (Farrow e Johnson., 2000). De facto, muitas empresas possuem programas de responsabilidade social, onde ambas as questões sociais e ambientais se tornam prioridade.

Determinantes		
<p style="text-align: center;">Económicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - ganhos directos (redução dos custos, economia de material e recuperação de valor) - ganhos indirectos (proteção de mercado, imagem, melhoria das relações cliente/fornecedor) 	<p style="text-align: center;">Legislação</p> <ul style="list-style-type: none"> - direitos do consumidor - responsabilidade ambiental 	<p style="text-align: center;">Responsabilidade Social</p> <ul style="list-style-type: none"> - imagem de mercado - incorporação de bons princípios e crenças

Quadro 2.2: Caracterização da dimensão “determinantes” para logística inversa.

2.2.2 Razões

De uma forma geral, os produtos são retornados ou depositados por não funcionarem de uma maneira adequada ou porque as suas funções já não são mais necessárias. As razões para estes retornos são a seguir apresentadas conforme as etapas usuais de uma cadeia de abastecimento, iniciando com a fabricação, passando pela distribuição até os produtos atingirem os consumidores finais. Desta forma, optou-se por se classificarem as razões de retorno em: retornos de fabricação ou manufactura, retornos de distribuição e retornos dos consumidores.

Retornos de fabricação

Define-se retorno de fabricação como qualquer retorno no qual exista a necessidade de recuperação de produtos ou componentes durante a fase de fabricação. Estes retornos ocorrem por uma variedade de razões: a matéria-prima pode tornar-se inadequada para utilização; podem ocorrer falhas na qualidade durante a manufactura dos produtos, acarretando retrabalho; ou o próprio produto acabado pode possuir falhas, retornando ao fabricante para correcções. As razões anteriormente citadas constituem a categoria de retornos por falha no processo de fabricação. Os produtos e matérias-primas também podem retornar à fabricação devido ao excesso de produção, neste caso, tem-se uma categoria de retornos por excesso de produção.

Retornos de distribuição

São os retornos que ocorrem após o início da distribuição dos produtos. Referem-se aos B2B - retornos comerciais (produtos não vendidos e falha na entrega), *recall* de produtos, ajustes de stock e retornos funcionais.

Os retornos comerciais acontecem na perspectiva das relações grossista-retalhista ou retalhista - cliente, onde o comprador tem o direito de devolver o produto, normalmente dentro de um

certo período. A razão da opção de retorno difere entre os casos. Na primeira situação (grossista – retalhista), o retalhista enfrenta o problema de quanto pode vender e se lhe é dada a opção de retorno dos bens não comercializados. Um exemplo deste relacionamento é o descrito por Rogers e Tibben-Lembke (2002) para o caso da indústria de livros. No mercado livreiro, por exemplo, é comum a ocorrência de devoluções aos distribuidores e editoras. As livrarias poderiam até se interessar em dar descontos nos livros que apresentassem baixas saídas, entretanto as editoras preferem receber os livros de volta em troca de crédito para novas compras. As editoras temem que se os consumidores percebessem que os livros poderiam cair de preço após determinado período, esses adiariam as suas compras fazendo com que a rotação fosse ainda menor. No segundo caso (retalhista – cliente), a razão para a opção de retorno pode ser o facto do cliente não estar seguro se o produto realmente satisfaz suas exigências. De uma forma resumida, os retornos comerciais são os tipos de retorno onde um comprador tem a opção contratual de retornar o produto ao vendedor. Estes retornos podem se referir às falhas na entrega dos produtos ou a produtos não vendidos.

O *recall* de produtos acontece quando estes são retornados devido a falhas na segurança ou problemas de saúde. Geralmente, o processo de retorno é iniciado por um fornecedor ou pelo próprio fabricante, e não pelos consumidores finais (Smith, 1996). Um exemplo deste tipo de retorno é a ocorrência de *recalls* por parte de fabricantes de veículos. Quando os fabricantes de automóveis verificam que uma determinada peça está retornando da rede de distribuidores autorizados repetidas vezes com defeitos, podem analisar as séries de fabricação das peças e terminar por descobrir que serão obrigados a substituir toda uma série antes que problemas maiores possam ocorrer. Para tanto, será também necessário todo um planeamento dessa logística de substituição e retorno das peças defeituosas (Kopicki et al., 1993). O *recall* de produtos é iniciado na fase de distribuição, sendo, portanto incluído na categoria dos retornos de distribuição.

Com relação aos ajustes de stocks, acontecem quando um membro da cadeia redistribui seus stocks para outros pontos de venda. Este tipo de retorno ocorre entre armazéns ou lojas com relação a produtos sazonais. Um exemplo destes ajustes ocorre no sector das confecções, onde excessos de stock são distribuídos para outros pontos de venda ou retornados a um armazém central (De Koster et al., 2002). Desta forma, os ajustes de stocks se diferenciam dos retornos comerciais pois estes envolvem mais de uma empresa, enquanto aqueles ocorrem dentro de uma mesma companhia.

Finalmente, existem produtos cujas características fazem com que retornem e depois sigam adiante na cadeia de abastecimento. Recipientes, embalagens e garrafas são tipicamente artigos que podem ser reutilizados sem muito trabalho. Sugere-se que este tipo de retorno seja chamado de retornos funcionais, sendo aqueles nos quais os produtos retornam por conta de características inerentes à sua função, tais como itens de distribuição (razões para retornar e tipos de produtos). Um exemplo claro é o caso dos contentores retornáveis: sua função é conter produtos e retornar para novo carregamento, servindo a este propósito várias vezes (Duhaime et al., 2000).

Uma indústria onde esta forma de retorno ocorre é a de bebidas. Um item de distribuição pode, em geral, ser redistribuído inúmeras vezes, desde que tenha sido concebido para ser suficientemente robusto para proteger a integridade do produto contido em si (características dos produtos). Isto faz com que a redistribuição se torne uma opção de recuperação económica e ambientalmente viável (processos). Os motivos para a recuperação são económicos e, possivelmente, de carácter legal sob a forma de quotas, como acontece na Europa (razões para receber).

Pelo facto da função inerente dos itens de distribuição ser distribuir produtos e retornar na cadeia, os contentores são devidamente inspeccionados e limpos, de forma serem redistribuídos com segurança (processos). O processo de redistribuição envolve muitos actores. Tipicamente, os itens de distribuição são manipulados por várias organizações dentro da cadeia. Sendo assim, tanto os actores do canal directo de distribuição bem como os operadores do fluxo inverso encontram-se envolvidos neste tipo de retorno (actores).

Algumas vezes, até os competidores se encontram envolvidos. Neste contexto, manter o controlo sobre os itens de distribuição constitui um problema. Uma das questões é prevenir “fugas” na cadeia, por exemplo, prevenir que os itens se percam ou sejam roubados ao longo da cadeia. Observe-se que a distribuição directa depende, em grande parte, da disponibilidade destes itens. Portanto, duas questões cruciais são: disponibilidade de dados (quantidade e localização dos itens) e previsão (quantidade de itens retornados e tempo de retorno).

Retornos dos consumidores

O terceiro grupo de retornos consiste nos retornos dos consumidores, ou seja, são aqueles iniciados uma vez que os produtos chegam aos consumidores finais. Novamente, existe uma variedade de razões para este tipo de retorno, tais como: B2C – retornos comerciais (retornos

por garantia, reembolso e outras formas), retornos de serviço (reparação, peças componentes, etc.), retornos de final de uso e retornos de final de vida.

As razões para estes retornos foram citadas de acordo com o ciclo de vida de um produto. Os B2C – retornos comerciais, tais como reembolso e garantia do produto, proporcionam aos consumidores a oportunidade de mudança de opinião sobre determinada compra quando suas expectativas não foram atendidas.

Com relação ao reembolso, considere-se o caso das vendas por catálogo. Após o recebimento do produto solicitado, o cliente possui um certo tempo para retorná-lo e solicitar reembolso (razões para retornar). Este tipo de indústria oferece reembolso, em parte pelo facto das companhias desejarem fortalecer as relações com seus clientes e, por outro lado, existir uma imposição legal (razões para receber). Em princípio, bens de consumo como os vestuários, os quais são amplamente vendidos por catálogo, não se deterioram de forma física, entretanto, devido à questão sazonal, os produtos sofrem deterioração económica (tipos de produtos).

Uma opção natural é a recuperação directa, por meio de revenda. A dimensão “características” afecta directamente a forma como uma companhia realiza o processo de revenda. Vestuário da moda devem ser revendidos durante a mesma estação devido a deterioração sazonal, portanto a rapidez na revenda torna-se um factor relevante (processos). Os produtos não vendidos são retornados ao depósito, sua integridade é verificada e são novamente reembalados (processos). Deste modo, pelo menos um actor envolvido na distribuição também participa da cadeia inversa (actores).

Considerando-se o que foi acima exposto, uma área crucial de decisão é a gestão dos retornos, onde é levantada a seguinte questão: existe ou não a necessidade de que os processos directos e inversos sejam combinados?

Os retornos de serviço podem se originar de três modos. Em primeiro lugar os produtos podem ser trazidos ou enviados a um centro de reparação. Se a reparação tiver êxito, eles são devolvidos, de outra forma, um novo produto é entregue e o avariado é depositado. Uma segunda forma é aquela onde se precisa de um produto cujo funcionamento é contínuo. Nesta situação, pode-se substituir directamente todo o produto ou separar a parte avariada e substituí-la por uma nova. Em muitos negócios B2B, o OEM fornece serviços pós-venda nos casos de equipamentos de alto valor agregado, tais como aviões (razões para retornar e determinantes). Os contratos de serviços pós-venda são, em geral, bastante lucrativos, pois

estes serviços são cruciais para a manutenção do sistema industrial, sendo normalmente negociáveis a longo prazo (razões para receber).

Quando determinado equipamento industrial passa a ter um mal funcionamento, o OEM envia uma equipa técnica para repará-lo e restabelecer sua condição original. De forma a arranjar o equipamento, a equipa técnica traz um stock de peças e ferramentas para executar os procedimentos de reparação (actores e processos).

Um resultado desse procedimento, é que certos componentes devem ser substituídos durante o reparação. De acordo com sua condição, estes componentes substituídos são retornados para recuperação. As peças não utilizadas são retornadas e dão novamente entrada no stock de reposição (processos).

Pelo facto de serem bens industriais, o serviço passa a ser um factor crítico, neste contexto, a agilidade torna-se crucial. Este facto abre espaço para os operadores logísticos, tais como os serviços de entrega rápida (actores). Também dá uma maior importância à áreas de decisão como o projecto da rede logística (centralização *versus* descentralização; área de cobertura da rede) e a gestão de stocks (distribuição dos stocks e acessibilidade).

Os retornos de produtos em fim de uso dizem respeito a artigos que são temporariamente arrendados, alugados ou entregues por um período determinado. Um outro exemplo, é o caso com artigos de distribuição, ou seja, produtos como recipientes, garrafas, contentores e grades os quais são usados para propósitos de distribuição. Um caso típico de retornos de fim de uso é o leasing de equipamentos industriais, tais como fotocopiadoras (tipo de produtos). De uma forma geral, após o final do contrato de leasing, o bem industrial é retornado (razões para retornar). Por serem projectadas para terem uma alta durabilidade, estas copiadoras representam produtos de elevado valor (características dos produtos).

Devido a estas características, existe uma grande oportunidade para a obtenção de ganhos económicos com a refabricação destes produtos (razões para receber). Em geral, estes produtos são retornados ao fabricante original do equipamento – OEM, pois são eles que possuem o conhecimento tecnológico e os recursos necessários para tratar destes produtos de relativa complexidade (actores). Por serem retornados ao OEM, é natural que a recuperação passe a ser integrada nas operações de refabricação (processos). Uma questão que surge é definir o nível de integração da recuperação aos processos de produção e como realizar tal integração de forma eficiente.

Existe também uma questão relacionada à qualidade. Por definição, a refabricação é o processo pelo qual a um produto retornado é dada a condição de um novo. Portanto, surge a questão de o quão longe os esforços de desmontagem e recuperação de um produto devem ir sem que exista desperdício de recursos. Como ponto adicional, pode-se afirmar que a recuperação torna-se mais eficiente quando um produto já foi previamente concebido para refabricação (*design for remanufacturing*).

A diferença entre fim de vida e fim de uso pode ser menor que aparenta. Produtos e sistemas não só envelhecem de forma intrínseca, mas também porque o mercado impõe maiores exigências. Fala-se de retornos de fim de vida se a funcionalidade de um produto é bastante distante dos padrões actuais. Este é o caso dos computadores e dos equipamentos electrónicos. Ainda assim, tais produtos podem funcionar satisfatoriamente e consequentemente podem ser usados como fonte para peças sobressalentes para sistemas semelhantes. No caso de produtos em fim de uso, a recuperação diz respeito somente aos componentes de maior valor, considerando que, outros bens são produzidos a partir dos produtos devolvidos.

Para exemplificar a análise de uma situação de retorno em fim de vida, considere-se o caso de um circuito fechado bastante comum, a indústria de papel. O papel em fim de vida recolhido, retorna à própria indústria sob a forma de polpa (características do produtos). Portanto, este tipo de indústria tem um ganho económico directo com a recuperação do papel em fim de vida (razões para retornar). A legislação também pode constituir um motivo para a recuperação de papel em fim de vida, pois por este meio as empresas são forçadas a aumentar o percentual de papel reciclado para a fabricação de novo (determinantes). Por constituir também um material, a única forma de recuperá-lo e ao mesmo tempo proporcionar seu aproveitamento na indústria, é através da reciclagem (actores e processos).

Por ser um produto que não se deteriora rapidamente, a velocidade não constitui um factor determinante para a reciclagem. Portanto, a gestão dos stocks e os processos de reciclagem podem ser centralizados. Existe, entretanto, uma necessidade de grandes investimentos com relação à tecnologia de reciclagem. Grandes quantidades devem ser recolhidas de forma a que sejam atingidas economias de escala.

A recolha passa a ser uma questão importante, pois é necessária a colaboração do utilizador final para a separação do papel reciclável no lixo. Além desse facto, o papel apresenta uma grande dispersão geográfica, o que requer mais investimentos no processo de recuperação.

O quadro 2.3 apresenta as razões para retornar nos três estágios da cadeia de abastecimento: fabricação, distribuição e consumidor final. Observe-se que, na prática, nem sempre é clara a fronteira entre o final da etapa de manufactura e o início da distribuição, pois algum valor ainda pode ser agregado quando um determinado processo de distribuição foi iniciado.

Razões		
Retornos de Fabricação	Retornos de Distribuição	Retornos dos Consumidores
<ul style="list-style-type: none"> - excesso de matéria-prima - controle de qualidade - excesso de produção 	<ul style="list-style-type: none"> - recall de produtos - B2B – retornos comerciais - ajuste de stocks - retornos funcionais 	<ul style="list-style-type: none"> - retornos por garantia - B2C – retornos comerciais - retornos de serviço - fim de uso - fim de vida

Quadro 2.3: Caracterização da dimensão “razões” para logística inversa.

2.2.3 Características

Uma terceira dimensão da logística inversa leva em consideração as características do que realmente está sendo depositado ou retornado, estando directamente relacionada com os tipos de produtos depositados ou retornados e suas propriedades (tamanho, peso, valor, facilidade de transporte entre outras). Como este trabalho optou por investigar somente um tipo de produto (pneus-resíduo), a discussão que se segue tem foco nas propriedades dos produtos.

Um dos primeiros trabalhos a investigar o impacto dos produtos e suas propriedades sobre a gestão da cadeia de abastecimento foi realizado por Fisher (1997). Este autor desenvolveu um modelo matricial onde associava produtos inovadores e produtos funcionais, a dois tipos de cadeias de abastecimento: ágil e enxuta. Ao longo do artigo o autor desenvolvia a discussão sobre os impactos que cada um desses dois tipos de produtos exercia sobre cadeias de abastecimento ágeis e enxutas, que constituem sistemas *pull*. Especificamente com relação ao tema da logística inversa aparece o trabalho de De Brito (2002) onde eram definidas três propriedades que exerciam influência sobre os sistemas logísticos inversos: homogeneidade, deterioração e tipo de uso.

Com base na revisão da literatura, particularmente Fisher (1997) e De Brito (2002), são propostas quatro propriedades que exercem influência sobre a organização de sistemas logísticos inversos, são elas: propriedades de manipulação (volume, forma, facilidade de transporte e armazenagem, unitização versus uso individual), valor dos produtos (ex:

deterioração económica e física), complexidade (ex: homogeneidade e facilidade de desmontagem) e variedade (ex: tamanho, peso, localização, materiais componentes).

Propriedades de manipulação

As propriedades de manipulação são aquelas que influenciam o modo como um produto pode ser manuseado. Para efeitos desta tese o foco é a manipulação entre actores da cadeia, ao invés da manipulação de materiais e produtos dentro de um armazém ou fábrica.

Apesar de possuir abordagens distintas de acordo com os autores, a literatura logística geral sobre as propriedades de manipulação dos produtos é variada. Bowersox e Closs (1996) associam este assunto à administração de materiais, nomeadamente tecnologias de gestão de armazéns. Coyle et al. (1996) também exploram as propriedades dos produtos com relação a determinados aspectos técnicos e operacionais. Com relação ao tema da logística inversa, as propriedades de manipulação dos produtos estão associadas às embalagens (Fleischmann et al., 1997), à definição de sistemas logísticos inversos (Gungor e Gupta, 1999) e à definição dos processos de recolha e desmontagem (Goggin e Browne, 2000). Os vários autores enumeram determinadas características dos produtos, as quais influenciam a sua manipulação (quadro 2.4).

Propriedades dos produtos	Bowersox e Closs (1996)	Coyle et al. (1996)	Fleischman et al. (1997)	Gungor e Gupta (1999)	Goggin e Browne (2000)
peso	X	X		X	X
volume	X	X		X	X
forma	X	X	X		X
embalagem		X	X		X
fragilidade	X	X	X	X	X
durabilidade				X	X
Aspectos ambientais			X		X

Quadro 2.4: Propriedades dos produtos que influenciam a sua manipulação.

Todas as características acima descritas influenciam a decisão com respeito a que tipo de sistema de armazenagem e manuseio adoptar, bem como na escolha do transporte mais adequado (Coyle et al., 1996).

Complexidade dos produtos

De uma forma simples, a complexidade de um produto relaciona-se de forma directa com os níveis existentes em sua estrutura de materiais (*bill of materials*), ou seja, quanto maior for o número de componentes e subprodutos maior será a complexidade de um produto (exemplos de estruturas de materiais são ilustrados na figura 2.2). O conceito de complexidade do produto pode ter diferentes significados para distintos actores. Por exemplo, para o consumidor final, um pneu é constituído por dois componentes principais (carcaça e banda de rodagem) que servem para manter sua função. Para o produtor, a percepção é a mesma. Contudo, para um reciclador de pneus, pneu-resíduo é visto como três componentes diferentes: borracha, metal e fibras sintéticas. Por configurarem materiais distintos constituem subprodutos com complexidades diferentes. Além disso, cada um desses subprodutos possui mercados específicos.

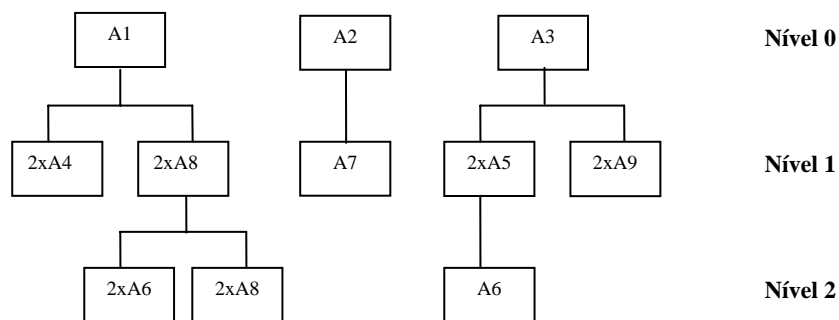


Figura 2.2: Exemplos de estruturas de produtos.

A complexidade dos produtos tem um impacto directo na configuração de sistemas logísticos, estabelecendo uma relação directa com a dificuldade em gerir tais sistemas eficientemente. Uma complexa e vasta rede de fornecimento dificulta o alcance da eficiência logística, o que justifica certas recomendações para que a base de fornecedores numa cadeia de abastecimento seja estreitada (Cooper et al., 1997).

De acordo com Christopher (2000), a complexidade de um produto constitui uma barreira para a agilidade de cadeias de abastecimento. A modularização de produtos complexos pode racionalizar a produção e o sistema logístico de um modo que seja possível alcançar a customização em massa (Van Hoek et al., 1998). Um exemplo de racionalização do abastecimento para produtos complexos é a indústria automobilística, onde a dificuldade em gerir uma grande rede de fornecedores resultou em estruturas constituídas por fornecedores de

módulos/sistemas. Esta reformulação do sistema de fornecimento não resultou em estruturas menos complexas, entretanto, de uma perspectiva sistémica o fabricante passou a gerir menos relações o que aumentou o potencial de eficiência.

Uma variedade de informações sobre complexidade de produtos é encontrada na literatura relacionada com projecto para desmontagem (*design for disassembly*), contudo e especificamente com relação à literatura sobre SLIs, só foram identificados dois trabalhos. Segundo Krikke (1998), a heterogeneidade de um produto desempenha papel importante no seu processo de recuperação, influenciando as decisões acerca dos fluxos de materiais. Goggin e Browne (2000) afirmam que não somente o número de componentes, mas o modo como estes componentes se combinam afecta a facilidade de reprocessamento destes componentes, deste modo, influenciando as actividades desempenhadas no sistema logístico inverso.

Valor dos produtos

O valor de produtos recuperados, em fim de vida e reciclados é normalmente baixo, além disso, varia de acordo com as fracções do produto e o mercado. No caso de materiais metálicos, especificamente o alumínio, o seu valor de mercado é considerado adequado. Já a mesma situação não ocorre com os pneus-resíduo, os quais, em parte devido à sua grande disponibilidade, ainda são encarados como um produto com pouco ou nenhum valor. O valor de um produto constitui um dos factores determinantes para uma estratégia logística eficiente, posto que produtos de alto valor possuem custos intrínsecos mais elevados do que os de menor valor (Bowersox e Closs, 1996; Pagh e Cooper, 1998).

Com relação à literatura logística, o conceito de valor é normalmente associado a uma perspectiva de clientes, ou seja, agregar valor aos clientes sob a forma de nível de serviço aos clientes e satisfação dos consumidores finais. Uma das características da gestão da cadeia de abastecimento, de acordo com a abordagem enxuta é oferecer valor aos clientes (Cox, 1999). Mantendo o foco na gestão da cadeia de abastecimento, Lambert et al. (1998) afirmam que o valor também deve ser agregado aos produtos e serviços, ou seja, quanto mais eficaz e eficiente for a gestão da cadeia, maior será o valor agregado aos produtos e serviços. Um facto interessante é que todos os autores citados anteriormente se referem ao consumidor final como o objecto a ser atingido, no caso de SLIs, o consumidor final passa a exercer o papel de fornecedor.

Dois atributos que exercem influência directa sobre o valor de um produto são preço e qualidade. A análise de valor de um produto tem como objectivo encontrar a melhor combinação da função deste produto com o seu custo total (Abreu, 1996). O termo valor aplicado a um produto pode ser definido com relação ao:

- Valor especulativo, ou seja, relação entre função e custo;
- Valor funcional, representado pelo menor custo para desempenhar uma função;
- Valor básico, valor funcional atribuído para a principal função de um produto.

Com relação a produtos recuperados e reciclados, Chandrashekar e Dougless (1996) fazem uma comparação entre estes produtos e as *commodities*. Na sua abordagem, os autores utilizam o conceito de valor numa perspectiva pragmática, ou seja, o valor de produtos reciclados é estabelecido pelo preço de mercado. Apesar do valor destes produtos ser estipulado pelo mercado, a qualidade também é factor relacionado com o seu valor, continuando válida para produtos recuperados ou reciclados.

Devido ao crescimento da consciência ambiental, cada vez mais, os consumidores estão dispostos a pagar um valor extra por produtos que são “ambientalmente responsáveis”. O mesmo pode ser afirmado para os bens industriais, onde a maior parte das companhias parece aceitar que as melhorias ambientais apresentam um custo adicional (Stock, 1998; Rogers e Tibben Lembke, 2002; De Brito, 2004).

Numa perspectiva de mercado, existem benefícios financeiros e ambientais associados à aquisição de materiais recicláveis e produtos com componentes reciclados (Stock, 1998). Em geral, os materiais reciclados são mais baratos do que os virgens, o que significa uma redução directa dos custos (Rogers e Tibben Lembke, 2002). Em determinados casos, existe uma redução considerável do consumo energético durante o processo produtivo quando são incorporados materiais reciclados. Uma situação típica é a produção de alumínio, cuja fabricação, a partir do minério de bauxita, conduz a um elevado consumo energético, mas a incorporação de alumínio reciclado ao processo reduz de forma considerável este consumo energético.

Uma concepção consolidada em relação ao valor dos produtos na cadeia de abastecimento é que este aumenta à medida em que passa pelos processos desempenhados pelos diferentes actores. Aplicado a um sistema logístico inverso, a criação de valor pode ser descrita pela figura 2.3.

O valor cresce através da cadeia até alcançar o consumidor final. Após a utilização, ou seja quando atinge o fim de vida, o produto apresenta um valor baixo, nulo ou até mesmo negativo para o consumidor. Uma vez iniciado o processo de recolha o valor é novamente agregado ao produto através da cadeia.

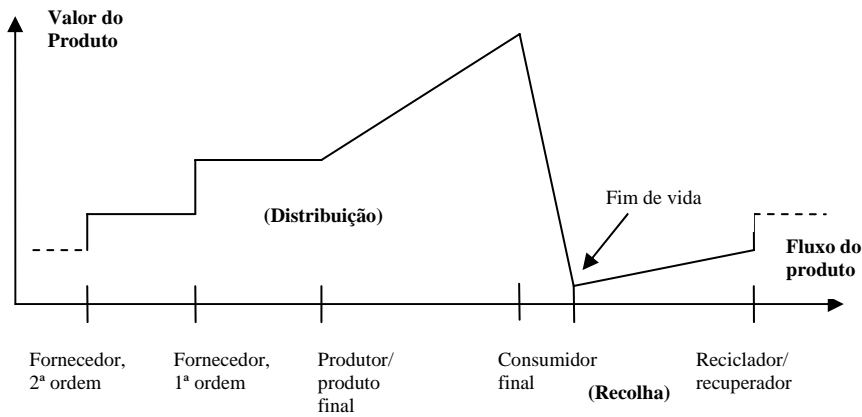


Figura 2.3: Agregação de valor numa cadeia de abastecimento incluindo a reciclagem (baseado em Porter, 1985).

Para alguns produtos, a recuperação e reuso estão a proporcionar benefícios líquidos, isto significa que o valor de alguns produtos retornados excede os custos associados com as operações de retorno. De acordo com Kopicki et al. (1993), exemplos destes produtos são os equipamentos telefónicos, as placas de circuito e os computadores. Numa situação intermédia, aparecem os resíduos domésticos, onde os custos de recuperação são cobertos pela revenda destes materiais (Jahre, 1995a). Em contraste, existem produtos, onde, pelo menos actualmente, os custos de recolha e processamento ainda são superiores ao valor dos mesmos (exemplo: pneus-resíduo). Este aspecto será discutido com maior detalhe posteriormente.

Variedade dos produtos

Tal como para a complexidade dos produtos, a sua variedade é um parâmetro importante para a escolha do tipo de estratégia logística a ser adoptada, causando impacto sobre a eficácia e eficiência dos SLIs. A variedade dos produtos engloba o número de diferentes categorias ou modelos. Sob a óptica do produtor, a estrutura de abastecimento é afectada pela variedade dos produtos em certa extensão, contudo, o maior impacto existe na estrutura de distribuição do sistema logístico. Coyle et al. (1996) descrevem a complexidade em um sistema de distribuição resultante de um vasto catálogo de produtos. Quanto maior for a quantidade de modelos ou tipos de produtos que entram em um sistema de distribuição mais difícil será a gestão deste sistema e maiores serão os custos associados a esta gestão. A famosa afirmação

de Henry Ford, “escolha qualquer cor que desejar, desde que seja o preto”, ilustra o conceito de eficiência da produção em massa. A lógica anterior pode ser aplicada à logística: grande variedade (dentro de volumes fixos) significam maiores custos para o sistema de distribuição.

Em determinadas situações, os efeitos das economias de escala não podem ser alcançados pelo facto de existir uma elevada variedade de produtos. Numa abordagem aos sistemas de produção, possíveis soluções para este problema podem ser a padronização de produtos, modularização e a normalização de materiais. Ao assumir uma perspectiva logística, possíveis soluções para o dilema da customização em massa passam pela escolha de uma estratégia de configuração retardada ou *postponement* (van Hoek, 1999).

No caso da reciclagem é descrita por Jahre (1995a) que define esquemas de recolha diferentes para a reciclagem de resíduos domésticos. Seleccionar os resíduos na fonte é descrito como uma estratégia de especulação para sistemas de reciclagem. Em alternativa, a recolha indistinta de todo material e fracções de produtos é definida como uma estratégia de *postponement*.

O quadro 2.5 sintetiza a caracterização da logística inversa com relação à dimensão “características”.

Características	
Propriedades	Tipos de produtos
- Complexidade	- Objectos civis
- Variedade	- Bens de consumo
- Valor	- Bens Industriais
- Manipulação	- Combustíveis e químicos
	- Embalagens
	- Outros materiais

Quadro 2.5: Caracterização da dimensão “características” dos produtos na logística inversa.

2.2.4 Estruturas

Um ponto fundamental relacionado com as estruturas dos SLIs é definir como podem ser descritas e em que grau esta descrição converge com estudos anteriores. Cooper et al. (1997) oferecem uma definição básica de estruturas que se mostra adequada aos objectivos desta

secção: “a estrutura da cadeia de abastecimento é representada pela configuração das companhias dentro da cadeia.”

Estes autores fazem referência às estruturas como um conjunto de nós (as companhias) que, conectados entre si, fornecem a configuração da cadeia de abastecimento. Os nós representam os participantes da cadeia de abastecimento, ou seja, produtores, consumidores, operadores logísticos e firmas de transporte.

Estas estruturas podem parecer relativamente simples e unidimensionais, essencialmente uma cadeia composta por actores conectados entre si. Apesar da visão de cadeia ainda prevalecer entre vários autores, Lisa Ellram, já em 1991, tornou claro que a realidade é um pouco mais complicada, afirmando que:

“O uso do termo cadeia na gestão da cadeia de abastecimento é uma simplificação exagerada. A gestão da cadeia de abastecimento representa realmente uma rede de firmas interagindo de forma a fornecer um produto ou serviço ao consumidor final, conectando fluxos desde o fornecimento de matéria-prima até a entrega final.” (Ellram, 1991)

Segundo Lambert e Cooper (2000), a estrutura de uma cadeia de abastecimento é baseada na configuração de seus actores, esta configuração é de facto complexa, porque várias cadeias de abastecimento formam uma estrutura em rede. As estruturas em rede emergem como uma variedade de cadeias de abastecimento interligadas a uma empresa focal. As definições de Lambert e Cooper (2000) e de Coyle et al. (1996) serão utilizadas para descrever e definir estruturas de cadeias de abastecimento. A seguir apresentam-se respectivamente os principais aspectos destas definições.

Os membros da cadeia de abastecimento incluem todos aqueles actores com os quais a empresa focal interage (Lambert e Cooper, 2000), a dimensão estrutural (figura 2.4) inclui:

- A estrutura horizontal: o número de níveis hierárquicos ou estágios, por exemplo, quanto maior o número de estágios, mais longa será a cadeia de abastecimento (H);
- A estrutura vertical: o número de fornecedores e clientes em cada estágio (V); e
- A posição horizontal da empresa focal (P): perto do início da cadeia, ao centro ou perto do final.

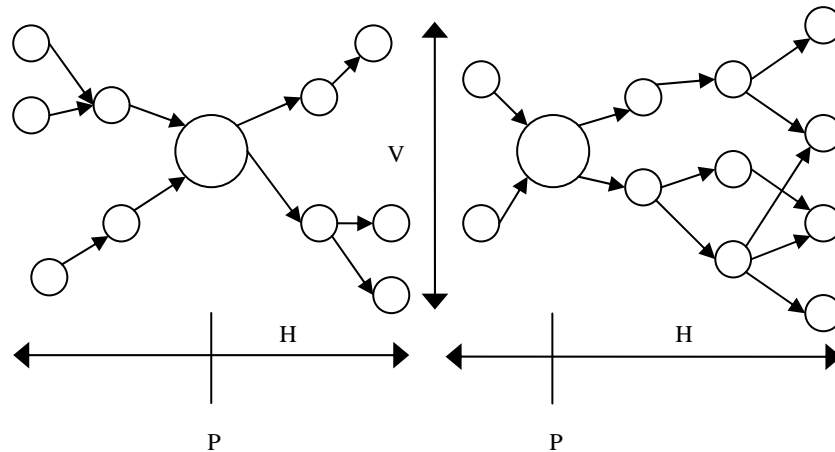


Figura 2.4: Estruturas de cadeias de abastecimento, descritas de acordo com Lambert e Cooper (2000) e Coyle et al.(1996).

Observe-se que este modelo define a direcção do fluxo material numa dimensão horizontal, enquanto muitos outros definem o fluxo material na direcção vertical. Como exemplo, existe a integração vertical que parte da adaptação entre fornecedores e clientes ao longo do fluxo material.

Um sistema logístico pode ainda ser caracterizado de acordo com a estrutura de quatro tipos de fluxos de materiais (Coyle et al., 1996):

- Sistemas balanceados: são aqueles onde a complexidade e o número de relações é balanceado entre os fluxos internos e externos;
- Sistemas maioritariamente internos (*heavy inbound*): a complexidade e o número de relações são mais elevados para os fluxos internos;
- Sistemas maioritariamente externos (*heavy outbond*): em contraste ao anterior, a complexidade e o número de relações são mais elevados para os fluxos externos;
- Sistemas inversos: são aqueles em que os fluxos externos ou fluxos de distribuição são complementados por fluxos inversos.

Em relação às estruturas dos SLIs, um dos trabalhos mais completos é o de Kopicki et al. (1993). Apesar de ter sido elaborado há mais de uma década, o artigo explora em detalhes as questões relativas às estruturas de recolha de resíduos domésticos nos Estados Unidos. Estas estruturas são compostas por cinco nós: recolhedores, seleccionadores, processadores e fabricantes.

Um dos casos mais recentes foi desenvolvido com retalhistas do Reino Unido. Bernon (2004) identificou quatro categorias básicas de estruturas para o retorno de produtos no retalho. O primeiro tipo é caracterizado pelos autores como sendo externamente integrada (*integrated outbond*), ou seja, a frota de distribuição do retalhista é a mesma que realiza a recolha dos produtos das lojas para o centro regional de distribuição. O segundo modelo de estruturas é descrito como externamente não-integradas (*non-integrated outbond*), neste caso, o retorno dos produtos é realizado por uma rede separada da distribuição directa. Tipicamente, é gerida por um operador logístico especializado em processos de retorno de produtos, onde os produtos recolhidos são enviados para um armazém não pertencente ao retalhista no qual se realizam os processos logísticos inversos. O terceiro tipo é totalmente gerido por um operador logístico (*third party returns*), o benefício desta estrutura assenta-se no facto do retalhista realizar *outsourcing* de uma área que muitas vezes não é de sua competência. A quarta e última estrutura de retorno é chamada de retorno aos fornecedores (*return to suppliers*), onde os retalhistas firmam um acordo com os fornecedores para que estes recolham os produtos não vendidos em benefício de um crédito. Segundo o autor, esta é a melhor estrutura sob o ponto de vista dos retalhistas, pois, neste caso, não possuem nenhuma responsabilidade pela gestão dos processos de retorno.

Outro aspecto relacionado com as estruturas dos SLIs diz respeito aos processos desempenhados dentro destas estruturas, nomeadamente os processos logísticos inversos (recolha, inspecção, selecção, classificação e armazenagem) e os processos de recuperação de valor. A primeira etapa de qualquer fluxo inverso é o processo de recolha. Alguns autores dizem que na realidade essa é a única parte inversa da logística (Fleischmann, 2001). É nesta etapa que os materiais são reunidos e reintegrados ao fluxo produtivo. A fase de recolha pode ser caracterizada pela participação dos “canais de retorno”, a partir daí, o valor é adicionado e os produtos se movem do produtor (recuperador) para um utilizador justamente como na cadeia directa. A importância da recolha é destacada pelo contacto com os consumidores finais e pela contribuição de informações que serão utilizadas nos processos subsequentes. Estas informações são importantes para os produtores, informando eventuais avarias prematuras (no caso de retorno de peças e componentes avariados) ou características do produto que possam desagradar os consumidores finais.

Diferente do que ocorre actualmente com matérias-primas virgens, a utilização de matérias-primas secundárias necessita da etapa de inspecção e selecção. Algumas vezes essa etapa é realizada por um agente especializado dentro da cadeia produtiva (Kopicki et al., 1993). A

possibilidade de se conhecer a condição dos materiais a serem recolhidos/recebidos pode resultar em economias consideráveis. É possível obter economias nos custos de transporte ou aumentar o valor agregado dos materiais devido a recolha de apenas materiais em melhores condições (quando permitido).

Se não for possível saber a condição dos materiais antes da recolha, a selecção poderá ocorrer imediatamente após o recebimento ou apenas antes da necessidade de utilização (*postponement*). No primeiro caso, economizam-se custos de armazenagem, pois o que não estiver em condições de aproveitamento poderá ser depositado em seguida. No segundo, economizam-se custo de selecção, desde que seja possível seleccionar um material que eventualmente nunca será requisitado. A classificação depende do valor do material, custos de armazenagem e do transporte.

Após a classificação, caso os produtos possuam qualidade equivalente a um novo, podem ser reintegrados ao mercado através de recuperação directa. Se não for esta a situação, podem existir outros tipos de recuperação, os quais exigem mais acções. Estes tipos envolvem os processos de recuperação de valor (reparação, reforma, refabricação, reciclagem) e constituem a recuperação por processamento. Desta forma, os processos logísticos inversos estão associados às estruturas de recuperação directa e os processos de recuperação de valor dizem respeito às estruturas de recuperação por processamento.

Dos casos de estudo em estruturas identificados na revisão bibliográfica, a opção de recuperação mais frequentemente descrita é a recuperação directa (revenda, reutilização e redistribuição). A reciclagem vem em seguida e, finalmente, a opção de refabricação. Essas opções serão abordadas em seguida.

Recuperação directa

De acordo com a discussão anterior, a recuperação directa envolve os processos logísticos inversos e apresenta as seguintes opções: revenda, reutilização e redistribuição. A venda de materiais de segunda mão, juntamente com a reutilização, muitas vezes chamada de revenda, é uma das primeiras opções de destino dos materiais recolhidos.

Essa venda pode ocorrer no mesmo canal dos materiais novos, contudo normalmente acaba recaindo em canais específicos que conseguem tratá-los mais adequadamente (e agregar maior valor ao bem) ao mesmo tempo em que preservam a “imagem” do canal original. Assim, além do canal original, podem-se vender materiais de segunda-mão (recuperados) através de revendedores especializados em materiais secundários (antes ou após algum tipo de

processamento). Muitas vezes, os fornecedores preferem vender seus produtos recuperados através de canais controlados, como os “outlets”. Esta situação ocorre devido ao receio de que produtos com pequenos defeitos, por exemplo, sejam comercializados como novos por comerciantes sem escrúpulos (Rogers e Tibben-Lembke, 2002).

Dentro das possibilidades a serem analisadas no momento da revenda de algum bem, também deverá estar a exportação para países “menos desenvolvidos”, pois materiais que possuem pequenos defeitos ou que estejam tecnologicamente ultrapassados podem encontrar mercados atraentes nestes países (Rogers e Tibben-Lembke, 1999).

Assim como na revenda, na reutilização directa o produto é aproveitado sem receber reparações ou melhorias. As actividades necessárias nesse processo resumem-se à limpeza e à selecção dos produtos reutilizáveis. Também pode ser preciso armazenar o produto até este tenha procura. Assim, algumas empresas preferem desfazer-se do produto e comprar outro posteriormente, dependendo da relação entre custo do produto, custo de armazenagem e eventual despesa ou lucro na venda ou deposição do mesmo.

O caso das embalagens, contentores e garrafas caracteriza-se como redistribuição, pois esses artigos são distribuídos várias vezes. São tipicamente produtos que podem ser reutilizados sem muito trabalho, sendo usados para conter outros bens. No mercado industrial muitas vezes esses artigos são trocados. Foram encontrados três casos de estudo.

Kroon e Vrijens (1995) discutem o modelo de um sistema logístico para o transporte de embalagens reutilizáveis. Os autores discutem o papel de todos os agentes no sistema; as questões relacionadas com a economia de escala; a quantidade de recipientes necessária para dar suporte ao sistema; os custos de distribuição envolvidos; e a localização dos depósitos de recipientes.

Del Castillo e Cochran (1996) estudaram o planeamento da produção; a distribuição de produtos e a recolha de recipientes reutilizáveis. O estudo foi aplicado a garrafas reutilizáveis em uma companhia de refrigerante do México.

Duhaime et al. (2001) abordaram a recolha e distribuição de embalagens retornáveis para os Correios do Canadá. Percebe-se por estes casos que o equilíbrio de stock entre locais diferentes é o problema principal.

Observe-se que revenda, reutilização e redistribuição constituem aspectos ligeiramente distintos. Revenda aplica-se às situações onde os produtos são novamente vendidos. Reutilização é o caso no qual o produto é usado seguidas vezes, contudo não existe nova

compra, como exemplo, peças de reposição. Redistribuição refere-se aos produtos que são simplesmente distribuídos várias vezes. Nestes casos identificados há 2 aspectos que se devem reter:

- Qual a quantidade ideal de itens distribuídos necessária para apoiar as operações de recolha?
- Uma eficiente redistribuição de artigos vazios é um factor crítico de sucesso para o estabelecimento de uma cadeia logística inversa?

Recuperação por processamento

O termo recuperação por processamento foi primeiro definido por Thierry et al.(1995), outros autores adoptam reprocessamento (Fleischmann et al. 1997; Goggin e Browne, 2000). A recuperação por processamento envolve uma série de operações, tais como limpeza, desmontagem e remontagem. A recuperação por processamento envolve a recuperação de valor dos produtos, a qual acontece em diferentes níveis. Ao nível do produto, pode-se ter a recuperação como um todo (reparação). Ao nível modular, o produto, por exemplo, uma grande instalação, uma edificação ou obra de engenharia civil, pode ser objecto de melhorias (Reforma). No caso da recuperação de componentes, um produto é desmontado e suas partes/componentes podem ser reutilizadas na fabricação de um novo produto (refabricação). A canibalização é a situação na qual existe uma selecção de componentes dos produtos utilizados em outros. Ao nível da recuperação dos materiais, os produtos são geralmente triturados e seus materiais são seleccionados e agrupados de acordo com os critérios de qualidade. Portanto, materiais reciclados podem ser novamente introduzidos como matéria-prima em outras indústrias, tais como a de vidros e a de cartões (reciclagem). Finalmente, existe a opção de recuperação energética, que consiste na obtenção de energia pela queima de materiais. Se nenhuma dessas opções ocorre, então o produto segue para os aterros sanitários. A figura 2.5 representa as opções de estruturas de recuperação de acordo com seu nível, em seguida, aborda-se cada uma dessas opções de forma mais detalhada.

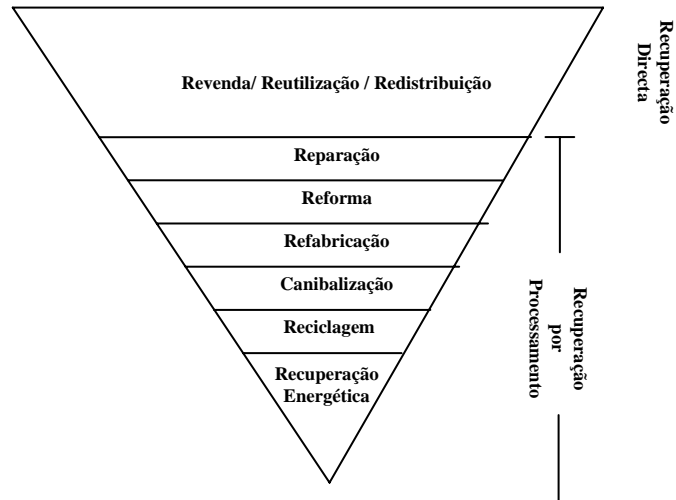


Figura 2.5: Opções de estruturas de recuperação dos produtos.

Reparação

O conserto (ou reparação) é o tipo de interferência mais branda que o material recuperado pode receber. O produto sempre sofre interferência com a intenção de melhorar ou recuperar suas características originais e, assim, aumentar a possibilidade de reutilização ou venda do mesmo. Após sofrer reparação, a qualidade do produto é geralmente inferior à qualidade de um mesmo produto novo (Revlog, 2003). As intervenções no produto restringem-se a consertar ou trocar peças que estejam avariadas (Thierry et al., 1995).

Reforma

“A intenção da reforma é levar a qualidade de produtos usados até uma nova especificação. Essa especificação (de reacondicionando) é normalmente um pouco inferior a dos produtos novos” (Thierry et al., 1995).

Algumas vezes os produtos sofrem alguma actualização através da substituição de módulos por outros de tecnologia mais moderna. Produtos reacondicionados, quando vendidos, normalmente são negociados sob alguma forma de garantia, porém, normalmente com um prazo menor que os produtos novos.

Reforma e refabricação são semelhantes. Normalmente chama-se de reforma a refabricação de grandes máquinas ou equipamentos enquanto refabricação ocorre em produtos que podem ser facilmente transportados e usualmente são itens de consumo. As características da reforma podem ser acompanhadas abaixo na descrição da refabricação.

Refabricação

A refabricação é tipicamente aplicada para equipamento complexos ou maquinaria com diversos módulos e componentes, sendo normalmente é uma actividade intensiva de mão-de-obra. Na refabricação, os produtos são recuperados até o mesmo grau de qualidade dos produtos novos, podendo incluir algum tipo de actualização tecnológica como na reforma (Thierry e tal., 1995).

Os produtos refabricados atingem a mesma qualidade dos produtos novos e muitos são entregues aos clientes sob as mesmas condições de garantia dos novos e/ou vendidos no mesmo canal de distribuição. Durante a revisão da literatura foram encontrados quatro casos de estruturas para refabricação.

Krikke et al. (1999) discute a refabricação de fotocopiadoras. Os autores consideram duas opções para a unidade de refabricação, uma que coincide com a unidade industrial e outra que se instala em um país de mão-de-obra barata. Eles avaliam os custos de ambas as opções, inclusive os efeitos de transporte.

Meijer (1998) avalia a refabricação de *scanners*, impressoras, copiadores, fac-símiles usados. Dijkhuizen (1997) discute a rede de reparações dos produtos IBM na Europa. Ele lida com o problema de onde consertar os produtos: em cada país, ou centralizar em algum ponto da Europa.

Fleischmann (2001) faz uma distinção entre os casos de cadeias inversas geridas pelo fabricante do equipamento original (OEM, *Original Equipment Manufacturer*) e por fabricantes independentes. Em cadeias geridas pelo OEM existe uma integração entre os fluxos de distribuição (directos) e de recolha (reversos), constituindo um circuito fechado (*Closed Loop*), no segundo caso não existe nenhuma integração com a cadeia directa.

A análise destes casos leva a algumas questões. Em primeiro lugar, onde deve ser localizada a unidade de refabricação; outro factor seria, uma vez decidida a localização, como se poderá assegurar um volume sustentável de produtos para serem refabricados; finalmente, como é possível reduzir a incerteza no fornecimento dos produtos para refabricação.

Canibalização

A canibalização de partes ou componentes de um produto ocorre quando a reutilização ou recuperação do produto na sua integridade não pode ser realizada ou torna-se desvantajosa financeiramente. O benefício do aproveitamento de peças pode, em alguns casos, ser maior

que o obtido pela recuperação do produto, “especialmente se as oportunidades de revenda do produto recuperado forem incertas” (Fleischmann et al., 2000).

O objectivo da canibalização é recuperar peças a partir de produtos usados ou defeituosos (pós-utilização) e, eventualmente, até mesmo de produtos novos que não tenham mais mercado (pós-venda). Muitas vezes, fabricar peças simplesmente para o mercado de reposição pode não ser económico devido à falta de escala. Nestas situações, a canibalização de peças é uma alternativa bastante interessante.

Essas peças podem ser utilizadas em “reparações, reformas ou refabricação de outros produtos ou módulos...e as suas especificações de qualidade dependem de quais processos as utilizarão” (Thierry et al., 1995).

Reciclagem

A reciclagem muitas vezes é confundida com a logística inversa. Existem definições de logística inversa que obrigatoriamente a ligam à reciclagem. Kopicki et al. (1993) faz uma definição na qual pode-se encontrar claramente essa ligação:

“Logística Inversa engloba habilidades gestoras e actividades envolvidas na redução, gestão e deposição de resíduos. Isso inclui distribuição inversa, que consiste no processo da empresa recolher seus produtos ou embalagens, sejam eles usados, danificados ou vencidos, nos seus clientes” (Kopicki et al., 1993).

Ainda de acordo com esta definição, a reciclagem é composta de quatro etapas: 1) recolha de materiais junto às fontes geradoras de “lixo”; 2) processamento dos recicláveis tornando-os matérias-primas chamadas secundárias; 3) utilização dessas matérias-primas para fabricação de novos produtos e 4) “retorno” desses produtos ao mercado. Na definição deste trabalho, a reciclagem é uma das opções de recuperação de valor da Logística Inversa, assim como a reutilização directa, revenda, refabricação e outras citadas anteriormente.

Alguns dos primeiros autores a abordarem analiticamente a questão das estruturas dos SLIs para reciclagem foram Pohlen e Farris (1992). Estes autores descrevem as estruturas em termos dos actores envolvidos com processos de selecção e processamento de produtos recicláveis. Os autores também discutem as opções de tratamento de produtos recicláveis. Especificamente com relação às estruturas para reciclagem, faz-se uma distinção entre estruturas públicas e privadas para a reciclagem. A diferença entre cadeias privadas e públicas é que a primeira preocupa-se principalmente com os desperdícios de produção ou a recolha de

produtos em final de vida, para os quais reciclar é economicamente atraente, os dois tipos de estruturas são apresentados a seguir:

a) Estrutura Públicas

De um modo geral as estruturas públicas tratam de produtos de baixo valor económico e com considerável risco ambiental, tais como baterias. Existe bastante informação descrevendo a organização e regulamentação cadeias inversas nomeadamente desempenhando a actividade de reciclagem. A maior parte deste material diz respeito aos Países Baixos e Alemanha.

Em seu estudo de caso, Bartels (1998) discute a reciclagem de baterias. De Koster et al. (2002) abordam os aspectos envolvidos na transação e reciclagem de bens de linha branca e bens de linha castanha. Bens de linha branca são electrodomésticos como máquinas de lavar e refrigeradores. Bens de linha castanha são electrodomésticos pequenos, tais como, cafeteiras, grelhadores e torradeiras. Van Notten (2000) explica o sistema de reciclagem de vidros que vigora na Holanda, enquanto Van Burik (1998) descreve o esquema de reciclagem de automóveis. Os veículos depositados são primeiro agrupados em centros de desmantelamento, após esta fase, seus componentes e materiais são recolhidos e reciclados numa central de reciclagem. Os recicladores são pagos para processarem esses volumes.

Barros al de et (1998) discutem a estrutura de uma rede para a reciclagem de materiais de construção resultantes do desperdício de edifícios na Alemanha. O principal problema é a determinação do número e locais para os depósitos de materiais. Kleineidam et al. (2000) considera a escolha entre a incineração de papel ou sua reciclagem. Finalmente, Chang et al. (2000) discutem as possibilidades de reciclar lixo doméstico em Taiwan. Dos casos identificados ressaltam os seguintes aspectos:

- O modo como a reciclagem é financiada, quem realiza e a que custos. A reciclagem é frequentemente paga por uma taxa de depósito sobre os produtos recentemente vendidos. A quantidade necessária de dinheiro depende dos objectivos de reciclagem fixados anteriormente entre as partes actuantes no sistema.
- A reciclagem consiste em quatro fases: o desmantelo do produto e remoção de materiais perigosos; a redução do produto em pequenas partes; a separação destas partes e o seu processamento final. A fase posterior a estas quatro etapas constitui normalmente um processo tecnologicamente difícil e caro que provavelmente será centralizado. Para ser economicamente viável, devem ser processados volumes suficientemente elevados. É também necessário um eficiente sistema de transporte.

- A logística inversa em redes públicas de recuperação e reciclagem é um processo empurrado, ou seja, os materiais têm necessariamente que ser recolhidos e os aspectos da legislação ambiental constituem o objectivo principal do sistema.

b) Estruturas Privadas

As estruturas privadas são desenvolvidas para produtos que possuem um relativo valor económico e que podem ser incorporados ao processo de produção de novos, por exemplo, a incorporação de alumínio reciclável na produção de barras e chapas de alumínio. Foram identificados três casos, os quais serão discutidos adiante.

Louwers et al. (1999) descreve um sistema de reciclagem de tapetes. Interessa-se por um tipo especial de tapetes que pode ser reciclado e usado como matéria-prima na indústria química. Ambas, a empresa e a cadeia de recolha, são exploradas por privados. Realff et al. (2000) discute uma cadeia semelhante, usando a mesma tecnologia, mas agora nos Estados Unidos.

Spengler et al. (1997) disserta sobre dois casos, um que recicla escombros de edifícios e um para a reciclagem de produtos siderúrgicos na indústria alemã. Ele considera o efeito de várias opções de reciclagem, como a cooperação entre companhias e o estabelecimento de redes de reciclagem.

Dos casos conclui-se que as cadeias logísticas inversas operadas por privados tendem a ser um processo puxado (*pull*), ao contrário das cadeias públicas. O processador dos materiais é quem paga o transporte e a reciclagem. O processo de aquisição é muito mais importante nestes casos, pois frequentemente um certo volume precisa ser processado para a reciclagem para ser económico. Além do facto que cadeias inversas privadas só reciclam as fracções e componentes economicamente atraentes e não todos os produtos depositados.

Recuperação Energética

A recuperação energética ou valorização energética é a opção na qual a recuperação de valor é obtida através da incineração controlada. Esta é uma opção viável para o caso de produtos e materiais cujo valor de mercado é muito baixo ou até mesmo negativo. Apesar de ser uma opção de recuperação de valor, tem encontrado uma certa resistência devido às emissões de gás carbónico. Muitos argumentam é que estas emissões continuariam existindo caso outros combustíveis (gás natural, gasóleo e carvão mineral) fossem usados para gerar energia. Esta opção será abordada mais detalhadamente para o caso da recuperação de valor dos pneus-resíduo.

Poderia pensar-se que as opções do topo da pirâmide (figura 2.4) são as de maior valor e as que mais respeitam o ambiente, em contrapartida, as opções mais próximas da base são as que apresentam menores possibilidade de recuperação de valor dos produtos. É necessário afirmar que ambos pensamentos não são necessariamente verdadeiros. Por exemplo, na situação da reciclagem de papel versus deposição em aterro, pode ser argumentado que o papel é um material biodegradável, sendo assim, a sua deposição em aterro sanitário é mais adequada que sua opção de reciclagem, pois esta última representa um consumo adicional de energia para transformação deste papel. Com relação ao valor económico de cada uma destas opções, este irá depender da existência e/ou consolidação de um mercado. Isto porque após a recolha, os produtos, materiais e mesmo energia podem entrar no mercado.

Para finalizar esta secção, o quadro 2.6 apresenta as caracterizações das etapas e opções de recuperação para a dimensão “estruturas”.

Estruturas	
Recuperação Directa (processos logísticos inversos) <ul style="list-style-type: none">- revenda- reuso- redistribuição	Recuperação por Processamento (processos de recuperação de valor) <ul style="list-style-type: none">- reparação- reforma- refabricação- canibalização- reciclagem- recuperação energética

Quadro 2.6: Caracterização da dimensão “estruturas” para logística inversa.

2.2.5 Actores

Fuller e Allen (1997) apresentam, de uma forma geral, os seguintes membros da logística inversa: actores da cadeia logística directa (fornecedores, produtores, grossistas e retalhistas); actores especializados em cadeias inversas (recicladores, organizações sectoriais e consultorias); instituições governamentais e organizações não-governamentais (organizações de caridade e organizações ambientais).

O grupo de actores envolvidos nas actividades logísticas inversas, tais como recolha e processamento, são geralmente intermediários independentes, companhias específicas de recolha, empresas de reciclagem, prestadoras de serviços logísticos, municípios e organizações privadas criadas para gerir a recolha. Cada actor possui objectivos distintos, como exemplo, um fabricante pode realizar actividade de reciclagem de forma a impedir que

outras companhias (empresas de reciclagem) revendam seus produtos a preços inferiores. Desta forma, estes actores podem competir entre si.

Estes actores executam basicamente as seguintes actividades: gestão, execução e acomodação. Ao nível da gestão, os membros são responsáveis pela organização da cadeia ou sistema logístico inverso. Outros membros simplesmente executam as actividades dentro do sistema. O último papel a adicionar é o de acomodador, desempenhado tanto por quem inicia o processo de recuperação bem como pelo mercado secundário, sem o qual a recuperação não teria muito sentido (Fuller e Allen, 1997).

Com relação ao relacionamento entre os actores em sistemas logísticos inversos (SLIs) pouco foi identificado na literatura revista, não obstante este facto, os casos identificados, na sua maioria descreveram mecanismos/políticas para o estímulo dos sistemas logísticos inversos, nomeadamente na forma de incentivos. Assim, os casos de estudo a serem abordados nesta secção tratam dos incentivos que podem ser usados para estimular um comportamento desejado dos actores de uma cadeia de abastecimento inversa no contexto da recuperação de produtos. Inicialmente, deve ser feita uma distinção entre duas categorias de incentivos:

- estímulos que podem ser usados para adquirir bens que uma empresa gostaria de recuperar;
- e
- estímulos que podem ser usados para influenciar outros actores a aceitarem os bens que uma empresa deseja que sejam depositados.

De forma concreta, um produtor de cartuchos de tonner pode interessar-se por incentivos para ter de volta seus cartuchos, ou uma companhia que compra substâncias químicas em barris para produzir seus produtos, pode querer recolher estes barris e desejar que os mesmos sejam processados pelo seu fornecedor de uma maneira ambientalmente responsável de forma a evitar os altos custos associados a deposição dos mesmos quando estiverem vazios.

Definir incentivos para influenciar o comportamento dos actores requer perspicácia dos mesmos com respeito aos produtos recuperados; aos custos envolvidos (tempo, dinheiro, espaço) e; benefícios relacionados a cada uma das alternativas. Os casos dizem respeito aos retornos funcionais, retornos de serviço, retornos de fim de vida e retornos de fim de uso. A seguir descrevem-se os estímulos para influenciar a aquisição. Todos eles podem também ser usados para estimular outros a aceitarem bens para recuperação.

Estímulos económicos para a recuperação de produtos

Nesta categoria foram identificados cinco incentivos diferentes:

- Taxa de Depósito: Esta taxa pode dizer respeito ao próprio produto ou a embalagem utilizada para sua distribuição, como uma garrafa, caixa, palete ou contentor.
- Opção da recompra: No momento que um produto é vendido, é oferecida ao comprador a possibilidade de revenda ao produtor por um preço prefixado quando o produto atende a algumas exigências estabelecidas no momento de retorno, como quilómetros rodados.
- Preço reduzido na aquisição de um "novo": um comprador adquire uma redução na aquisição de um produto semelhante ou diferente quando entrega um produto usado que cumpre certas exigências durante determinado período de tempo. Um exemplo bem conhecido é o dos negociantes de automóveis, quando, na aquisição de um veículo novo, oferecem um reembolso mais alto pelo veículo recebido (dependendo do que é entregue e o do ano de fabricação).
- Taxa de devolução: Esta taxa é paga quando um produto é entregue para recuperação. Normalmente a taxa depende da condição e configuração do produto entregue, contudo às vezes também depende do momento em que um produto é entregue porque isto pode determinar as possibilidades para usá-lo novamente. Um exemplo encontrado na literatura é o caso do fabricante alemão das baterias Varta, que paga 50 centavos de libra no Reino Unido, por qualquer bateria recarregável devolvida a um ponto de recolha (Faria de Almeida e Robertson, 1995). Um outro caso é o da UNISYS, que paga uma quantia por cada cartucho de tonner devolvido (Bartels, 1995).
- Retorno com ou sem custos para fornecedor. Alguém que quiser dispor um produto pode fazer isto sem custo ou por um preço mais baixo que teria que pagar por outro. Um exemplo seria o caso da recolha de lã de pedra após utilização pela Rockwool Lapinus, subsidiária da companhia dinamarquesa Rockwool, produtora de lã de pedra na Holanda (Wijshof e tal., 1997).

Estímulos não económicos para a recuperação de produtos

Ao longo da investigação da literatura puderam ser identificados sete estímulos não económicos. São eles:

- "Novo por velho": Este incentivo é usado pela Daimler-Benz para os motores de furgões e veículos de passageiros que eles produzem (Driesch et al, 1998). Os proprietários de um

furgão ou veículo de passageiros Mercedes-Benz (MB) podem dirigir-se a um revendedor autorizado para terem os seus motores substituídos por um recondicionado. O revendedor Mercedes-Benz remove o motor presente e envia-o para um depósito central, onde é recondicionado. Deste depósito, o motor recondicionado é novamente enviado ao revendedor no prazo de 24 horas.

- *Leasing* ou aluguer de carros: Neste caso, os produtos não são vendidos, mas arrendados ou alugados. Na assinatura do contrato são declaradas a data de fim e a duração do contrato. Normalmente a configuração e a condição do produto arrendado ou alugado são bem conhecidas. De acordo com a duração do contrato, o momento e a condição de retorno do produto pode ser variável (Sterman, 2000).
- Método que facilitem ou estimulem o fornecimento: Podem ser encontrados dois sistemas de abastecimento: sistemas *de recolha*, onde produtos ou partes a serem recuperadas são recolhidas nos locais onde são dispostos; e sistemas de entrega, onde o depositador tem que entregar os bens para deposição final em um determinado local (Kopicki et al, 1993). Na prática, ambos os sistemas existem de forma combinada, como no caso da recolha de recipientes de vidro, onde os moradores têm que levar o vidro a um contentor que é esvaziado por um colector que então entrega o vidro a um processador (Lund, 2001). Alguns fornecedores de cartuchos de toner, incluindo UNISYS, entregam os seus cartuchos numa caixa que pode ser reenviada para eles através do correio (Bartel, 1995) ou por um operador logístico subcontratado, como no caso da Hewlett Packard (McGavis, 1994). Existem vários exemplos onde as companhias querem somente determinadas partes dos produtos a serem devolvidas. Por exemplo, os produtores de bebidas estão interessados em ter apenas o retorno das garrafas vazias. Contudo, não querem receber as caricas destas garrafas porque estes não podem ser reutilizados. Isto requer que estas tampas possam ser de fácil remoção por parte dos consumidores.
- Legislação: Restrições à deposição de certos produtos e altos custos associados a esta actividade podem estimular uma forma barata de recepção e recuperação de tais produtos por companhias que promovam a sua reciclagem. Um exemplo disto é o caso da recolha de recipientes de vidros nos Países Baixos e Escandinávia. Anteriormente mencionado, é também a razão para o sucesso de Rockwool Lapinus, no que diz respeito ao retorno de lã de pedra (Wijshof, 1997).
- Poder: Como sempre, pode ser usado poder para forçar um comportamento desejado. Um exemplo é o da companhia Windsor, que produz espumas sintéticas. Um dos clientes desta

companhia, a Walden Paddlers usa seu poder como cliente para forçar a empresa Windsor a levar de volta as caixas de papelão utilizadas para distribuir seus assentos acolchoados e seus carpetes de espuma (Farrow e Johnson, 2000).

- Apelo à consciência ambiental: Este estímulo normalmente requer muito esforço publicitário e não é, em geral, muito seguro como é ilustrado pela recolha de cartuchos de toner pela Hewlett Packard (McGavis, 1994).
- Apelo à consciência da caridade: Para cada produto recebido para recuperação, uma organização sem fins lucrativos recebe uma quantia monetária. Este estímulo foi usado pela HP de forma a promover o retorno dos seus cartuchos de tonner. Antes de recorrer a este tipo de estímulo, a Hewlett Packard não havia conseguido atingir um número economicamente satisfatório de retornos (McGavis, 1994).

Quase todos os casos de estudo encontrados descrevem estímulos para o fornecimento de bens para recuperação. A maioria descreve os incentivos que são usados, sem explicar, contudo, a causa da escolha destes incentivos nem como os valores relacionados a estes foi determinado.

Observe-se que os incentivos económicos (taxas de depósito, opção de recompra e às vezes também redução do preço novo) e os incentivos não económicos ("novo por velho" e leasing/aluguer) resultam em mudanças no relacionamento entre os produtores, distribuidores e seus clientes finais. Isto é especialmente percebido no caso de companhias que não vendem seus produtos, mas os arrendam ou alugam.

Um dos principais problemas com cada um dos incentivos anteriores é a maneira de avaliar a configuração e condição do artigo retornado. O uso de chips em produtos nos quais seus dados são armazenados é uma ferramenta bastante eficaz para a execução desta avaliação (Klausner e Hendrickson, 2000).

O quadro 2.7 resume os aspectos da logística inversa relacionadas com a dimensão "actores".

Actores	
<p>Membros do sistema directo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fornecedores - fabricantes - grocistas - retalhistas - organizações sectoriais <p>Membros do sistema inverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - especialistas (reciclagem e recolha) - operadores logísticos - empresas de tratamento de resíduos - associações 	<p>Actividades desempenhadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestão / Organização - Execução - Acomodação <p>Incentivos ao relacionamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Económicos - Não económicos

Quadro 2.7: Caracterização da dimensão “actores” da logística inversa.

2.2.6 Comentários sobre as dimensões

Nas secções anteriores foram ilustradas situações típicas que compõem as cinco dimensões básicas com informações que auxiliam a identificação de questões problemáticas e suas respectivas áreas de decisão/correção. A exacta influência e as relações com as cinco dimensões apresentadas constituem ainda um ponto aberto que necessita de maior investigação. Entretanto, ao longo da revisão da literatura, foram identificados alguns trabalhos relevantes.

Goggin e Browne (2000), desenvolveram caracterizações que auxiliam na determinação do nível de retorno partindo das características dos produtos, tais como complexidade de desmontagem, nível de aproveitamento dos produtos e capacidade de reabsorção pelo mercado. No caso, foram exploradas as situações de refabricação, recuperação de componentes e de materiais. A complexidade é definida em termos dos níveis e quantidade de componentes existentes na lista de materiais que descreve o produto. Os autores restringiram seu estudo a um determinado tipo de produto (electrónicos) e duas opções de recuperação (reuso e reforma). Futuros trabalhos poderão abordar um número maior de produtos e mais opções de recuperação, cobrindo uma diversidade de sistemas logísticos.

Krikke et al. (2003), investigaram formas de agregação de valor com os retornos. Foram escolhidas sete situações de retorno. Todas as situações foram caracterizadas de acordo com as características dos produtos (obsolescência, complexidade e ciclo de vida); a influência da

legislação sobre os sistemas logístico; opções de retorno mais associadas; e características do mercado. Realizada a categorização, os autores relacionaram os fluxos com tipos específicos de sistemas logísticos inversos. Os sistemas foram caracterizados com relação ao principal determinante; grau de centralização; processos envolvidos; e tecnologias de informação adoptadas.

As caracterizações constituem uma oportunidade de estruturar a logística inversa e explorar as principais questões e “gaps” existentes neste campo na perspectiva de cada dimensão proposta. Finalizando, a identificação destas dimensões pretende ser um primeiro passo para a construção de uma estrutura analítica, a qual poderá progressivamente ser aprofundada e definir os limites da logística inversa.

2.3 Gestão do SLI para pneus-resíduo

Pelo que foi anteriormente apresentado (capítulo 1), os pneus-resíduo são considerados um dos maiores problemas ambientais da actualidade. Estima-se que existam mais de três mil milhões de pneus-resíduo dispostos de forma inadequado no planeta. De acordo com Blumenthal (2002), o número de pneus-resíduo não pára de crescer nos EUA. De 1999 até 2001, os pneus depositados pela sociedade subiram de 177.5 milhões para 215 milhões de unidades.

A geração de pneus-resíduo pode ser reduzida por meio de investimentos no projecto de pneus com maior durabilidade (melhor projecto da carcaça e da estrutura). Uma outra alternativa seria realização de investimentos em melhores tecnologias de recauchutagem. Estas duas opções poderiam ser induzidas por meio da legislação, entretanto, como a indústria de pneus e de recauchutagem são competitivas, verifica-se que a legislação exerce um poder limitado.

A recolha de pneus é considerada uma etapa distinta no ciclo de vida. Os pneus são depositados quando trocados por novos ou quando os próprios veículos passam ao estágio de fim de vida. Em muitos países, os pneus são levados para centros de recolha. Em alguns países, como a Holanda, os consumidores são obrigados a pagar para deixar os pneus nesses centros. As próximas secções abordarão pontos associados com os pneus-resíduo, especificamente: legislação específica; actores e tecnologias envolvidos no SLI; e sistemas de gestão de pneus-resíduo.

2.3.1 Legislação e sistemas de gestão de pneus-resíduo

A legislação sobre a gestão dos pneus-resíduos é recente. Na União Europeia, a legislação está associada a duas directivas que adequam a gestão dos pneus-resíduos à realidade de cada estado membro. A directiva sobre deposição de resíduos em aterros sanitários (Directiva 99/31/CE) de 1999 determina que os pneus em fim de vida inteiros não podem ser dispostos em aterros desde 2003 e à partir de 2006 nem mesmo os pneus-resíduos triturados o poderão ser. Outra directiva (Directiva 00/53/CE), relacionada com o problema dos pneus-resíduo, é a que aborda a questão dos veículos em fim de vida (VFV). Esta última directiva foi aprovada em 2000 e determina que os fabricantes de veículos retomem os veículos em fim de vida e removam os pneus, garantindo que não sejam depositados em aterros. Adicionalmente, directiva 00/53/CE determina metas para a reutilização, reciclagem e recuperação dos componentes dos VFV. Parte deste esforço é transferida aos fabricantes de pneus novos.

Os 27 estados da União Europeia (UE) produzem 1,3 mil milhões de toneladas de resíduo a cada ano, do qual os pneus-resíduo representam uma fracção muito pequena, cerca de 3.1 milhões de toneladas (ETRA, 2007). Ao longo dos anos noventa, o problema da gestão dos pneus-resíduo chamou a atenção da sociedade e dos governos em geral. Inicialmente era necessário assegurar o controlo da recolha deste produto, depois garantir que os pneus-resíduo não seriam depositados de modo inadequado. Apesar desta questão estar associada à determinadas directivas Europeias, como foi anteriormente mencionado, não existe uma directiva específica para os pneus-resíduo. Assim, a gestão dos pneus-resíduo é determinada e concebida por cada estado membro da UE. Diferenças nas políticas, prioridades, tecnologias disponíveis, recursos, cultura ou tamanho, etc. conduziram a largas disparidades.

Alguns estados criaram uma legislação que aborda directa ou indirectamente o problema da gestão dos pneus-resíduo. Determinadas legislações definem entidades responsáveis pela gestão dos pneus-resíduo, outras associam esta questão aos sistemas de gestão de veículos em fim de vida.

Três dos maiores estados da UE (Alemanha, Itália e Reino Unido) são responsáveis pela geração de um terço dos pneus resíduo, surpreendentemente, não possuem qualquer sistema nacional de gestão dos pneus-resíduo. A Alemanha e o Reino Unido adoptam uma abordagem de livre mercado, a qual é virtualmente descontrolada, onde faltam dados e estatísticas que possibilitem a transparência do sistema. A Itália estabeleceu esquemas regionais de gestão, cada um com diferenças relativamente à distribuição de responsabilidades e com coordenação nacional limitada (ETRA, 2007).

Nos anos 90, Os primeiros sistemas nacionais de gestão dos pneus-resíduos surgiram nos países nórdicos. Em 1994, a indústria sueca de pneus montou a Svensk Däckåtervinning AB, SDAB (Associação Sueca de Reciclagem de Pneus). A primeira tarefa desta associação foi participar no processo que conduziu à elaboração da legislação sueca sobre a extensão da responsabilidade dos produtores de pneus. A directiva estabelece que a responsabilidade pela gestão dos pneus-resíduo é aplicada a todas as companhias que importam, fabricam ou vendem pneus na Suécia. A SDAB realiza a intermediação entre a indústria de pneus e as autoridades, sendo responsável pela organização, recolha e recuperação de todos os pneus-resíduos na Suécia.

A SDAB informa à agência de protecção do ambiente sueca (autoridade ambiental reguladora) sobre as quantidades recolhidas e compara os resultados com anos anteriores. As tarefas da SDAB também incluem o fornecimento de informações aos importadores e produtores de pneu, aos vendedores e aos dismanteladores de veículos em fim de vida. Por fim, a SDAB actua em projectos de cooperação com entidades e organizações ambientais da Escandinávia e da União Europeia.

A associação é uma organização sem fins lucrativos controlada pela DF (Associação Sueca dos Produtores de Pneus) e pela DRF (Associação Nacional Sueca dos Especialistas em Pneus), que inclui a secção dos recauchutadores. Em termos financeiros, a SDAB é mantida pelos consumidores, os quais aceitam pagar uma eco-taxa ao comprarem pneus novos. Tendo começado a actuar em janeiro de 1995, a SDAB elevou de forma contínua o volume de pneus recolhidos e reciclados, atingindo actualmente a taxa de 100%, isto significa um volume de aproximadamente 65 mil toneladas de pneus-resíduo recolhidos e reciclados por ano (SDAB, 2007).

A reciclagem sistemática de pneus-resíduo na Finlândia teve início em 1996, tendo como base a directiva do Conselho Estado N.º 1246 de 12 de outubro de 1995. Esta directiva determinou que os produtores e importadores de pneus assumissem a responsabilidade pelo destino final destes produtos. Para cumprir esta obrigação os principais importadores e fabricantes de pneu junto com a Associação da Indústria de Pneus (Autonrengasliitto) montaram voluntariamente uma entidade administrativa, a Recicladora Finlandesa de Pneus (Kuusakoski Oy).

Esta empresa coordena e controla o processo de recolha e reciclagem de pneus-resíduo na Finlândia. O sistema é financiado pela comercialização dos pneus-resíduo recolhidos. O processo começa com os consumidores que trazem os pneus usados a uma loja local. A Kuusakoski Oy recolhe os pneus dos comerciantes locais para os centros de processamento

nacionais, onde os melhores pneus são separados para a recauchutagem e o restante será cortado em fatias e entregue aos clientes (cimenteiras, fabricantes de artigos de borracha, empresas de pavimentação, etc.) para utilização adicional.

O mercado finlandês produz aproximadamente 37 mil toneladas de pneus-resíduo anualmente. No momento mais de 90% destes pneus-resíduo são recolhidos e reciclados. Desde o início de sua operação até o final de 2006 a Kuusakoski Oy recolheu e reciclou 300 mil toneladas de pneus-resíduo (rengaskierratys, 2007). Sistemas semelhantes ao da Suécia e da Finlândia foram estabelecidos em França (ALIAPUR) e nos Países Baixos (VACO).

Em Portugal, a questão dos pneus-resíduo é regulamentada pelo Decreto-Lei N.º 111/2001 aprovado em Abril de 2001. Por este decreto, o produtor é responsável pela recolha, transporte e destino final adequado dos pneus usados, devendo esta responsabilidade ser transferida para uma entidade gestora sem fins lucrativos. Até Janeiro de 2007 deverá ser garantida pelos produtores: (1) A recolha de pneus usados numa proporção de, pelo menos, 95% dos pneus usados anualmente gerados; (2) A recauchutagem de pneus usados numa proporção de, pelo menos, 30% dos pneus usados anualmente gerados; (3) A valorização da totalidade dos pneus recolhidos e não recauchutados, dos quais pelo menos 65% deverão ser reciclados.

Neste contexto, o interesse manifestado pelas empresas responsáveis pela gestão de pneus-resíduo levou à constituição da Valorpneu. A empresa é gestora do sistema integrado de gestão de pneus usados, sendo uma entidade sem fins lucrativos. A sua criação foi definida por decreto-lei em 2001, sendo licenciada pelo Ministérios do Ambiente e da Economia em 2002 e entrando em actividade no primeiro semestre de 2003.

Algumas particularidades da Valorpneu têm a ver com o seu corpo accionista, o qual é composto por três sócios (associações empresariais). O principal accionista é a Associação de Comércio Automóvel em Portugal (ACAP), em cujas instalações encontram-se instalados e que possui 60% do capital. O aspecto mais relevante ligado à ACAP é que ela tem como associados todas as principais empresas importadoras de pneus e todas as principais empresas importadoras de automóveis, máquinas agrícolas, máquinas industriais e motos. Portanto, ela traz ao projecto toda a componente ligada quer ao sector automóvel no seu todo, quer ao sector de comercialização de pneus.

Em seguida, existem mais dois sócios, nomeadamente, a Associação Portuguesa dos Industriais da Borracha (APIB) em que os associados são empresas ligadas à produção, e ao

trabalho com a borracha, como é o caso dos produtores de pneus. Dentro desta associação, encontram-se também as próprias empresas recicladoras de borracha instaladas em Portugal. A APIB detém 20 % do capital da sociedade. Outra componente importante em todo este projecto está ligada à recauchutagem de pneus, representada pela Associação Nacional de Comerciantes de Recauchutagem de Pneus (ANIRP), e que também controla 20% do capital da Valorpneu.

O mais recente sistema de gestão de pneus-resíduo é o espanhol, implantado em 2006. A SIGNUS, é uma sociedade sem fins lucrativos que tem como principal objectivo garantir o tratamento adequado dos pneus-resíduo e otimizar os custos desta gestão no benefício directo do consumidor. Igualmente, outro objectivo da SIGNUS é realçar o compromisso com a prevenção da geração dos pneus-resíduo. Esta sociedade está a frente das responsabilidades ambientais que recaem sobre os produtores e importadores de pneus de Espanha, conduzindo os processos de prevenção, redução, reciclagem e valorização dos pneus-resíduo definidos na legislação (SIGNUS, 2007).

Para cumprir com a responsabilidade do produtor definida pela Ordenação Real 1619/2005 sobre a gestão dos pneus-resíduo, os produtores/importadores espanhóis podem entre outras alternativas estabelecer um sistema gestão individual ou colectiva, por meio do qual a correcta gestão ambiental dos pneus-resíduo será garantida. Uma vez que a lei proíbe a deposição de pneus-resíduo em aterros sanitários desde Julho de 2006, estes devem ser reciclados (valorização material) e nos casos em que isto não seja possível, os pneus-resíduo serão usados em aplicações industriais que aproveitem seu potencial energético. A função da SIGNUS é cumprir legislação em nome de seus clientes (produtores e importadores de pneus).

A SIGNUS foi em outubro de 2006. Para poder arrancar, teve durante mais de um ano que organizar, negociar e contratar não só com os agentes económicos que participam do sistema de gestão, mas também na concepção de processos eficientes que conduzem à reciclagem dos pneus-resíduo. Igualmente, desenvolveu um sistema informático que permite o controlo e gestão de todas as operações do sistema (SIGNUS, 2007).

Como actividades iniciais, a SIGNUS selecciona, homologa e contrata os centros de recolha e classificação de pneus que estão operando em cada área geográfica. Também conduz o processo de aprovação dos centros de armazenamento e processamento dos pneus-resíduo). A SIGNUS também contrata os centros de valorização material e energética com o objectivo de assegurar a recuperação dos pneus-resíduo. A entidade solicita as autorizações administrativas

para operação nos concelhos ambientais das diferentes comunidades autónomas espanholas. Finalmente, elabora campanhas de comunicação cujo objectivo é informar sobre suas operações e realizações a todos os actores do sistema (produtores, importadores, revendedores, valorizadores, consumidores e administrações públicas).

O modelo de gestão da SIGNUS é um sistema que incentiva a reutilização dos pneus usados (recauchutagem) e promove a recuperação para aqueles onde isto não é possível (pneus-resíduo). Os produtores de pneus que decidem aderir como clientes desta entidade, financiam as operações de gestão por meio do pagamento de um valor por unidade e tipo de pneu vendido no mercado de reposição. Previamente, os produtores debitam dos distribuidores a mesma quantia para cada pneu vendido. Finalmente, o distribuidor ou ponto de venda factura este valor ao usuário final. Ou seja, o sistema é mantido por meio do pagamento de uma “ecotaxa”.

A SIGNUS negocia a recolha gratuita dos pneus-resíduo em todos os pontos de geração, estabelecendo, como condição, sua classificação prévia (pneu usado ou pneu-resíduo) com o objectivo de assegurar a máxima percentagem de recuperação, para este propósito actua em conjunto com especialistas na recolha e classificação dos pneus-resíduo. A gestão da SIGNUS continua com o transporte dos pneus-resíduo para os centros de armazenamento e processamento onde são processados em função do seu destino final. Destas unidades os pneus-resíduo seguem para as companhias dedicadas à sua valorização, as quais são responsáveis pela recuperação material (matéria-prima para a produção de outros produtos) ou energética (uso dos pneus-resíduo como fonte de energia alternativa), permitindo fechar desta forma o círculo da reciclagem.

Segundo relatório da agência ambiental norte-americana – EPA, dos 50 estados pertencentes aos EUA, 49 possuem legislações pertinentes aos pneus usados, apenas o Alasca não possui nenhuma legislação sobre pneus-resíduo. Alguns estados sustentam seus programas de gestão de pneus em fim de vida por meio de taxas cobradas na compra de um pneu novo, no registro do veículo ou na transferência do veículo de um proprietário para outro. Outros têm regulamentações orientando o armazenamento dos pneus. E outros, ainda, têm incentivos para ampliar o mercado de pneus usados como descontos, subsídios ou empréstimos. Outros Estados norte-americanos promovem o uso de pneus como fonte de energia (EPA, 1999).

No Brasil, foi criada a Resolução N.º 258/99 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio ambiente), aprovada em 26 de agosto de 1999. A Resolução N.º 258/99 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estabelece o conceito de que o produtor é o

responsável pelo destino final do produto. Pela resolução N.º 258/99 (Quadro 2.8), desde Janeiro de 2002, produtores e importadores de pneus estão obrigados a colectá-los e colocá-los em locais ambientalmente adequados, além disso devem comprovar o destino dado a cada pneu recolhido para reciclagem. A partir de 2005 começou a redução do passivo ambiental. Espera-se que essa resolução seja uma forma de incentivo para as empresas que trabalham com reciclagem de resíduos sólidos. No Brasil, assim como nos Estados Unidos, não existe um sistema nacional de gestão de pneus-resíduos, entretanto existe um sistema gerido por uma empresa de recauchutagem de pneus (BScolway). Este sistema constituiu um dos casos de estudo a serem explorados nesta dissertação.

DATA DE INÍCIO	QUANTIDADE DE PNEUS	
	NOVOS OU REFORMADOS	DESTINO FINAL
01/01/2002	QUATRO pneus novos	UM pneu-resíduo
01/01/2003	DOIS pneus novos	UM pneu-resíduo
01/01/2004	UM pneu novo	UM pneu-resíduo
	QUATRO pneus reformados	CINCO pneus-resíduo
01/01/2005	QUATRO pneus novos	CINCO pneus-resíduo
	TRÊS pneus reformados	QUATRO pneus-resíduo

Quadro 2.8: Resumo da Resolução do CONAMA N° 258/99.

2.3.2 O produto: pneu

Os pneus são produzidos por meio da pressão de diversas camadas de borracha (natural ou sintética) sobre uma estrutura composta por fibras e aço, resultando em “pneus verdes”. Após esta primeira fase, os “pneus verdes” são inspecionados e postos nas prensas de cura, onde o processo de vulcanização ocorre a temperaturas e pressões apropriadas, dando a forma e características finais dos pneus.

As partes constituintes de um pneu requerem propriedades específicas da borracha, paredes flexíveis e resistência à abrasão. Os pneus são compostos aproximadamente por 30% (em peso) de aço, 20 a 26% de borracha sintética e 21 a 33% de borracha natural. Os materiais argilo-minerais e negro-de-fumo (carvão) tem como objectivo proporcionar um material mecanicamente mais resistente, mas são também responsáveis pela coloração negra dos pneus (Lago, 2002).

Os pneus para veículos de passeio são constituídos das seguintes partes (Figura 2.6):

- a) Banda de rodagem: é a parte do pneu que entra directamente em contacto com o solo. Oferece grande resistência ao desgaste devido à sua composição de borracha e agentes

químicos especiais. Os seus desenhos, criteriosamente estudados, visam proporcionar boa tração, estabilidade e segurança ao veículo.

- b) Cinturão: é de aço (cinta circunferencial e inextensível) e tem por função estabilizar a carcaça.
- c) Carcaça de lonas: composta de cordonéis de nylon ou poliéster, formando a parte resistente do pneu. Sua função é reter o ar sob pressão, que suporta o peso total do veículo.
- d) Talões: são constituídos internamente por arames de aço de grande resistência, com a finalidade de manter o pneu acoplado firmemente ao aro, impedindo-o de ter movimentos independentes.
- e) Flancos: são constituídos de um composto de borracha de alto grau de flexibilidade, com o objectivo de proteger a carcaça contra os agentes externos.

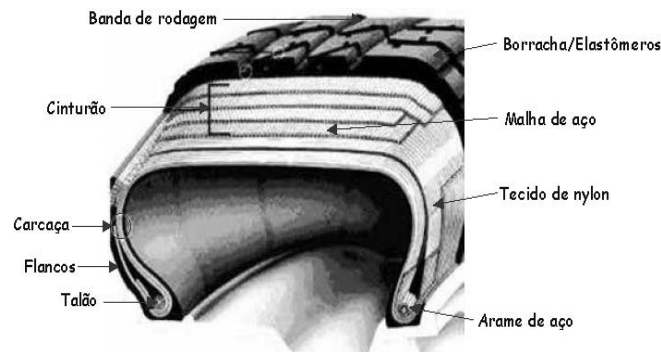


Figura 2.6: Partes constituintes de um pneu. **Fonte:** Lago, 2002.

A quantidade de pneus numa determinada região depende da quantidade de veículos existente na mesma, tornando essa proporção directamente relacionada com o poder aquisitivo e a distribuição de rendimento da população. Os países industrializados registam uma média de 405 automóveis por cada mil habitantes. Enquanto que nos países em desenvolvimento, como os da África, a média corresponde a 11 veículos por cada mil e, na Ásia Oriental e na Ásia Meridional, o valor é de 5 veículos por cada mil habitantes (Oda, 2003).

2.3.3 Actores e Tecnologias

A figura 2.6 apresenta um esquema simplificado do SLI para pneus-resíduo. As próximas secções apresentam os subsistemas de recolha e pós-recolha deste SLI identificando os principais actores e tecnologias envolvidas. De forma a centrar a discussão nos principais actores e tecnologias adoptadas para a recuperação de valor dos pneus-resíduo, não será discutida a reutilização e a exportação de pneus como parte do sistema.

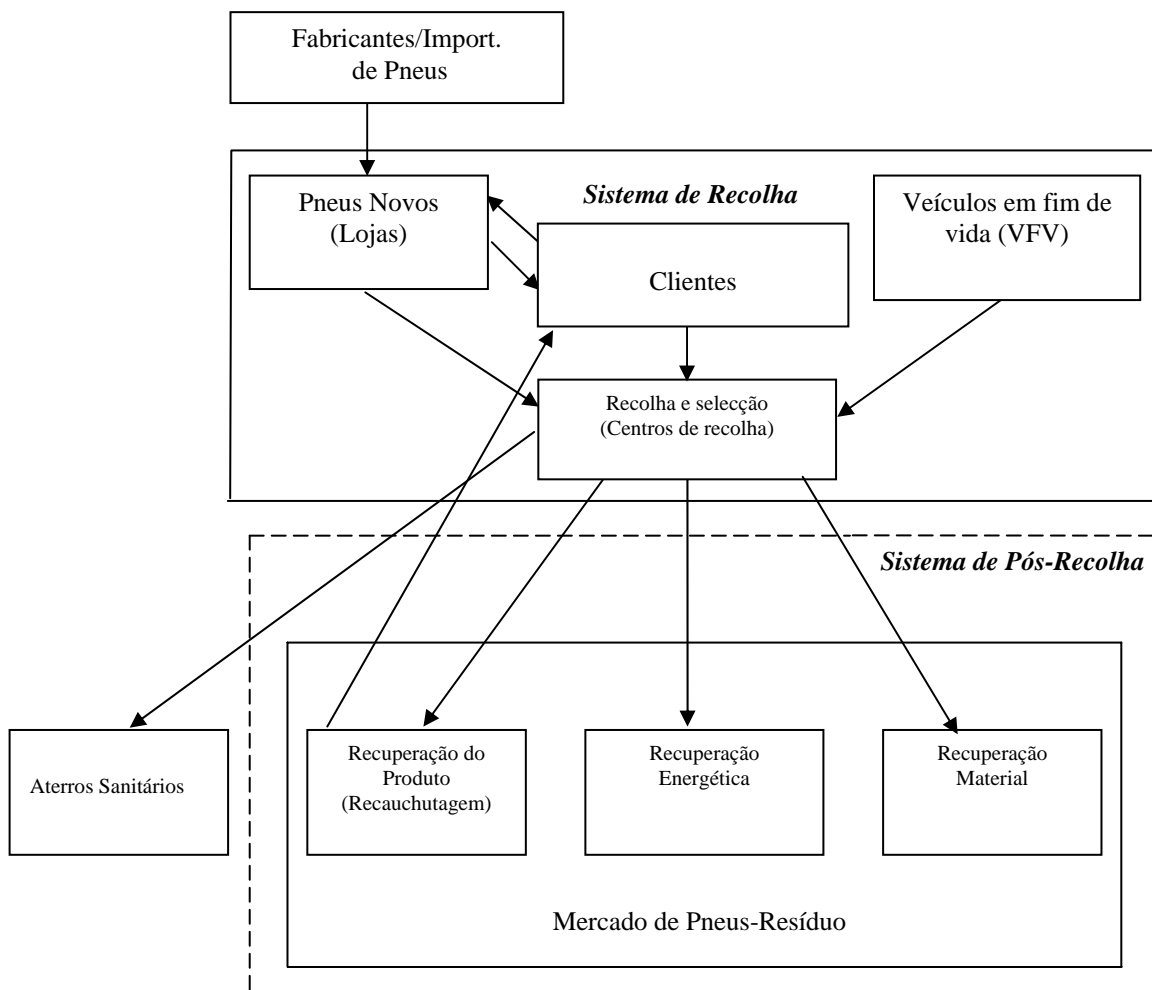


Figura 2.7: Sistema logístico inverso para pneus-resíduo.

Sistema de recolha

Os pneus novos chegam às lojas por meio de distribuidores dos fabricantes ou importadores. As lojas de pneus são pontos de geração de pneus-resíduo, pois ao adquirir pneus novos, os clientes depositam os usados. Após o depósito dos pneus usados, estes são recolhidos e posteriormente seleccionados (centro de recolha ou de reciclagem), quando poderão ser recauchutados (recuperação do produto) ou descontinuados, passando para outros processos de recuperação (reciclagem).

Outra fonte de geração dos pneus-resíduo são os veículos em fim de vida. Ao chegarem aos centros de desmantelamento, seus vários componentes (plásticos, metais, vidros, cabos e baterias) são separados, dentre eles, os pneus, os quais podem ser seleccionados no centro de desmantelamento ou enviados a um centro exclusivo para a selecção de pneus (centros de

recolha). Fontes minoritárias de pneus-resíduo são também as empresas detentoras de frotas de viaturas.

Os actores descritos anteriormente fazem parte do sistema de recolha dos pneus-resíduo. Os pneus chegam aos centros de recolha como um destino final. A partir deste ponto, verifica-se para qual finalidade cada pneu servirá (processo de selecção). Pneus que apresentarem alguma condição de uso serão enviados para a recauchutagem. Aqueles que não tiverem essa característica serão aproveitados como fonte energética, ou reciclados (separação de seus componentes). A reciclagem pode dar-se na forma de utilização do produto para outras aplicações (recuperação do produto) ou aproveitamento de matéria-prima (recuperação material) para outras indústrias.

Como última opção, existe a deposição em aterros sanitários. Este destino para os pneus-resíduo está sendo gradualmente proibido na União Europeia, estando completamente impossibilitado a partir de 2010. Enquanto esta decisão não entra em vigor, existem aterros que contêm somente pneus. Esses são mais aceitáveis do que os aterros comuns, pois permitem melhor recuperação energética e de matéria-prima do produto. Entretanto, devido às substâncias inflamáveis presentes no produto, esses depósitos correm riscos de incêndio, podendo gerar danos à sociedade e ao ambiente.

No caso dos EUA e certos países da Europa, alguns pneus são encaminhados para exportação, normalmente para países em vias de desenvolvimento, onde a legislação permite a compra do material. Após o processo de recolha e selecção dos pneus-resíduo, passa-se à etapa de pós-recolha, que será abordada em seguida.

O sistema de pós-recolha

Actualmente, conforme Andrietta (2002), existem várias opções de reciclagem de pneus. As reciclagens cujos processos não alteram as propriedades químicas do material são chamadas de reciclagens mecânicas, como é o caso da reforma e da recuperação material. Já os processos que alteram as composições químicas do pneu são chamados de reciclagem química ou industrial. São exemplos desse tipo a desvulcanização e a pirólise. A seguir serão listados alguns dos processos mais utilizados para a recuperação dos pneus-resíduo. Por último será realizada uma breve discussão sobre o mercado dos pneus-resíduo.

Recuperação do produto ou recauchutagem

A recauchutagem pode também ser conhecida por recuperação ou refabricação do produto. Os pneus deixam de serem utilizados quando a banda de rodagem, a camada externa de borracha

que entra em contacto com a superfície, desgasta-se. Os pneus usados podem então ser recauchutados quando a carcaça, que constitui a construção interna dos pneus, ainda possui propriedades estruturais adequadas.

A recauchutagem basicamente é a substituição da banda de rodagem dos pneus em fim de uso por uma nova. O processo de recauchutagem consiste na inspeção da carcaça dos pneus usados, raspagem da banda de rodagem usada e aplicação de uma nova banda de rodagem por meio da vulcanização. De acordo com Shulman (2000) existem duas tecnologias para este processo: recauchutagem a frio (aplicação de uma banda de rodagem pré-curada à carcaça) e recauchutagem por cozimento (onde uma banda de rodagem é aplicada à carcaça e prensada à altas temperaturas).

Os pneus recauchutados vêm sofrendo de uma má reputação no que se refere à sua qualidade e também vêm suportando a concorrência de fabricantes asiáticos. Estes factos limitaram a procura por pneus de veículos ligeiros recauchutados. Entretanto, no mercado dos pneus de veículos pesados (camiões e autocarros) a utilização de pneus recauchutados é uma prática corrente.

Recuperação energética

Como os materiais constituintes do pneu são considerados grandes fontes energéticas, os pneus-resíduo podem ser aproveitados como combustível, principalmente em fornos de cimenteiras. Em países como Áustria, Alemanha, França e Suécia, mais de 65% dos pneus depositados são usados como fonte energética (Recycling Forum, 2000). Entretanto, de uma forma geral, a maior parte dos pneus depositados continuam tendo como principal destino final aterros sanitários.

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2004), o co-processamento em cimenteiras pode utilizar uma imensa variedade de produtos cuja deposição no ambiente poderia causar sérios danos ambientais. Nos Estados Unidos, as normas governamentais exigem a reciclagem ou processamento de materiais como plásticos, solventes, óleos usados, papéis e, principalmente, pneus.

Na indústria cimenteira, 30 a 40% do seu custo de produção é gasto com energia. A alta quantidade de energia usada no processo de fabricação do cimento incentiva à exploração de combustíveis substitutos como: pneus-resíduo, resíduos de papel, óleo usado, resíduos de madeira, plásticos entre outros. Na Europa, em 1995, foi substituído por combustível alternativo 10% do consumo anual de carvão, o que economizou aproximadamente 2.5

milhões de toneladas desse material. As temperaturas dentro dos fornos de cimento ultrapassam 1.400° C para a formação do clínquer. Estima-se que, utilizando seu potencial máximo, o Reino Unido possa utilizar nos fornos de cimento cerca de 50% do total de pneus – resíduo que é descartado anualmente no país (EA-UK, 2004).

O co-processamento de pneus-resíduo em cimenteiras é favorecido devido: à alta temperatura do processo, ao elevado tempo de residência (que evita a liberação de emissões), ao alto efeito de absorção da matéria-prima no pré-aquecimento e à incorporação das cinzas geradas ao clínquer. Além disso, devido ao alto poder calorífico do pneu-resíduo, cerca de 7.000kcal/kg, seu co-processamento contribui para a diminuição do consumo de combustíveis não renováveis (como carvão e óleo). A qualidade do cimento quando são usadas carcaças ou pneu-resíduo picado no co-processamento com fornos de cimento é tão boa ou melhor do que quando se usa apenas carvão. Muitas fábricas de cimento na Europa e nos Estados Unidos estão co-processando pneus nos fornos de clínquer comprovando que esta prática não afeta o processo de produção, não prejudica a qualidade do clínquer e não provoca emissões atmosféricas significativas (Souza, 2000).

Historicamente, existe um limite para a quantidade de pneus que pode ser utilizada em fornos de cimento. A quantidade de pneus que é utilizada em fornos de cimento não ultrapassa 25% do total de combustível usado no processo. A razão para esse limite é que a combinação do zinco existente no pneu com os combustíveis que possam estar sendo utilizados no forno pode causar um impacto na qualidade do cimento (Souza, 2000).

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), as fábricas de cimento cobram para co-processar pneus cerca de 92 dólares por tonelada, permitindo que os custos dos equipamentos necessários sejam amortizados em dois anos. O potencial de crescimento do co-processamento é grande devido à existência de um total de 98 fábricas de cimento espalhadas por todo o território brasileiro (ABCP, 2004).

Conforme a Agência Ambiental Inglesa - EA-UK (2004), uma outra forma de valorização energética é incinerar pneus-resíduo com recuperação de energia como electricidade. O governo do Reino Unido estima que são necessários uma média de 10 pneus-resíduo inteiros por casa para gerar electricidade por uma semana. O pneu-resíduo apresenta maior facilidade de manuseio quando comparado a outros tipos de resíduos.

No Reino Unido existem fábricas que realizam a queima de pneus-resíduo para a geração de energia que podem chegar a consumir cerca de 90.000 a 100.000 toneladas de pneus por ano e

produzir o equivalente a 25 megawatts de energia. Essa energia é utilizada para prover as próprias fábricas e o restante é vendido às empresas de energia. As emissões de gases provenientes da incineração são reguladas pela EA-UK que limita as quantidades de dióxido de enxofre, óxido de nitrogênio, material particulado, compostos orgânicos voláteis, certos metais e outras substâncias emitidas junto com o ar que sai da queima. Normalmente, as carcaças de pneu-resíduo usado não provêm apenas de fontes locais, mas são transportadas de caminhões por todo o Reino Unido até as fábricas de recuperação de energia (EA-UK, 2004). Uma comparação entre as emissões no ar de combustíveis convencionais e com pneu-resíduo como combustível pode ser observada na tabela 2.1.

Poluente	Fábrica energética alimentada por pneus	Fábrica energética alimentada por		
		óleo combustível (g/GJ)	carvão (g/GJ)	
gramas de pneu por gigajoule	gás natural (g/GJ)			
dióxido de enxofre	350	0	590	940
óxido de nitrogênio	130	65	140	270

Tabela 2.1: Emissões liberadas no ar por fábricas convencionais produtoras de energia e as emissões liberadas na queima do pneu. **Fonte:** EA-UK (2004).

Recuperação material

A recuperação material ou reciclagem pode ser realizada por meio de três processos: trituração/separação (mecânica ou criogénica), regeneração e pirólise genérica. O primeiro processo consiste na simples trituração dos pneus e moagem dos resíduos, reduzidos a pó fino (figura 2.8). A borracha contida nos resíduos, na forma vulcanizada, não sofre modificação e não é separada dos demais compostos.

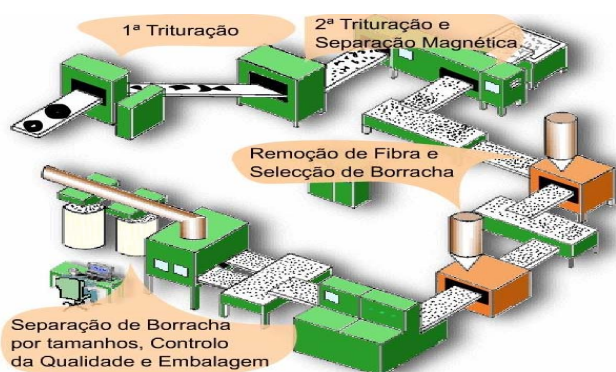


Figura 2.8: Esquema de trituração e moagem dos pneus-resíduo.

Os pneus recuperados geralmente seguem dois tipos de utilização:

- Na mistura com asfalto para a pavimentação de vias e parques de estacionamento. Da trituração, as partículas não maiores que 5 mm e com humidade de no máximo 2% são misturadas ao asfalto na proporção de 1% a 3% em peso.
- Nas fábricas de cimento, o produto da moagem, com partículas de 1 a 6 mm, podendo chegar a 50-500 *micra*, é incinerado no forno como combustível e a fumaça proveniente dos gases produzidos pela queima é incorporada ao cimento. Este tipo de recuperação, é também conhecida por valorização energética.

A borracha recuperada e triturada, por já se encontrar no estado vulcanizado, não pode ser utilizada como substituto da borracha crua na produção de artefactos. Entretanto, devido ao seu custo reduzido e baixo peso específico, pode ser empregue como elemento de carga na produção de saltos e solados de calçados, mangueiras, tapetes para automóveis, entre outros (Andrietta, 2002).

No processo de separação criogénica, após a trituração mecânica, os pedaços de pneus são arrefecidos por meio de nitrogénio líquido e em seguida passam por um sistema de martelos especiais que irão separar os componentes dos pneus (borracha, fibras e metais).

A regeneração ou desvulcanização pode ser feita por vários processos - alcalino, ácido, mecânico e vapor superaquecido. Na regeneração, os resíduos passam por modificações que os tornam mais plásticos e aptos a receber nova vulcanização, mas não têm as mesmas propriedades da borracha crua, sendo geralmente misturado a ela para a fabricação de artefactos. No processo de regeneração, a borracha é separada dos outros componentes e desvulcanizada, o arame e a malha de aço são recuperados como sucata de ferro qualificada, o tecido de nylon é recuperado e utilizado como reforço em embalagens de papelão.

Nesse processo, o pneu é picado em pedaços e colocado num tanque com solvente para que a borracha inche e se torne quebradiça. Em seguida, os pedaços são pressionados para que a borracha se desprenda da malha de aço e do tecido de nylon, e um sistema de imãs e peneiras separa a borracha, o aço e o nylon. A borracha é moída e separada num sistema de peneiras e bombas de alta pressão, passando para um reactor ou autoclave onde ocorre a desvulcanização da borracha, recuperando cerca de 75% de suas propriedades originais. A borracha segue para um tanque de secagem onde o solvente é recuperado, retornando ao processo (Fukumori *et al.*, 2002).

Diversas são as formas de utilização da borracha regenerada de pneus, como tapetes, pisos industriais e pavilhões desportivos, sinalizadores de trânsito, rodízios para móveis, carrinhos etc. Até mesmo na recauchutagem de pneus, no revestimento de tanques de combustível, e como aditivo em peças de plásticos, aumentando-lhes a elasticidade.

A pirólise é um processo onde ocorre uma ruptura da estrutura molecular original de um determinado composto pela ação do calor ou pelo frio (criogénica). O processo de pirólise é, desde meados da década de 1990, o processo mais utilizado na reciclagem de pneus-resíduo nos países desenvolvidos. Considerada uma destilação destrutiva, visa aproveitar cada componente material (borracha, fibras sintéticas e aço) do pneu como matérias-primas ou combustíveis (Oda, 2003).

O processo consiste na trituração destes resíduos previamente seleccionados. Após esta etapa, são levados ao reactor pirolítico onde, através de uma reacção endotérmica, ocorrerão as separações dos subprodutos em cada etapa do processo. Existem variados tipos de reactores pirolíticos em operação, com tecnologias diversas para a extracção de subprodutos e dos resíduos obtidos no processo. Como será abordado adiante nesta tese, a Petrobrás, através de seu programa Petrosix, visa a obtenção de óleo e gás natural dos pneus por meio da utilização do xisto. Desde 1998 a Petrobrás, por meio do projecto Petrosix, instalou uma fábrica de co-processamento de xisto e pneus depositados para a produção de óleo e gás natural, graças à tecnologia desenvolvida pela própria empresa e reconhecida mundialmente.

Para finalizar a discussão sobre o sistema de pós-recolha, podem ser feitas algumas observações a respeito do mercado. A capacidade actual dos mercados para pneus-resíduo é limitada. A legislação tenta elevar a capacidade destes mercados através da criação de produtos derivados de pneus-resíduo ou subsídios à procura destes produtos. Outro aspecto relacionado com o incentivo à criação e desenvolvimento de mercados são os incentivos financeiros para o desenvolvimento de novas tecnologias de processamento de pneus-resíduo. A legislação tenta também regular a recolha de pneus-resíduo de modo que sejam alcançados os melhores benefícios financeiros e ambientais possíveis.

2.4 Resumo e conclusões

Um dos objectivos deste capítulo foi caracterizar o estado da arte da logística inversa, contribuindo para a estruturação desta área de investigação e fornecendo uma compreensão mais abrangente de questões relacionadas. Assim, na revisão bibliográfica foram consideradas cinco dimensões e suas respectivas caracterizações:

- 1- Determinantes: porque as empresas se envolvem com a logística inversa;
- 2- Razões: os motivos pelos quais os produtos são retornados;
- 3- Estruturas: como ocorre o processo de recuperação dos produtos;
- 4- Características: o que está sendo retornado;
- 5- Actores: quem realiza a recuperação.

As cinco dimensões e suas respectivas caracterizações não somente fornecem contexto à logística inversa, mas também determinam em larga extensão os tipos de questões que aparecem na implementação, monitorização e gestão de sistemas logísticos inversos.

A estruturação da logística inversa é também uma ferramenta para que surjam novas dimensões. Por enquanto, a exacta influência das cinco dimensões aqui apresentada é ainda uma questão aberta que necessita de estudo mais aprofundado. Alguns dos trabalhos neste sentido, como o de Goggin e Browne (2000) podem ser estendidos levando-se em consideração uma maior quantidade de produtos e opções de retorno. A caracterização de cada dimensão apresentada neste capítulo poderá fornecer uma base para estes estudos futuros.

Com relação aos casos de estudo identificados na revisão da literatura, é possível afirmar que a maioria diz respeito a actividades industriais. Porém, espera-se que mais estudos sejam levados a cabo no sector grossista e vendas no retalho, dado que estas áreas têm sido foco de trabalhos de investigação da sua logística (por exemplo, comércio electrónico). Os casos de estudos serviram de suporte e motivação para este trabalho de investigação na medida em que permitiram identificar uma lacuna: nenhum dos casos identificados abordou a questão da gestão de sistemas logísticos inversos para os pneus-resíduo.

Outro ponto é que nenhum dos casos abordou de modo específico a questão das propriedades dos produtos e da estrutura de poder nos SLIs. Portanto os casos de estudo são organizados e apresentados de acordo com a estrutura e o relacionamento entre actores do sistema logístico inverso.

No que diz respeito aos produtos, observa-se que quase a metade dos casos trata de produtos metálicos, maquinaria e equipamentos industriais. A maior parte dos produtos que são reprocessados são bens transportáveis como madeira, papel e plástico. Em seguida são produtos alimentícios, bebidas, tabaco, tecidos e vestuário. Uma pequena percentagem entra na categoria dos minérios e minerais. Não surpreende o facto de que a maioria dos casos se preocupa com esquemas de logística inversa para produtos de alto valor agregado.

Relativo às estruturas privadas de recolha e distribuição para artigos reutilizáveis, observa-se que as questões críticas são: o número de artigos a recolher e onde realizar esta recolha. Com respeito às cadeias de remanufactura privadas, os assuntos principais são: onde locar a estrutura (depósito ou planta) de remanufactura de forma a assegurar um volume economicamente sustentável de produtos e como reduzir a incerteza no fornecimento destes bens.

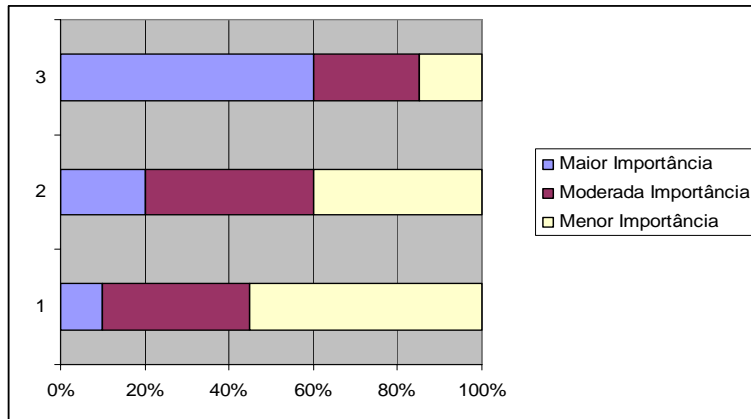
Como foi dito na introdução deste capítulo, outro dos objectivos foi caracterizar o estado da arte dos sistemas logísticos inversos para pneus-resíduo. Uma das principais metas dos SLIs para pneus-resíduo é dirigir o fluxo material de um modo economicamente viável e compatível com as melhores opções de destino final destes resíduos. Deste modo, torna-se necessário a compreensão das estruturas destes sistemas, das características dos pneus-resíduo, das tecnologias e comportamento dos mercados. O principal desafio é criar e desenvolver mercados competitivos para os pneus-resíduo, tornando o seu valor positivo, assim como o de outros produtos (plástico, metais e papel). Deste modo, por constituir um problema ambiental e social e por ter tido pouco interesse de investigação, a questão dos sistemas de gestão dos pneus-resíduo foi escolhida como área de enfoque desta tese.

Capítulo 3

Gestão do desempenho e os determinantes para a eficácia e eficiência logística inversa

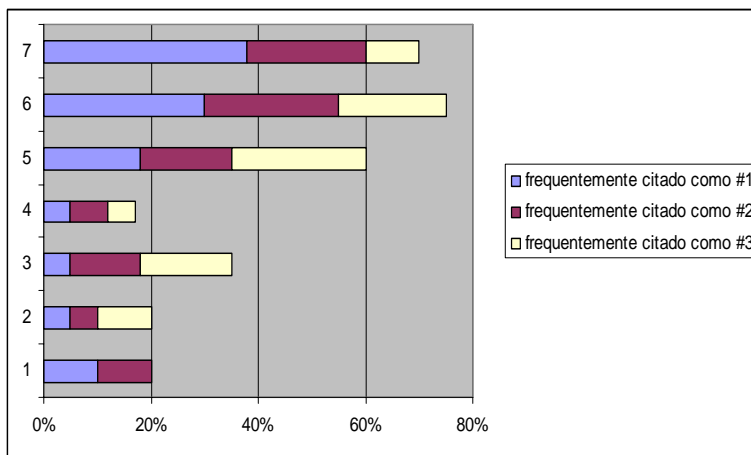
A gestão do desempenho empresarial foi basicamente financeira durante muitos anos. Hoje, porém, modelos como o *Balanced Scorecard* – BSC (Kaplan e Norton, 1996a) pretendem monitorizar a implementação da estratégia traçada para a empresa, promovendo sua reavaliação, a partir de discussões estratégicas, mantendo os indicadores financeiros, mas incluindo também indicadores não-financeiros, unidos de modo a formar um sistema de avaliação mais completo.

Neste sentido, Holmberg (2000) afirma que as empresas que implementaram com sucesso a gestão da cadeia de abastecimento possuem dois objectos em comum. Em primeiro lugar, pensam sobre a cadeia de abastecimento como um todo, ao invés de manterem a visão focalizada internamente. Em segundo lugar perseguem resultados no crescimento da receita, utilização de activos e redução de custos, ou seja, os temas estratégicos. Isto foi evidenciado, entre outros, num estudo realizado pelo INSEAD e pela Universidade de Stanford para a empresa de consultoria Accenture (Accenture, 2003).



Benefícios Financeiros Mais Procurados

1. Reduzir Capital de Giro
2. Elevar Facturamento
3. Reduzir Custos



Drivers Operacionais Mais Relevantes

1. Inovar Serviços
2. Melhorar Qualidade dos Produtos
3. Expandir Canais e Mercados
4. Inovar os Produtos
5. Melhorar Qualidade do Serviço
6. Melhorar Velocidade e Eficiência
7. Reduzir Custos da Cadeia de Abastecimento

Figura 3.1: Resultados da pesquisa: “Supply Chain Leadership and its Contribution to the High-Performance Business”. **Fonte:** Accenture, 2003.

As abordagens que discutem a gestão do desempenho no contexto de cadeias de abastecimento oferecem importantes contributos para a sistemática proposta nesta tese. Entre as propostas, algumas determinam que a empresa defina indicadores para avaliar a sua cadeia de abastecimento de forma isolada, enquanto noutras existe a preocupação em envolver os actores da cadeia na definição da estratégia e dos indicadores de desempenho a serem adoptados. Apesar de toda esta discussão estar normalmente centrada nos sistemas logísticos directos, pois não foi identificado até o momento qualquer trabalho relacionado com sistemas logísticos inversos, todas as questões apresentadas anteriormente são relevantes e serão tratadas na primeira secção (3.1) deste capítulo, procurando expor e discutir algumas abordagens da gestão do desempenho logístico identificadas na literatura.

Ao falar-se de gestão do desempenho, não é possível deixar à parte dois conceitos: eficácia e eficiência. Ambos são componentes do desempenho, os quais são abordados de modos distintos de acordo com o objecto ou disciplina a serem investigados.

De acordo com Harrington (1993) e Neely et al. (1995), a eficácia refere-se à extensão com a qual as saídas dos processos ou subprocessos atingem as necessidades e expectativas dos clientes. Pode-se dizer que eficácia se refere a produzir as “coisas certas”. As organizações devem conhecer as necessidades dos clientes e só então produzir o produto adequado (entenda-se por produto, um bem ou serviço). Para se medir a eficácia de uma organização, devem-se medir os resultados alcançados pelos processos. Ao medir-se o resultado de um processo, pretende-se saber como estes se relacionam com as metas estabelecidas e o que os clientes pensam deles. A abordagem por metas possui certas limitações, a principal é que, mesmo que os resultados sejam satisfatórios, dado o conjunto de padrões estabelecidos pela organização, isto será de pouco valor se os consumidores não necessitarem do produto. Desta maneira, uma melhor avaliação da eficácia é a satisfação dos clientes com o resultado (Kaplan e Norton, 1996b; Vitale et al., 1994).

Eficiência é um indicador de como os recursos são utilizados pela organização (a reutilização do recursos é minimizada e desperdícios são eliminados) para se atingir a eficácia (Harrington, 1993; Neely et al., 1995). Em simples palavras, eficiência é fazer as “coisas da forma certa”. Uma vez que a organização descobriu as necessidades de seus clientes, deve produzir o produto/serviço utilizando o mínimo de recursos possível. De forma a avaliar a eficiência, uma organização deve medir seus processos. Ao se medir um processo, pretende-se descobrir como os recursos estão sendo usados no processo e se algo pode ser feito para melhorar o processo. Ao medir-se um processo com uma certa rotina, é possível implementar ações extras quando (e se) forem necessárias. Medidas típicas sugeridas para medir eficiência são os custos, tempo e qualidade.

Apresentados estes dois conceitos, a segunda parte deste capítulo (secção 3.2) discute os determinantes da eficiência e eficácia logísticas. A primeira subsecção (3.2.1) apresenta os princípios das economias de escala e de *postponement*. Ambos os princípios tem por objectivo o aumento da eficácia e da eficiência logística em termos de redução de custos, melhor utilização dos recursos e aumento da satisfação dos clientes. Portanto, funcionam como determinantes para a eficácia e a eficiência nos sistemas logísticos. Em seguida, para atingir a eficácia e a eficiência em sistemas logísticos, outras questões estratégicas devem também ser abordadas. Pelo exposto anteriormente, foi decidido que a segunda área a ser descrita diz respeito às estratégias logísticas de sistemas ágeis e magros (secção 3.2.2). Finalizando o capítulo são abordadas a gestão, a cooperação e o poder em sistemas inter-organizacionais (secção 3.2.3). Questões como a legislação emergente sobre extensão da responsabilidade dos

produtores tem forçado os actores a cooperarem numa maior extensão da cadeia de abastecimento, neste sentido, a integração de acções passa a ser fundamental para o alcance da eficácia e eficiência dos sistemas logísticos inversos.

3.1 Abordagens para a gestão do desempenho logístico

Apesar da afirmação de vários autores de que há poucos trabalhos que discutam a gestão do desempenho logístico em cadeias de abastecimento, como Beamon (1999), Gunasekaran et al.(2001), e de que há poucas empresas que gerem o desempenho das suas relações com outras organizações (Bowersox e Closs, 2001), o crescimento na frequência com que este tema é abordado na literatura pode ser constatado nas secções seguintes deste trabalho.

Como este trabalho investiga componentes físicos (propriedades dos produtos e estruturas) e a cooperação entre os actores (relacionamentos e estrutura de poder), as abordagens à gestão do desempenho da cadeia de abastecimento são analisadas em relação a três aspectos:

- Estrutura: refere-se à abrangência de cada abordagem e ao foco dado pelos autores, além dos factores relacionados com os objectivos estratégicos e seu relacionamento com os indicadores de desempenho. Em resumo, a estrutura da abordagem diz respeito ao âmbito, definição de objectivos estratégicos e categoria de indicadores de desempenho.
- Envolvimento dos Parceiros: um dos aspectos salientados na literatura é o nível e tipo de relacionamento entre os actores. Este aspecto é importante tanto para a definição de acções como para a avaliação de desempenho da cadeia, já que as empresas deixam de ser percebidas, neste contexto, como entidades isoladas, passando a ser vistas como actores de uma cadeia, cuja competitividade depende do desempenho de todos os membros envolvidos.
- Poder: a forma como os processos são coordenados numa cadeia de abastecimento constitui um dos factores de sucesso. Assim, pretende-se verificar de que modo as abordagens identificadas tratam este aspecto, em termos de responsabilidade pela coordenação e governo da cadeia.

O quadro 3.1 apresenta, resumidamente, as abordagens para a gestão do desempenho em cadeias de abastecimento identificadas na revisão da literatura.

Abordagem/ Autores	Critérios analisados em cada abordagem				
	Estrutura			Envolvimento dos parceiros	Poder
	Âmbito da Proposta	Objectivos estratégicos	Categorias de indicadores		
SCOR, do SCC (2002)	Indicadores de cinco macro-processos: planeamento, aquisição, fabricação, entrega e retorno.	Não menciona.	Relativos aos clientes (confiabilidade, responsabilidade e flexibilidade); e relativos à empresa (custos e activos).	Cada empresa mede o desempenho dos processos que executa, podendo fazer <i>benchmarking</i> com outras.	Não menciona.
ECR do Global Scorecard (2006)	Avaliação de 14 conceitos de melhoria nas áreas de intervenção de Gestão da Procura, Facilitadores, Integradores e Gestão do Abastecimento.	Metodologia de cooperação criada por produtores e retalhistas que passa pelo alinhamento de estratégias conjuntas.	Conjunto de indicadores-padrão de desempenho (KPIs), os quais devem gerar uma ideia sobre o impacto do ECR.	Está implícita a necessidade de envolvimento de ambos os parceiros já que essa é a base do ECR.	Não menciona
Beamon (1999)	Avaliação de aspectos que podem influenciar o desempenho da cadeia de abastecimento.	Devem ser consistentes com as metas da organização.	Recursos; <i>output</i> ; e flexibilidade.	Não menciona.	Não menciona.
Holmberg (2000)	Discute a avaliação de desempenho em cadeias de abastecimento, numa perspectiva sistémica.	Definidos a partir das necessidades dos clientes finais da cadeia.	Não é foco da abordagem.	Deixa implícita a necessidade de envolvimento, mas não menciona qualquer forma de envolvimento.	Afirma que há necessidade de desenvolvimento de relacionamentos de colaboração na cadeia.
Brewer e Speh (2001)	Apresentam um modelo para avaliação de desempenho numa cadeia, que mede os aspectos internos e externos a cada empresa.	Cada empresa define seus objectivos estratégicos para a cadeia. Após, verificam com os demais membros se convergem ou divergem, afinando-se.	Perspectivas do BSC associadas aos objectivos da gestão da cadeia de abastecimento, para definir o que será medido.	Na discussão dos objectivos estratégicos para a cadeia; na definição dos indicadores (as empresas medem os mesmos indicadores); e na discussão dos resultados.	Deve haver colaboração entre as empresas da cadeia. Sugerem a criação de equipas inter-organizacionais, para avaliação de desempenho.

Bowersox e Closs (2001)	No contexto da logística, propõem a utilização de indicadores de desempenho para todas as empresas de uma cadeia – integrados.	Não mencionam, mas dizem que todas as empresas devem ter a mesma percepção do que é importante para a cadeia.	Indicadores de resultado e de diagnóstico, nas categorias: qualidade / satisfação dos clientes; tempo; custos; e activos.	Não mencionam.	Não mencionam.
Lambert e Pohlen (2001)	São avaliadas todas as ligações da cadeia de abastecimento, analisando-se pares de empresas e considerando oito processos-chave.	Metas de uma empresa devem estar alinhadas com as dos outros membros, e todas devem servir de base para a definição de metas da cadeia.	Financeiros (EVA e Demonstração de resultado de cada relação); e não financeiros (indicadores nos oito processos-chave).	Os indicadores são definidos a partir dos processos-chave, e depois de avaliados, são discutidos com os parceiros.	Colaboração com os membros da cadeia para gerar maiores ganhos e economias mútuos e melhorar a sincronização, integração e optimização dos processos de contacto entre as empresas.

Quadro 3.1: Resumo das abordagens para gestão do desempenho no contexto de cadeias de abastecimento.

Algumas abordagens sugerem que o foco da gestão do desempenho deva ser nos processos da cadeia de abastecimento, como é o caso da proposta do *SCOR* do *Supply Chain Council*, *SCC* (2002), do *ECR* e de Lambert e Pohlen (2001). Na definição dos processos, não há concordância de nomenclatura entre todos os trabalhos, mas todos tratam como processos, as etapas do fluxo que ocorrem em uma empresa, desde o planeamento da aquisição até a entrega dos produtos ao cliente ou o retorno.

O *Supply Chain Operations Reference (SCOR)* propõe que todas as empresas avaliem os indicadores para a cadeia e realizem *benchmarking*, para facilitar a procura de melhorias no contexto da cadeia de abastecimento. Bowersox e Closs (2001) também propõem que os indicadores sejam integrados entre os membros de uma cadeia, para que todos tenham a mesma percepção do que é importante e das metas de desempenho a alcançar. Vários outros trabalhos analisados defendem que cada empresa deve avaliar os aspectos importantes para o desempenho da sua cadeia de abastecimento, porém fazendo-o de forma isolada dos demais membros da cadeia. A motivação por trás desta forma de avaliação é que se cada actor desempenhar da melhor forma possível os aspectos identificados como importantes para a cadeia, toda cadeia será beneficiada. No entanto, podem existir objectivos conflitantes entre

os vários membros e, mesmo que todos queiram implementar as melhores práticas, a totalidade da cadeia pode não ser beneficiada com este procedimento.

O *Efficient Consumer Response* (ECR) é uma metodologia de colaboração desenvolvida em 1992 nos Estados Unidos por produtores e retalhistas. O ECR é, segundo Bowersox e Closs (2001), uma “iniciativa da indústria alimentar, que procura estabilizar o fluxo dos produtos e atingir o duplo objectivo de aumentar a rotação dos stocks e reduzir o desperdício”. Para isto, o ECR tem por objectivo a diminuição do tempo e de custos nestas duas etapas de uma cadeia de abastecimento, através de processos e estratégias cujo objectivo é reduzir stocks, satisfazer clientes e estimular o crescimento das vendas.

Em 1995 foi lançado o ECR Board Europe, dois anos depois foi lançado um sistema de medição/avaliação de 14 conceitos de áreas de desenvolvimento do ECR. Para a avaliação do nível de implementação do ECR são propostos indicadores (*scoreboards*) de melhorias com escala de pontuação de 0 a 4 pontos. Os *scoreboards* foram aplicados inicialmente à três processos: gestão da procura, gestão do abastecimento e tecnologias de suporte. A versão actual do ECR divide as tecnologias de suporte em duas áreas de intervenção: facilitadores (*enablers*) e integradores (*integrators*).

A gestão da procura inclui todas as considerações associadas ao conhecimento da procura por produtos e serviços, abrangendo a colaboração na cadeia de abastecimentos nos seguintes campos: optimização do sortido, optimização das promoções, introdução de novos produtos, estabelecimento de infra-estrutura e criação de valor para o consumidor. O lado do abastecimento do ECR enfoca um conjunto integrado de quatro conceitos de melhoria, cada um deles abordando um aspecto diferente da necessidade de uma reposição rápida e eficiente de produtos em toda a cadeia de abastecimento. Pode dizer-se que é a “parte logística” do ECR, cobrindo as áreas de: estratégia de abastecimento e competências; excelência operacional; reposição responsiva e fornecimento orientado para a procura integrada. Os facilitadores (*Enablers*) concentram-se na identificação do produto, na gestão de dados e na capacidade de processamento que são necessários para permitir uma comunicação precisa e a tempo, e o registo do fluxo de mercadorias entre os parceiros comerciais. Os integradores no ECR Scorecard acrescentam conceitos de verdadeira integração à plataforma ECR. Dois conceitos foram definidos, o primeiro é o de Collaborative Planning Forecasting and Replenishment - CPFR (Planeamento, Previsão e Reposição Colaborativos) que é o habilitador definitivo da Reposição Responsiva que se inicia com os parceiros específicos. O

segundo conceito é o E-Business, Business to Business que explora novas maneiras de fazer negócios usando redes públicas padronizadas (Globalscorecard, 2006).

Quanto aos trabalhos que discutem a gestão do desempenho na cadeia de uma perspectiva mais integrada, o de Holmberg (2000) procurou analisar a implicação da falta de pensamento sistémico nos problemas que ocorrem na avaliação de desempenho da cadeia de abastecimento. O autor aborda importantes aspectos que devem ser considerados para evitar os problemas identificados, e utiliza exemplos extraídos dos casos de estudos investigados no seu doutoramento.

Finalmente, as abordagens de Brewer e Speh (2001) e de Lambert e Pohlen (2001) possuem uma perspectiva mais ampla, abordando a necessidade de esforços conjuntos entre membros da cadeia de abastecimento para atingir a melhoria efectiva do desempenho global. Lambert e Pohlen (2001) criticam os indicadores normalmente utilizados pelas empresas e ditos da cadeia, tais como a rotação de stocks. Propõem uma abordagem em que são analisadas as relações de uma empresa com seus fornecedores e clientes, considerando-se pares de organizações. Os indicadores propostos são o Valor Económico Adicionado (*Economic Value Added, EVA*), demonstrações de resultado de cada relação e indicadores não-financeiros para cada um dos processos de negócio da cadeia. Os autores crêem que, pela análise dos relacionamentos entre as empresas, nos processos de negócio, feita pelos membros de uma cadeia, poderão ser identificadas oportunidades de melhoria que beneficiarão todas as empresas e o cliente final.

No trabalho de Lambert e Pohlen (2001), pouca ênfase é dada à definição de indicadores não-financeiros, com maior discussão sobre como construir as demonstrações de resultados dos relacionamentos. Os autores também reconhecem que o modelo pode ser modificado, depois de ser testado num caso real.

Analisando-se especificamente os indicadores propostos pelos autores para avaliação de desempenho de uma cadeia de abastecimento, percebe-se a proposta de indicadores a serem aplicados de forma individual pelas empresas de uma cadeia. Foram identificados, também, indicadores que efectivamente possuem uma perspectiva de cadeia de abastecimento e que podem auxiliar as empresas a avaliar aspectos além das suas fronteiras, passando de um enfoque interno para uma abordagem sistémica dos relacionamentos conjuntos entre duas ou mais empresas.

Nenhuma das abordagens identificadas ao longo da revisão da literatura tem como enfoque os sistemas logísticos inversos. Entretanto, pelo facto dos SLIs possuírem outras influências tais como o cumprimento à legislação, baixos valores dos produtos (algumas vezes até valores negativos) e dispersão dos pontos de recolha, a gestão do desempenho de tais sistemas torna-se ainda mais crítica. Finalmente, um outro facto é que todas as abordagens não levaram em consideração as características dos produtos como factor de influência no desempenho dos sistemas logísticos, o que para os SLIs é relevante, dado que questões como o valor dos produtos e suas propriedades físicas tem impacto considerável sobre a gestão destes sistemas.

3.2 Determinantes para a eficácia e eficiência logística

Como qualquer sistema logístico, os SLIs necessitam de ser eficazes e eficientes. A eficácia e a eficiência logística podem ser abordadas sob várias perspectivas e estarem relacionadas com diversas questões. Nesta secção, os determinantes para a eficácia e eficiência logística serão descritos e discutidos. Como a logística é um tópico vasto e inclui uma ampla quantidade de questões e aspectos, as duas áreas escolhidas para serem investigadas (componentes físicos e cooperação) terão enfoque nos aspectos operacionais. Desta forma, foram escolhidas três áreas a serem a seguir investigadas.

A primeira área inclui dois princípios abordados com uma certa intensidade pela literatura em logística: as economias de escala e o *postponement*. Estes princípios estão associados às estruturas logísticas, as quais apareceram ao longo deste trabalho como questões relevantes para os SLIs. Ambos os princípios tem por objectivo o aumento da eficácia e da eficiência logística (redução de custos, maior utilização dos recursos e aumento da satisfação dos clientes). Portanto, funcionam como determinantes para a eficácia e a eficiência nos sistemas logísticos. As economias de escala e o *postponement* envolvem várias decisões de interesse para a logística, tais como volume e variedade dos produtos, localização de fábricas e armazéns, modularização de produtos e reengenharia de processos. Desta forma, estes princípios também estão associados às propriedades dos produtos, e ao seu impacto no desempenho dos SLIs.

A segunda área aborda a estratégia logística, considerada um ponto determinante para a eficácia e a eficiência dos sistemas logísticos. De acordo com as características dos produtos e mercados podem ser adoptadas diferentes estratégias. Duas estratégias serão descritas, as estratégias “*pull*” e as estratégias “*push*”. Esta problemática foi escolhida por estar relacionada com a forma de gestão dos sistemas logísticos e por possuir um potencial

interesse para as questões do exercício do poder. As estratégias estão associadas com aspectos específicos da estrutura de mercado e também com as propriedades dos produtos.

A terceira secção é focada na cooperação inter-organizacional. A legislação emergente sobre extensão da responsabilidade dos produtores tem forçado os actores a cooperarem numa maior extensão. Neste sentido, a integração de acções passa a ser fundamental para o alcance da eficácia e eficiência dos sistemas logísticos inversos. Se o grau de cooperação e integração é baixo, perde-se eficiência nas interfaces entre os actores, por conseguinte, todo o sistema é prejudicado. Desta forma, a integração, a cooperação, assim como o poder, passam a ser determinantes da eficácia e eficiência logística. Em geral, cooperação diz respeito a integração entre empresas bem como entre funções de uma empresa (Chow et al., 1995). Estes pontos relacionam-se com as estruturas logísticas em termos de relações desenvolvidas, bem como as questões de exercício do poder nos SLIs.

3.2.1 Economias de escala e *postponement*

Ambos os princípios, economias de escala e *postponement*, têm sido em grande parte relacionados com sistemas logísticos directos. Como o principal objectivo deste trabalho é a investigação de SLIs, basicamente os sistemas de recolha e pós-recolha, é possível perceber o sistema de recolha como uma imagem invertida da cadeia de abastecimento (figura 3.2).

O princípio das economias de escala é de especial interesse para a investigação do desempenho dos sistemas logísticos inversos pois o foco nos custos é tanto ou mais relevante do que para a logística directa e para a produção.

De um modo geral, os bens recuperados ou reciclados devem competir em preço com materiais virgens ou produtos novos. Sendo assim, o desenvolvimento de canais inversos com grande enfoque na redução dos custos torna-se necessário para que estes preços se mantenham baixos. A possibilidade de alcançar esta redução passa pelas economias de escala nas etapas de recolha, separação e, especialmente, no transporte. De modo a alcançar estas economias, as empresas envolvidas nos canais inversos devem ter foco no volume de material recolhido e processado. Nesta mesma linha de pensamento, Stock (1998) afirma que as economias de escala, são importantes para a viabilização de programas de logística inversa tanto para uma empresa individual, como para as parcerias entre empresas.

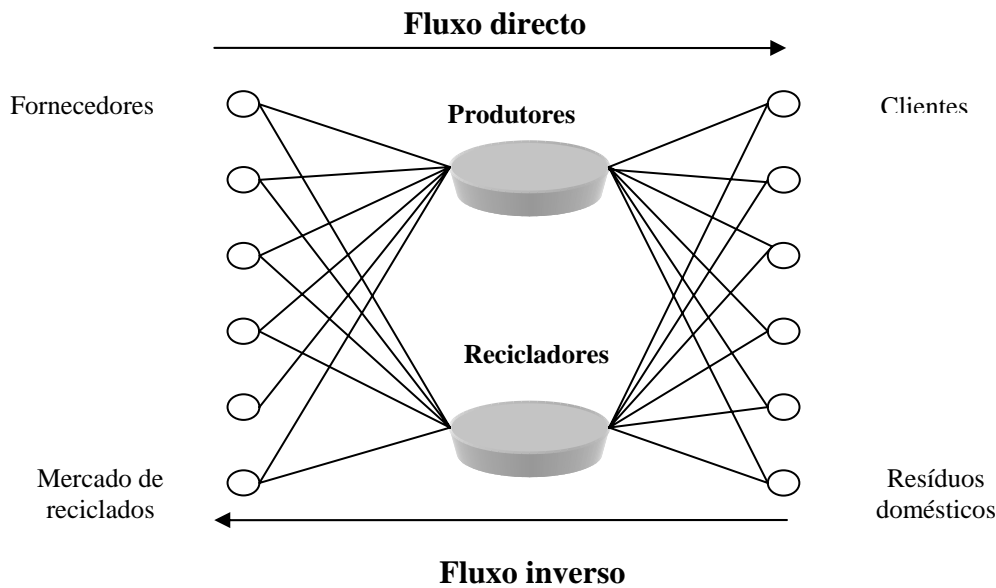


Figura 3.2: Sistemas de recolha, e pós-recolha, como imagem invertida da cadeia de abastecimento. **Fonte:** Jahre, 1995a.

Os custos de transporte são especialmente importantes para discussão das economias de escala. Existe pouca margem no negócio da reciclagem e recuperação de produtos e os custos associados ao transporte são comparativamente altos em relação aos sistemas logísticos directos (Stock, 1998). Com relação à possibilidade de centralizar as operações de reciclagem ou recuperação, o autor afirma ainda que, apesar de tais operações beneficiarem de economias de escala por centralização, os custos de transporte podem subir devido ao aumento das distâncias entre as fontes, processamento e mercado consumidor.

De acordo com Van Hoek (1999), o princípio de *postponement* é de natureza genérica, por ser aplicável a diferentes partes de uma empresa ou cadeia de abastecimento e por estar relacionado a diferentes critérios, tais como forma e tempo. Em resumo, o principal propósito do princípio é reduzir riscos mantendo produtos num único local até o momento em que o pedido seja realizado ou conservando o produto sem diferenciação até o último momento possível. No *postponement*, uma questão essencial é o *trade-off* entre a redução do risco por retardar operações irreversíveis até o ponto no qual a procura dos clientes é conhecida e a redução dos custos através, por exemplo, das economias de escala.

Axelson e Easton (1992) fazem distinção entre transformação e transferência. De acordo com estes autores, o princípio de *postponement* pode ser aplicado tanto à transformação (actividades de produção e montagem) quanto à transferência (actividades de transporte). O tipo de *postponement* associado às actividades de produção e montagem é chamado de

postponement de tempo (outros autores chamam-lhe *postponement* de forma). O associado ao transporte e transferência é chamado de *postponement* de lugar.

O princípio de *postponement* foi aplicado aos SLIs por Jahre (1995b) para o caso dos resíduos domésticos. Neste contexto, *postponement* de tempo foi interpretado como retardar as actividades de separação e processamento dos resíduos recolhidos até o estágio mais tarde possível. Os ganhos são em volume, redução dos custos e oportunidade de realizar a separação e processamento de acordo com a procura existente por fracção de saída. *Postponement* de lugar foi interpretado como não realizar actividades de transferência/transporte de materiais ao longo da cadeia (do consumidor para o centro de transferência, e do centro para a unidade de processamento) até o momento mais tarde possível. Na sua tese de doutoramento, Jahre (1995a) chegou às duas conclusões relacionadas com resíduos domésticos:

- Em áreas de baixa densidade populacional, os programas de reciclagem dos resíduos domésticos devem incluir poucas fracções e a separação deve ser realizada na fonte (especulação), enquanto que
- nas regiões de alta concentração da população, os programas de reciclagem devem incluir várias fracções com a separação dos resíduos realizada em unidades centrais de recuperação (*postponement*).

O primeiro tipo de estrutura resulta em baixos custos e baixos níveis de serviço, enquanto a segunda estrutura atinge alto nível de serviço e mantém os custos reduzidos. Portanto, a escolha do sistema com relação ao princípio adoptado (especulação ou *postponement*) deve ser conduzida pela estrutura do fornecedor.

Jahre (1995a) chegou ainda à conclusão de que, no caso dos SLIs/cadeias inversas, o *postponement* das actividades de separação e processamento (tempo) é muito mais importante do que o *postponement* das actividades de transferência/transporte (lugar).

O Princípio das economias de escala

As economias de escala ocorrem quando o custo unitário baixa com o aumento do volume processado/produzido, ou seja pela maior diluição dos custos fixos. Quando se atingem economias de escala, um aumento dos recursos acarreta um aumento mais do que proporcional dos volumes produzidos/processados (por exemplo, com a duplicação de todos os recursos triplica a produção). Isto resulta num menor consumo de recursos por unidade

produzida e num menor custo unitário. As economias de escala são em grande parte resultado da especialização e da melhor utilização de equipamentos e instalações.

Chandler (1990) descreve economias de escala e economias de âmbito como estreitamente relacionadas com a utilização de recursos. As economias de escala são relacionadas com componentes físicos e investimentos necessários para o alcance do ganho de volume, ou escala. Ainda segundo Chandler (1990), as economias de escala ocorrem dentro de três áreas: produção; marketing e distribuição; e gestão de sistemas.

As economias de âmbito ocorrem quando o custo total para produzir conjuntamente, pelo menos dois produtos/serviços, é menor do que o custo de produção em separado destes mesmos produtos/serviços. De forma similar às economias de escala, as economias de âmbito podem também ser entendidas como reduções nos custos médios derivadas da produção conjunta de bens distintos. Economias de âmbito são complementares às economias de escala. Caso o excesso de capacidade possa ser reduzido através da produção conjunta de dois *outputs* ao invés da produção em separado e isto acarrete na diluição dos custos fixos envolvidos, então existirão economias de âmbito (Banker et al., 1998).

Em termos de sistemas logísticos, a natureza estrutural das economias de escala está relacionada com os aspectos da centralização (Pagh e Cooper, 1998). Na perspectiva de uma empresa focal as estruturas podem ser elaboradas de vários modos, nomeadamente com relação à sua eficácia e eficiência. Segundo Cox et al. (2004), a estrutura logística e de fabricação de uma empresa é determinada pela capacidade anual e pela quantidade e localização de unidades de produção e centros de distribuição. Esta afirmação adiciona duas dimensões às descrições de uma estrutura: a localização dos nós e a capacidade de cada nó. A dimensão capacidade de cada nó conduz ao centro da questão do desempenho (eficácia e eficiência) estrutural, ou seja, às economias de escala.

De acordo com as definições de eficácia e eficiência fornecidas no início deste capítulo, a adopção de estruturas logísticas centralizadas proporciona maior eficiência em termos da utilização do tempo e da capacidade dos canais de distribuição. A eficácia é expressa em termos da melhoria do preço oferecido aos clientes e da maior variedade de produtos, elevando o nível de serviço.

Uma outra possibilidade é obter economias de escala noutras actividades dentro da estrutura logística. Wouters et al. (1999) abordam a rentabilidade dos grossistas na cadeia de abastecimento com relação às economias de escala. Uma coordenação das ordens de

encomenda significa maiores volumes requisitados dos grossistas aos fabricantes. Volumes maiores quase sempre significam preços mais baixos através de descontos e por meio de negociação mais forte. A questão relacionada com a postura de negociação será oportunamente discutida no capítulo 6, quando os aspectos com relação à estrutura de poder serão explorados.

Stock (1998) defende a ideia de que os volumes e as economias de escala são factores de grande importância para a gestão das cadeias de abastecimento, incluindo algumas formas de recuperação de valor, tais como a reciclagem e a valorização energética. Desta forma, ele aponta algumas áreas onde as economias de escala têm grande impacto. Uma destas áreas é a dos transportes, responsável por mais de 25% dos custos de reciclagem (referentes à realidade norte americana), onde altas taxas de utilização da capacidade são importantes para o desempenho dos custos totais. Para o caso de sistemas logísticos inversos, Jahre e Virum (1993) apontam um outro factor para que economias de escala sejam obtidas: a importância da cooperação entre os membros da cadeia de abastecimento (sistemas verticais) nas actividades de recuperação, bem como entre os competidores (sistemas horizontais).

A escolha correcta do nível da escala significa a redução dos custos do sistema logístico, que podem ser traduzidos para os clientes como preços mais baixos e para os membros do sistema logístico como maiores margens de lucro. Ao adoptar-se o nível certo de escala, a utilização dos recursos no sistema logístico pode ser optimizado em todos os estágios da cadeia de abastecimento.

Como os custos são presumivelmente a medida de desempenho mais importante para os SLIs, as economias de escala devem também ser um importante princípio nestes sistemas. No entanto, na revisão bibliográfica várias questões ficaram por responder: como é que as economias de escala podem actuar nestes sistemas? Quais as diferenças em relação ao sistema de recolha e pós-recolha, e também entre as diferentes fracções de produtos? Desta forma, a natureza das economias de escala nos SLIs deve ser melhor explorada.

O princípio de postponement

O conceito de *postponement* foi definido originalmente como o ordenamento de etapas de agregação de valor nos processos de manufactura e de marketing. O conceito propunha que mudanças na forma, identidade ou lugar dos bens ocorressem no último ponto possível nos processos de manufactura e distribuição física. No final dos anos 50, Alderson e Bucklin introduziram o princípio de *postponement* como "...mudanças na forma e identidade que

ocorrem no último estágio possível no canal de *marketing*; e mudanças na localização dos *stocks* que acontecem no último instante possível à entrega do pedido” (Alderson, 1992).

O princípio de *postponement* refere-se tanto à eficácia como à eficiência logística, como definidas anteriormente e faz parte da estratégia mista empurrar-puxar (*push-pull*). O *postponement* procura viabilizar uma combinação óptima da eficácia dos sistemas logísticos, satisfazendo as necessidades dos clientes com maior rapidez e flexibilidade, ao mesmo tempo que permite manter níveis de eficiência elevados (custos unitários relativamente baixos).

Um outro princípio é considerado a antítese do *postponement*, o princípio da especulação (*Principle of Speculation*). Pelo princípio da especulação, a diferenciação do produto nos processos de manufactura e distribuição física deve ocorrer no primeiro momento possível. Os dois princípios são juntamente conhecidos como o princípio de *postponement*-especulação. (Van Hoek, 1999).

Heskett (1977) definiu que atrasar a movimentação do produto seria denominado de “*postponement* de lugar” (*place postponement*), enquanto que atrasar a diferenciação do produto seria chamado de “*postponement* de tempo” (*time postponement*). No final dos anos 80 e início dos anos 90, outros autores (Zinn e Bowersox, 1988; Axelson e Easton, 1992) reforçam e reafirmam o conceito de “*postponement* de lugar” (*place postponement*).

Zinn & Bowersox (1988) expandiram o conceito de *postponement* para a logística e propuseram que o conceito de *postponement* poderia ser separado em cinco diferentes tipos, cada qual com uma estrutura de custos própria. De acordo com estes autores, além de *postponement* de lugar, existem quatro tipos de *postponement* de forma: etiquetagem/rotulagem, embalagem, montagem e manufactura. No *postponement* de etiquetagem, a etiqueta só é afixada uma vez que o produto foi vendido numa marca dentre as diferentes oferecidas pela empresa. No *postponement* de embalagem, o produto só é embalado após este ter sido vendido em um tamanho, quantidade ou tipo particular de embalagem. Da mesma forma, no *postponement* de montagem, os componentes são montados na forma final do produto após o pedido ser recebido. No *postponement* de manufactura, somente uma fracção dos componentes do produto é expedida. Uma vez próximo ao mercado, o produto é então finalizado com a adição de materiais locais.

Num estudo posterior, Bowersox e Closs (1996) definiram que *postponement* de tempo é aquele que envolve o atraso das actividades até que ocorra o recebimento dos pedidos. Já o *postponement* de lugar é aquele que envolve o atraso na movimentação dos produtos da

fábrica para centrais de distribuição até que seja recebido o pedido. O terceiro tipo definido é o *postponement* de forma, que envolve o atraso das actividades que determinam a forma e função do produto até o conhecimento das especificações do produto.

Van Hoek et al. (1998) examinaram a implementação de um tipo de *postponement* de forma, o *postponement* de manufactura. Descrevendo sistemas logísticos em oito casos europeus, os autores identificaram uma série de características operacionais que exercem impacto sobre a implementação de *postponement* de manufactura. Essas são agrupadas em: a) tecnologia e processo; b) produto; c) características de mercado, que apontam para questões de interesse para a implementação de *postponement* de manufactura. Por exemplo, os autores sugerem que empresas com um histórico de autonomia local podem apresentar desafios na implementação de *postponement* devido à resistência das gerências locais. Van Hoek (1999) documentou a expansão das funções dos operadores logísticos ao absorverem actividades resultantes da implementação de *postponement* da manufactura nos sistemas logísticos.

Durante a revisão bibliográfica, percebeu-se que não existe um consenso com relação às diferentes formas de *postponement*. Este trabalho de investigação considera que *postponement* de forma é o mesmo que *postponement* de tempo, pois ambos dizem respeito às actividades de produção e montagem. Portanto, de modo a unificar a nomenclatura, esta tese adoptará os termos *postponement* de lugar e *postponement* de tempo/forma.

Uma empresa que tornou o *postponement* parte de seu *core business*, foi a Benetton, do sector de confecções. Um dos factores de sucesso para esta empresa foi a alteração no processo de tingimento, onde o produto final é tingido ao invés do fio. As preferências pelas cores das colecções são bastante sensíveis às tendências da moda e o sistema de tingir da Benetton permitiu que a escolha das cores fosse levada até os últimos instantes. Através do atraso das actividades de tingir as peças, a empresa alcançou a flexibilidade com relação às mudanças no mix de procura por diferentes peças de confecção. O exemplo da Benetton é o de um *postponement* de forma (ou tempo), que, neste caso, é bem sucedida devido ao alto valor de seus produtos e grandes incertezas na procura.

Com a excepção do trabalho de Jahre (1995b) já referido, *postponement* não é uma abordagem comum na investigação dos SLIs. Acredita-se que seria interessante investigar de forma mais profunda a possibilidade do princípio de *postponement* ser útil para a eficácia e eficiência dos sistemas logísticos inversos.

A adopção do princípio de *postponement* torna-se mais adequada para a fase de pós-recolha dos SLIs, fase na qual os produtos ou fracções de materiais podem ser separados e agrupados em função das procuras identificadas.

Considerações sobre os princípios das economias de escala e de *postponement*

Stern et al. (1996) estabeleceram uma relação entre as vantagens do princípio das economias de escala e de *postponement*-especulação. Os autores afirmaram que um *postponement* amplamente conduzido reduz a possibilidade de grandes economias no volume, o que ocorre para a especulação. Abrahamson (1992) combinou as vantagens relativas de *postponement* e das economias de escala no seu conceito de “estruturas centralizadas de distribuição baseadas no tempo”. A possibilidade de combinação destes dois princípios é baseada no acesso a transporte rápido e visibilidade das informações. Feitzinger e Lee (1997) também direccionam a questão de como alcançar entregas rápidas de produtos customizados em massa ao mesmo tempo em que os custos são reduzidos. De acordo com os autores, um dos pontos para solucionar esse problema consiste na modularização dos produtos.

Um outro ponto que explica como a eficiência pode ser obtida em conjunto com a customização em massa é oferecida por Pagh e Cooper (1998), que fizeram uma distinção entre *postponement*-especulação de manufactura e de logística. No quadro 3.2 as diferentes estratégias para as respectivas funções são combinadas, resultando em determinadas estratégias logísticas.

		Logística	
		Especulação Descentralização dos stocks	Postponement Stocks centralizados e distribuição directa
Manufatura	Especulação Produzir para stocks	Estratégia geral de especulação	Estratégia de <i>postponement</i> logístico (<i>postponement</i> de lugar)
	Postponement Produzir para entrega	Estratégia de <i>postponement</i> de manufactura	Estratégia geral de <i>postponement</i> (lugar e tempo/forma)

Quadro 3.2: A matriz *postponement*-especulação e as estratégias gerais e logísticas. **Fonte:** Adaptado de Pagh e Cooper, 1998.

De acordo com a classificação de Pagh e Cooper (1998), distribuição centralizada baseada no tempo, está posicionada no canto “estratégia de *postponement* logístico”. Fica claro que esta estratégia é semelhante a *postponement* de lugar. Também a estratégia de *postponement* de manufactura corresponde às definições de van Hoek (1999) e Zinn & Bowersox (1988).

Para finalizar, o *postponement* é um princípio, que não foi amplamente identificado na literatura relacionada com logística inversa, ao contrário, as economias de escala são normalmente abordadas. Uma possível explicação é que existe uma forte preocupação com os custos envolvidos em aspectos como a reciclagem. Entretanto, a variedade de produtos (produtos são outputs de qualquer processo de reciclagem) e o nível de serviço ao cliente são considerados menos importantes, por isso, não têm despertado interesse de investigação.

3.2.2 Estratégias “pull”

A decisão sobre quais estratégias logísticas a adoptar diz respeito ao equilíbrio entre o nível de serviço e os custos. De forma a manter o enfoque no cliente, existem duas estratégias a considerar: ser ágil e/ou ser magro. Ambas as estratégias são puxadas (*pull*), ou seja, a compreensão do tempo de resposta, produção e distribuição desde o ponto mais a montante em que a procura é conhecida até o cliente final é precisa e nivelada. As duas estratégias podem ser vistas como complementares, dado que as empresas podem aplicar uma estratégia ágil para certos produtos e uma estratégia magra para outros.

As estratégias *pull* tem como foco a resposta imediata à procura, o que em termos logísticos é chamado de “*Quick Response Logistics- QR*”. A denominação QR é comum para abordagens de gestão da cadeia de abastecimento baseadas na integração das informação ao longo da cadeia desde o ponto de consumo. Para a execução destas estratégias é fundamental a transmissão rápida e precisa da informação sobre a procura aos vários pontos da cadeia desde o ponto de venda.

Bowersox et al. (1999) discutiram os aspectos relacionados com a segmentação de clientes, que significa segmentar a base de clientes de acordo com distintos requisitos logísticos e aplicar diferentes estratégias logísticas para os segmentos definidos. O principal objectivo é atingir o maior nível de satisfação possível dos clientes. As medidas globais de desempenho para a cadeia de abastecimento integrada são: nível de serviço ao cliente, custos, qualidade, produtividade e recursos.

Enquanto determinadas empresas se focalizam totalmente nos aspectos relacionados com o nível de serviço ao cliente, outras estão mais preocupadas com a redução dos custos das suas operações (Bowersox e Closs, 1996). Estas últimas aplicam estratégias de gestão magra, ao contrário das primeiras que adoptaram estratégias ágeis.

Estratégias magras

A expressão “mentalidade magra” (*lean thinking*) foi proposta por Womack et al. (1990) como sendo o oposto de *muda*, a expressão japonesa para desperdício. A mentalidade magra pode ser aplicada a quase todas as áreas, como, por exemplo: concepção de produtos, produção e logística. Os autores explicam o termo “produção magra” ao comparar o produtor magro com o produtor em massa e com o por encomenda:

“O produtor magro, em contraste, combina as vantagens das produções por encomenda e em massa, evitando os altos custos da primeira e a rigidez da última. Para atingir estes fins, os produtores magros empregam equipas de trabalho polivalentes em todos os níveis da organização e, utilizando-se desta alta flexibilidade, aumentam os volumes e a variedade da produção.”

Womack et al. (1990)

O princípio Toyota de produção magra foi inicialmente adoptado dentro da área produtiva de uma única empresa, contudo, logo em seguida, foi estendido aos fornecedores de primeira e segunda linha (Womack et al., 1990), compondo, desta forma, o que actualmente é conhecido como cadeia de abastecimento.

Segundo Jones et al. (1997), logística magra refere-se à eliminação dos desperdícios ocorridos no fluxo gerador de valor, ou seja, no fluxo a jusante da empresa foco. Entretanto no caso da Toyota, a cadeia de abastecimento é composta pelos fornecedores (a montante da empresa). Os sistemas de distribuição no Japão são também descritos como magros, com tempos de entrega curtos para produtos customizados e compostos por estruturas concentradas. Jones et al. (1997) aplicam os princípios Toyota de produção magra para a logística:

“A optimização de cada componente da cadeia de abastecimento isoladamente não conduz à solução de mais baixo custo. De facto, torna-se necessário observar a sequência completa dos eventos, desde a ordem de pedido do cliente até a ordem de aquisição de matéria-prima do produtor, seguindo através de todas as firmas da cadeia, que sucessivamente produzem e entregam os produtos.” (Jones et al., 1997)

Um exemplo de logística magra entre empresas, extraído do caso Toyota, é o caso de pequenos lotes recolhidos de diferentes fornecedores, possibilitando uma frequência de uma ou duas entregas por dia ao fabricante. O oposto seriam entregas de grandes volumes de cada um dos fornecedores com a frequência de uma ou duas vezes por semana (Jones et al., 1997).

A estratégia magra é direccionada à eficiência do sistema, posto que é voltada para a redução dos desperdícios e para o nivelamento do ritmo da produção e das entregas, desta forma, atinge a racionalização dos recursos. Entretanto, o maior objectivo da estratégia magra é ser eficiente e ainda atender às necessidades dos clientes, afectando assim a eficácia do sistema.

Estratégia ágeis

Agilidade refere-se a três capacidades: relevância (a habilidade de manter foco nas necessidades dos clientes); acomodação (a habilidade de dar resposta aos pedidos dos clientes) e flexibilidade (a habilidade de se adaptar à circunstâncias inesperadas). Agilidade diz respeito à qualidade logística, sendo compreendida como uma competência, a qual garante a continuidade da satisfação dos clientes com relação ao tempo (GLRT, 1995).

Relevância e acomodação podem ser vistas como questões associadas à capacidade das empresas em responder de forma imediata aos pedidos dos clientes, flexibilidade refere-se à capacidade de resposta a factores externos ao relacionamento com os clientes. Enquanto relevância diz respeito a compreender o relacionamento com os clientes, de modo a poder ajudá-los de uma forma mais profunda, acomodação está relacionada com a capacidade de resposta às necessidades mais imediatas dos clientes. Flexibilidade é obtida através de *postponement* de acções irreversíveis na cadeia de abastecimento (GLRT, 1995).

Christopher e Towill (2000) definem quatro características fundamentais de uma cadeia de abastecimento ágil:

- Sensibilidade ao mercado (capacidade de perceber e responder à procura real);
- Virtual (baseada em informações e não em stocks físicos);
- Integração de processos (trabalho colaborativo, desenvolvimento conjunto de produtos, sistemas comuns e partilha de informações) e;
- Baseada em redes (em oposição a entidades isoladas).

Um elemento central para alcançar a agilidade é a alta qualidade das relações com os clientes, o que requer uma base racionalizada de fornecedores. Outro requisito é o elevado nível de troca de informações, por último, e talvez o mais importante, é a colaboração (em todos os níveis) entre as organizações. Algumas barreiras para a agilidade residem na complexidade dos produtos, incluindo questões relativas à sua concepção (por exemplo, padronização de componentes), e na variedade dos produtos. Estruturas organizacionais e processos de gestão também causam complexidade, a qual pode ser reduzida através da “quebra dos silos funcionais e reagrupamento através de processos de criação de valor” (Christopher e Towill, 2000). A estratégia ágil é focalizada na eficácia do sistema em termos de satisfação dos clientes, levando também em consideração a dinâmica da procura dos clientes.

Considerações sobre as estratégias ágeis e magras

A adopção das estratégias magra ou ágil requer medidas distintas de desempenho para a cadeia de abastecimento. Líderes de mercado em cadeias de abastecimento ágeis concentram-se no nível de serviço aos clientes, enquanto os líderes de mercado em cadeias de abastecimento magras/eficientes focalizam-se nos custos (Mason-Jones et al., 2000). Aspectos como variedade, variabilidade (previsibilidade) e volume (descritos na figura 3.3) são também determinantes na escolha das estratégias a serem adoptadas (Christopher e Towill, 2000).

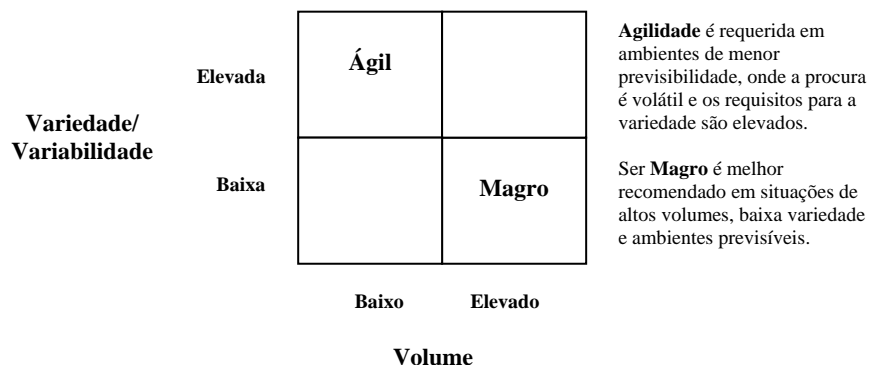


Figura 3.3: Ágil ou Magro. **Fonte:** Christopher e Towill, 2000.

Christopher e Towill (2000) afirmam que existem formas puras das estratégias ágeis e magras, sendo, contudo, mais comum estratégias híbridas (magra e ágil). Em determinadas situações as cadeias de abastecimento assumem um carácter ágil, em outras, tornam-se magras. Estas estratégias híbridas combinam a preocupação com resposta rápida à procura (da agilidade) com a redução dos custos (da estratégia magra).

O foco nos custos adequa-se a sistemas logísticos inversos, dado que os custos nestes sistemas devem ser sempre reduzidos. Neste ponto, é levantada uma questão: será que uma estratégia magra deveria ser aplicada aos SLIs e uma estratégia ágil não? Existe um número de outras questões que tem impacto na abordagem a ser aplicada a estes sistemas. O valor de um produto é um ponto a ser considerado, pois produtos de valor elevado acomodam custos mais altos que os de produtos de baixo valor (Bowersox e Closs, 1996). Normalmente os produtos reciclados são de baixo valor.

3.2.3 Estratégias “push” e “push-pull”

Numa cadeia de abastecimento baseada em estratégias *push* as decisões de produção e distribuição são tomadas para um horizonte temporal mais alargado. As estratégias *push* baseiam-se mais em previsões e menos na procura real dos clientes para determinar os níveis de produção e distribuição. As estratégias *push* são preferidas em situações onde existe baixa incerteza na procura; longo prazo para tomadas de decisão; necessidade de obtenção de economias de escala e foco na redução dos custos. Neste sentido, a correcta previsão da procura tem grande importância.

Contrariamente ao que acontece com as estratégias *pull*, onde é mais difícil obter vantagens das economias de escala, dado que as decisões de produção e distribuição são tomadas em resposta à procura específica dos clientes, as economias de escala estão mais associadas com as estratégias *push*.

As estratégias *push* utilizam duas metodologias de planeamento: o MRP (*Materials Requirements Planning*) e o DRP (*Distribution Requirements Planning*). A primeira (MRP) tem como base a previsão da produção, de modo a antecipar as necessidades materiais e recursos junto da fábrica e dos fornecedores. O DRP é fundamentado nas previsões da procura do ponto de consumo para planear as necessidades de reposição dos stocks ao longo da cadeia de distribuição. Para a execução de estratégias *push* é necessário um correcto planeamento das actividades associado a uma precisa previsão da procura e à movimentação eficaz dos stocks.

No contexto dos SLIs, Fleischman et. al (1997) afirmam que a adopção de uma estratégia *push* significa que os itens retornados são desmontados, reparados ou refabricados no exacto momento em que dão entrada nos armazéns e/ou plantas industriais. Os autores afirmam que a estratégia *push* não deve ser adoptada nos casos onde as taxas de retorno são elevadas, o que conduziria à grandes quantidades de stocks em processo e consequentemente resultaria a custos de manutenção dos stocks elevados.

No caso de determinados SLIs, uma estratégia *push* demonstra-se mais adequada na fase de recolha, dado que o nível de serviço nesta etapa é menos importante que a redução dos custos resultantes das economias de escala (principalmente nos transportes).

De forma a conjugar as vantagens das estratégias *pull* e *push*, existe um tipo de estratégia que combina os aspectos positivos das duas, este tipo é chamado de estratégia *push-pull*. Nas estratégias *push-pull*, alguns estágios da cadeia de abastecimento, nomeadamente os iniciais, são operados de forma *push*, enquanto os seguintes são operadas de modo *pull*.

Numa estratégia *push-pull* combina-se a política “*build to stock*”(produzir para stocks) com “*build to order*”(produzir para encomendas). Isto significa que os componentes em stock são geridos baseados em previsões mas a configuração final dá-se em resposta à procura final. Deste modo, a aquisição e a produção adoptam a estratégia *push*, baseada no baixo grau de incerteza da procura e *lead times* elevados. As etapas de montagem, embalagem e distribuição (entre outras) operam na perspectiva da estratégia *pull*, orientada para a resposta aos pedidos realizados pelos clientes. Como foi anteriormente afirmado, o *postponement* é um exemplo de estratégia *push-pull*. No *postponement*, os produtos e processos de produção são desenvolvidos de modo que as decisões sejam tomadas no tempo mais tarde possível com relação à entrega dos pedidos.

Em resumo, numa estratégia *push-pull*, a fase *push* diz respeito à parte da cadeia de suprimentos onde as previsões de longo prazo tem baixa variabilidade e incerteza. Por outro lado, a fase *pull* é adoptada na parte da cadeia de abastecimento onde a incerteza e a variabilidade são elevadas, por isso as decisões são tomadas com base na resposta às procuras realizadas. Na fase *push* de uma estratégia *push-pull* o foco é na redução dos custos (eficiência), enquanto na fase *pull* o foco é no nível de serviço (eficácia). Evidentemente, a alternativa para a implementação das estratégias *push-pull*, depende de onde será localizada a fronteira *push-pull* numa cadeia de abastecimento (figura 3.4).

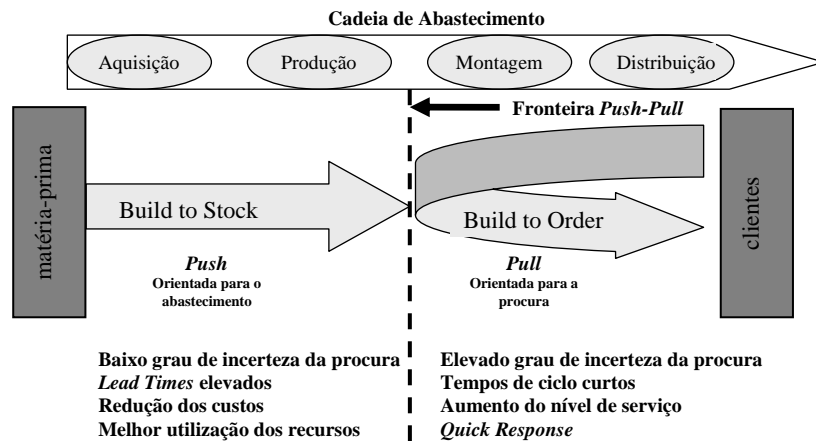


Figura 3.4: Possíveis deslocamentos para a fronteira da estratégia push-pull em função da cadeia de abastecimento.

A melhoria do desempenho de sistemas logísticos passa pela escolha de qual estratégia considerar. As empresas devem identificar a estratégia que permita o aumento da eficiência sem comprometer o nível de serviço (eficácia). Infelizmente estes dois objectivos podem ser conflituosos. De facto, níveis de serviço elevados exigem stocks, o que entra em conflito directo com o objectivo de redução dos custos, nomeadamente os custos associados a manutenção dos stocks. Em situação oposta, o foco na redução dos custos força as empresas a reduzir o nível dos stocks, o que pode conduzir à redução o nível de serviço (Simchi-Levi, 2002).

3.2.4 Integração, cooperação e poder

De uma forma geral, em questões relacionadas com a gestão da cadeia de abastecimento (*Supply Chain Management – SCM*), o grau de integração constitui um factor importante para o bom desempenho destes sistemas. Sendo assim, Cooper e Ellram (1993) afirmam que as cadeias de abastecimento situam-se entre os sistemas cuja integração é completamente vertical e aqueles onde cada membro do canal de distribuição actua de forma inteiramente independente.

Esta secção pretende abordar as questões relativas à dimensão cooperativa da integração de cadeias de abastecimento, desta forma, não serão explorados os pontos relativos às relações formais e contratuais entre as empresas de uma cadeia de abastecimento. Os relacionamentos entre os actores e, especificamente, suas formas de cooperação e integração serão descritas numa fase posterior desta tese. Inicialmente serão apresentados aspectos associados com os relacionamentos verticais e horizontais, em seguida são abordadas as questões direccionadas à

gestão do sistema, nomeadamente a cooperação e o poder em cadeias de abastecimento. No final, serão apresentadas as formas de gestão pelo poder e pela confiança entre os actores.

Os relacionamentos verticais e horizontais

De acordo com o conceito de gestão de cadeia de abastecimento, a coordenação e a cooperação entre os actores são factores importantes para a manutenção dos relacionamentos de longo prazo (Cooper e Ellram, 1993; Cox, 1999; 2004). Cooper e Ellram (1993) afirmam que a cooperação vertical e a coordenação são pré-requisitos para a gestão da cadeia de abastecimento, sendo também relevantes para o seu bom desempenho. A cooperação vertical pode variar no grau de extensão, podendo evoluir a partir do esforço de um único membro da cadeia de abastecimento para uma completa “integração vertical”. Os autores afirmam ainda que a garantia para a integração da cadeia de abastecimento está relacionada com o comprometimento de longo prazo entre os actores.

Outros autores, como Lassar e Zinn (1995) afirmam que a correlação entre a perspectiva de um relacionamento de longo prazo e a eficácia e a eficiência de sistemas logísticos é positiva. No seu trabalho de investigação, estes autores não incluíram a dimensão contratual como medida de uma perspectiva de longo prazo, em contrapartida fizeram referência ao período no qual existiu um comprometimento. Em termos de SLIs, Stock (1998) afirma que:

“Pelo facto de que várias organizações devem estar envolvidas em programas ambientais e de logística inversa, parcerias ou alianças tornam-se necessárias para o alcance dos melhores resultados.” (Stock, 1998)

Quando realizou uma classificação dos relacionamentos dentro da gestão da cadeia de abastecimento, Carmo (2003) abordou os relacionamentos de curto prazo, longo prazo e as *Joint Ventures*. Segundo o autor, os relacionamentos do tipo transacção que não envolvem contratos de longo prazo são considerados demasiados “livres” para a gestão da cadeia de abastecimento, enquanto que as aquisições são muito longas para se enquadrarem em um relacionamento existente na gestão da cadeia de abastecimento.

No que diz respeito à questão de reflectir se os contratos de longo prazo são uma condição necessária para conseguir a eficácia e eficiência que uma plena gestão da cadeia de abastecimento pode proporcionar, Lassar e Zinn (1995) constataram que a qualidade e a eficácia dos relacionamentos nos canais de distribuição não estão relacionadas com a presença de contratos formais. A questão da formalidade dos relacionamentos foi também mencionada,

de forma breve e implícita, na literatura sobre SLIs, por Stock (1998), quando aborda o assunto de alianças e parcerias.

Apesar de ser um tópico relevante, poucos foram os trabalhos que abordaram as questões da relacionamentos horizontais. Segundo Kotler (1988) os relacionamentos horizontais constituem uma das três abordagens de integração adoptadas pelas empresas para atingir elevados volumes de venda. A cooperação horizontal refere-se à cooperação entre sistemas para produtos similares (Gill e Allerheiligen, 1996).

No que diz respeito à logística inversa, só foram identificados dois trabalhos que abordaram esse tipo de relacionamento (ainda assim superficialmente). Stock (1998) sustenta a ideia de cooperação horizontal e vertical como forma de obter volumes suficientemente elevados para que um programa de logística inversa seja rentável. Jahre (1995) aponta para a importância da cooperação na reciclagem, tanto com parceiros (sistemas verticais) do sistema logístico inverso, bem como com competidores (sistemas horizontais).

Cooperação em cadeias de abastecimento

Para que exista cooperação em cadeias de abastecimento/canais de distribuição, é necessário um certo grau de integração. Neste contexto, a integração descreve os estados de adaptação (intensidade e padronização) e de colaboração em cadeias de abastecimento (Chow et al., 1995). Segundo GLRT a integração também pode ser vista como uma competência composta por sete capacidades distintas: unificação da cadeia de abastecimento; tecnologia da informação; partilha de informações; conectividade; padronização; simplificação e disciplina (GLRT, 1995).

Como foi concluído por Bowersox et al. (1999), a questão não é saber se a integração de cadeias de abastecimento deve ou não ocorrer, mas sim, como deve ocorrer. Os autores abordam assuntos que interferem na integração, tais como: consumidores e fornecedores; relacionamentos intra-empresariais e inter-empresariais; tecnologias de informação e integração de sistemas de avaliação de desempenho. Todos estes assuntos contribuem para a compreensão das formas de integração e de como devem ocorrer.

O planeamento de uma cadeia de abastecimento integrada representa maiores dificuldades do que o planeamento de duas únicas empresas, pois as cadeias de abastecimento compreendem um número bem maior de empresas. O estabelecimento de uma visão de longo prazo e de relacionamentos mais aprofundados resultam em integração. Um importante factor de sucesso para a obtenção desta integração, no contexto de cadeias de abastecimento, é a consolidação

de estratégias empresarias compatíveis entre si (Cooper e Ellram, 1993). Entretanto, a forma mais comum de gestão de cadeias de abastecimento é aquela onde um actor dominante exerce a gestão da cadeia e soluciona os conflitos que possam ocorrer (Stock, 1998).

A necessidade de planeamento integrado também é aplicada aos SLIs, porém, concordando com Stock (1998), estes sistemas são normalmente geridos por uma única empresa, sendo assim, raramente ocorre o planeamento integrado da cadeia. Neste contexto, as teorias de gestão da cadeia de abastecimento parecem não representar a realidade, dado que não foram postas em prática numa maior extensão. Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1999), uma excepção ocorre com a indústria de componentes de informática e de electrónicos.

Abrahamsson et al. (1998) discutiram através de um caso de estudo os aspectos relacionados com o controlo de cadeias de abastecimento e canais de distribuição. Foi concluído que uma boa coordenação e controlo dos canais de distribuição resultam da integração de actividades, o que por sua vez é resultado do redesenho de funções ao longo da cadeia e centralização de stocks.

Hertz (1993) descreve a dinâmica da integração e o ciclo de vida dos relacionamentos, afirmando que os relacionamentos se modificam ao longo do tempo. As fases iniciais de um relacionamento são dedicadas ao conhecimento comum; a explorar as possibilidades de uma cooperação benéfica e à construção de um comprometimento. O autor também descreve as diferentes formas de desintegração, as quais podem ser temporárias (resultante de mudanças entre os parceiros) ou definitivas (dissolução do negócio).

Uma cooperação estreita é descrita por Lambert e Cooper (2000) em termos do grau de integração e campos de cooperação. De acordo com estes autores, os aspectos dinâmicos de um processo de integração são pouco descritos e explorados na literatura logística. Ao abordarem esta área, fazem crer que, uma vez estabelecido um processo de integração na cadeia de abastecimento, a única direcção é a consolidação de um relacionamento mais profundo que resultará em cooperação. No entanto, segundo Hertz (1993), os relacionamentos desenvolvidos ao longo do tempo não são lineares mas sim, cíclicos.

Holmberg (2000) afirma que o desenvolvimento de relacionamentos estreitos com fornecedores e clientes nem sempre é a melhor abordagem. O sucesso de uma integração reside no facto das empresas compreenderem que processos dominam e que produtos possuem de forma a decidirem como será iniciada a cooperação com seus parceiros.

Em resumo, podem ser identificadas duas perspectivas, não necessariamente rivais, de integração. A primeira, define um sistema logístico gerido de maneira formal, onde o controlo sobre um determinado número de actores reside no actor com maior poder na cadeia. A segunda, descrita por Hertz (1993), que estudou redes industriais, e por Cooper e Ellram (1993), que investigaram a gestão da cadeia de abastecimento, baseia-se na confiança entre os actores. Segundo esta última abordagem, a confiança é o que constrói relacionamentos de longo prazo, o que se torna um pré-requisito para o alcance da eficiência e eficácia no processo de integração. Contudo, a escolha por um sistema de gestão formal da cadeia de abastecimento não torna exclusiva a opção baseada na confiança, nem esta torna inviável a iniciativa de um único actor exercer o poder de decisão na cadeia de abastecimento, suportado em relações formais.

Poder em cadeias de abastecimento

A questão do poder e sua utilização de forma a obter maior eficácia e eficiência em canais de distribuição e cadeias de abastecimento foi abordada por vários autores. Cooper e Ellram (1993) descrevem o perfil da gestão da cadeia de abastecimentos, mencionando de forma específica a gestão de um sistema logístico pelo poder. Os autores sugerem um modelo de gestão conjunta como uma possibilidade futura, entretanto, não fazem qualquer menção ao conceito de confiança entre os membros da cadeia.

Bowersox e Closs (1996) ressaltam que somente uma empresa deve assumir a liderança do sistema logístico, algo que, segundo estes autores, pode ser alcançado de formas distintas.

“Assim como as organizações individuais necessitam de um líder, também as cadeias de abastecimentos precisam. No momento, nenhuma generalização definitiva pode ser feita com relação a que empresa poderia assumir a responsabilidade da liderança. Em várias situações, firmas específicas são empurradas para uma situação de liderança puramente como um resultado de seu tamanho, poder económico, relação com os clientes ou poder de negociação. Em alguns arranjos de sucesso existe uma clara presença de um poder superior por parte de uma empresa que é reconhecido sob a forma de dependência mútua e respeito por parte dos outros membros da cadeia de abastecimentos. Noutras situações, a liderança parece gravitar em torno da empresa que iniciou o relacionamento.” (Bowersox e Closs, 1996)

Stern et. al (1996) ao investigar em canais de marketing propuseram a seguinte classificação para as bases do poder: Poder por coacção (*coercive power*); Poder por recompensa (*reward power*); Poder pela perícia (*expert power*); Poder por identificação (*identification power*) e Poder por legitimidade.

O poder por legitimidade constitui uma maneira da sociedade exercer regulação sobre os cidadãos e as organizações (Stern et al., 1996). Para efeitos deste trabalho de investigação, o poder por legitimidade da sociedade sobre as empresas e organizações é visto como um importante indutor para consolidar os sistemas logísticos inversos em mercados emergentes, como é o caso dos pneus-resíduo. Assim, esta forma de poder é de particular interesse para esta tese, pois faz referência ao estado dos relacionamentos verticais.

Algumas bases de poder estão indirectamente relacionadas com aspectos como o conhecimento, os recursos e o posicionamento no sistema. O conhecimento é algo que um actor do sistema pode necessitar ou oferecer num processo de troca, podendo ser caracterizado como um recurso intangível. Por outro lado, recursos como equipamentos e materiais podem ser considerados tangíveis. O posicionamento no sistema pode ser relacionado com o poder de tomada de decisão; com o tamanho em termos de volume de transacções e com a proximidade aos clientes. Por fim, o poder por propriedade pode ser resultante do tamanho e da capacidade financeira de um actor. As questões dos recursos e do posicionamento são relevantes para o exercício do poder e controlo do sistema, sendo abordadas a seguir em mais detalhe.

Recursos

No que diz respeito os SLIs, três recursos serão descritos como potenciais bases do poder: competência, sob forma de conhecimento específico em logística e reciclagem e/ou recuperação de produtos; recursos logísticos relacionados com a adopção e utilização de equipamentos e tecnologias logísticas; e acesso à informação e adopção de tecnologias de informação (TI).

Quando as organizações participam de programas conjuntos, como no caso da implementação de programas logísticos inversos, procuram ter acesso a recursos dos quais não dispõem, mesmo que isto signifique uma certa perda de poder e autonomia. O controlo sobre os recursos pode ser alcançado pelo conhecimento e controlo das actividades desempenhadas no sistema. A competência é um assunto que está relacionado com este controlo, pois diz

respeito à propriedade e uso de equipamentos logísticos e das tecnologias de informação (Orssatto, 2001).

A competência como base de poder está relacionada com a autoridade advinda do conhecimento, o que já foi anteriormente exposto. De acordo com Bowersox e Closs (1996), quanto mais especializado for um actor em determinada competência, menor será sua dependência sobre os outros membros do sistema, conseqüentemente poderá obter maior poder dentro do sistema. Prahalad e Hamel (1990) definiram o conceito de competência central (*core competence*) como sendo o modo como se coordenam as diversas capacidades de produção e se integram os fluxos tecnológicos. Os autores definiram competência central em termos da organização do trabalho e criação de valor. Nesta perspectiva, competência central passa pelo envolvimento, a comunicação e o comprometimento profundo de trabalhar através das fronteiras da organização.

Em relação ao objecto de investigação desta tese, os SLIs, os ganhos resultantes da aquisição de competências em programas de retorno e reciclagem de produtos são concebidos como um benefício resultante da formação de parcerias no sistema (Kopicki et al., 1993). As competências de recuperação e reciclagem de produtos, actividades que devem ser desempenhadas de modo eficiente para que não ocorra uma perda de desempenho global do sistema são centrais em SLIs. Para o caso dos circuitos fechados, como o dos plásticos e dos papéis, o especialista em reciclagem torna-se o principal candidato a gestor dos canais inversos. Esta afirmação assenta no facto dos processos de reciclagem serem os responsáveis pela transformação dos processos lineares em processos circulares. Além da reciclagem, uma segunda competência central reside no domínio dos processos logísticos. Pelo que já foi anteriormente argumentado, o desempenho logístico, nomeadamente no que diz respeito aos custos, é de grande relevância para os SLIs.

Além das competências, uma segunda base para o poder reside nos recursos logísticos, os quais são utilizados na movimentação dos bens através do sistema. Neste trabalho, considera-se equipamento logístico todo o item necessário para desempenhar actividades de armazenagem, movimentação, transporte e transferência. Na categoria dos equipamentos logísticos incluem-se também diferentes tipos de contentores (paletes, caixas, grades, etc.) e equipamentos de embalagem. Nos SLIs, são particularmente relevantes os equipamentos de transporte, tais como os veículos de grande capacidade de transporte a longas distâncias e aqueles adaptados para o transporte dos produtos recicláveis.

A utilização de recursos tecnológicos para o manuseamento destes produtos exerce influência sobre o desempenho dos sistemas logísticos inversos, estando relacionados com o aumento da capacidade de transporte e armazenagem; melhoria das actividades de processamento dos materiais; e aumento do nível de serviço. Nos SLIs, a melhoria das condições de acesso às unidades de armazenagem e processamento pode ser um benefício obtido através de parcerias entre actores do sistema, tais como: transportadores, recicladores e operadores logísticos (Kopicki et al. 1993).

Com relação aos recursos logísticos, um candidato natural a exercer o poder na cadeia inversa seria o transportador. Este actor tem no uso e aquisição de equipamentos logísticos sua competência central, tendo fácil acesso aos camiões, empilhadores, contentores diversos e tecnologias para transporte. Os operadores logísticos também poderiam ter o seu poder centrado na gestão de recursos logísticos, pois possuem capacidade de gerir uma vasta rede de recursos de forma racionalizada. Por exemplo utilizando os seus terminais, onde os bens poderiam ser manipulados e separados, tornando os processos de expedição mais eficientes.

O terceiro recurso para as bases do poder é o acesso à informação e às tecnologias de informação (TI), pois é um factor relevante para a integração das actividades de um sistema. A afirmação anterior está de acordo com Dekker e Porras (2005) quando declaram que a visibilidade da informação entre as várias etapas de uma cadeia de abastecimentos é factor fundamental para o seu bom desempenho. Sauvage (2003) afirma que as tecnologias de informação são normalmente consideradas um recurso para a obtenção de vantagens competitivas. A adopção destas tecnologias também é uma ferramenta para exercer o controle e gestão de recursos internos e externos às empresas. Christopher (1997) observa que os desafios das empresas contemporâneas reside em desenvolver o potencial das tecnologias de informação, o que de acordo com o autor permite a fiabilidade das operações logísticas.

A análise das relações inter-organizacionais em termos de potencial tecnológico e de inovação enriqueceram os modelos clássicos de poder que essencialmente abordavam as estratégias das empresas ao longo do contínuo conflito-parceria. Modelos comportamentais e sócio-políticos, quase sempre desenvolvidos no contexto da literatura sobre canais de marketing focalizaram no controle dos relacionamentos de poder. Este controle constitui uma fonte considerável de desafios tecnológicos e económicos (Rosenbloom, 1999). Alter (1999) concluiu que o potencial tecnológico, que é um indicador da capacidade de inovação de uma organização, é uma fonte superior de poder para o desenvolvimento de estratégias logísticas desenvolvidas por operadores logísticos.

Posicionamento no sistema

Um conceito muitas vezes utilizado para descrever o poder em cadeias e canais de distribuição é o de posicionamento. Segundo Lambert et al. (1998) o poder é, de uma forma geral, atribuído ao actor do sistema cujo relacionamento com o consumidor final é mais forte. Em sistemas directos, este poder está normalmente associado ao retalhista (Bowersox e Closs, 1996). Com base no trabalho desenvolvido ao longo desta tese seria possível elaborar a hipótese de que a posição de poder de um actor numa cadeia inversa aumenta ao longo da direcção do fluxo de materiais. Contudo, no caso da reciclagem e recuperação torna-se um pouco complicado descrever quem realmente é o consumidor final e decidir a que actor estará vinculado e conseqüentemente, escolher quem terá a posição de poder. Provavelmente, o consumidor final de um SLI é um produtor de um sistema directo, o que torna o reciclador o candidato a exercer o poder nesse sistema. Uma conclusão que se pode tirar desta reflexão é que nos sistemas logísticos directos o conceito de consumidor final é simples, contrariamente aos sistemas logísticos inversos.

Finalizando, o tamanho de um actor é também relacionado com o posicionamento no sistema e constitui uma potencial base do poder para os sistemas logísticos directos, tal lógica é aplicada aos SLIs. O tamanho está relacionado com o volume de vendas num relacionamento entre dois actores e também com as trocas relativas entre estes actores, por exemplo, o *portfolio* de relacionamentos de uma empresa (Ford et. al, 2003).

Poder vs. confiança em cadeias de abastecimento

Ballou et al. (2000) afirmam que a cooperação num sistema, que em geral é um processo informal, pode ser originada por dois mecanismos: poder e confiança. De acordo com o que já foi anteriormente mencionado, estes dois factores são normalmente vistos como opostos. O poder foi anteriormente descrito na perspectiva de sistemas logísticos e pode ser aplicado por um actor em posição dominante, enquanto a confiança é uma expressão que abrange a firmeza das parcerias centradas na integridade e confiabilidade mútuas.

Ford et al. (2003) relaciona a confiança nas experiências de comprometimento mútuo entre compradores e vendedores. Segundo este autor, a confiança nos canais de marketing é geralmente percebida como uma atitude ou sentimento que um actor tem em relação ao seu parceiro de transacções.

Kumar (1996) concorda com Ballou et al. (2000) quando estabelece uma relação oposta entre o poder e a confiança. O autor afirma que a gestão por confiança cria interdependência por

meio de comprometimento bilateral. Em oposto, uma gestão baseada no poder conduz a uma comunicação unilateral e à criação de uma relação de apreensão nos actores mais fracos.

A posição adoptada nesta tese não compartilha a mesma opinião expressa por Kumar (1996) e Ballou et al. (2000), ou seja, não observa uma relação directamente oposta entre poder e confiança. O foco no tipo de gestão depende do contexto no qual o sistema está inserido, onde a escolha entre o poder e a confiança conduz a resultados diferentes. No entanto, a literatura encontrada baseia-se em conclusões obtidas para cadeias de abastecimento e canais de distribuição para produtos convencionais. Deste modo, há espaço para estudar estes conceitos para produtos recicláveis dentro de SLIs.

A gestão eficiente dos retornos é considerada por Lambert e Cooper (2000) uma grande oportunidade de negócios, podendo gerar projectos inovadores. Existem indicações de que para serem eficientes e eficazes, a logística inversa precisa ser coordenada através de toda a rede e não só por meio do fluxo individual de bens e por uma única empresa (Bernon, 2004). Dado que a reciclagem e a recuperação de produtos gera uma rede complicada de empresas e actores, existe uma grande procura pelo controlo e coordenação do sistema como um todo.

No entanto, devido aos factos relacionados com a dificuldade em gerir sistemas logísticos inversos, Stock (1998) aponta o facto de que a maior parte dos processos logísticos são geridos por um actor individual ou entre poucos actores, raramente através de toda a cadeia de abastecimentos. O autor suporta a ideia de gestão conjunta por meio de parcerias ou alianças nos programas de logística inversa. Isto, entretanto, não é consensual, ou seja, a gestão conjunta não é necessariamente considerada a maneira mais eficaz de gerir um sistema logístico inverso. Um único actor pode ser o elo mais forte da cadeia ou um especialista em recuperação/reciclagem, enquanto a gestão conjunta pode ser mais uma *pool* de organizações.

A cadeia integrada da Xerox é um caso de circuito fechado, tudo dentro do controlo e gestão por uma única firma. O circuito não inclui actividades desempenhadas por seus clientes e fornecedores, sendo todas as actividades situadas em torno da Xerox (Maslennikova e Foley, 2000). Esta abordagem revela menos problemas quando comparado com sistemas que incorporam vários actores, como é caso da reciclagem de veículos em fim de vida estudada por Orssatto (2001).

Em resumo, parece não haver consenso quanto a qual dos modelos conduz a melhores resultados em termos de eficiência e eficácia de cadeias de abastecimento. Devido às questões anteriormente discutidas existe bastante espaço para trabalhos de investigação, nomeadamente

com relação aos SLIs, onde as questões relacionadas com o poder e a confiança foram menos exploradas.

3.2.5 Comentários sobre os determinantes

As secções anteriores procuraram estabelecer uma conexão entre os determinantes para a eficácia e a eficiência logísticas, questões de diferente natureza foram descritas e discutidas. Esta secção procura resumir e categorizar aquelas variáveis consideradas mais relevantes, as quais são interessantes para explorar e analisar os sistemas logísticos inversos.

Inicialmente, foram apresentados os princípios de economias de escala e de *postponement*, os quais necessitam de maior análise com relação à sua adopção para os SLIs. Estes assuntos ainda não foram amplamente estudados com relação aos estes sistemas específicos e, de forma mais particular, necessitam de estudos aplicados. Uma excepção foi a investigação de Jahre (1995a), que apresentou algumas proposições com relação a estes princípios. Apesar da aplicação das economias de escala ser considerada um factor de sucesso para a implantação de programas de logística inversa, sua adopção como estratégia não foi ainda explorada de forma satisfatória (Stock, 1998), opinião também compartilhada nesta tese.

A investigação de Jahre (1995a) foi relacionada com os resíduos domésticos, sendo que neste trabalho de investigação se procurará trazer novos contributos, utilizando como objecto de investigação o pneu-resíduo. Os princípios das economias de escala e *postponement* serão investigados como determinantes para a eficácia e eficiência dos SLIs. Foi decidido abordar estes princípios no que diz respeito às estruturas logísticas, sendo assim, encontram-se no grupo dos componentes físicos.

Com relação às estratégias ágeis e magras, através de sua comparação, surgem algumas questões relevantes para a eficácia e eficiência dos SLIs. Jones et al. (1997) descreveram estruturas de abastecimento para entregas *Just in Time* como formas de estratégia magra. Estruturas semelhantes podem ser associadas à recolha de produtos em fim de vida, como foram descritas por Jahre (1995b). No contexto desta tese, as estruturas para a recolha de produtos em fim de vida, são uma questão relacionada ao tópico das estruturas físicas e também constituem um problema de como uma estratégia de economias de escala pode contribuir com esquemas de recolha. Portanto, serão exploradas como uma questão estrutural dentro dos componentes físicos.

Foram discutidas duas formas de relacionamento, as quais, quanto à sua estrutura, são classificadas como cooperação vertical e horizontal. Outros trabalhos, tais como o de Jahre e

Virum (1993), discutiram estas formas de cooperação como possibilidades para obter sistemas logísticos inversos eficazes e eficientes. Nesta tese serão inseridas no contexto da cooperação entre os actores, portanto, pretende-se investigar a maneira como estas formas de relacionamento elevam a eficácia e a eficiência dos SLIs.

Os relacionamentos mais profundos constituem requisitos para atingir a integração de cadeias de abastecimento (GLRT, 1995). O nível de profundidade de um relacionamento pode ser caracterizado segundo determinadas dimensões, entre as quais, o grau de adaptação entre os actores (Johnsson,1998). Para a construção de relacionamentos profundos em cadeias de abastecimento, é necessária a existência de cooperação a longo prazo (Cooper e Ellram, 1993).

O comprometimento de longo prazo foi descrito na secção como sendo um factor importante para o desempenho dos SLIs. Os sistemas logísticos inversos podem ser geridos com base numa relação de comprometimento mútuo, centrado num relacionamento de confiança ou numa relação de poder concentrado num actor mais forte. Ressalte-se que uma gestão conjunta baseada na confiança entre os actores só é sustentável até o ponto em que todos estão satisfeitos. Na gestão pelo poder de um único actor, a manutenção dos relacionamentos é dependente da vontade deste actor em dar-lhe continuidade. Nesta tese, os aspectos de poder e confiança serão abordados com relação à estrutura de poder nos SLIs, inserida no contexto da cooperação entre os actores.

Capítulo 4

Abordagem científica e metodologia de investigação

Os resultados de um trabalho de investigação podem assumir formas distintas, dependendo em grande parte de como a investigação foi concebida e conduzida. A qualidade de uma investigação está relacionada com a escolha do método e tipo de análise. O método escolhido para responder às perguntas de uma investigação deve ser pensado de forma a se ajustar ao objectivo da investigação e ao problema abordado. Adicionalmente, a concepção global de uma investigação também depende da perspectiva tomada em relação ao objecto investigado e dos conceitos e conhecimentos do investigador.

Assim, torna-se importante que os fundamentos deste trabalho de investigação, as premissas nas quais as conclusões foram construídas e os métodos adoptados sejam apresentados de forma clara. Deste modo, a primeira secção (4.1) deste capítulo fornece uma descrição da abordagem científica escolhida para esta investigação, incluindo uma descrição das perspectivas pelas quais os SLI são estudados. A segunda secção (4.2) descreve a metodologia adoptada, descrevendo o processo de estabelecimento do estado da arte e recolha de dados, assim como a opção pela adopção dos casos de estudo para esta tese. A secção 4.3 descreve os casos de estudo adoptados nesta tese. Em seguida, a secção 4.4 descreve o processo de realização das entrevistas, cuja análise será realizada ao longo dos capítulos 5 e 6. Na secção

4.5, é apresentado mais uma fonte de dados, que foi o inquérito aplicado às empresas do sector de aproveitamento do pneus-resíduo no Brasil. Por fim, a secção 4.6 encerra com resumos e conclusões do capítulo.

4.1 Perspectiva adoptada

Como foi afirmado no primeiro capítulo, o objectivo geral desta tese é:

Descrever e analisar como os componentes físicos e a cooperação entre os actores podem influenciar a eficácia e a eficiência dos sistemas logísticos inversos (SLIs).

De forma a alcançar este propósito, os componentes físicos e a cooperação entre os actores serão investigados no contexto dos sistemas logísticos inversos (SLIs). Os componentes físicos são descritos de uma forma objectiva, pois representam algo de concreto que dentro de um sistema logístico pode ser objecto de acordo entre os vários actores. A cooperação entre os actores é de natureza mais abstracta. Por ter um carácter mais abstracto, os dados relacionados com a cooperação entre os actores devem ser descritos e discutidos através da compreensão de quem os fornece.

A natureza interdisciplinar deste trabalho de investigação justifica a adopção de uma abordagem sistémica. Nos capítulos anteriores foram apresentadas questões relacionadas com os SLIs, o posicionamento adoptado foi a de um observador externo ao sistema. Uma outra opção seria adquirir a perspectiva de um actor do sistema, o que não foi escolhido posto que o principal interesse deste trabalho é abordar o desempenho global do sistema.

Delinear um objecto de estudo em termos sistémicos é uma prática de investigação corrente em logística. Esta abordagem sistémica pode ser encontrada em várias obras tais como Bowersox e Closs (1996), Coyle (1996), Lambert et al. (1998b) e Ballou (2000). Ao realizarem uma análise dos trabalhos de investigações em logística, Kent e Flint (1997) afirmaram que os anos 70 foram o período em que a abordagem sistémica se tornou prática comum entre os investigadores. Segundo estes autores, em 1971, Christopher promoveu o uso da abordagem sistémica nas investigações em logística, como forma de superar os problemas relacionados com a integração entre organizações.

Existem várias definições sobre o conceito de sistemas, muitas das quais são bastante semelhantes. Abnor e Bjerke (1997) exploram vários aspectos relacionados com a definição ou descrição de um sistema, incluindo as metas do sistema e medidas de desempenho; o ambiente do sistema; os recursos; os componentes de um sistema (actividades, objectivos e

medidas de desempenho) e; por fim, a gestão do sistema. Alguns autores da área da teoria dos sistemas não oferecem uma definição formal do conceito de sistemas (Senge, 1990; Miles e Huberman, 1994; Merriam, 1998). O foco actual da teoria é na forma como os sistemas são organizados internamente e como se relacionam com o ambiente externo, ou seja, os sistemas como aproximações às organizações. Uma definição de sistemas é fornecida por Van Gigch (1991):

“Um sistema é um grupo ou conjunto de elementos relacionados. Os elementos de um sistema podem ser conceitos, neste caso trata-se de um sistema conceptual. Uma língua é um exemplo de sistema conceptual. Os elementos de um sistema podem ser objectos, tais como os componentes de uma máquina dactilográfica. Os elementos de um sistema podem ser sujeitos, como os jogadores de uma equipa de futebol. Finalmente, um sistema pode ser composto por conceitos, objectos e sujeitos, tal como num sistema homem-máquina compreendendo os três elementos.” (Van Gigch, 1991)

A perspectiva holística de um problema, em oposição a uma visão fragmentada, é uma condição básica para a abordagem sistémica. A noção de holismo e a intersecção entre partes é mencionada por Capra (2002). De acordo com este autor a perspectiva holística é necessária para o estudo de fenómenos ou sistemas complexos. Senge (1990) afirma que holismo pode ser interpretado como a capacidade de vislumbrar a plenitude. Quando um sistema é investigado, seus subsistemas e interconexões devem ser descritos e compreendidos de forma a ser obtida uma percepção completa. Compreender um sistema inter-organizacional significa perceber os diferentes actores neste sistema e as ligações existentes entre si. No que diz respeito aos sistemas logísticos inversos (SLIs), Pohlen e Farris (1992) afirmam que canais específicos (para produtos recicláveis) podem ser melhor compreendidos através da análise das funções específicas desempenhadas por cada membro durante o fluxo inverso de materiais. Ao longo do processo de investigação foram recolhidas informações de diferentes actores de forma a capturar as suas percepções e opiniões sobre o objecto de estudo da tese, os SLIs. Em algumas situações, as informações, percepções e opiniões estavam relacionadas com os componentes físicos, representando factos mais concretos. Noutras situações, as opiniões e interpretações diziam respeito a aspectos mais intangíveis, descritos na tese como atitude cooperativa, ou cooperação entre os actores. Abnor e Bjerke (1997) referem-se à análise composta por actores e suas impressões como uma síntese do sistema (*system synthesis*).

4. 2 Metodologia de investigação

De acordo com Morgan (1980), académicos da área de organizações tentam compreender a sua própria matéria de investigação a partir de uma estrutura de referência, a qual se baseia em determinadas suposições que são tomadas como certas. A visão deste autor é a de que uma determinada investigação toma como base alguma escola de pensamento, a qual está incluída na área de abrangência de um paradigma. Concebendo este como uma visão implícita ou explícita da realidade, mostra que a teoria social e a organizacional podem ser analisadas a partir de quatro paradigmas distintos: o funcionalista, o interpretativista, o humanista radical e o estruturalista radical.

Dentre as diferentes visões de mundo mencionadas, explica-se que esta investigação está posicionada no paradigma interpretativista, o qual se fundamenta na visão de que os acontecimentos na realidade social não existem em qualquer sentido concreto, mas equivalem ao produto das experiências subjectivas e interpretativas das pessoas. A sociedade é concebida a partir da perspectiva do participante em acção e não do observador. Seguindo essa orientação, procura-se compreender o processo pelo qual as múltiplas realidades compartilhadas são construídas, mantidas e modificadas. A ciência é concebida como uma rede de jogos de linguagem, baseados em conceitos e regras subjectivamente determinados, que os profissionais da ciência criam e seguem (Strauss e Corbin, 1998).

Partindo de uma visão subjectiva da realidade, o trabalho de investigação proposto segue as orientações da investigação qualitativa. Esta, conforme Potter (1996), não é um conjunto particular de técnicas, mas uma abordagem proposta para o estudo de fenómenos sociais. Segundo Merriam (1998), a suposição filosófica em que todos os tipos de investigação qualitativa estão baseados é a visão de que a realidade é construída por indivíduos interagindo com seus mundos sociais. A autora acrescenta que investigadores que seguem essa orientação estão interessados em entender os significados construídos pelas pessoas, ou seja, compreender como os indivíduos entendem o seu mundo e as experiências que vivem. Desenvolvendo esta investigação, tomou-se como base a ideia de que os indivíduos constróem, socialmente, interpretações diversas acerca da realidade social. Tornou-se necessário, portanto, a jornada ao campo prático procurando captar o fenómeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas.

Contrastando com a investigação quantitativa, a qual toma um fenómeno para analisar os seus componentes, dando origem às variáveis do estudo, a investigação qualitativa procura

clarificar como todas as partes operam para formar um todo. Nesta abordagem, o investigador constitui o principal instrumento de recolha e análise de dados. De um modo geral um estudo qualitativo é bastante descritivo, sendo desenvolvido pelo facto das teorias existentes não serem suficientes para explicar adequadamente o fenómeno em questão. O objectivo de um estudo qualitativo não é testar teorias. Portanto, não há hipóteses para serem deduzidas da teoria.

O investigador que conduz um estudo qualitativo segue uma estratégia indutiva de investigação, não procurando dados que provem ou neguem hipóteses que foram formuladas anteriormente ao início da investigação (Taylor e Bogdan, 1984; Strauss e Corbin, 1998; Merriam, 1998). Na investigação qualitativa, não se procuram dados que se ajustem à teoria, pelo contrário, desenvolve-se uma teoria que pretende explicar os dados.

Miles e Huberman (1994) registam que, normalmente, os dados qualitativos se apresentam na forma de palavras e não de números. Os relatórios de investigações qualitativas frequentemente apresentam citações dos participantes. Normalmente, os resultados desse tipo de estudo estão na forma de temas, categorias, tipologias, conceitos, hipóteses provisórias e até teoria que tenha sido indutivamente derivada dos dados. Vale a pena salientar que os trabalhos de investigação que seguem essa orientação possuem um projecto emergente e amostras intencionais (Merriam, 1998).

Os investigadores que conduzem estudos qualitativos são flexíveis e empregam métodos humanistas de investigação (Taylor e Bogdan, 1984). Pretendem chegar a um acordo sobre os significados atribuídos pelos actores, de forma variada, aos contextos e acontecimentos de suas vidas. Na abordagem humanista, a descrição dos acontecimentos sociais constitui etapa fundamental do trabalho de análise dos dados. Hughes (1980) reforça esta posição, afirmando que o ponto de partida para a investigação empírica da ciência social é a observação daquilo que os membros de uma sociedade realizam ou realizaram, onde a descrição do fenómeno é uma parte essencial da observação. A ideia é que as acções sociais e sua descrição são conceptualmente interligadas, informando-se mutuamente.

A posição adoptada nesta tese é que uma descrição é sempre sensível ao contexto, selectiva e incompleta, sendo, portanto, revogável. Uma descrição nunca esgota tudo o que pode ser dito a respeito de uma acção, pessoa, objecto ou acontecimento. Em princípio, é possível argumentar-se contra uma determinada descrição, ressaltando-se outras características da situação em questão. Além disso, ao executar a tarefa de descrição, o investigador possui um

propósito e prioriza o que considera importante em relação ao fenómeno investigado (Strauss e Corbin, 1998).

Merriam (1998) afirma que o projecto de um estudo qualitativo é emergente. Ou seja, normalmente, o investigador não sabe previamente todos os actores a serem entrevistadas e nem todas as perguntas que serão realizadas. Com base na sua intuição o investigador dirige as suas atenções para certos segmentos de dados.

4.2.1 Estabelecimento do estado da arte

Estabelecer o que realmente já é conhecido é um procedimento básico para qualquer trabalho de investigação, não somente para evitar desperdício de recursos, mas também para evitar a repetição do que já foi anteriormente estudado. A definição do estado da arte torna-se necessária para a identificação das perguntas da investigação. A logística é uma disciplina cuja investigação é de carácter aplicado e que passa por constantes mudanças, o que enfatiza a necessidade de ter uma visão actualizada dos fenómenos que ocorrem no mundo real. O tipo de questão feita de forma a abordar este fenómeno, influencia em grande parte a abordagem adoptada para solucionar o problema e, conseqüentemente, os métodos e ferramentas utilizados.

Uma extensa revisão da literatura foi conduzida com o objectivo de estabelecer o estado da arte do conhecimento. A revisão da literatura abordou em um primeiro momento conceitos teóricos relacionados com logística inversa e avaliação de desempenho. Em paralelo à pesquisa de artigos, foram revistos livros e teses de doutoramento que delineavam esses temas.

Um problema com artigos e teses de doutoramento deve-se ao facto de que ao serem publicados, já se passaram vários anos desde que a investigação foi conduzida. Desta forma, foi necessário encontrar um “atalho” de forma a perceber a ocorrência dos factos em tempo real. Portanto, ao início do projecto de doutoramento (primavera de 2002) foi estabelecido contacto com um grupo de investigação europeu em logística inversa REVLOG (<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>). A ligação com o grupo foi satisfatória, dado que já investigavam vários temas da logística inversa, tendo desenvolvido uma série de trabalhos, tais como: casos de estudo, artigos, relatórios técnicos, teses e livros.

Após o levantamento do estado da arte, o qual foi descrito nos capítulos 2 e 3 desta tese, passou-se à etapa de definição de uma estrutura teórica que daria suporte à tese. Esta estrutura procurou abordar áreas com impacto na eficácia e eficiência logísticas. Destas áreas surgiram as perguntas da investigação relacionadas com os componentes físicos (propriedades dos

produtos e estruturas físicas) e com os aspectos da cooperação entre os actores (relacionamento e exercício do poder).

As questões relacionadas com os componentes físicos (propriedades dos produtos e estruturas) têm suporte teórico em literatura focalizada em manipulação e características de produtos. Literatura mais geral em estruturas físicas também fornece suporte a este grupo de questões. A cooperação entre os actores encontra suporte teórico na literatura sobre organizações. Além desta literatura, os aspectos da cooperação estão estreitamente relacionados com as teorias do marketing, canais de distribuição e gestão da cadeia de abastecimento. Adicionalmente, todas as questões abordadas são suportadas por literatura mais específica encontrada em logística inversa e reciclagem.

4.2.2 Adopção de casos de estudo

O estudo de casos constitui uma estratégia de investigação de fácil compreensão, indo além de uma simples opção de recolha de dados. A opção pelo estudo de casos deve ser adoptada quando as perguntas “como” e “porquê” são feitas sobre um conjunto de eventos contemporâneos sobre os quais o investigador possui pouco ou nenhum controlo (Yin, 1994).

Merriam (1998) adiciona às afirmações anteriores que o objectivo geral dos casos de estudo é facilitar a compreensão mais profunda de um fenómeno por meio de uma rica descrição dos factos baseada em uma perspectiva holística. Este método procura descrever os factos e processos que ocorrem dentro de uma realidade, fornecendo uma descrição global e não de episódios desta realidade. Segundo este autor, os casos de estudo são uma escolha adequada quando a investigação é centrada num sistema específico e bem definido, desta forma, adequa-se aos sistemas logísticos inversos investigados nesta tese. Uma outra razão para a opção por casos de estudo é facto da metodologia escolhida para esta investigação ser qualitativa, a qual inclui a maior quantidade possível de variáveis, em contraste com as metodologias experimentais (de carácter quantitativo), que são hipotético-dedutivas, reduzindo a quantidade de variáveis a serem investigadas de forma a testarem as hipóteses previamente estabelecidas.

A investigação logística é uma ciência aplicada e uma de suas principais contribuições é a melhoria de sistemas já existentes. A oportunidade disponibilizada pelos casos de estudo de investigar os SLIs em detalhe é, desta forma, de grande importância. Mais uma vez, justifica-se a escolha deste método como a principal fonte de dados empíricos.

Uma forte razão para a construção de casos de estudo é a existência, ou acesso, a vários objectos a serem estudados. Apesar de ser conveniente a utilização da maior quantidade possível de dados, a condução de múltiplos casos de estudo requer amplos recursos que em geral estão além da capacidade de um único investigador (Yin, 1994).

Os casos podem ser escolhidos de maneiras diferentes, contudo a selecção não deve, de acordo com Yin (1994), ter como base uma estratégia de amostragem. Em contrapartida, uma estratégia de replicação, significando que os casos devem ser seleccionados de modo a proporcionar resultados similares (lógica de replicação literal) ou resultados contrastantes por razões previsíveis (lógica da replicação teórica).

Como mencionado por Lewis (1998), “a análise dos casos de estudo existentes oferece meios potencialmente mais efectivos e eficientes para a comparação entre a teoria e a prática da logística inversa”. Desta forma, objectivou-se uma forma de identificar as lacunas do conhecimento existentes na abordagem deste campo de investigação.

4.2.3 Recolha de dados

De acordo com Merriam (1998), dados são fragmentos de informações que o investigador encontra no ambiente. Os dados qualitativos envolvem expressões de actores a respeito de suas opiniões e experiências, observações do investigador e documentos recolhidos. Miles e Huberman (1994) ressaltam que, na actividade de recolha de dados, o investigador ao desenvolver um estudo qualitativo se centra em factos ordinários, os quais ocorrem no meio natural das pessoas. Ao conduzir uma investigação deste tipo, o investigador aproxima-se do contexto estudado na intenção de a realidade apresentada. É importante enfatizar que os estudos qualitativos possibilitam descrições mais intensas acerca do fenómeno investigado (Taylor e Bogdan, 1984; Miles e Huberman, 1994; Merriam, 1998).

Wolcott (1992) destaca que as técnicas de recolha de dados de estudos qualitativos podem ser resumidas em três tipos de actividade, identificadas por: observação, pergunta e revisão. Estes termos, de forma mais aprimorada, equivalem às alternativas que um investigador pode utilizar num estudo qualitativo na etapa de recolha de dados: entrevistas, observação e análise de documentos. Nesta tese, todas estas opções foram adoptadas.

Definido o estado da arte, partiu-se para a fase de recolha de evidências através de entrevistas com especialistas e estudo da experiência piloto envolvendo aproveitamento energético de pneus-resíduo realizada pela empresa de recauchutagem Nortenha. Esta etapa resultou no 1º conjunto de dados, o qual foi bastante importante para a delimitação do objectivo geral e

definição das questões de investigação. Além das questões anteriores, o 1º conjunto de dados forneceu recursos para a definição dos dois casos de estudo que serviram de base para a investigação (2º e 3º conjuntos de dados).

Em paralelo aos casos de estudo foi iniciado um projecto (projecto asfalto-borracha) cujo principal objectivo era, através das evidências recolhidas nos casos de estudo, desenhar e implementar um sistema logístico inverso para pneus-resíduo (4º conjunto de dados). Este projecto forneceu informações importantes sobre os factores que influenciavam a eficiência e a eficácia dos SLIs para pneus-resíduo. Permitiu ainda identificar questões que não haviam inicialmente sido definidas nesta investigação (tal como o impacto da densidade demográfica em SLIs). Infelizmente, este projecto foi interrompido durante o trabalho de investigação e, desse modo, não pôde ser utilizado como análise para esta tese. Finalmente foi elaborado e aplicado um inquérito ao mercado de reciclagem de pneus-resíduo brasileiro (5º conjunto de dados).

Em resumo, as informações para a construção desta tese são resultantes de cinco conjuntos de dados. Dos quais foram seleccionados dois casos de estudo (2º e 3º conjunto de dados) e um inquérito aplicado a 14 empresas (universo) do sector de reciclagem de pneus-resíduo para serem desenvolvidos na tese. Os dados destes cinco conjuntos foram recolhidos de formas diferentes, além do que, são de natureza distinta. A triangulação de métodos de recolha é uma forma de garantir a confiabilidade de estudos qualitativos como este (Merriam, 1998). Nesta tese, as ferramentas tais como, entrevistas, inquéritos e observações são combinadas de forma a garantir um elevado grau de confiabilidade. Em seguida, as formas de recolha dos dados são descritas, procurando-se estabelecer uma relação entre os cinco conjuntos de dados quanto às suas características e processos de recolha.

4. 3 Casos de estudo adoptados nesta tese

A investigação apresentada nesta tese inclui dois casos de estudo, realizados em Portugal e no Brasil. Apesar de tratarem de um mesmo aspecto, sistemas logísticos inversos para pneus-resíduo, os casos abordam realidades distintas e foram também realizados em períodos diferentes.

Ambos os casos seguem a mesma lógica da recolha de dados. Foram realizadas observações estruturadas e não estruturadas, bem como entrevistas com os actores envolvidos no sistema de forma a obter respostas às perguntas da investigação. Além das entrevistas, constituíram também dados primários fotos e notas de observações. Os dados secundários utilizados foram

basicamente informações impressas das empresas e documentos internos para outros propósitos (volumes processados, volumes transportados, etc.). A seguir, são apresentados em maior detalhe.

Caso 1: “Sociedade de Gestão de Pneus - Valorpneu”

Este caso de estudo teve início em Janeiro de 2004 e foi finalizado em Julho do mesmo ano. Este caso de estudo procurou descrever o sistema de gestão de pneus em final de vida implantado em Portugal. Este sistema é basicamente constituído por uma entidade (Valorpneu) que centraliza a gestão; por uma rede de recolhedores de pneus-resíduo, por um reciclador (Recipneu) e por um cliente final (Recipav). A figura 4.3 apresenta uma descrição deste sistema com a apresentação dos actores envolvidos. Todos estes actores e seus papéis dentro do sistema serão descritos em seguida.

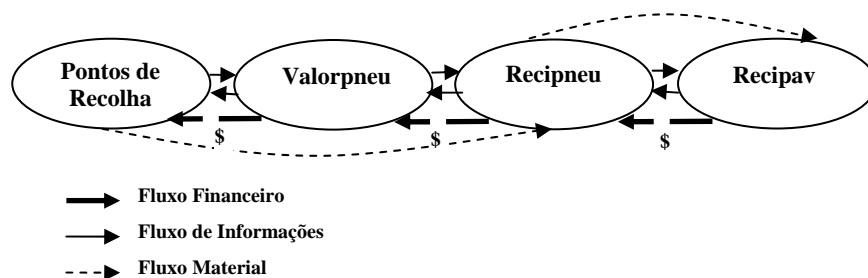


Figura 4.1: O sistema logístico inverso da Valorpneu.

Valorpneu

A Valorpneu funciona como reguladora do sistema, ou seja, controlando as quantidades de pneus recebidos (entregues pelos pontos de recolha) em função das necessidades das empresas recicladoras (Recipneu e Recipav). A empresa remunera (ecovalor) pelos pneus recebidos (tabela 4.1), em contrapartida é remunerada pelas empresas recicladoras. Infelizmente o valor pago pelas recicladoras não foi fornecido pela empresa.

Categorias de Pneus	Euros/Pneu
Passageiros	0,80
Off Road	1,79
Comerciais	1,44
Pesados	7,18
Agrícolas	1,71
Industriais (8" a 15")	3,10
Maciços	3,72
Eng ^a Civil (< 24")	7,14
Eng ^a Civil (> = 24")	40,13
Motos	0,56
Aeronaves	0,80

Tabela 4.1: Valores monetários remunerados pelos pneus recebidos. **Fonte:** Valorpneu, 2005.

Até 2007, a Valorpneu deverá dar cumprimento às metas definidas, para que se proceda à recolha de pelo menos 95% dos pneus usados gerados anualmente, à recauchutagem de pelo menos 30% e valorização da totalidade dos pneus recolhidos e não recauchutados, dos quais a reciclagem deverá representar, pelo menos, 65% (Valorpneu, 2005).

Pontos de recolha

Do ponto de vista da recolha de pneus-resíduo, existem 27 pontos de recolha licenciados (figura 4.4). Os actores no sistema de recolha fornecem o serviço de recolha e armazenagem temporária dos pneus-resíduo, incluindo empresas transportadoras, recicladores de resíduos, empresas municipais de gestão de resíduos e sucateiros. Um dos objectivos do sistema gerido pela Valorpneu é alcançar 40 a 50 pontos de recolha dispersos pelo território português.

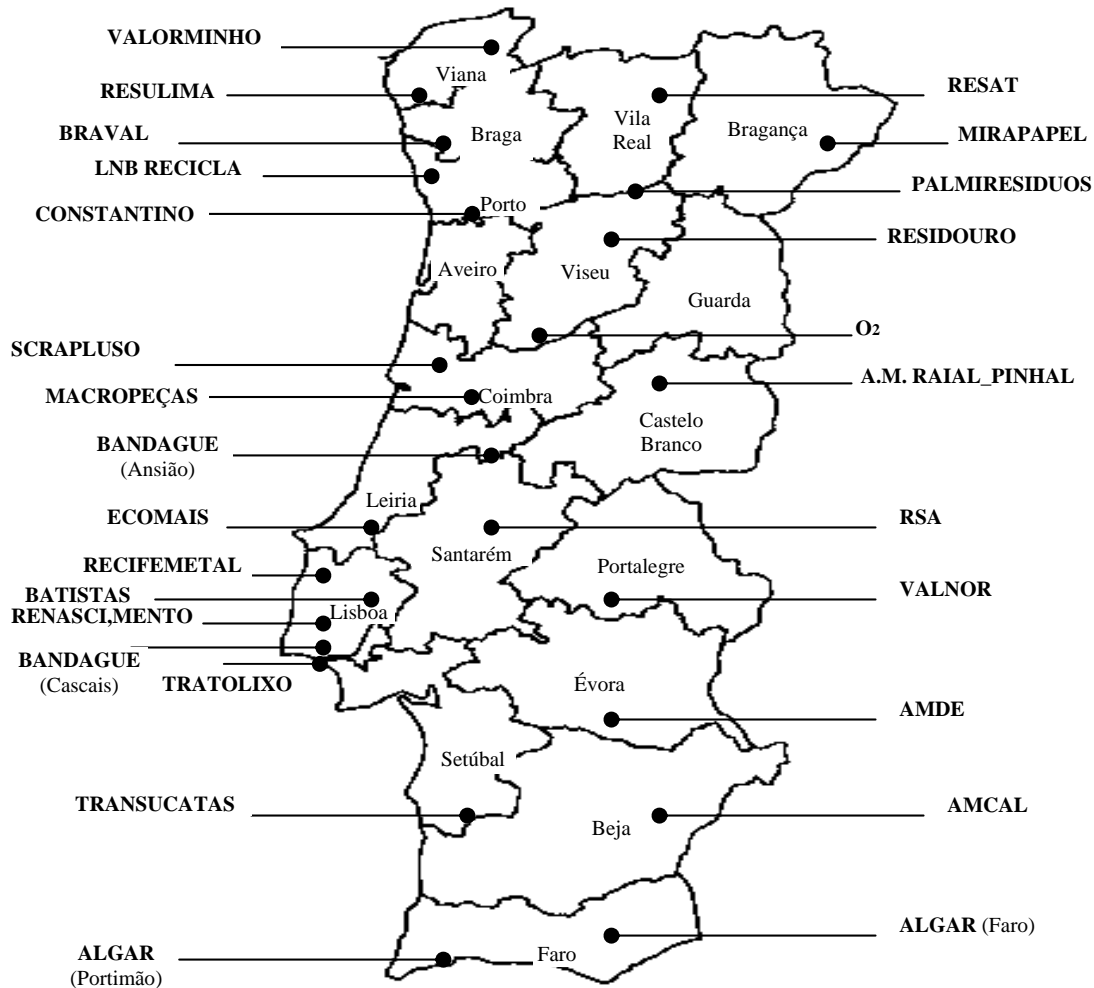


Figura 4.2: Pontos de Recolha do sistema da Sociedade Valorpneu.

Recipneu

O reciclador primário do sistema gerido pela Valorpneu é a empresa Recipneu. Esta empresa iniciou a construção de sua unidade de reciclagem em Sines durante a segunda metade do ano 2000, tendo iniciada sua operação em Fevereiro de 2001. Esta empresa pertence em 90% a uma holding (Recigroup), que além da Recipneu, também possui a Recipav. A Recipav é um fabricante de asfalto modificado e constitui o principal cliente da Recipneu.

A tecnologia de reciclagem de pneus-resíduo adoptada pela Recipneu é a separação criogénica. Após o corte dos pneus numa fragmentadora de grande potência, estes são reduzidos a pedaços com tamanho adequado, que entram no sistema criogénico primário, constituindo um processo contínuo. São realizadas duas operações principais:

- Arrefecimento criogénico: consiste no arrefecimento dos fragmentos de pneu, usando nitrogénio líquido, para atingir e ultrapassar a temperatura de transição vítrea de todos os polímeros constituintes da borracha.

- Moagem criogénica – usando moinhos de martelos especiais com muito alta energia de impacto, sob uma atmosfera inerte (Recipneu, 2005)

Após estas operações, o processo segue com as etapas de separação densimétrica dos têxteis; separação magnética do aço; secagem da borracha; classificação granulométrica da borracha em dimensões padrão; armazenamento em silos; e ensacagem. Apesar de ser um processo que ainda apresenta custo total elevado, permite a separação completa e individualizada da borracha, aço e têxteis, sem praticamente qualquer desperdício ou perdas de material, sendo automaticamente controlado.

A capacidade de reciclagem da fábrica de Sines é de 3.5 tons/hora, ou cerca de 70 tons/dia de pneus. Isto corresponde a um processamento máximo de cerca de 22 000 tons/ano de pneus (a 3 turnos e 7 dias/semana). Com a fábrica a trabalhar continuamente a 3 turnos, a produção de borracha total nas diferentes granulometrias é cerca de 40 tons/dia, desde granulados médios e pequenos a pós finos e ultrafinos de borracha (Recipneu, 2005).

Recipav

A Recipav é uma empresa especializada na produção de betume modificado com borracha “in-situ”, para pavimentação de estradas. Fundada no início de 1999, a Recipav é detida a 100 % pela Recigroup, tendo uma estrutura accionista composta por capitais portugueses, norte americanos e canadianos. Com sede em Sines e escritórios no Cartaxo, a Recipav tem tido desde o seu início, uma parceria muito estreita com a Recipneu no sentido de reutilizar / valorizar os pneus-resíduo.

A Recipav é a única empresa portuguesa a produzir o betume modificado com borracha (BMB) ou asfalto-borracha. A utilização de borracha na pavimentação de estradas remonta aos anos 60 em países como os Estados Unidos, África do Sul e Austrália. Na Europa existe alguma experiência, na aplicação deste produto, essencialmente na Alemanha, Polónia e Itália, onde o processo utilizado foi a incorporação da borracha pela via seca (Recipav, 2005).

O asfalto-borracha resulta da adição de borracha reciclada de pneus ao asfalto tradicional, executada em condições e com meios específicos, junto das centrais betuminosas. O processo de produção empregue pela Recipav é vulgarmente descrito por “*wet process*” (via húmida), uma vez que a modificação do betume é executada antes do ligante BMB entrar no misturador das centrais betuminosas.

A borracha é o agente modificador do asfalto ou betume e provém da reciclagem de pneus usados, depois de reduzida a uma granulometria adequada (0 a 1mm). A adição da borracha

(cerca de 22%) ao betume quente faz com que esta reaja e, ao mesmo tempo, absorva e fixe os maltenos que constituem uma das fracções voláteis e aromáticas do betume. A fixação deste constituinte do betume permite obter um significativo aumento na resistência ao envelhecimento nas misturas betuminosas, comparativamente com as misturas betuminosas convencionais, onde os maltenos se vão perdendo no tempo por acção dos raios ultravioleta. A incorporação da borracha permite obter um ligante betuminoso com excelentes propriedades elastómeras, alta viscosidade a altas temperaturas e com muito boa flexibilidade a baixas temperaturas (Accetti, 2000).

As características deste primeiro caso diferem do segundo pois a gestão dos sistemas (recolha e pós-recolha) é centralizada numa entidade, que foi composta pela iniciativa dos fabricantes e importadores de pneus. A entidade gestora funciona como uma reguladora do sistema, ou seja, controla as quantidades de pneus recebidos (entregues pelos pontos de recolha) em função das necessidades das empresas recicladoras (Recipneu e Recipav).

Caso 2: “Programa Paraná Rodando Limpo”

O segundo caso foi desenvolvido no Brasil, durante o segundo semestre de 2003. Abordou o sistema logístico inverso para pneus-resíduo envolvendo uma empresa que realiza recauchutagem de pneus (BScolway) e uma empresa de exploração de petróleo (Petrobrás). Além deste dois principais actores, o caso também investigou o papel de actores secundários (associações comerciais, cooperativas de recolhedores, câmaras e governo estadual). A figura 4.5 apresenta um esquema do sistema e dos actores envolvidos. Os dados descritos em seguida foram obtidos por meio de entrevistas e observações realizadas nas empresas Petrobrás e BScolway.

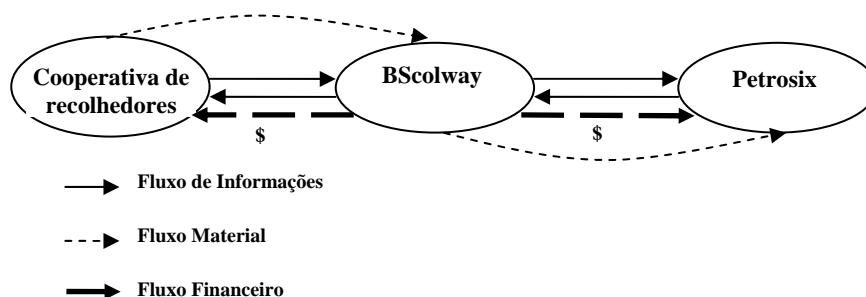


Figura 4.3: O sistema logístico inverso do Programa Paraná Rodando Limpo.

BScolway Pneus

Instalada em Piraquara, Região Metropolitana de Curitiba, a fábrica brasileira da BScolway surgiu graças a uma associação do Grupo BS Pneus com a marca Colway Tyres, empresa líder de remoldagem em Inglaterra. A empresa trabalha na remoldagem de pneus, servindo todo o mercado brasileiro por meio de uma vasta rede de distribuidores e uma cadeia de lojas franqueadas BS Auto Center, e exportações contratadas para, Alemanha, Austrália e para própria Inglaterra (BScolway, 2003).

De acordo com as entrevistas realizadas, a BScolway representa o operador do sistema logístico inverso do “programa paraná rodando limpo”. É a empresa que orienta as associações de bairros, cooperativas e sindicatos na tarefa de recolher os pneus-resíduo em todas as regiões. Geralmente, a BScolway responsabiliza-se pela logística dos pneus recolhidos até a empresa. Para cada pneu de automóvel que chega, a BScolway paga R\$ 0,75 (0,30 Euros), enquanto que o pneu de caminhão tem o valor de R\$ 1,20 (0,48 Euros). A aplicação dos recursos obtidos visa valorizar o trabalho dos recolhedores de pneus, para que possam ser considerados agentes de saúde e de protecção ao meio ambiente.

Uma vez na empresa, esses pneus passam por uma triagem. Os pneus em condições de reutilização são encaminhados para a remoldagem ou recauchutagem. Os pneus em final de vida terão algumas opções de destinos. Podem ser picados, em dimensões pré-estabelecidas de 10 por 10 centímetros, e enviados para São Mateus do Sul, onde serão processados na unidade Petrosix, da Petrobrás.

De acordo com a perspectiva da BScolway, a selecção dos pneus-resíduo é um processo desempenhado ao longo de várias fases. Uma primeira selecção é realizada pelos revendedores da BScolway ao receberem pneus usados dos seus clientes quando compram os recauchutados. Além de receber pneus-resíduo das cooperativas de recolhedores, a BScolway recolhe pneus-resíduo em quase 60 pontos de venda, distribuídos pelos estados de São Paulo e do Paraná. Outro aspecto diz respeito à estrutura populacional, onde o SLI operado pela BScolway abrange uma região do Brasil de alta densidade populacional. Isto significa uma maior oferta de pneus-resíduo para o sistema, diminuindo também os esforços de recolha.

Após esta selecção inicial, os pneus-resíduo são enviados para a fábrica da BScolway em Curitiba onde outra selecção é realizada de forma a separar os pneus por categorias. Uma parte é reaproveitada pela BScolway para serem recauchutados; outra parte é triturada e enviada para a Refinaria da Petrobrás em São Mateus do Sul. O que não pode ser triturado

nem recauchutado (uma pequena parte do total) é aproveitado em obras de engenharia civil, nomeadamente na contenção de encostas e em aterros.

A empresa está instalada em 30 mil metros quadrados de área construída, dos quais 2 mil metros quadrados foram disponibilizados para depósito rotativo dos pneus velhos recolhidos e área onde está instalado o picador. Os custos de stock e transporte dos pneus picados até São Matheus do Sul são de responsabilidade da própria BS. Além disso, a empresa paga para a Petrobrás, cerca de R\$ 50,00 (20 Euros) por tonelada de pneu, pelo processamento junto com o xisto betuminoso.

Cooperativas de Recolhedores de Resíduos Sólidos

A Organizações de Catadores e das Cooperativas de Recolhedores de Resíduos Sólidos – SICOOB - tem a função de orientar as cooperativas de recolha de resíduos sólidos na sua organização legal e contabilística, para que possam se adequar à contratação de financiamentos para sua operação.

A SICOOB deve financiar, com juros subsidiados, as cooperativas em cada município do Estado do Paraná, para que possam dispor de capital circulante, nas operações com seus cooperados e também na compra de carrinhos de recolha e demais equipamentos, (luvas e vestuário adequado) para a realização das tarefas de recolha e transporte dos resíduos sólidos até o depósito, conforme determinado pelo município local, ou associação comercial.

A recolha de pneus é feita, na sua maioria, por catadores de papéis e resíduos recicláveis. Em algumas cidades existem cooperativas de recicladores, como em Londrina. A Associação dos Municípios do Paraná apoia esta iniciativa por se tratar de um projecto social.

Ao recolher o pneu, o receptor identifica e classifica quanto à origem da recolha. Em seguida, emite recibo da quantidade e espécie recebida. Antes do envio para a BScolway, o material deverá estar em condições de armazenamento adequado com as normas ambientais e sanitárias. Ao ser entregue, o recolhedor recebe o valor referente à transação comercial dos pneus entregues.

Petrosix

A Petrosix, refinaria de óleos combustível do grupo Petrobrás, é considerada o elo final no processo de reciclagem de pneus-resíduo. Será ela quem fará todo o processo de transformação dos pneus em matéria-prima secundária. Por meio da aprovação do seu projecto de reciclagem, pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP –, a Petrosix processa os

pneus picados em conjunto com a rocha de xisto piro betuminoso, para produzir óleo, gás combustível e enxofre, dando um fim ambientalmente adequado aos pneus picados, entregues pela BScolway.

A empresa recebe R\$ 50,00 (20 Euros) para reciclar uma tonelada de pneus-resíduo. Conforme já foi descrito, além dos pneus chegarem triturados na Petrosix, todo o custo de transporte até a empresa fica por conta da BScolway. Dessa forma, ela participa da campanha com os demais membros, divulgando os benefícios do programa, mobilizando a sociedade na realização dos objectivos definidos no “Programa Paraná Rodando Limpo”.

De acordo com entrevistas e informações obtidas, o objectivo principal da Petrosix é a reciclagem e o processamento de pneus-resíduo, transformando-os em produtos úteis sem que haja poluição ambiental. Os pneus depositados são na sua maioria provenientes da região do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. A capacidade de processamento total da empresa é de cerca de 400 toneladas do material por dia. Entretanto, no ano de 2003 ela utilizou somente 12% da capacidade total, que corresponde a 48 toneladas por dia.

O motivo da baixa utilização da capacidade deve-se ao facto da legislação, que torna obrigatória a reciclagem de pneus velhos, ser muito recente. Considerando um pneu com peso médio de 5Kg, como base de cálculo, a capacidade actual da indústria gira em torno de 5,0 milhões pneus/ano, ao passo que o seu potencial pode chegar a 27 milhões pneus por ano. Um dos grandes benefícios que a reciclagem traz para a comunidade está relacionado com a recolha e disposição inadequada dos pneus.

O objectivo deste estudo foi obter uma visão de uma experiência com revalorização de pneus num país em vias de desenvolvimento e descrever as relações entre os actores investigados. Optou-se por estudar um país em vias de desenvolvimento dada a realidade económica e social ser bem distinta da Europa. Consequentemente, os motivos (razões, forças, impulsionadores, etc.) que levam à reciclagem dos pneus são diferentes dos europeus.

A característica dos dados foi maioritariamente qualitativa, procurando descrever e compreender as actividades dentro das relações inter-organizacionais. Os dados primários foram recolhidos através de visitas às empresas e entrevistas pessoais (abertas e semi-estruturadas). As visitas foram sempre acompanhadas por gestores intermédios ou directores. Antes da realização das entrevistas semi-estruturadas, um guião foi enviado via e-mail e todas as entrevistas foram gravadas. Como suplementos à informação fornecida durante as entrevistas e visitas, foram também recolhidos dados secundários (documentos das empresas,

encartes, informações electrónicas e vídeos) de forma a ter uma maior compreensão de cada actor dentro do sistema.

4.4 Entrevistas realizadas

As entrevistas podem ser vistas como uma forma de investigar um fenómeno subjectivo, constituindo exemplos de como percepções de diferentes actores afectam os resultados de uma investigação (Merriam, 1998).

As entrevistas podem ser estruturadas, não estruturadas e semi-estruturadas. Entrevistas estruturadas fornecem aos entrevistados possibilidades limitadas de formularem suas respostas, em casos extremos as duas respostas possíveis são “sim” ou “não”. Em contraste, as entrevistas não estruturadas fornecem total liberdade de resposta. Por último, as entrevistas semi-estruturadas baseiam-se em um roteiro de perguntas onde o entrevistador possui flexibilidade de trocar a ordem de algumas perguntas e realizar outras que não estavam previstas, fornecendo liberdade ao entrevistado de elaborar respostas às questões.

Tomando como base as perguntas de investigação deste estudo, as quais estão apresentadas na introdução desta tese, e a revisão da literatura acerca do fenómeno investigado, elaborou-se um guia de entrevista semi-estruturada (anexo A). As entrevistas não se limitaram às perguntas do guia, pois foram aprofundados alguns pontos abordados pelos entrevistados nas suas respostas. O documento abrangeu diferentes aspectos da eficiência e eficácia dos SLIs, tais como: influência das propriedades do produto, a importância dos aspectos da estrutura do sistema, a coordenação e gestão colaborativas das actividades, as bases para o exercício do poder e os aspectos de desempenho mais importantes. Partindo do que foi recolhido através das entrevistas e da observação montou-se um quadro (quadro 4.1) com algumas medidas de desempenho sugeridas pelos diversos actores.

Nível	Medidas de Eficácia	Medidas de Eficiência
Individual (empresa)	<ul style="list-style-type: none"> - Nível de serviço aos clientes - Cumprimento com a legislação - Comprometimento ambiental - Manutenção do nível de recolha 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempos de armazenamento - Qualidade da selecção - Volumes processados - Nível de desperdício de materiais - Condição dos produtos - Custos por peso transportado - Custos por volume processado
Sistémico (externo)	<ul style="list-style-type: none"> - Desempenho ambiental alinhado com a legislação e anseios da sociedade - Nível de absorção dos derivados de pneus-resíduo pelo mercado - Volume de informações trocadas entre os membros do sistema 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento das quantidades recolhidas - Aumento dos volumes trocados entre os actores - Continuidade do fluxo material - Nivelamento do fluxo material - <i>Trade-off</i> entre os esforços dos actores e os custos - Utilização dos recursos/espço vazio dos transportes

Quadro 4.1: medidas da eficiência e da eficácia dos SLIs extraídas das percepções dos diversos actores.

As actividades referentes à elaboração do guia de entrevistas foram executadas nos meses setembro e outubro de 2003. Todos os entrevistados tomaram conhecimento da investigação desenvolvida pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto cujo resultado final seria apresentado nesta tese de doutoramento. Anterior à realização das entrevistas, foi enviado o guia aos entrevistados de forma a perceberem os pontos a serem questionados e realizarem uma preparação prévia.

Como foi anteriormente referido, as entrevistas não se limitaram ao guia e nem todas foram presenciais, algumas foram realizadas por telefone. Os nomes dos entrevistados e as datas de

realização das entrevistas encontram-se no anexo B. Para uma melhor compreensão da operação dos sistemas procurou-se, não só entrevistar os directores dos SLIs, mas também a gestão intermédia, a qual está mais directamente envolvida com os processos de recolha e gestão de materiais. As entrevistas variaram quanto à duração, sendo as mais curtas em torno de 45 minutos e as mais longas em torno das 2 horas.

No início de cada encontro, recapitulava-se que o objectivo da entrevista era um estudo de natureza estritamente académico. Ao longo das entrevistas, observou-se que os entrevistados compreenderam as perguntas elaboradas e compartilharam aspectos relevantes de suas experiências profissionais. De toda forma, procurando uma melhoria do guia, foram realizadas mudanças em algumas perguntas ao longo do processo de entrevistas. Avalia-se que as entrevistas decorreram normalmente e que a experiência contribuiu para que a etapa de recolha de dados do estudo fosse bem sucedida. Por outras palavras, exercendo o papel de um entrevistador na condução do estudo, o investigador vivenciou experiências valiosas para a condução das entrevistas com os participantes da investigação. As análises dos tópicos abordados nas entrevistas serão apresentadas ao longo dos dois próximos capítulos, onde são abordados os componentes físicas e a cooperação entre os actores nos SLIs.

Adicionalmente às informações fornecidas pelas entrevistas, outros documentos foram recolhidos durante as visitas às empresas. O objectivo era obter outra fonte de dados de modo a facilitar a triangulação, fortalecendo a validade da investigação. Os documentos foram algumas vezes de difícil obtenção, dado que as empresas envolvidas possuíam políticas distintas de partilha de informação. Contudo, em algumas situações, além dos documentos escritos, também foram obtidos material em vídeo e em formato electrónico.

Obter acesso a documentos pode ser útil, especialmente por não serem cometidos os erros mais comuns que um investigador pode praticar quando tenta capturar o conteúdo e a estrutura destes documentos de outras formas. Também se torna possível combinar as informações dos documentos com as informações das entrevistas, sendo assim, melhora-se a percepção do fenómeno investigado. De certo modo, confrontar as informações dos documentos com as entrevistas pode ser bastante útil, conduzindo a novas perguntas em uma perspectiva mais aprofundada.

Os documentos podem fornecer uma perspectiva temporal, mesmo não sendo óbvia, constitui uma vantagem comparativamente às entrevistas e observações. Por serem obtidos em períodos diferentes, eles retém informações que variam ao longo do tempo. Deste modo, torna-se possível comparar o que é apresentado por meio de relatórios operacionais e de

desempenho ou outras fontes de informação internas ou externas. Todo este material não constitui somente um ponto adicional de referências, mas também a possibilidade de análise da sequência dos eventos ocorridos.

Ressalte-se, entretanto, que existem também riscos associados com a adopção de documentos. De início, a selecção dos documentos pode ser incompleta. Outro risco pode ser o facto de alguns destes documentos apresentarem uma realidade não existente. Nesta última situação, o conteúdo destes documentos poderia ser reavaliado através de outras informações, tais como, as fornecidas pelas entrevistas e as observações.

4.5 Inquérito aplicado

Além dos casos de estudo de diferentes sistemas logísticos inversos, foi também conduzido um inquérito (anexo C) que pretendeu descrever o funcionamento geral do mercado de pneus-resíduo. Normalmente os inquéritos são utilizados em abordagens analíticas, onde se procura estabelecer uma relação de causa e efeito através de verificação estatística. Grande parte da investigação em logística é analítica, o que possui explicação nas raízes económicas da logística (Mentzer e Kahn, 1995). Uma abordagem analítica foi combinada com uma abordagem sistémica por Jahre (1995b), cuja tese combina métodos quantitativos (análise estatística) e qualitativos (casos de estudo). Entretanto, para efeitos desta tese, os resultados do inquérito são utilizados para descrever SLIs ao nível de uma indústria (pneus) e não ao nível individual das empresas.

Para a elaboração do inquérito foram utilizados dados secundários na forma de literatura e de estudos preliminares desenvolvidos. O inquérito foi enviado a 14 empresas (anexo E), cobrindo a 100% do universo das que realizam a reciclagem de pneus-resíduo no Brasil. Foram recebidos 11 inquéritos preenchidos. Os contactos das empresas foram obtidos de duas fontes diferentes. As primeiras informações foram obtidas através da Rede Cooperativa de Pesquisa em Asfalto do Norte e Nordeste, grupo que mantém uma linha de investigação em asfalto-borracha. Estas informações foram obtidas no âmbito do projecto desenvolvido pela Unidade de Lubrificantes do Nordeste (Petrobrás) e pelo departamento de engenharia de transportes da Universidade Federal do Ceará (UFC). Com o apoio da Petrobrás e da UFC foi posteriormente organizado um seminário em Fortaleza sobre a reciclagem de pneus-resíduo. Para o seminário foram convidados representantes do ministério do meio ambiente do Brasil, foi então dado conhecimento do projecto de investigação que estava a ser desenvolvido na Universidade do Porto. O ministério mostrou interesse pelo trabalho, fornecendo uma relação

das empresas (14 companhias) que actuavam na reciclagem de pneus-resíduo no Brasil. Passou-se então à etapa de contactos com estas empresas de modo a aplicar o inquérito.

Os inquéritos foram precedidos de uma carta que fornecia informações sobre os objectivos da investigação e foram enviados com o auxílio do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). De forma a receber a maior quantidade possível de respostas aos inquéritos, o envio dos inquéritos era seguido de um contacto telefónico para aqueles que não haviam respondido no prazo estipulado. Aqueles que não enviaram no tempo solicitado e já haviam sido contactados, foram excluídos (3 empresas).

Como foi dito no início deste capítulo, os resultados obtidos por meio do inquérito (anexo D) não pretendiam criar evidências estatísticas, até porque esta tese é de carácter qualitativo. O objectivo de aplicar o inquérito foi fornecer uma primeira impressão do mercado de pneus-resíduo, dado que não havia sido realizado até o momento qualquer levantamento desta natureza. Algumas respostas, nomeadamente as referentes aos aspectos financeiros, ficaram comprometidas devido ao pequeno número de respostas (das 11 empresas que responderam ao inquérito, apenas 4 responderam estas questões). Em resumo, a principal contribuição deste inquérito é ser um elemento inicial para a realização de estudos mais aprofundados sobre o comportamento do mercado dos pneus-resíduo.

4.6 Resumo e conclusões

Os dados utilizados nesta tese são caracterizados por uma variedade de informações de natureza qualitativa e quantitativa, resultantes de fontes primárias e secundárias. O quadro 4.2 apresenta um resumo das características dos cinco conjuntos de dados adoptados nesta tese.

Natureza	1º conjunto Nortenha	2º conjunto Caso Valorpneu	3º conjunto Caso Paraná Rodando Limpo	4º conjunto Projecto Asfalto- borracha	5º conjunto Inquérito
Qualitativo	Opinião de especialista sobre desempenho dos SLI para pneus	Descrição dos processos e relações, opinião de especialistas	Descrição dos processos e relações	Actividades com empresas e elaboração de projecto-piloto, recolha de opinião de especialistas	
Quantitativo	Produção, volumes, fluxo de materiais	Produção, volumes, fluxo de materiais	Dados Financeiros, Produção, volumes, fluxo de materiais	Estimativas de volume geradas e capacidade de produção	Dados financeiros, grau de contrato, volumes recolhidos e processados
Primários	Entrevistas	Entrevistas e visitas às empresas	Entrevistas e visitas às empresas	Entrevistas, visita às empresas, reuniões e seminários	Inquérito
Secundários	Informações impressas e volumes processados	Informações das empresas pela Internet, e documentos impressos	Informações das empresas pela Internet, vídeos e documentos impressos	Documentos impressos, anteprojecto e legislação específica	Estudos e trabalhos anteriores

Quadro 4.2: Dados utilizados na tese.

O processo de recolha de dados primários vindos das entrevistas para os quatro estudos de caso foi semelhante no que diz respeito à preparação dos entrevistados, documentação e verificação das informações recolhidas. A diferença está no primeiro conjunto, pois o objectivo era realizar entrevistas semi-estruturadas com um especialista de forma a obter aspectos gerais do problema a ser abordado, não tendo sido realizadas visitas à empresa Nortenha pois era ainda uma fase inicial da recolha de dados onde o objectivo era perceber de forma genérica alguns aspectos que influenciavam a eficácia e eficiência dos SLI para pneus. Os dados primários também foram recolhidos através de observações e documentação, além de entrevistas não estruturadas durante as visitas às empresas nos três últimos casos.

Existe também uma diferença entre a recolha do primeiro conjunto e os demais no que se refere às fontes secundárias de informação. Enquanto no início de 2003, quando o primeiro caso de estudo era moldado, as informações secundárias foram basicamente relatórios, brochuras e documentos impressos da empresa. As fontes secundárias para os outros casos desenvolvidos ao final de 2003 e durante 2004 e 2005, além de material impresso tiveram origem na Internet. Existem vantagens bem como desvantagens em relação à adopção de fontes de informação via Internet. As vantagens são que as informações estão disponíveis de imediato e são mais actualizadas que as brochuras e catálogos. A mudança das informações na página electrónica pode ser realizada a qualquer momento, enquanto no material impresso o será, talvez, uma vez por ano. O acesso imediato às informações na Internet torna mais fácil ao investigador obter uma visão completa das empresas, do que quando se tem que pedir brochuras e catálogos.

Entretanto, também existem desvantagens associadas às informações recolhidas pela Internet, uma delas é a facilidade com que as informações são modificadas. É possível que ao se verificar as informações em um estágio posterior da investigação a página electrónica original tenha sido alterada, deste modo torna-se difícil recuperar as informações anteriores. Existe ainda uma certa apreensão pelo facto da facilidade em se publicar informações na Internet, os documentos nela publicados poder conter imperfeições, enquanto as informações impressas pode ser mais séria, isso resulta em menor confiabilidade das informações. De forma a permitir que informações imperfeitas fossem recolhidas da Internet, durante as entrevistas, alguns documentos foram verificados com os entrevistados e algumas correcções foram realizadas.

Segundo Yin (1994), a utilização de várias fontes de dados, por exemplo, triangulação das fontes de dados, é uma maneira de evitar o problema de construção da validade. Nos casos de estudo, vários entrevistados foram entrevistados com relação ao mesmo sistema, relações e actividades, isto está de acordo com a construção da validade segundo Merriam (1998). O último conjunto de dados foi um inquérito aplicado de forma a obter uma visão geral do mercado para pneus- resíduo. Este inquérito foi construído com o objectivo de se obterem alguns dados quantitativos de uma forma geral sobre os pneus em fim de vida.

Uma questão da confiabilidade dos dados ocorreu quando os dados estavam sendo recolhidos no 3º conjunto. As visitas aos outros actores do sistema eram sempre acompanhadas por um membro da BScoway, desta forma, muitas vezes as informações que eram passadas só reflectiam o lado positivo do problema. Pelo facto do sistema investigado sempre tratar de

uma entidade e seus parceiros, pode-se suspeitar que só foi percebido o lado positivo, e não muito negativo. Desta forma, uma outra estratégia foi adoptada no caso da Valorpneu, onde os actores do sistema foram escolhidos de forma independente, para que não se sentissem obrigados a fornecerem informações sobre o relacionamento deles com os seus fornecedores e clientes, ou seja, foram recolhidas visões em separado do problema.

Com relação à análise dos dados, a qual fornece informações para as discussões nos capítulos seguintes, pode-se dizer que as informações dos cinco conjuntos de dados são descritas e analisadas separadamente no que se refere às questões específicas dos componentes físicos e cooperação para uma posterior análise cruzada. Com excepção do exercício do poder, onde nenhum dado foi incluído no inquérito, todos os conjuntos foram utilizados para ilustrar as diferentes questões abordadas na tese. Conforme Yin (1994), os casos de estudo baseiam-se em análises de uma realidade estudada, em contraste a uma generalização estatística, na qual se baseiam os inquéritos.

Os dados são analisados com relação às diferenças observadas no produto pneu-resíduo e suas condições de mercado, além de que são avaliados pontos específicos de dois subsistemas: recolha e pós-recolha. As variáveis para análise são eficácia e eficiência, ambas descrevendo o desempenho dos SLIs para pneus-resíduo. Os dados para as duas questões investigadas, componentes físicos e cooperação, são examinados de acordo com as teorias apresentadas nos capítulos de revisão da literatura e em teoria complementar apresentada nos capítulos 5 e 6. A figura 4.6 apresenta de forma estruturada os passos seguidos para a análise.

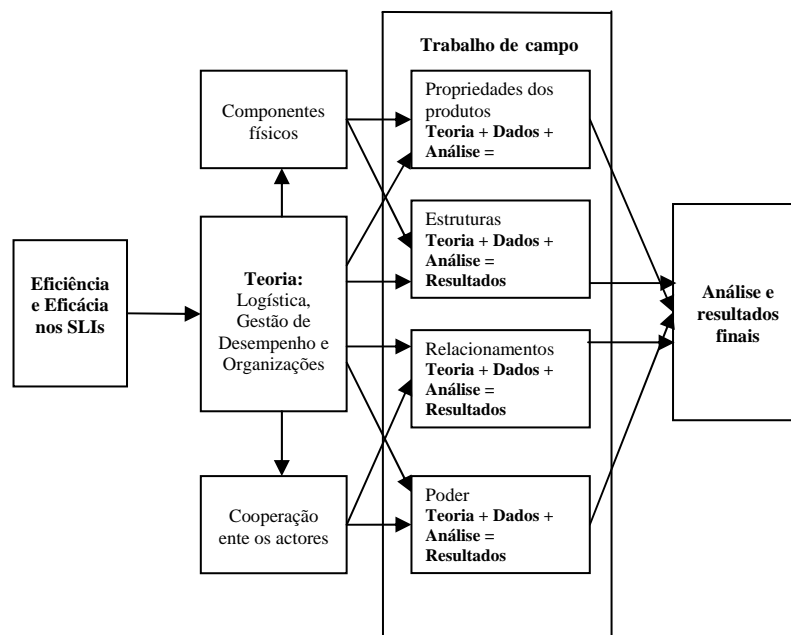


Figura 4.4: Os diferentes passos para a construção analítica dos resultados deste estudo.

A discussão e análise sobre componentes físicos e cooperação foram construídas com base na emergente área da logística inversa e em teorias relacionadas com gestão do desempenho e organizações. Cada um desses dois grupos inclui respectivamente dois subgrupos: propriedades dos produtos e estruturas; e relacionamento entre os actores e estrutura de poder. O trabalho de campo é um processo indutivo, onde as constatações práticas, obtidas por meio das entrevistas, casos de estudo e aplicação do inquérito, são confrontadas e analisadas com a teoria. Ao final do trabalho de campo, os resultados da análise de cada grupo de questões são agrupados de forma a obter uma análise final.

Capítulo 5

Componentes físicos dos sistemas logísticos inversos (SLIs) para pneus-resíduo

Uma grande variedade de produtos passa por processos de recuperação e/ou reciclagem. Produtos como plástico, papel, vidro e borracha devem ser manipulados e armazenados de formas distintas. Por exemplo, garrafas plásticas e pneus são diferentes em tamanho e peso, exigindo processos distintos de transporte e armazenagem. Também diferem quanto à homogeneidade da fracção, garrafas plásticas de diferentes tipos continuam sendo feitas de plástico, contudo, pneus, apesar de constituírem um mesmo produto, variam em composição (três fracções: borracha, aço e fibras sintéticas). Garrafas plásticas apresentam baixo peso por volume e podem ser facilmente compactadas, facilitando seu transporte e armazenagem. Pneus apresentam um grande volume e devido às suas características não podem ser compactados. Estas são algumas características dos produtos que impõem certos requerimentos aos SLIs.

Os produtos também diferem com relação aos processos pelos quais retornam para reciclagem ou recuperação. Por exemplo, enquanto os plásticos podem ser recolhidos directamente do ponto final de uso, os pneus são recolhidos de um ponto de vendas ou de um centro de recolha. As diferenças nestes processos requerem a adopção de diferentes actores e estruturas. Sendo

assim, os sistemas logísticos inversos também diferem em relação às estruturas, ao fluxo de materiais e aos actores envolvidos.

Apesar de serem compostos por uma grande variedade de produtos e estruturas, existe um aspecto comum aos SLIs: todos devem ser eficazes e eficientes. O valor dos produtos, os custos e os serviços de recolha devem ser racionalizados para que a rentabilidade seja alcançada. Ressalte-se que os custos de transporte representam parcela significativa do custo total destes sistemas.

Neste capítulo serão discutidos os SLIs para a situação dos pneus-resíduo tomando-se como ponto de partida as propriedades dos produtos e as estruturas destes SLIs. Será abordada a influência destes componentes físicos na eficácia e eficiência dos SLIs. Na secção 5.1 as propriedades dos produtos e sua influência na eficácia e eficiência dos SLIs são descritas e analisadas. A secção 5.2 apresenta as estruturas dos SLIs, descrevendo e analisando seu impacto no desempenho (eficiência e eficácia) dos sistemas logísticos inversos. Finalmente as conclusões sobre propriedades dos produtos e estruturas são discutidas em conjunto na secção 5.3.

5.1 Propriedade dos produtos nos SLIs investigados

As diferenças existentes nas propriedades dos produtos requerem a adopção de equipamentos logísticos distintos, além de implicarem práticas distintas de gestão dos sistemas logísticos. Nesta tese, um tipo de produto foi estudado, o pneu-resíduo. Apesar de existirem diferentes tipos de pneus são um grupo uniforme de produtos quando comparados, por exemplo, com o grupo dos produtos electrónicos. Os produtos electrónicos englobam desde simples cabos eléctricos até fracções mais complexas, como ecrãs de computadores.

A questão das propriedades dos produtos será direccionada através da seguinte pergunta de investigação introduzida no capítulo 1:

Qual a influência das propriedades dos produtos na eficiência e eficácia dos SLIs ?

De acordo com o que foi apresentado nos capítulos anteriores, a discussão a seguir será baseada em quatro propriedades específicas, iniciando com duas propriedades físicas dos produtos: manipulação e complexidade. Um ponto estreitamente relacionado com as propriedades físicas de um produto reciclável (pneu-resíduo) é o valor do produto, posto que em SLIs os custos e o valor dos produtos devem ser combinados de forma a obter resultados positivos no sistema. Finalmente, uma questão relacionada com o mercado é a variedade dos

produtos, ou seja, um produto pode estar disponível em um determinado número de variedades, oferecendo várias opções para os clientes. No caso dos pneus-resíduo, também se refere às variedades recolhidas e transportadas conjuntamente. Para finalizar a secção, as descobertas relacionadas com as quatro propriedades são analisadas e as respostas para a questão de investigação são apresentadas na forma de proposições.

5.1.1 Propriedades de manipulação

A pergunta a ser respondida com relação às propriedades de manipulação é:

Qual a influência das propriedades de manipulação dos produtos na eficiência e eficácia dos SLIs?

O facto das propriedades de manipulação influenciarem o desempenho de SLIs foi bastante reforçado por um dos actores durante a investigação. Uma observação interessante é que, apesar de outros actores negarem a importância destas propriedades, o seu impacto torna-se presente ao longo das entrevistas e observações efectuadas. Esta investigação abordou um tipo de produto (pneus-resíduo) e, de acordo com o Recycling Forum (2000), está inserido num mercado emergente.

A Recipneu, que realiza a reciclagem de pneus-resíduo no SLI da Sociedade Valorpneu, afirmou que o único ponto relacionado com as propriedades de manipulação que afecta a eficiência logística é a procura de transportes de grande volume, pois os pneus-resíduo são um produto com baixa densidade. Este facto limita as opções do SLI, posto que a viabilidade económica do sistema está associada às quantidades de pneus-resíduo transportadas.

Com relação aos outros actores do sistema que também realizam a recolha e recuperação de pneus-resíduo (empresas municipais de recolha, sucateiros e recicladores), o que vai afectar o sistema é a grande quantidade de produtos manipulados além dos pneus-resíduo. O sistema logístico tem que lidar com pequenas fracções (garrafas plásticas, latas metálicas, embalagens) assim como com pneus que são itens de grande volume.

É de se ressaltar que um destes actores fez referência à questão ambiental de armazenar pneus-resíduo ao ar livre. Este recolhedor afirmou que, no futuro, prevê problemas de espaço nas suas instalações decorrentes da tendência de crescimento das quantidades deste produto em relação aos outros que recolhe e recicla.

Pode ser observado que a procura pela eficiência, expressa em termos de elevadas taxas de preenchimento e volumes transportados, é limitada pelas propriedades de manipulação dos

pneus. A eficácia do sistema em termos dos custos é uma consequência da escolha por grandes volumes e elevadas taxas de utilização da capacidade dos camiões em detrimento de uma maior frequência de entrega. Os actores abordados anteriormente actuam num mercado emergente, onde os volumes ainda são pequenos quando comparados aos de outros produtos recuperados. Provavelmente, esta é a razão pela qual existe uma preocupação com os volumes de modo a obterem maiores ganhos.

Com relação ao caso investigado do programa “Paraná Rodando Limpo”, a BScolway deu bastante importância às propriedades de manipulação dos pneus-resíduo. Na opinião da gerente de operações, as propriedades de manipulação exercem uma grande influência sobre o desempenho do sistema, limitando as opções de manipular os pneus-resíduo de forma eficaz e eficiente. A influência directa sobre a eficiência é que estes produtos não podem ser acondicionados nem transportados de forma a obter uma relação volume/peso eficiente. Outro aspecto é que os pneus-resíduo não podem ser compactados tal como acontece com o papel. Este é um exemplo de produto onde as propriedades de manipulação influenciam a capacidade logística negativamente, ou seja, restringem as possibilidades de melhoria em termos de eficiência.

Conclusões

Das características associadas com as propriedades de manipulação apresentadas no capítulo 2 (secção 2.2.3), cinco apresentaram-se ao longo da investigação como particularmente importantes para os SLIs de pneus-resíduo, nomeadamente: volume, forma, fragilidade, durabilidade e aspectos ambientais. A pergunta a ser respondida era se as propriedades de manipulação influenciam a eficácia e a eficiência dos SLIs. A resposta é afirmativa. Estas propriedades exercem influência, contudo, de maneiras diferentes.

Por exemplo, no caso dos pneus-resíduo, por estes não serem um produto frágil, é possível que sejam triturados, desta forma, a relação volume/peso diminui, aumentando a eficiência na capacidade de transporte. Entretanto, isto só pode ser realizado no sistema de pós-recolha, ou seja no sistema de recolha, os pneus não podem ser triturados, portanto a eficiência na utilização da capacidade não é alcançada. Para produtos mais frágeis (equipamentos electrónicos), as possibilidades de atingir uma relação volume/peso eficiente diminuem por conta do valor destes produtos poderem ser reduzidos devido a um mau manuseio, ou seja, não podem ser triturados ou compactados.

Com relação à durabilidade dos produtos, os pneus-resíduo podem ser armazenados por longos períodos sem que suas qualidades materiais sejam afectadas. Neste caso, um sistema logístico ineficaz ou lento não afecta o valor deste produto. Em contraste, tome-se o exemplo do papel reciclável, onde as suas propriedades materiais se deterioram ao longo do tempo, nomeadamente as fibras que compõem este papel. Percebe-se neste caso que o valor do produto é sensível à eficácia do sistema logístico, especificamente com relação ao *lead time* do sistema logístico.

Um produto que é sensível à influência dos aspectos ambientais também delimita algumas possibilidades de alcance de um sistema eficiente. Para os pneus-resíduo isto torna-se evidente por não poderem ser armazenados ao ar livre, devido a problemas de contaminação do solo e proliferação de insectos transmissores de doenças. A possibilidade de armazenagem ao ar livre poderia ser uma solução eficiente para o seu manuseio.

Enquanto a fragilidade dos produtos e os aspectos ambientais influenciam a eficiência dos SLIs, a eficácia dos SLIs, em termos de baixos *lead times*, pode afectar o valor de um produto se este possuir durabilidade limitada (figura 5.1). A eficiência de um SLI também pode interferir no valor de um produto, caso seja frágil. Este aspecto será discutido em maior extensão na secção 5.1.3. Ressalte-se que nos casos estudados, os recicladores de pneus-resíduo são afectados em grande extensão pela eficiência de outros actores do sistema (ex: transportadores e clientes).

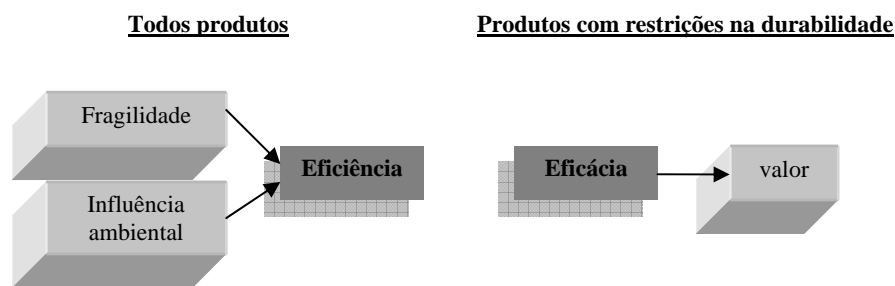


Figura 5.1: Relações entre as propriedades de manipulação dos produtos e a eficácia e eficiência dos SLIs.

5.1.2 Complexidade dos produtos

O conhecimento sobre a complexidade dos produtos será obtido através da resposta à seguinte questão:

Qual a influência da complexidade dos produtos na eficiência e na eficácia dos SLIs?

O pneu é um produto que, no que se refere aos processos de reciclagem, possui considerável complexidade. De acordo com o que já foi abordado nesta tese, o pneu é composto por diferentes materiais que estão dispostos em camadas distintas, o que dificulta o processo de separação e reciclagem destes materiais. Pelo lado da procura por produtos recicláveis, os pneus-resíduo produzem um certo número de fracções (borracha, fibras sintéticas e aço).

O reciclador de primeira linha BScolway, ao triturar os pneus, fornece basicamente a fracção de borracha para a Petrobrás. Esta, por sua vez, consegue capturar o aço resultante do processo de extracção de óleo combustível e revender a uma grande siderúrgica. O comprador do aço exige entregas de grande volume e elevadas taxas de utilização da capacidade dos camiões, deste modo, o aço recuperado é armazenado durante algumas semanas até que se realize a entrega.

Com relação à Recipneu, algo semelhante acontece. A Recipneu adopta o processo criogénico de separação das fracções do pneu, sendo assim, consegue obter individualmente a borracha, as fibras e o aço. O interesse de seu principal cliente é a borracha, deste modo, a Recipneu tem que acumular o aço e as fibras sintéticas nas suas instalações para posterior comercialização, o que restringe a capacidade de armazenamento.

Observa-se que para a reciclagem de pneus-resíduo, a procura pela eficiência no sistema conjugada com a complexidade do produto resulta em pequenos volumes de determinadas fracções (aço e fibras sintéticas) extraídas dos processos de recuperação. Apesar de não ser considerada uma ineficiência pelos recicladores nem pelos clientes, isto resulta em baixas frequências de entregas destas fracções aos clientes. Por ser um mercado emergente, ainda são produzidas quantidades relativamente pequenas até mesmo de seu principal material (borracha), o que explica a razão pela qual as frequências de entrega são baixas.

Como já foi referido, a recuperação material dos pneus-resíduo pode ser feita por processos de separação ou trituração. Existe um limite económico mínimo para a separação deste produto, pois é um processo que consome bastante energia, tempo e utiliza uma tecnologia ainda cara. O processo de trituração é bastante mais simples, mas não permite a utilização em separado das fracções do pneu-resíduo, o que afecta o valor final de mercado. Por outro lado, por ser mais caro e complexo, a recuperação do material por meio de separação só é compatível onde existam mercados que absorvam rapidamente todas as fracções do pneu-resíduo. Os processos de separação são normalmente utilizados na Europa e Estados Unidos. A escolha pelo processo de recuperação influencia o sistema logístico, nomeadamente a etapa de pós-recolha, pois existem diferenças entre manipular as partes deste produto ou simplesmente o produto

triturado. Pelo que foi discutido, parecem existir distinções na eficiência dos processos de reciclagem e processos logísticos com relação às diversas fracções dos pneus-resíduo.

Através do inquérito aplicado ao mercado de pneus-resíduo brasileiro (anexo c), foi possível identificar o peso relativo das actividades e a relação entre os custos logísticos e os custos totais existentes nesta indústria (tabela 5.1).

SLI	Peso das Actividades/Valor					Custos Logísticos/Totais
	Recolha	Seleção	Trituração	Separação	Total	
Pneus-Resíduo	37%	28%	27%	8%	100%	17%

Tabela 5.1: Peso das actividades dentro dos SLIs investigados como percentagem do valor total agregado ao produto e relação entre os custos.

De acordo com a tabela apresentada, percebe-se que as actividades de recolha e selecção dos pneus-resíduo consomem mais da metade do valor agregado a este produto, o que é consequência da complexidade deste produto quando comparado com o papel, por exemplo. No início deste projecto de investigação, suspeitava-se que a actividade de separação das fracções dos pneus-resíduo fossem consumir maior valor. Este facto pode não ter ocorrido por conta do inquérito ter sido aplicado no mercado emergente de pneus-resíduo brasileiro, talvez, se fosse aplicado na Europa e nos Estados Unidos, economias mais diversificadas, poderia ter sido observado um peso relativo diferente, pois as fracções de pneus são absorvidas por outros mercados como o de aço reciclado e fibras sintéticas para indústria. Uma outra surpresa veio por conta dos custos logísticos. Inicialmente, pensou-se que estes fossem ficar bem acima dos 17% que foram identificados pelo inquérito. Isto também pode encontrar explicação no facto de que estes custos estavam associados a fretes que já tinham sido realizados, portanto camiões que iam retornar vazios e que passaram a transportar pneus-resíduo.

Conclusões

As relações entre a complexidade dos produtos, actividades e custos logísticos num SLI são descritas a seguir:

- Elevada complexidade dos produtos significa um elevado peso das actividades de recuperação ou reciclagem, conduzindo a um peso inferior dos custos logísticos. Ou seja, menores quantidades são transportadas e os espaços de armazenagem são mais reduzidos.
- Baixa complexidade dos produtos significa um elevado peso de actividades logísticas (recolha e armazenagem) e, conseqüentemente, um peso maior dos custos logísticos. Isto

significa um maior volume de produtos transportados e uma maior necessidade de espaços para armazenagem.

Existe, portanto, uma influência da complexidade dos produtos sobre a eficácia e eficiência logísticas. De forma geral, produtos de baixa complexidade facilitam o planeamento e dimensionamento de um sistema logístico inverso eficiente em termos de grandes volumes de cada fracção de material, conduzindo a elevadas taxas de preenchimento dos transportes. Em termos de eficácia, devido ao transporte de grandes volumes, as possibilidades de conhecer procuras mais consistentes em termos de tempo e serviço de entrega tornam-se maiores. Isto confirma as sugestões de Cooper e Ellram (1993) e de Christopher (2000), ou seja: quanto menor for a complexidade, maior será a facilidade para alcançar sistemas logísticos eficazes e eficientes. Dos casos estudados, não foi possível separar os efeitos da complexidade do pneu-resíduo dos efeitos da maturidade do mercado, pois durante a investigação ambos coincidiram, ou seja:

- baixa complexidade do produto (ex: papel e plástico) + mercado estabelecido => entregas frequentes e elevadas taxas de preenchimento do transporte
- elevada complexidade do produto (ex: pneus-resíduo e electrónicos) + mercado emergente => baixas frequências de entrega ou baixas taxas de preenchimento do transporte

Para finalizar, as diferenças entre o sistema de recolha e pós-recolha são consequências do grau de complexidade de um produto. Para o caso do pneu-resíduo, um produto complexo nas primeiras etapas de reciclagem significa que o sistema logístico de pós-recolha torna-se semelhante ao de um produto de baixa complexidade.

5.1.3 Valor dos produtos

De forma a abordar a questão do valor dos produtos e sua relação com o desempenho dos SLIs, é colocada a seguinte pergunta:

Qual a influência do valor dos produtos na eficiência e eficácia dos SLIs ?

O valor de um produto aumenta para o reciclador e/ou recuperador na mesma medida que a eficiência logística melhora em termos de preço pago pelo consumidor deduzido dos custos de recuperação. Esta afirmação é válida independentemente do valor do material, ou seja, a redução dos custos significa maiores lucros. Na verdade, o que se está a falar é sobre a rentabilidade de um sistema logístico eficiente sem o impacto do valor de um produto.

Para a Valorpneu, o valor dos pneus-resíduo está directamente relacionado com a eficiência e eficácia do seu SLIS. Um sistema logístico deve preservar seus produtos de forma que seu valor não se deteriore com o tempo. Isto tem relação com o modo como os produtos são manipulados no SLI, sendo mais evidente para os produtos eléctrico-electrónicos, como monitores de computador. Caso o vidro do ecrã se quebre, as possibilidades de recuperação do monitor tornam-se mais reduzidas, conduzindo a redução do valor do produto recuperado.

O principal cliente do sistema gerido pela Valorpneu é a Recipav. Para este actor, um importante factor para garantir o valor do material reciclado é a sua pureza. As dificuldades com relação ao valor do material resultante da reciclagem de pneus-resíduo são as impurezas encontradas, tais como pedaços de plástico, fragmentos metálicos e outros resíduos. Estes problemas são resultantes da baixa qualidade dos processos de separação dos pneus-resíduo.

Uma questão relevante quando se trata do valor dos pneus-resíduo está associada a maturidade do mercado. Um dos obstáculos apontados pela Recipneu bem como pela BScolway, recicladores de primeira ordem, foi a necessidade de ampliação do mercado para o granulado de borracha. Na opinião destes dois recicladores existe uma dificuldade em colocar o seu produto no mercado decorrente da falta de outras empresas que actuem como recicladores de segunda e terceira ordens transformando o granulado de borracha em outros produtos. Uma solução parcial para este problema foi encontrada pela Recipneu que passou a processar o excedente de granulado de borracha que fornece a Recipav, fabricando rodízios, tapetes para veículos e outros utensílios de borracha.

Se por um lado, ainda não existe um mercado consolidado para os derivados do pneu-resíduo, por outro, o problema tende a complicar-se à medida que os volumes de pneus-resíduo recuperados aumentarem. Uma solução para este problema seria criar mecanismos legais que proporcionassem o emprego destes materiais em obras de pavimentação e como alternativa à utilização de combustíveis fósseis nas indústrias. Um exemplo disto ocorre nos Estados da Califórnia e Arizona, onde por meio da legislação estadual, toda concessionária de estradas tem que empregar 5 % em volume de borracha no asfalto (Oda, 2003).

Com relação ao inquérito aplicado no Brasil, foi feita uma pergunta sobre as margens de lucro das empresas envolvidas com a reciclagem de pneus-resíduo. Infelizmente, nenhuma das empresas forneceu resposta a esta questão.

Conclusões

Uma constatação relativa à eficiência de um sistema logístico é o facto de que um produto de baixo valor implica um baixo grau de comprometimento entre os actores do sistema, tendo como resultado uma baixa eficiência. Isto foi observado durante a investigação sobre pneus-resíduo, um produto que ainda possui baixo valor. Ao investigar casos de estudo descrevendo outras fracções de produtos (Fleischmann et al., 2000; Kroon e Vrijens, 1995; Maslennikova e Foley, 2000; Meyer, 1999), electrónicos, por exemplo, pode-se afirmar que o inverso também se aplica. Produtos de elevado valor conduzem uma maior eficiência do sistema logístico, devido ao elevado nível de comprometimento entre os actores

Até aqui, analisou-se a forma como diferentes propriedades dos produtos influenciam o desempenho dos SLIs. Entretanto, especificamente para determinados produtos pode afirmar-se o inverso: os SLIs afectam as propriedades dos produtos. No caso de produtos, como os pneus-resíduo, o seu valor também irá depender da sua qualidade medida em termos de pureza do material recuperado, consequência dos processos de reciclagem. Esta constatação é apoiada por Chandrashekar e Dougless (1996) na sua investigação sobre a reciclagem de papel. Os autores concluíram que o *lead time* do sistema logístico inverso afectava as propriedades do papel reciclável, nomeadamente as fibras se degradavam ao longo do tempo, comprometendo a qualidade do papel reciclado. Portanto, conclui-se que a eficácia dos sistemas logísticos inversos pode afectar a qualidade dos produtos, consequentemente o valor dos produtos.

Para o caso de produtos complexos existe uma relação entre a eficiência e o valor do produto. A eficiência influencia o valor do produto. A eficiência dos processos de reciclagem ou recuperação material pode aumentar o grau de separação dos componentes de um produto, aumentando o valor das fracções resultantes. No caso dos pneus-resíduo, o processo de separação criogénico gera um teor de pureza das fracções maior do que os processos de trituração mecânica. Uma separação mais profunda das fracções também aumenta a eficiência na estrutura de distribuição dos materiais resultantes da recuperação (aço, borracha e fibras). Como conclusões finais pode ser afirmado que, independente do produto, a eficácia e eficiência dos SLIs irá influenciar o seu valor.

Finalizando, este trabalho de investigação encontrou um contraponto em relação ao que a teoria afirma sobre a agregação de valor a produtos recicláveis. Um problema identificado para o caso dos pneus-resíduo está relacionado com a pureza do material. Dependendo do processo de recuperação, os materiais podem estar todos misturados, isto significa um

decréscimo na qualidade da principal fracção, a borracha, conduzindo desta forma a uma queda de valor. A borracha é basicamente consumida na fabricação de tapetes de veículos, rodízios, entre outros produtos. Uma outra grande aplicação para a borracha é o asfalto-borracha, um produto no qual a pureza do material é imprescindível. Um outro problema é que os pneus-resíduo são ainda considerados produtos de baixo valor. Isto deve-se em grande parte ao facto de que as estruturas logísticas e o mercado para este produto ainda não estarem consolidados.

5.1.4 Variedade dos produtos

Com o objectivo de analisar a influência da variedade dos produtos introduz-se a seguinte questão:

Qual a influência da variedade dos produtos na eficiência e eficácia dos SLIs ?

Os pneus são um produto que pode ter diferentes graus de variedade, incluindo categorias tais como: Passageiros, comerciais, agrícolas, industriais, maciços, etc. De modo a tornar mais claro, se os pneus-resíduo são recolhidos por categorias, cada entrega ao reciclador será de baixa variedade. O outro extremo seria a recolha de várias categorias de pneus de forma conjunta, resultando numa variedade de produtos muito maior para o reciclador controlar.

De acordo com o que foi investigado, a recolha de várias categorias conjuntamente demonstrou-se mais eficiente que uma recolha em separado. No caso dos pneus-resíduo do “Programa Paraná Rodando”, inicialmente optou-se por uma estratégia de especulação, onde foram definidas as categorias de pneus-resíduo a serem recolhidas e a frequência das entregas. De início optou-se por um esquema de segregar as categorias pelo facto dos pneus-resíduo serem remunerados individualmente. A especulação para o caso dos pneus-resíduo demonstrou ser ineficiente pelo facto da baixa capacidade de utilização dos camiões e descontinuidade no fornecimento. O objectivo inicial era reduzir o esforço na actividade de selecção dos pneus. Após esta experiência, a gestão do programa adoptou uma estratégia de *postponement* e passou a remunerar os pneus por peso.

O director geral da Valorpneu, explicou que o seu sistema logístico inverso foi desde o início concebido para recolher todas as categorias de pneus-resíduo indistintamente. O transporte no sistema de recolha era remunerado em função da capacidade transportada. Na concepção da Valorpneu, ao se remunerar por toneladas transportadas, passa-se a incentivar o transportador a aumentar a sua eficiência em termos de capacidade de carga.

De uma forma geral, os pneus-resíduo são um produto que possui elevada variedade, existindo variações nos modelos, tamanhos, marcas e idades a serem reciclados. Com relação à eficiência, as operações de recuperação/reciclagem dos pneus-resíduo devem ser pensadas dentro do contexto mais abrangente de todo o sistema logístico. Uma elevada variedade dos produtos diminui a eficiência total do sistema, pois causa o aumento dos custos dos SLIs. Esta é uma conclusão que encontra apoio na opinião dos actores investigados.

Em resumo, apesar de, em níveis distintos, todos os actores apontarem a variedade dos produtos como um factor que influencia a eficiência do sistema logístico. Uma elevada variedade dos produtos significa perdas na eficiência decorrentes dos elevados custos de recolha assim como de selecção. Relativamente a eficácia do sistema, a frequência de recolha é afectada de modo negativo por uma elevada variedade dos produtos caso sejam recolhidos por categorias separadas.

Conclusões

No contexto dos pneus-resíduo, a frequência de recolha, a qual está relacionada com a eficácia do sistema, não é afectada pela variedade dos produtos recolhidos. Foi observado que todos os tipos de pneus são recolhidos em conjunto de forma a alcançar uma elevada eficácia do sistema logístico. Uma possível explicação é o facto de que a reciclagem de pneus-resíduo é um mercado emergente com oferta de baixos volumes. Um outro aspecto relacionado com o mercado observado na investigação é o facto da reciclagem de pneus-resíduo ser um fenómeno recente, significando que os fornecedores ainda estão aprendendo a gerir o sistema de recolha e selecção deste produto.

Em contraste aos pneus-resíduo, a frequência de recolha de papéis recicláveis é influenciada negativamente por uma elevada variedade de papéis, o que confirma as conclusões de Jahre (1995a) no seu trabalho de investigação sobre resíduos domésticos. Uma elevada variedade de produtos significa perdas na eficiência, dado que aumentam os custos de separação bem como de desmontagem. Uma operação eficiente de reciclagem deveria ser considerada em conjunto com todo o sistema logístico. Em resumo, a perspectiva de todo o sistema logístico inverso torna-se importante. Neste contexto, este trabalho é apoiado pelas conclusões de Jahre (1995a).

5.1.5 Resumo e observações

Apesar de algumas diferenças, todas as propriedades discutidas neste capítulo tem impacto na eficácia e eficiência dos sistemas logísticos. Existiram determinadas divergências com relação

aos casos investigados nesta tese, contudo, os resultados da investigação serão resumidos através de modelos que procuram ilustrar a relação das propriedades dos produtos com a eficiência e eficácia logísticas. Todas as propriedades dos produtos estudadas influenciam, de forma directa ou indirecta em alguns casos, a eficiência dos sistemas logísticos (figura 5.2). Com relação às propriedades de manipulação, elevada fragilidade e influência de factores ambientais induzem à eficiência de modo negativo, pois reduzem as opções de armazenagem e transporte dos produtos.

Uma elevada complexidade dos produtos restringe as possibilidades de aumento da eficiência dos SLIs, posto que as actividades e custos associados a esses produtos são mais elevados do que os associados a produtos de menor complexidade. Foi identificado que o valor dos produtos influencia o comprometimento dos agentes que realizam a recolha, selecção e manipulação dos pneus-resíduo, de certo modo aumentando a eficiência do sistema de recolha. Finalizando, uma elevada variedade dos produtos diminui as possibilidades de alcançar sistemas logísticos inversos mais eficientes.

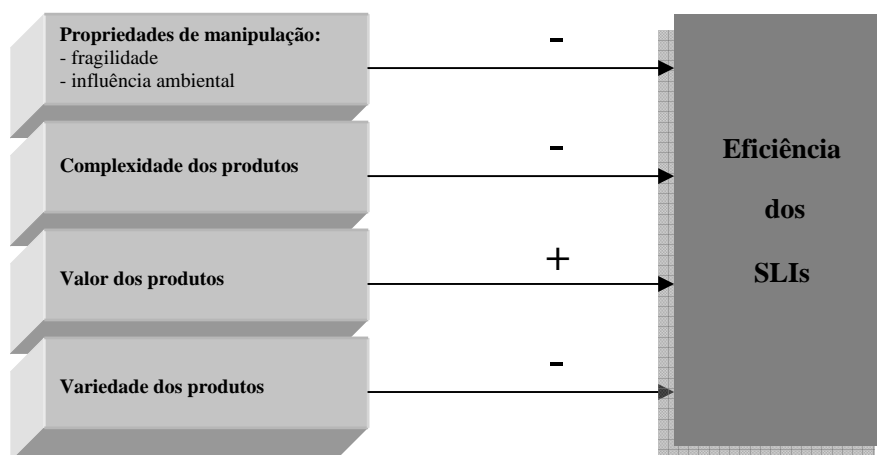


Figura 5.2: Influência das propriedades dos produtos sobre a eficiência dos sistemas logísticos inversos em termos de indicadores. Os sinais +/- indicam respectivamente correlações positivas e negativas.

Resultantes das discussões e conclusões sobre as propriedades dos produtos e a eficiência dos SLIs, são sugeridas algumas proposições:

P 1a: Elevada fragilidade dos produtos influencia negativamente a eficiência dos SLIs em relação à capacidade de transporte e armazenagem.

P 1b: Elevada sensibilidade dos produtos aos factores ambientais influencia negativamente a eficiência dos SLIs em relação à capacidade de transporte e armazenagem.

P 2: Elevada complexidade dos produtos tem impacto nas actividades logísticas, desta forma, restringe as possibilidades de alcançar SLIs mais eficientes.

P 3: Elevado valor dos produtos impulsiona o comprometimento entre os que desempenham actividades logísticas, o que aumenta a eficiência de SLIs.

P 4: Elevada variedade dos produtos limita as possibilidades de aumento da eficiência dos SLIs.

Das propriedades dos produtos investigadas, três influenciam a eficácia dos SLIs estudados: complexidade, valor e variedade (figura 5.3). Entretanto, para o caso da complexidade dos produtos, não ficou claro durante a investigação se a eficácia é realmente influenciada pela complexidade do produto (pneus-resíduo); pela maturidade do mercado (emergente) ou pela oferta de volumes do produto. Desta maneira, três indicadores são apresentados em grupo. Relativamente ao valor dos produtos é possível concluir que esta propriedade influencia a localização de centros de recolha e unidades de reciclagem, causando impacto na eficácia dos custos do sistema. Por último, a variedade dos produtos foi identificada como factor de impacto negativo na eficácia dos SLIs, pois uma elevada variedade dos produtos torna as frequências de recolha mais baixas, o que significa menor nível de serviço ao cliente.

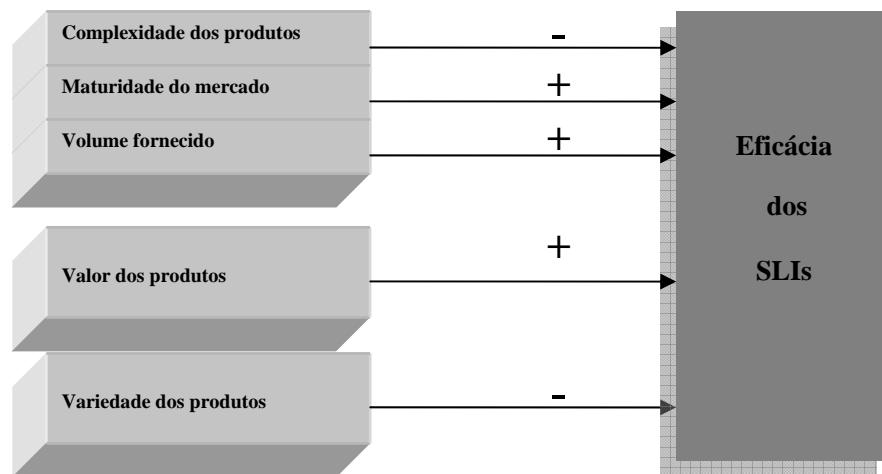


Figura 5.3: Influência das propriedades dos produtos sobre a eficácia dos sistemas logísticos inversos em termos de indicadores. Os sinais +/- indicam respectivamente correlações positivas e negativas.

Com base no que foi descoberto sobre as relações entre as propriedades dos produtos e a eficácia dos SLIs, foram elaboradas as seguintes proposições:

P 5a: Elevada complexidade dos produtos reduz a eficácia nos SLIs.

P 5b: Uma elevada maturidade do mercado aumenta a eficácia nos SLIs.

P 5c: O fornecimento de grandes volumes de produtos incrementa a eficácia nos SLIs.

P 6: Elevado valor dos produtos aumenta as possibilidades de eficácia nos SLIs.

P 7: Elevada variedade dos produtos diminui a frequência das recolhas, deste modo reduz o nível de serviço aos clientes, gerando impacto negativo na eficácia dos SLIs.

Um último aspecto identificado foi o facto de que o valor dos produtos não somente influencia como também é influenciado pela eficácia dos sistemas logísticos. Isto fica a dever-se ao facto de que o *lead time*, para o caso de produtos duráveis, exerce um efeito negativo sobre a sua qualidade, afectando o valor destes produtos. Adicionalmente, a eficiência dos SLIs também influencia o valor dos produtos. De forma a atingir elevada eficiência na capacidade de transporte, alguns produtos são compactados, o que pode reduzir o seu valor.

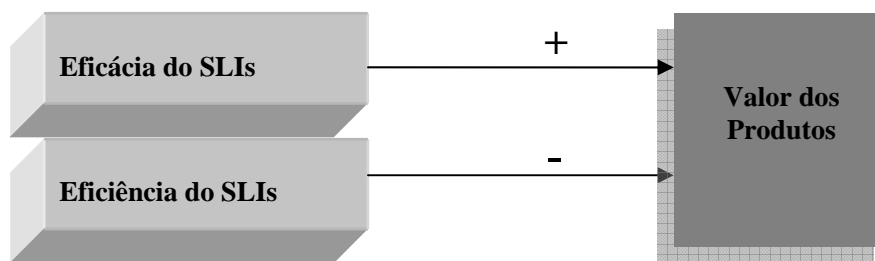


Figura 5.4: Influência da eficácia e da eficiência dos sistemas logísticos sobre o valor dos produtos.

Estas conclusões conduzem às últimas proposições sobre a relação entre o desempenho (eficácia e eficiência) dos SLIs e as propriedades dos produtos:

P 8: A eficácia dos SLIs, expressa em termos do *lead time* afecta, a qualidade de produtos (duráveis) negativamente, portanto, decrescendo o valor dos produtos.

P 9: A eficiência dos SLIs, com relação à capacidade utilizada, influencia a qualidade de produtos (frágeis) de modo negativo, diminuindo o valor dos produtos.

5.2 Estruturas nos SLIs investigados

Esta secção aborda as questões estruturais relevantes para a eficácia e a eficiência dos SLIs. Devido ao interesse descritivo e parcialmente analítico com relação às estruturas pretende-se responder a duas questões, as quais já foram apresentadas na introdução desta tese:

Que estruturas são utilizadas nos SLIs?

Qual a influência das estruturas na eficiência e eficácia dos SLIs?

Como primeiro passo, as estruturas identificadas nos casos estudados e no inquérito aplicado são descritas e discutidas. Feito isto, o conceito das economias de escala e o princípio de *postponement* são ilustrados e discutidos no que dizem respeito à eficácia e eficiência. No final da secção, para cada ponto relacionado com as estruturas, parte-se de uma discussão teórica, seguida de descrições e análise dos dados. Deve ser dito que a problemática da coordenação entre SLIs e sistemas logísticos directos, apesar de relevante, não foi suficientemente abordada nesta tese.

5.2.1 Estruturas dos SLIs

A investigação dos casos de estudo forneceu os seguintes dados com relação ao fornecimento de pneus-resíduo para os recicladores de primeira ordem (BScolway e Recipneu):

- No programa “Paraná Rodando Limpo” foram identificados três tipos de fornecedores directos para o reciclador de primeira linha (fase de recolha): associações municipais, distribuidores de pneus (lojas e representantes da BScolway) e cooperativas de recolhedores. Com excepção dos distribuidores da BScolway que se encontram no estado de São Paulo e no Paraná, todos os outros fornecedores estão distribuídos exclusivamente pelo estado do Paraná. O cliente final do SLI é uma refinaria da Petrobrás (sistema de pós-recolha).
- O principal negócio do transportador é distribuir os pneus recauchutados da fábrica da BScolway para os seus pontos de venda. A recolha de pneus-resíduo representa apenas uma pequena parte de seu volume transportado. O fluxo de distribuição directa do transportador pode ser caracterizado por poucos carregamentos e várias entregas, enquanto o fluxo inverso (recolha de pneus-resíduo) é composto por vários carregamentos e poucas entregas.
- No caso do sistema da Sociedade Valorpneu, quatro tipos de fornecedores directos (associações de municípios, empresas de tratamento de resíduos sólidos, sucateiros e recauchutadores de pneus). Para o reciclador de primeira linha (fase de recolha) foram identificados os fornecedores, perfazendo um total de 27 distribuídos pelo território português. O principal cliente final do sistema é a empresa de pavimentação Recipav, a qual é proprietária da Recipneu (sistema de pós-recolha). O sistema utiliza vários transportadores, não tendo sido possível fazer uma caracterização do sistema de transporte de pneus-resíduo, neste trabalho.

Empregando a classificação de Coyle et. al (1996) com relação ao tipo de estrutura adoptada pelos dois recicladores estudados, é possível afirmar que são caracterizadas como estruturas maioritariamente internas, ou seja, composta por vários fornecedores individuais e poucos

clientes. O transportador estudado confirma a imagem de vários carregamentos e poucas entregas para o fluxo inverso de produtos (pneus-resíduo), o que é o oposto ao fluxo de entregas de pneus recauchutados. Estas estruturas podem ainda ser classificadas como convergentes.

Da aplicação do inquérito ao mercado de recuperação de pneus-resíduo brasileiro, foi realizada uma análise da frequência de fornecimento, demonstrando que os vários recicladores espalhados pelo país possuem diferentes fontes ou fornecedores de pneus-resíduo. As principais fontes são apresentadas na tabela 5.2, que representa a etapa de recolha do sistema logístico inverso.

Fontes de Fornecimento					
Municípios	Lojas de pneus	Recauchutador	Frotistas	outros	total
35%	22%	17%	14%	12%	100%

Tabela 5.2: Principais fornecedores de pneus-resíduo expressos em valores percentuais.

Cada categoria de fonte de pneus-resíduo inclui vários actores. Os municípios dizem respeito principalmente aos aterros sanitários, onde os resíduos domésticos e industriais são agrupados. Pelo exposto, percebe-se que a estrutura de fornecimento para os recicladores inclui quatro grandes fontes, entretanto cada uma contribui com pequenas, e muitas vezes irregulares, quantidades de pneus-resíduo. Por serem também variáveis com relação às frequências de fornecimento não foi perguntado a quantidade dessas fontes. O mesmo estudo também demonstrou diferenças entre os grupos de recicladores no que diz respeito à estrutura dos clientes. A tabela 5.3 apresenta a fase de pós-recolha do SLIs.

Clientes					
Fabricantes de produtos de borracha	Cimenteiras	Empresas de pavimentação	Fornecedores de matéria-prima	outros	total
56%	22%	13%	5%	4%	100%

Tabela 5.3: Principais destinos para os pneus-resíduo reciclados expressos em valores percentuais.

Os dois principais consumidores ou destinos dos pneus-resíduo representam quase 80% do consumo deste produto. O principal grupo é representado por indústrias de manufactura. O segundo grupo é representado pelos valorizadores energéticos, nomeadamente cimenteiras que alimentam seus fornos com pneus-resíduo triturados. Julga-se que este segundo grupo passe a ter maior importância nos próximos anos devido a uma nova legislação brasileira que

entrará em vigor no início de 2006 que incentiva o uso de fontes alternativas de energia, incluindo a recuperação dos pneus-resíduo por meio de valorização energética. Por último, procurou-se obter informações a respeito do número de clientes (tabela 5.4).

Número de Clientes	1	2-5	5-10	>10	total
N.º de Recicladores	4	3	2	2	11

Tabela 5.4: Frequência do número de clientes para os recicladores investigados.

A tabela 5.4 mostra que mais da metade dos recicladores possui cinco ou menos clientes, mais de um terço dos recicladores que responderam ao inquérito possuem somente um cliente. De um modo geral os recicladores possuem definitivamente menos clientes do que fornecedores. A aplicação do inquérito comprova as observações obtidas através dos estudos de caso, ou seja, as estruturas dos SLIs são convergentes/majoritariamente internas.

Conclusões

Segundo a classificação de Coyle et al. (1996) apresentada no capítulo 2, as estruturas para os SLIs investigados podem ser definidas como majoritariamente internas (figura 5.5). Portanto a resposta da primeira questão sobre estruturas (Que estruturas são utilizadas nos SLIs?) é que as estruturas para os SLIs estudadas podem ser descritas como estruturas logísticas majoritariamente internas ou como estruturas convergentes.

Ao observar-se a estrutura dos actores nos sistemas logísticos abordados, é possível afirmar que estas são uma imagem invertida de um sistema de distribuição e produção directos, ou seja, são o espelho de um sistema logístico directo. Existem muitos fornecedores de pneus-resíduo e os pontos de recolha encontram-se dispersos, enquanto são poucos os clientes. Esta afirmação está de acordo com as conclusões de Jahre (1995b), onde o número de actores decresce à medida que o do fluxo de materiais se aproxima do reciclador, enquanto cresce com a direcção do fluxo de materiais na distribuição directa.

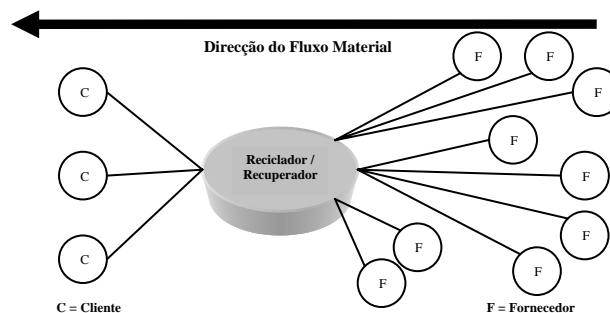


Figura 5.5: A estrutura convergente/majoritariamente interna de fornecedores e clientes tomando-se a perspectiva do reciclador como empresa focal.

5.2.2 Economias de escala e o princípio de *postponement*

O segundo aspecto a abordar com relação às estruturas dos SLIs é verificar e encontrar razões para a adopção dos princípios das economias de escala e de *postponement* nos casos investigados de modo a aumentar o desempenho dos SLIs. Com relação aos pneus-resíduo, uma questão observada foi uma grande variação dos volumes deste produto, portanto, as questões de volume no que diz respeito às economias de escala possuem interpretações distintas dependendo do contexto investigado.

De acordo com as definições de eficácia e eficiência fornecidas no capítulo 3, a adopção de estruturas centralizadas proporcionam eficiência em termos da utilização de tempo e capacidade dos canais de distribuição. Com relação à eficácia, esta é alcançada através de baixos custos logísticos e administrativos e maior satisfação dos clientes em termos de nível de serviço e variedade de produtos.

Uma outra possibilidade é obter economias de escala nas outras actividades dentro da estrutura logística. Wouters et al. (1999) abordam o lucro dos grossistas na cadeia de abastecimento com relação às economias de escala. Uma coordenação das ordens de encomenda significa maiores volumes requisitados dos grossistas aos fabricantes. Volumes maiores significam também maior poder negocial e assim preços mais baixos. A questão relacionada com a postura de negociação será oportunamente discutida no capítulo 6, quando os aspectos com relação à estrutura de poder forem explorados.

Relativamente ao princípio de *postponement*, pode-se afirmar que é direccionado à escolha de quais actividades devem ser desempenhadas e em que ordem de prioridade. Bem como as economias de escala, o *postponement* é um aspecto relevante para a logística. De acordo com o que foi apresentado no capítulo 3, *postponement* significa um atraso intencional do momento de transformação e/ou transferência de produtos, retardando o máximo possível a execução dessas actividades.

Economias de escala nos SLIs investigados

Antes de iniciar a discussão sobre as economias de escala nos SLIs dos pneus-resíduo, será tomado o exemplo da aplicação deste princípio para outro produto, o papel. Segundo informações obtidas pelo Recycling Forum (2000), o papel é geralmente recolhido por camiões compactadores. Este é um aspecto importante para a obtenção da eficiência no transporte até a unidade de reciclagem de papel.

Sem a compactação do papel, o volume preenchido por camião seria de baixo peso. Uma elevada utilização dos recursos é alcançada através da compactação do papel transportado, pois a capacidade de carga com relação ao peso é melhor aproveitada, conduzindo a uma maior eficiência. A compactação também possui impacto positivo sobre a eficiência, em termos de custos, pelo facto de menos camiões poderem transportar a mesma quantidade de produtos.

Uma outra forma de tornar o transporte mais eficiente é recolher somente uma categoria específica de papel durante a mesma viagem. Apesar de algumas vezes significar uma maior quantidade de paragens por viagem, também acarreta menor esforço de selecção do papel quando este dá entrada na unidade de reciclagem. Este modo de recolha demonstrou ser mais eficiente que a recolha de todas as categorias de papel durante a mesma viagem (Jahre, 1995a).

No caso “Paraná Rodando Limpo” a recolha dos pneus-resíduo é desempenhada pelo transportador de pneus recauchutados da fábrica da BScolway para os seus vários revendedores, isto conduz à coordenação das actividades de recolha (pneus-resíduo) com as entregas nos pontos de venda (pneus recauchutados). O transporte na fase de recolha deste SLI é um exemplo de sistema de circuito fechado. As economias de escala no sistema são obtidas através da consolidação do processo de recolha e de uma boa capacidade de coordenação do transporte.

Com relação aos processos de reciclagem, a BScolway considerou uma estrutura centralizada como a melhor opção em termos de obter economias de escala. A eficiência do processo de reciclagem depende em grande parte da qualidade e da quantidade de pneus-resíduo a serem processados. Deste modo, uma estrutura centralizada possibilita o processamento de elevados volumes, atingindo economias de escala e tornando o sistema mais eficaz e eficiente.

O caso da Valorpneu possui algumas diferenças em relação ao da BScolway. O sistema de recolha de pneus-resíduo é conduzido por 27 pontos de recolha dispersos pelo território português. Como foi anteriormente descrito estes pontos são representados por empresas municipais de tratamento de resíduos, empresas de reciclagem, sucateiros e recauchutadoras de pneus. Estas companhias funcionam como “pulmões” no fornecimento de pneus-resíduo, ou sejam, armazenam estes pneus até um determinado volume, quando então comunicam à Valorpneu o stock máximo de pneus-resíduo. Neste ponto, o SLI gerido pela Valorpneu é mais complexo que o da BScolway, pois compõe-se de uma diversidade maior de pontos de recolha. Entretanto, em termos de cobertura espacial, o SLI gerido pela BScolway cobre um

território de aproximadamente 450.000 km² representando cerca de cinco vezes o território português.

Após a recolha e deposição dos pneus-resíduo nos pontos de recolha, a Valorpneu passa a gerir o transporte até a empresa de reciclagem Recipneu. O transporte é realizado por mais de uma empresa seleccionadas pela Valorpneu. Ao contrário da BScolway, a Valorpneu contrata empresas específicas para o transporte dos pneus-resíduo, não constituindo um circuito fechado. O processo de reciclagem do sistema também é centralizado num único actor, a Recipneu.

Observe-se que ao considerar os aspectos do desempenho (eficácia e eficiência), o sistema logístico inverso não pode ser separado do processo de reciclagem. Vários actores expressaram este aspecto através das descrições empíricas. Foi também evidenciado que diferentes actores com diferentes especialidades percebem a relação entre o princípio das economias de escala e o desempenho de modo distinto. Por exemplo, os clientes finais (Petrobrás e Recipav) dos dois sistemas investigados deram importância às economias de escala para os transportes, não as considerando na mesma extensão para o processo de reciclagem.

Finalmente, existe um impacto da maturidade do mercado sobre as economias de escala. No caso da reciclagem de papel, o mercado já se encontra estabilizado (Recycling Forum, 2000). Os volumes são elevados e constantes, sendo obviamente possível atingir economias de escala, o que é directamente oposto ao caso do mercado de pneus-resíduo.

Postponement nos SLIs investigados

Apesar da procura pelos pneus-resíduo ainda ser pequena, a prática de *postponement* foi observada em ambos os casos investigados. Após a requisição emitida pela Valorpneu, os pneus são seleccionados nos pontos de recolha e aqueles considerados pneus-resíduo são transportadas até a Recipneu (*postponement* de lugar), onde, em função da procura da Recipav, só então passam pelo processo de separação (*postponement* de tempo/forma). No caso da BScolway, de acordo com a procura por pneus-resíduo, os pneus são transportados conjuntamente dos pontos de recolha (lojas da Bscolway e depósitos dos catadores) até as instalações industriais da Bscolway (unidade de reciclagem). Ao chegarem na fábrica da Bscolway, os pneus vão para um depósito onde o processo de selecção e posteriormente a separação só têm início após a requisição da refinaria da Petrobrás (Petrosix).

A definição de janelas de entrega/escalas foi afirmada pelos dois recicladores (BScolway e Recipneu) como uma necessidade para o bom desempenho do sistema. A Recipneu recebe os pneus-resíduo de acordo com marcações acordadas com a Valorpneu, que devem ser entregues à Recipneu em intervalos de no máximo 30 minutos. Este tempo, foi afirmado pela Recipneu como o tempo máximo para que não se formem filas de camiões na unidade de reciclagem. A BScolway recebe os pneus-resíduo de acordo com uma escala definida em conjunto com seus revendedores e somente carregamentos completos são aceites.

A razão apontada para a adopção de exigências tão severas deve-se à necessidade de alcançar um abastecimento eficiente de materiais. Além deste facto, os entrevistados também justificaram por razões de segurança a vontade de manter os tempos de descarga curtos (máximo 30 minutos). Vários veículos circulando na unidade de reciclagem significam um aumento do risco de acidentes.

Os volumes de pneus-resíduo ainda são bastante irregulares e pequenos para se falar de estruturas logísticas realmente consolidadas, não obstante, é esperado (tanto no Brasil como em Portugal) um crescimento e uma maior regularidade no fornecimento de pneus-resíduo. A maior incerteza apontada com relação ao fornecimento deve-se ainda ao comportamento dos consumidores finais.

Conclusões

Para os casos estudados, as economias de escala foram aplicadas de forma deliberada para o processo de reciclagem de pneus-resíduo. Apesar das questões legais, existe uma expectativa que economias de âmbito devam ser adoptadas a um nível multinacional, ou até mesmo global para a questão do reaproveitamento de pneus-resíduo. De certo modo, isto já foi verificado quando os países ricos exportam pneus-resíduo para países em desenvolvimento.

No que diz respeito ao transporte, as economias de escala foram aplicadas na forma de elevadas taxas de utilização, de forma a aumentar a eficiência do sistema logístico inverso em termos de melhoria da capacidade e dos custos. Contudo a procura por economias de escala, também teve um impacto negativo na eficácia, pois significou um decréscimo com relação à frequência de recolha de pneus-resíduo, tanto em relação ao sistema de recolha como ao de pós-recolha. Uma possível solução seria o aumento das quantidades dos operadores de materiais, ainda não totalmente consolidada para o mercado emergente dos pneus-resíduo.

Existe uma expectativa de aumento do número de empresas que utilizem as fracções materiais (borracha, aço e fibras) dos pneus-resíduo como matérias-primas de outros produtos. A

expectativa é de que a maior procura por pneus-resíduo passe a ser por indústrias que irão utilizar este produto como alternativa energética ao gasóleo. Nomeadamente, já existe uma crescente procura por parte das fábricas de cimento pelos pneus-resíduo como combustível para os seus fornos.

Em todos os casos investigados foi identificada a prática de *postponement*. Isto quer dizer que, no sistema de recolha, a selecção e transporte dos pneus-resíduo só ocorre após o conhecimento da procura das unidades de reciclagem (*postponement* de lugar). Para o sistema de pós-recolha, o processo de separação só tem início quando os clientes finais do sistema realizam os pedidos (*postponement* de tempo/forma).

5.2.3 Resumo e considerações

A primeira pergunta sobre estruturas a ser investigada com relação aos sistemas logísticos inversos foi:

Que estruturas são utilizadas nos SLIs?

A investigação identificou os seguintes padrões de estruturas dos SLIs:

- A estrutura dos sistemas de recolha e pós-recolha podem ser descritas como internas ou convergentes.
- As economias de escala são adoptadas com relação ao transporte e ao processo de reciclagem.
- A prática de *postponement* foi identificada em todos os casos (*postponement* de tempo/forma e lugar).

A segunda questão a ser respondida foi:

Qual a influência das estruturas na eficiência e eficácia dos SLIs?

A eficiência dos SLIs é beneficiada pelas economias de escala, em grande parte isto deve-se ao facto de que elevadas taxas de utilização são alcançadas, o que se relaciona com a eficiência em termos de capacidade. O princípio das economias de escala também contribui para o aumento da eficácia, pois baixam os custos dos SLIs. Um efeito negativo foi identificado no sistema de pós-recolha. Para obter volumes satisfatórios para economias de escala, a frequência de recolha dos pneus-resíduo é baixa, o que se reflecte como uma ineficiência para o nível de serviço do cliente final (empresas de pavimentação, fábricas de artefactos de borracha e usinas de cimento).

Práticas de *postponement* foram identificados no sistema de recolha e pós-recolha dos pneus-resíduo, entretanto a maior razão descrita para a centralização dos processos de selecção foi o desejo de obter economias de escala. É possível afirmar que o *postponement* tem efeitos positivos sobre a eficiência, através do aumento da capacidade do sistema. Por proporcionar a redução dos custos logísticos e indirectamente por ocasionar economias de escala, o *postponement* tem influência positiva sobre a eficácia dos SLIs.

A coordenação entre os sistemas de distribuição directa e os SLIs é possível em situações onde as unidades de reciclagem ou reprocessamento estão próximas às unidades de distribuição directa. Os ganhos podem ser obtidos na eficiência, em termos da capacidade dos transportes, e na eficácia dos SLIs. Contudo, esta é uma questão que emergiu durante o processo de investigação e não foi tratada no mesmo nível de detalhe que as questões relacionadas com as economias de escala e *postponement*, ficando portanto a sugestão de que um trabalho futuro de investigação mais profundo seja realizado. Este tipo de coordenação foi observado na fase de recolha do SLI do programa “Paraná Rodando Limpo”, onde a BScolway utilizava sua estrutura de distribuição para recolher os pneus-resíduos depositados nas suas lojas. De acordo com o que já foi dito nesta tese, a coordenação entre os fluxos directos e inversos constitui um caso típico de circuito fechado.

A influência dos aspectos estruturais da eficácia e eficiência dos SLIs são resumidos na figura 5.6.

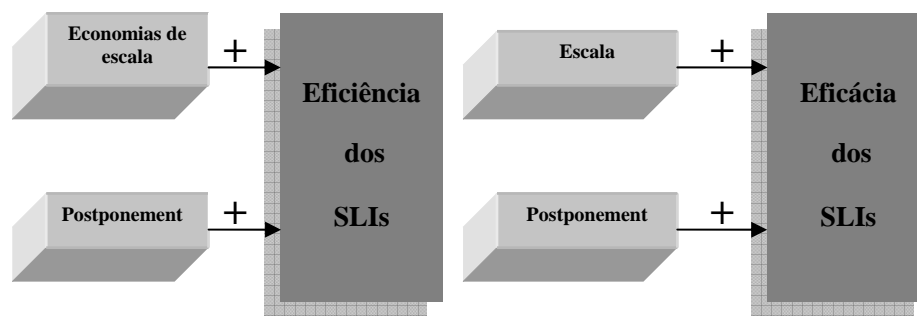


Figura 5.6: Influência das estruturas no desempenho (eficiência e eficácia) dos SLIs, em termos de indicadores. Os sinais +/- indicam se a relação é positiva ou negativa.

Com base no trabalho desenvolvido, são sugeridas as seguintes proposições:

P 10a: Economias de escala aumentam a eficiência dos SLIs, em termos de melhor utilização da capacidade.

P 10b: Economias de escala aumentam a eficiência dos SLIs, em termos de redução dos custos.

P 10c: Para baixos volumes reciclados, a necessidade de obter economias de escala, tem como consequência uma diminuição do nível de serviço dos SLIs aos clientes, afectando negativamente a eficácia.

P 11a: O *postponement* eleva a eficiência dos SLIs através do melhoria da taxa de utilização dos recursos.

P 11b: O *postponement* tem impacto positivo na eficácia dos SLIs, pois eleva o nível de serviço em termos de sincronização com a procura.

5.3 Propriedades dos produtos e estruturas nos SLIs investigados

Quatro propriedades dos produtos foram descritas e analisadas na secção 5.1, são elas: propriedades de manipulação, complexidade, valor e variedade. Estas propriedades possuem uma relação com as questões associadas com as estruturas dos SLIs, ou seja, economias de escala e *postponement*, abordadas na secção 5.2. Apesar de não ter sido um dos objectivos desta tese e, por isso, não ter sido investigado com o mesmo grau de intensidade que outras questões exploradas na tese, a última secção deste capítulo discutirá possíveis relações entre as propriedades dos produtos e as estruturas dos SLIs estudadas, pretendendo trazer novas contribuições e abrir caminho para trabalhos futuros de investigação. Por ter sido estudado somente o caso dos pneus-resíduo, parte da discussão é apoiada pela literatura existente sobre outros materiais (papel e metal, por exemplo). Esta foi a forma escolhida para confrontar algumas evidências obtidas neste trabalho de investigação.

Propriedades de manipulação vs. estruturas

A principal conclusão retirada dos casos estudados é que as propriedades de manipulação dos produtos influenciam a eficiência num grau maior do que a eficácia dos SLIs. Porém, a procura de níveis de eficiência elevados condiciona fortemente as opções de manipulação dos produtos. A manipulação dos pneus-resíduo, dentro do sistema de recolha, é decidida em função da necessidade de obter grandes volumes de transporte. Isto explica a razão pela qual as economias de escala são um importante determinante estrutural dos SLIs de pneus-resíduo. A importância das economias de escala para os SLIs já foi anteriormente enfatizada (Jahre, 1995a, 1995b; Stock, 1992, 1998; Rogers e Tibben-Lembke, 1999; 2002) e este trabalho de investigação apoia esta asserção. Assim, no caso dos pneus-resíduo, foi constatado que as

propriedades de manipulação possuem um baixo impacto sobre o desempenho dos SLIs. Uma possível razão para a ausência de investigação sobre as propriedades de manipulação e seu impacto sobre os sistemas logísticos poderá ser a sua menor importância para a eficácia e eficiência logísticas.

Entretanto, qual será o impacto destas propriedades para outras fracções de produtos, tais como os electrónicos, onde estas propriedades são mais importantes para o desempenho global do sistema do que a elevada capacidade de transporte. Na manipulação de ecrãs de computadores, por exemplo, a sua fragilidade significa que devem ser manuseados com cuidado. Como foi referido, se por alguma razão estes ecrãs se partirem, o valor potencial do vidro decresce e torna-se impossível a sua recuperação plena, afectando de forma negativa a eficácia do sistema. Esta questão é mais importante para o resultado global do sistema logístico do que a obtenção de economias de escala por meio de uma elevada taxa de utilização em relação aos volumes (eficiência). Deste modo, sugere-se que, quando as propriedades de manipulação exercerem uma grande influência sobre a estrutura do sistema (como no exemplo dos ecrãs), estas poderão ser mais importantes do que a eficiência obtida através das economias de escala nos SLIs. Esta afirmação, contudo, exige trabalho de investigação adicional. Esta tese abordou somente um tipo de produto onde, como foi evidenciado, as propriedades de manipulação exercem baixa influência sobre a eficácia e eficiência do sistema. A figura 5.7 ilustra as conclusões associadas com a relação entre as propriedades de manipulação dos produtos e as estruturas dos SLIs.

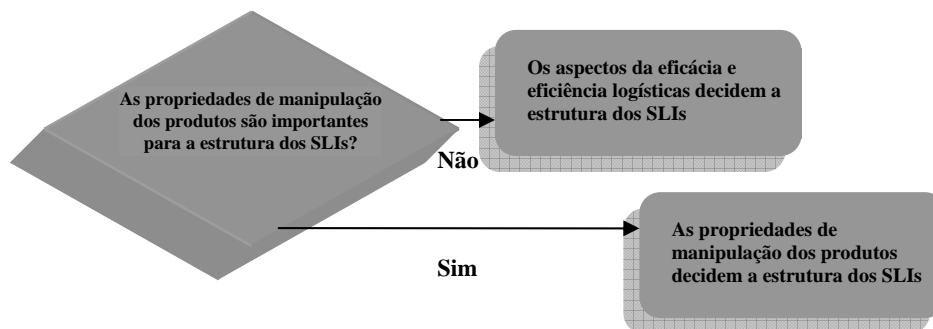


Figura 5.7: Propriedades de manipulação dos produtos *versus* estruturas no contexto dos SLIs.

Complexidade dos produtos vs. estruturas

De acordo com o que foi apresentado na secção 5.1, a complexidade dos produtos em fim de vida é importante para o padrão de actividades entre os recuperadores e/ou recicladores e

influencia a execução das actividades logísticas, nomeadamente movimentação interna e gestão de materiais, ou seja, é importante para a estrutura do SLI como um todo.

Sugere-se aqui que quanto mais complexo for um produto em fim de vida, menor será a importância dos processos logísticos para o reciclador. Por exemplo, para produtos de elevada complexidade como o caso de electrónicos e veículos em fim de vida (VFV), as questões relacionadas com a reciclagem (tais como: formas de desmantelamento, separação das fracções e transformação/aproveitamento dos materiais), assumem uma importância maior que a eficácia e eficiência logísticas. No outro extremo, para produtos de baixa complexidade, como os papéis, as actividades logísticas constituem um aspecto importante a ser partilhado com as actividades de reciclagem (cujo esforço é pequeno).

Com relação aos pneus-resíduo, pode-se dizer que a eficácia e eficiência das actividades logísticas, são de grande impacto na estrutura dos SLIs, nomeadamente com relação à questão das economias de escala. No caso dos pneus-resíduo, considerado um produto de complexidade moderada, verificou-se que o desempenho de actividades logísticas mais eficaz e eficiente, permitindo atingir economias de escala continua a ser determinante na configuração das estruturas. Isto pôde ser percebido em ambos os casos investigados, onde durante as entrevistas foi demonstrada uma preocupação com as questões estruturais dos SLIs, tais como as frequências dos carregamentos, a coordenação dos fluxos do sistema de recolha e de pós-recolha e as taxas de utilização dos transportes.

Portanto, para o caso dos pneus-resíduo, os aspectos da eficácia e eficiência logísticas exercem uma grande influência sobre a estrutura do SLI. De modo oposto, produtos mais complexos conduzem a uma menor importância da eficácia e eficiência logísticas e menor atenção aos aspectos estruturais dos SLIs (figura 5.8).

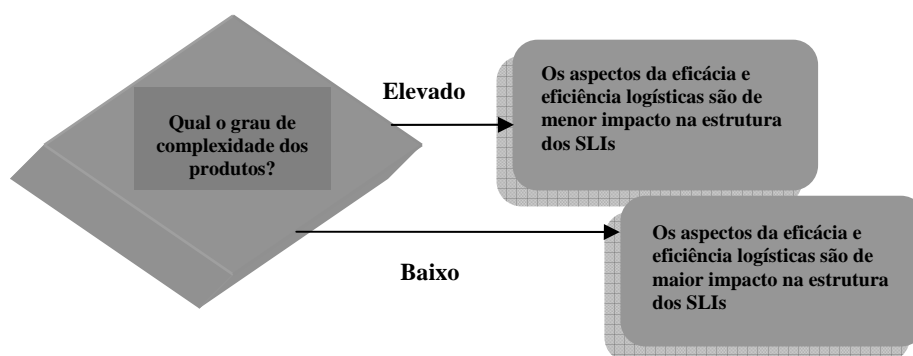


Figura 5.8: Complexidade dos produtos *versus* estruturas no contexto dos SLIs.

Valor dos produtos vs. estruturas

O trabalho de investigação não foi consistente o suficiente para estabelecer uma relação estreita entre o valor dos pneus-resíduo e a estrutura dos SLIs, contudo, alguns aspectos foram identificados e serão abordados. No que diz respeito à relação entre o valor dos produtos e as estruturas, um problema com os pneus-resíduos é que são ainda considerados produtos de baixo valor. Isto deve-se em grande parte ao facto de que as estruturas logísticas e o mercado para este produto ainda não estarem consolidados. Em mercados onde as estruturas estão melhor estabelecidas, como Reino Unido e Escandinávia, pode ser observado um aumento do valor dos pneus-resíduo.

Uma outra questão identificada com relação ao valor dos pneus-resíduo e a estrutura do seu SLI está relacionada com a pureza do material. Dependendo do processo de recuperação, os materiais podem estar todos misturados, isto significa um decréscimo na qualidade da principal fracção, a borracha, conduzindo desta forma a uma queda do valor. Novamente existe uma relação com os aspectos estruturais. Em mercados onde existe procura regular das fracções (borracha, metais e fibras) dos pneus-resíduo existe uma maior preocupação com o desempenho dos processos logísticos e de reciclagem, os quais estão relacionados com a questão das estruturas (economias de escala e *postponement*). Em contrapartida, em mercados emergentes como o Brasil, as estruturas não estão bem consolidadas, pois o consumo não é elevado nem existe uma regularidade da procura por todas as fracções dos pneus-resíduo.

No caso dos produtos electrónicos, por serem produtos de valor elevado, existe uma maior atenção com as estruturas dos seus SLIs. Neste caso, há uma preocupação com a manutenção do valor, esta deve ser assegurada por meio dos processos de separação das fracções, os quais estão mais relacionados com o *postponement* de forma/tempo do que com as economias de escala. Tanto o *postponement* como as economias de escala são aspectos estreitamente relacionados com as estruturas dos SLIs. De toda forma, como foi dito no início desta secção, estas questões necessitam de um esforço maior de investigação, portanto é sugerido que em futuros trabalhos o aspecto do valor dos produtos e sua relação com as estruturas dos SLIs sejam estudados ao detalhe.

Variedade dos produtos vs. estruturas

A relação da variedade dos produtos com a estrutura dos SLIs, não foi um dos objectivos a serem analisados neste trabalho de investigação, por isso, não foi possível conduzir uma

análise e discussão mais profundas, mesmo assim, alguns aspectos emergiram durante o processo de investigação. A variedade dos produtos nos SLIs está relacionada com as questões estruturais pois quanto maior for a variedade dos produtos recolhidos, mais complexo será o sistema de recolha. Nos casos estudados foram detectadas formas distintas de solucionar essa questão. O sistema de recolha da BScolway e o de pós-recolha da Recipneu, utiliza veículos específicos para a recolha de pneus, pois nestas situações os volumes e o nível de serviço são factores importantes. Entretanto, no caso do sistema de recolha da Valorpneu, os pneus são recolhidos juntamente com outros produtos de forma indistinta, isto representa uma perda de eficiência do sistema, pois os pneus têm de ser separados dos outros produtos para em seguida serem enviados noutros camiões para a Recipneu.

O conceito das economias de escala representa novamente uma explicação plausível para a forma como os produtos são recolhidos, sendo os volumes recolhidos o que realmente importa. De forma a atingir volumes suficientes de pneus-resíduo, a Valorpneu realiza a sua recolha em conjunto com outras fracções de produtos no mesmo camião. Esta situação contrasta com o que foi analisado na literatura sobre recolha e reciclagem de papel (Andersson, 1995; Jahre, 1995a, 1995b; Recycling Forum, 2000; Wilson, 2002). No caso do papel, os volumes são suficientemente elevados para que uma separação seja feita antes de sua recolha o que permite a utilização de veículos específicos para a recolha de cada categoria de papel.

5.3.1 Resumo e considerações

No que diz respeito à relação entre as propriedades dos produtos e as estruturas, foram encontradas relações entre a manipulação e a complexidade. Deste modo, somente puderam ser feitas proposições no que diz respeito a estas duas propriedades e as estruturas. Portanto, são feitas as seguintes proposições:

P 12a: Os aspectos da eficácia e eficiência logísticas decidem a estrutura dos SLIs quando as propriedades de manipulação dos produtos não possuem relevância para as estruturas dos SLIs,

P 12b: Para os produtos cujas propriedades de manipulação são importantes para as estruturas dos SLIs, as propriedades decidem a estrutura dos SLIs. Em outras palavras, as propriedades de manipulação decidem as estruturas SLIs se forem importantes em termos de economias de escala e *postponement*.

P 13a: Para produtos que possuem elevado grau de complexidade, os aspectos do desempenho (eficácia e eficiência) logístico são de menor impacto na estrutura dos SLIs.

P 13b: Para produtos que possuem baixo grau de complexidade, os aspectos da eficácia e eficiência logísticas são de maior impacto na estrutura dos SLIs.

Com relação às outras duas propriedades (valor e variedade) não puderam ser deduzidas proposições. Isto deve-se ao facto de não ter sido realizado um trabalho mais aprofundado para avaliar estas questões e também pela razão de somente ter sido estudado um produto (pneu-resíduo). De toda forma, a questão do valor e variedade dos produtos pode dar contributos interessantes para trabalhos que venham estudar vários tipos de materiais. Deste modo, recomenda-se que futuros trabalhos de investigação investiguem a relação entre estas duas propriedades e diferentes tipos de produtos, por exemplo, estudar a relação entre o valor dos papéis e dos electrónicos ou a variedade dos plásticos com as estruturas dos seus SLIs.

Capítulo 6

A cooperação entre os actores nos sistemas logísticos inversos (SLIs) para pneus-resíduo

Durante os primeiros passos do processo de investigação foi definido que um dos objectivos seria explorar o processo de cooperação entre os actores em SLIs, pois os entrevistados tinham identificados alguns obstáculos a esta forma de relacionamento. No caso do programa “Paraná Rodando Limpo”, apesar de considerada relevante para o desempenho do sistema, a falta de consistência com relação aos planos de cooperação de longo prazo foi apresentada como um exemplo de obstáculo para a consolidação de relacionamentos mais profundos entre os actores. Um outro exemplo, foi a percepção entre alguns actores de que eram mais fracos do que outros e, por isso, deveriam obedecer a todos os desejos dos mais fortes, o que poderia implicar num baixo desempenho. Esta última situação foi apontada pelos entrevistados no caso dos recolhedores de pneus-resíduo no sistema da Sociedade Valorpneu. Tais exemplos despertaram o interesse pelas questões sobre o relacionamento, estrutura de poder e confiança nos SLIs.

Se para as cadeias de abastecimento (directo) a cooperação entre os actores é importante, tudo indica que seja ainda mais relevante a sua investigação em relação aos SLIs, onde os actores são forçados a cooperarem e coordenarem as suas actividades quer por intermédio da

legislação sobre extensão da responsabilidade do produtor, quer porque os materiais/produtos encerram tipicamente um valor baixo.

Os relacionamentos, o poder e a confiança são conceitos descritos em diferentes campos de investigação e literatura, como por exemplo, as ciências sociais. Estes conceitos foram também adoptados pela gestão de operações e organizações, ou seja, pelas ciências empresariais. Com relação às organizações, a gestão logística constitui um dos pontos incluídos na gestão de negócios, sendo nesta tese o foco da investigação. A necessidade de gerir os SLIs de forma eficaz e eficiente foi enfatizada nos capítulos anteriores, podendo ser percebida de grande importância para o sector da reciclagem e recuperação de produtos. É possível afirmar que os SLIs são escassos em recursos quando comparados com os sistemas logísticos directos.

É comum associar a gestão logística com a estruturação e optimização de fluxos materiais por meio de modelos de simulação e de investigação operacional. Ao longo do processo de revisão da literatura isto também pôde ser observado com relação aos SLIs, onde a maior parte dos trabalhos realizados são de carácter quantitativo. O cálculo e estruturação de variáveis tangíveis é de grande importância para o aperfeiçoamento dos sistemas logísticos, entretanto, não é suficiente para o exercício de uma gestão eficaz e eficiente de tais sistemas, em particular quando envolvem vários actores. Os sistemas logísticos são geridos por pessoas que agem, em certa extensão, de acordo com suas próprias convicções e influenciados por aspectos como poder, confiança e cooperação.

Comparados com os componentes físicos, as questões relacionadas com a cooperação são de natureza mais abstracta. De acordo com a metodologia qualitativa de investigação, estas questões surgiram de observações práticas num processo indutivo. Este capítulo tem por objectivo explicitar estes assuntos. No início (secção 6.1), serão descritos os relacionamentos entre actores que cooperam em SLIs. O problema do exercício de poder nos SLIs é ilustrado com base nas evidências práticas, sendo abordado no que diz respeito à sua influência sobre a eficácia e a eficiência dos SLIs (secção 6.2). Finalizando o capítulo, os relacionamentos e as questões sobre o exercício do poder são discutidos conjuntamente (secção 6.3).

6.1 Os relacionamentos nos SLIs investigados

Dos casos de estudo e das respostas ao inquérito foi constatado que a natureza dos relacionamentos entre os actores nos SLIs varia consideravelmente. Os relacionamentos a que

esta tese faz referência são baseados nas interacções entre os actores e foram estabelecidas as seguintes perguntas:

Como poderá ser caracterizado o relacionamento entre os actores dos SLIs?

Qual a influência de diferentes características dos relacionamentos sobre a eficiência e a eficácia de sistemas logísticos inversos (SLIs)?

Serão abordadas duas formas de relacionamento: os verticais e os horizontais. Para cada tipo de relacionamento é construída uma discussão baseada nas observações e análises resultantes da aplicação do inquérito e dos casos de estudo realizados. Os resultados sobre o impacto dos relacionamentos sobre o desempenho dos SLIs são apresentados ao final desta secção na forma de proposições.

6.1.1 Os relacionamentos verticais

Pelo que foi anteriormente identificado na literatura sobre cadeias de abastecimento e distribuição, bem como na literatura específica sobre SLIs, é sugerido que o comprometimento e a cooperação de longo prazo são formas de alcançar um elevado desempenho logístico. As discussões adiante serão construídas com base no que foi observado na prática para os pneus-resíduo.

Um facto ocorrido durante a recolha de dados ilustra a importância dos relacionamentos verticais nos SLIs. Quando perguntado sobre quais as melhores estruturas para obter a eficácia e eficiência do sistema, o reciclador de pneus, Recipneu respondeu, “cooperação estreita entre as organizações do sistema no que diz respeito a encontrar soluções comuns e comprometimento mútuo, se existirem muitas pessoas envolvidas, os custos poderão ser bastante elevados”. A Recipneu fez menção indirecta ao seu relacionamento com a Valorpneu e a Recipav, os únicos actores com a qual se relacionava no sistema. Foi então sugerido que a adopção de estruturas com o fluxo centralizado de materiais ou a reestruturação de algumas actividades no sistema poderiam ser de alguma importância. Novamente, foi dada a mesma resposta, ou seja, que relacionamentos estreitos e comprometimento mútuo eram cruciais para a eficiência do sistema. Isto demonstra que a estabilidade dos relacionamentos entre empresas nos SLIs são um factor importante para o desempenho destes sistemas.

No que diz respeito à duração, os relacionamentos de longo prazo foram apontados pelos entrevistados como um factor importante para a obtenção da eficácia e eficiência globais do sistema. Com relação à formalidade, foram observados dois modos de relacionamento vertical entre empresas: os formais e os informais.

A formalidade dos relacionamentos, por meio do estabelecimento de contratos, foi uma tendência percebida tanto no caso do programa “Paraná Rodando Limpo” como no caso da Sociedade Valorpneu. Segundo os entrevistados, o estabelecimento de contratos é resultante da consolidação da confiança entre os membros do sistema. Entretanto, este aspecto não foi investigado em maior profundidade, o que explica o facto de que as considerações são abordadas com um carácter mais especulativo.

Com o propósito de descrever a duração e a formalidade dos relacionamentos verticais nos SLIs investigados, foi aplicado um inquérito (anexo c) ao mercado brasileiro de pneus-resíduo. O inquérito explorou os relacionamentos dos recicladores de pneus-resíduo com os seus fornecedores (sistema de recolha) e com os seus clientes (sistema de pós-recolha). A tabela 6.1 apresenta os aspectos relativos aos períodos de contrato (“C”) e relacionamento (“R”).

Subsistema	Duração dos contratos e dos relacionamentos		
	< 1 ano	1-3 anos	> 3 anos
Recolha (fornecedor-reciclador)	C: 12 R: 85	C: 25 R: 52	C: 4 R: 16
Pós-recolha (reciclador-clientes)	C: 4 R: 16	C: 2 R: 7	C: - R: 3

Tabela 6.1: Distribuição dos períodos contratuais e tempos dos relacionamentos nas etapas de recolha e pós-recolha. “C” e “R” representam o número de contratos e o número de relacionamentos respectivamente.

No que diz respeito ao sistema de recolha, de um modo geral, existem menos contratos com os fornecedores do que relacionamentos informais. Outro aspecto identificado é que os contratos de longo prazo (>3 anos) entre recicladores e fornecedores são escassos. Uma possível explicação para os factos anteriores decorre de que a reciclagem de pneus é relativamente recente quando comparada com a reciclagem de outras fracções materiais, tais como alumínio e papel. A maior parte das empresas analisadas tinham cerca de três anos, o que explica que períodos contratuais com mais de três anos eram invulgares.

A falta de maturidade do mercado é outro indício que pode ajudar a explicar a curta duração dos contratos. À medida que determinado segmento industrial se torna mais sólido, as relações tendem a ser mais estáveis, o que pode ser a razão pela qual o segmento da reciclagem de pneus-resíduo possui um baixo grau de relacionamentos formais (contratos) de longo prazo.

A realidade para o sistema de pós-recolha é semelhante à do sistema de recolha, ou seja, os padrões de tempo de contrato e dos relacionamentos não mostram diferenças significativas. No entanto, como se pode verificar na tabela, constata-se que as quantidades (número de relacionamentos e número de contratos) são bem menores que no sistema de recolha. Este facto encontra explicação nas estruturas dos SLIs, ou seja, são sistemas com vários fornecedores e poucos clientes (estruturas convergentes). Uma outra consideração a ser feita é que o número de novos contratos (<1 ano) é proporcionalmente maior do que no caso do sistema de recolha. Isto pode demonstrar uma tendência de expansão e consolidação do mercado de pneus-resíduo.

Apesar da visão geral fornecida pela aplicação do inquérito ter servido o propósito de descrever os relacionamentos nos SLIs em relação aos períodos e formalização dos relacionamentos, as evidências para a influência na eficácia e eficiência são melhor identificadas na descrição dos casos.

No que diz respeito à etapa de recolha, o relacionamento entre a BScolway e os seus fornecedores de pneus-resíduo (recolhedores independentes e pontos de venda da BScolway) podem ser caracterizadas por relações informais e de actuação pontual. Esta situação encontra explicação no facto de que a maior parte dos pneus-resíduo recebidos pela BScolway serem depositados nas suas lojas, quando do acto da compra de pneus recauchutados, e o restante ser obtido de pequenos recolhedores. Existe contudo a vontade da BScolway em estabelecer relações com base na formalização de contratos à medida que o fornecimento cresce em estabilidade e volumes abastecidos.

A experiência da Valorpneu no sistema de recolha ilustra uma situação interessante. Apesar da transferência física dos produtos ocorrer por meio do operador do sistema (Valorpneu) e do reciclador (Recipneu), este processo também foi organizado através da cooperação entre os geradores de pneus-resíduo (produtores e importadores de pneus) que estabeleceram parcerias com associações de municípios para definirem pontos de recolha de pneus-resíduo. Nesta situação, o fornecedor do reciclador é de facto composto pelos produtores do produto final (pneu) e não pelo operador do sistema. Tal circunstância pode ser explicada como efeito da legislação europeia sobre extensão da responsabilidade dos produtores. Todo o sistema baseia-se na confiança e acordo entre os actores, entretanto, foi manifestada a opção pela formalização dos relacionamentos via contrato.

Pelo que foi apresentado anteriormente fica evidenciada a vontade de maior formalização dos relacionamentos. Embora nos 2 casos não existam contratos, fica evidente a percepção dos

actores de que a formalização dos relacionamentos é importante para o desempenho dos sistemas abordados nesta tese.

Na etapa de pós-recolha do sistema “Paraná Rodando Limpo” o período de relacionamento entre o reciclador (BScolway) e o seu principal cliente (Petrobrás) já é superior a quatro anos. Para um mercado emergente como o dos pneus-resíduo, este pode ser considerado um relacionamento de longa duração. Um facto interessante é que o relacionamento entre a BScolway e a Petrobrás é anterior à legislação brasileira sobre a gestão dos pneus-resíduo. Tal situação é explicada pelo facto da Petrobrás ter desenvolvido uma tecnologia que extrai óleo combustível de pneus-resíduo.

No caso da cooperação iniciada entre a Sociedade Valorpneu (criada pelos produtores e importadores de pneus em Portugal) e a Recipneu (reciclador) foram concentrados esforços para a construção de um relacionamento de longo prazo. Tais esforços na etapa de pós-recolha também encontram o apoio do principal cliente final de todo o sistema, a Recipav, proprietária da Recipneu. De acordo com o director geral da Valorpneu, estes esforços têm por objectivo alcançar arranjos mais eficientes para as duas partes envolvidas.

Foram apontados problemas com os relacionamentos de curto prazo, nomeadamente no que diz respeito à utilização e partilha de equipamentos e tecnologias logísticas, onde foi constatada carência de investimentos. Entretanto, como foi anteriormente dito, foi manifestada a vontade para que relacionamentos de longo prazo sejam consolidados, dessa forma a possibilidade de realizar tais investimentos aumenta (como foi mencionado pelo director técnico da Valorpneu), tornando possível a construção de sistemas de informação integrados, o que possibilitaria a melhoria do desempenho do sistema. Uma ideia expressa na entrevista é a vontade de consolidar o relacionamento através da deslocação de um escritório da Valorpneu para as instalações da Recipneu. O relacionamento entre a Valorpneu e a Recipneu parece caminhar para uma relação de parceria.

Conclusões

De uma forma geral, um bom ambiente de cooperação, desde que seja considerado um pré-requisito para o alcance da elevada eficiência (elevada utilização dos recursos) e elevada eficácia, é promovido por todos os actores investigados, pois uma cooperação estreita é compreendida como factor redutor dos custos. Percebe-se que a vontade de estabelecer uma cooperação vertical de longo prazo conduz ao aumento de interacções entre os actores, desta forma, é possível que o desempenho dos SLIs seja melhorado. Entretanto, esta é uma

percepção que exige maior trabalho de investigação, não podendo ser uma conclusão desta tese.

Os prazos dos relacionamentos nos SLIs mostraram padrões similares no que diz respeito aos sistemas de recolha e pós-recolha. Foi constatado que os relacionamentos possuem uma duração maior que os contratos. Cerca de metade dos actores envolvidos no mercado brasileiro de reciclagem de pneus realizavam suas transacções por meio de contrato. Estes resultados foram similares para os sistemas de recolha e pós-recolha. Isto também demonstrou ser uma tendência na medida que o mercado de pneus-resíduo amadurece e o fornecimento deste produto torna-se mais constante e com maior volume.

A influência dos contratos no desempenho dos SLIs foi verificada tanto no sistema de recolha e de pós-recolha de pneus-resíduo, observados no sistema “Paraná Rodando Limpo” e no caso da Sociedade Valorpneu. Os contratos foram considerados pelos actores envolvidos no sistema de pós-recolha dos pneus-resíduo como um desenvolvimento natural do sistema e nenhum conflito entre os membros do sistema foi observado.

Em linha com Stock (1998), os relacionamentos de longo prazo nos SLIs foram percebidos como indutores de elevada eficácia e eficiência. A importância da cooperação vertical para o desempenho dos SLIs está alinhada com as teorias relacionadas com cadeias e canais de distribuição directa (Bowersox e Closs, 1996; Cooper e Ellram, 1993; Gill e Allerheiligen, 1996) bem como com a logística inversa (Pohlen e Farris, 1992; Kopicki et al. 1993, Rogers e Tibben Lemcke, 1999; Stock, 1998).

6.1.2 Os relacionamentos horizontais

Apesar da cooperação horizontal ter sido mencionada como uma alternativa de tornar a recuperação e reciclagem de produtos mais eficaz e eficiente, a literatura logística pouco descreve e relaciona este modo de cooperação com o desempenho de SLIs. Deste modo, um dos objectivos desta tese é contribuir para a compreensão do papel da cooperação horizontal na eficácia e eficiência dos sistemas logísticos inversos, nomeadamente com evidências práticas obtidas através do que foi observado com os pneus-resíduo. Para efeitos desta tese, a cooperação horizontal significa que os concorrentes envolvidos num sistema logístico coordenam seus esforços de modo a alcançar as soluções mais benéficas para todos.

A cooperação entre competidores foi evidenciada nos primeiros estágios da investigação prática. Um elevado grau de cooperação horizontal permite a consolidação dos fluxos de materiais fornecidos por diferentes produtores, tal como foi evidenciado no caso do

“Programa Paraná Rodando Limpo” através da consolidação da carga de pneus de diferentes recolhedores. Através da redução no número de camiões foi possível aumentar a eficiência do sistema garantindo o volume de pneus-resíduo fornecido, conseqüentemente, houve uma redução dos custos de manipulação e transporte.

A cooperação horizontal não foi considerada um problema por parte do recolhedores de pneus-resíduo do programa “Paraná Rodando Limpo”, mas sim uma oportunidade de benefícios mútuos. Além da cooperação horizontal identificada no sistema de recolha de pneus-resíduo, através da redução do número de camiões e consolidação da carga de pneus, uma outra forma de cooperação é claramente identificada no caso da Valorpneu. A própria Sociedade Valorpneu é resultado da cooperação entre os produtores e importadores de pneus que se organizaram de forma a implantar um sistema de recolha e reciclagem de pneus-resíduo. Este tipo de cooperação, constitui um exemplo com importante impacto logístico o qual exige troca de informações entre competidores. Um requisito para o estabelecimento deste tipo de cooperação encontra-se na padronização do tipo de produto, os pneus-resíduo. Finalizando, é possível afirmar que os ganhos no desempenho logístico resultantes deste tipo de cooperação podem conduzir a maior eficiência (melhor utilização de instalações, da informação, redução dos custos unitários, etc.) e maior eficácia (melhor serviço e frequência dado os maiores volumes processados) do que se cada actor desenvolvesse individualmente seu programa de recolha e recuperação de pneus-resíduo.

Conclusões

A cooperação horizontal nos SLIs foram apresentadas e concebidas como oportunidades para atingir uma elevada eficiência, por meio de economias de escala e âmbito, e elevada eficácia, em termos de nível de serviço.

De acordo com o que foi anteriormente discutido, nos 2 casos de estudo considerados foram identificados relacionamentos de cooperação horizontal. Nesta situação, os recolhedores coordenaram as suas entregas de forma a alcançarem a elevada eficiência do sistema. Gill e Allerheiligen (1996) sugerem esta forma de cooperação em sistemas logísticos directos. As observações e conclusões práticas confirmam as sugestões de outros investigadores (Jahre 1995; Kopicki et al. 1993; Rogers e Tibben Lembke, 2001; Stock, 1998) de que a cooperação horizontal é uma oportunidade a ser explorada pelos SLIs.

Na situação dos pneus-resíduo, devido aos pequenos volumes e volatilidade do fornecimento, sugere-se que a cooperação horizontal possua uma relevância maior para estes SLIs do que

para outros SLIs com maior maturidade e maior valor. Pelo anteriormente exposto, torna-se importante estabelecer relacionamentos de cooperação com outros canais ou até mesmo concorrentes como forma de alcançar soluções mais atractivas para estes SLIs. Uma razão para que a cooperação horizontal ainda não seja uma prática generalizada nos pneus-resíduo pode ficar a dever-se ao facto da maturidade e diferenças de padronização das actividades.

À medida em que os sistemas investigados atingirem maturidade, baseados em maior padronização e amadurecimento do mercado (como o observado nos países nórdicos), menor será o esforço necessário para a consolidação dos relacionamentos horizontais. Finalmente, como última conclusão, apesar do relacionamento entre concorrentes ter sido estabelecido em termos de trocas de comunicação acerca de quantidades fornecidas, a cooperação entre si é restrita, o que é natural em uma situação de competição.

6.1.3 Resumo e observações

As conclusões com relação aos relacionamentos verticais sugerem o aumento, a longo prazo, do grau de cooperação entre os actores do sistema. A intensidade da cooperação vertical, por sua vez, tem por objectivo o aumento da eficácia e eficiência do sistema. A formalidade dos relacionamentos verticais apresentou-se de forma distinta nos casos investigados. Uma percepção geral é que os contratos tornam-se regra entre os actores quando as transacções passam a ser regulares, esta é uma tendência para dois casos de estudo. Entretanto, estas considerações necessitam de maior esforço de investigação.

Uma outra observação foi que a cooperação horizontal entre os recolhedores de pneus-resíduo proporcionou o alcance de economias de escala e de âmbito, o que eleva a eficiência em termos de utilização dos recursos, além de proporcionar a melhoria da eficácia em termos de nível de serviço e frequência de recolha. As conclusões sobre a influência dos relacionamentos sobre o desempenho dos SLI são resumidas na figura 6.1.

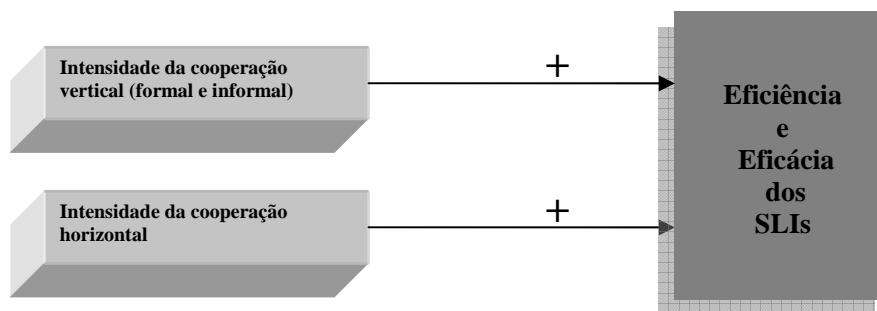


Figura 6.1: Proposições sobre os relacionamentos e o desempenho dos SLIs expressadas na forma de indicadores. Os sinais +/- indicam se as correlações são positivas ou negativas.

Com base no que foi investigado sobre os relacionamentos e o desempenho dos SLIs, foram sugeridas as seguintes proposições:

P 14: Uma maior intensidade dos relacionamentos verticais conduz a maior grau de integração entre os actores, proporcionando a melhoria do desempenho dos SLIs.

P 15: A cooperação horizontal entre os recolhedores proporciona economias de escala e âmbito, melhorando o desempenho dos SLIs.

Finalizando esta secção sobre os relacionamentos, pode-se ter como conclusão geral que maior intensidade nos relacionamentos verticais e horizontais oferecem oportunidades para a melhoria do desempenho dos SLIs.

6.2 O poder nos SLIs investigados

Determinadas características dos relacionamentos que promovem a eficácia e a eficiência dos SLIs foram descritas e analisadas na secção anterior. Estas características reproduzem aspectos do modo como os actores cooperam e de como estes actores desejariam cooperar de forma a alcançar um elevado desempenho logístico. Por trás da vontade de cooperação destes actores há aspectos que condicionam a forma como cooperam, entre eles está o arranjo das relações de poder entre os actores.

A posição de poder é baseada em algum modo de superioridade de um determinado actor face aos outros membros do sistema (tal como definido no capítulo 3). O poder influencia a disposição dos actores para cooperar de maneira a encontrar soluções que tragam benefícios para todos no sistema. Apesar de ter sido identificada no caso da Sociedade Valorpneu a situação onde o poder é centralizado num dos actores, a sua utilização foi mais direccionada para obter um melhor desempenho do sistema através de uma relação baseada na confiança do que para controlar os outros membros.

Nesta secção, as questões relativas ao poder serão abordadas na perspectiva da sua influência sobre a eficácia e eficiência dos SLIs. Com excepção dos dados obtidos pela aplicação do inquérito, o qual não incluiu perguntas sobre a estrutura de poder, todos os outros contribuíram para a discussão. Deste modo, procura-se dar respostas às seguintes perguntas:

Nos SLIs, que actores exercem maior poder e porquê?

Qual a influência do exercício do poder e da confiança entre os actores na eficácia e eficiência dos SLIs?

A próxima secção (6.2.1) discute as bases para o poder nos SLIs, dando maior atenção aos processos que se desenvolvem nas relações inter-organizacionais. A discussão sugere que uma posição forte dentro do sistema não significa que o poder é necessariamente exercido para alcançar os resultados esperados por todos os membros. Numa abordagem teórica, um modelo de cooperação baseado na confiança é normalmente sugerido como melhor forma de atingir as metas de um sistema composto por várias organizações. A secção 6.2.2 aborda a questão da confiança entre os actores dos SLIs investigados, discutindo os conceitos de poder e confiança no que diz respeito ao modo como aspectos distintos da gestão podem influenciar o desempenho destes sistemas. No final de cada secção serão apresentadas as proposições com relação à influência do poder sobre a eficácia e eficiência dos SLIs.

Um dos propósitos deste trabalho é descrever e analisar as bases do poder existentes nos SLIs estudados. Propõe-se que a compreensão dos mecanismos de poder de um actor sobre os outros possa apoiar a mudança da estrutura de poder do sistema, possibilitando que os outros membros possam se tornar mais fortes em relação ao actor dominante do sistema.

Ballou et. al (2000) afirma que um membro de um sistema logístico pode ser tão dominante que os outros actores podem se sentir coagidos a trabalhar para o melhor desempenho do sistema. A opinião expressa nesta dissertação é a de que o poder por coacção e por recompensa, os quais serão explorados na subsecção 6.2.2, estão relacionados com a forma pela qual o actor mais forte do sistema demonstra seu domínio sobre os outros membros. O poder pela perícia e pela identificação constitui uma razão pela qual determinados actores se tornam fortes, ou pela qual os outros actores se tornam dependentes.

Apesar de serem mencionadas nos casos estudados como factor relevante para o desempenho dos SLIs, observou-se, entretanto, uma certa relutância em que as informações fossem compartilhadas entre os vários actores do sistema, nomeadamente nos relacionamentos entre clientes e fornecedores. O facto anterior pode ser explicado pelo temor de perder o poder para outro actor.

O interesse pelas informações nos SLIs tende a crescer em importância, mesmo que actualmente não seja uma realidade totalmente consolidada. Para o caso específico dos pneus-resíduo, pode-se esperar que, à medida que os volumes transaccionados aumentem, o número de recicladores e consumidores finais cresça e o mercado se torne mais maduro. A conclusão é um aumento da quantidade de informações e conseqüentemente a necessidade de criação e adopção de tecnologias de informação que integrem a comunicação em todo o sistema.

Um actor que possivelmente tem o domínio de todo o fluxo de informações num SLI é o operador logístico. O acesso privilegiado às informações, conjugado com a adopção de ferramentas adequadas ao seu tratamento eficiente, torna o operador logístico um forte candidato para exercer o poder no sistema. A relutância em revelar informações e perder o poder sobre os outros actores também é um factor positivo para os operadores logísticos. A partilha das informações com um actor que não está directamente envolvido no sistema reduz o risco de exposição de certas informações estratégicas para os clientes e fornecedores. A posse de um grande volume de informações sobre os fluxos materiais também significa uma vantagem de poder relativo sobre os outros actores. A afirmação anterior está de acordo com De Brito (2004), a qual afirma que a gestão da informação cada vez mais agrega valor às actividades dos fornecedores de serviços logísticos.

As afirmações anteriores também são suportadas por Kopicki (1993) e Stock (1998), quando atribuem aos operadores logísticos o papel de manterem estreitos contactos com todos os participantes de um programa de logística inversa. Na categoria dos operadores logísticos encontram-se os fornecedores de serviços logísticos e conjuntamente os actores que desempenham actividades de recolha.

6.2.1 Bases do poder nos SLIs

Nesta fase do trabalho as bases do poder anteriormente abordadas serão discutidas no contexto dos casos de estudo investigados. A discussão será feita separadamente com relação aos dois subsistemas logísticos (recolha e pós-recolha) pois observaram-se diferenças em cada uma destas etapas.

Sistema de recolha

Actores desempenhando papéis distintos na produção e reciclagem de pneus apresentaram respostas diferentes sobre quem deveria conduzir o sistema e quais seriam as bases para o exercício do poder no sistema.

Segundo a Valorpneu, apesar de saber que é bem menor que os outros actores, a base para a gestão do sistema reside no controlo e acesso superior às informações. O que foi percebido no sistema de recolha de pneus-resíduo é que o controlo e coordenação do fluxo de materiais por meio das informações constitui um aspecto importante para o desempenho do sistema. Uma outra explicação para o facto da Valorpneu exercer o controlo na fase de recolha é que os outros actores (empresas municipais de recolha de resíduo e operadores independentes) também têm que gerir o fluxo de outros materiais além dos pneus-resíduo, sendo assim, a

gestão do fluxo de pneus-resíduo não faz grande diferença nos seus negócios. Existe também a percepção que a Valorpneu tem um maior cuidado em gerir este fluxo por ser de elevada importância para o seu negócio, o que já não se aplica para os outros actores com quem se relaciona.

Pelo facto de estar posicionada como uma “aranha no centro de sua teia”, a Valorpneu também assume uma postura central dentro do sistema. Apesar de uma fragilidade em termos de tamanho relativo, a percepção geral de todo o sistema com relação aos produtos que trabalha pode ser descrita como uma superioridade em relação aos outros. Reforça-se aqui o que já foi anteriormente comentado, o pneu-resíduo que é o principal produto da Valorpneu, constitui apenas uma parte do que é tratado pelos outros membros do sistema de recolha, não constituindo um conflito entre os interesses da Valorpneu e dos outros actores. Isto é um tipo de posicionamento no sistema que será chamado de posicionamento inverso no sistema e que também pode ser considerado uma base para o poder da Valorpneu.

As circunstâncias identificadas no caso da Valorpneu foram reforçadas pelo produtores e importadores de pneus. Para estes actores indirectos do SLI para pneus-resíduo, a reciclagem de pneus-resíduo não faz parte do seu negócio principal, portanto, tais sistemas devem ser administrados por outros actores. Entretanto, para deixar o controlo do sistema para um outro membro, os produtores e importadores não abdicaram de um certo domínio. Foi referida a necessidade de ter total acesso às informações sobre o fluxo de pneus-resíduo. Isto pode ser explicado como a necessidade dos produtores e importadores em terem informações que os possam resguardar com relação ao cumprimento adequado da legislação.

Quando o director da Associação Nacional da Indústria de Pneus (ANIP) foi questionado sobre quem deveria conduzir o sistema, deixou claro que um operador independente deveria exercer este papel. Segundo ele, vários operadores logísticos no Brasil demonstraram interesse em actuar neste negócio ainda emergente. Uma outra opinião expressa foi a de que, mesmo sendo um negócio interessante para as empresas do sector de recuperação e reciclagem, o sistema deveria ser gerido por um operador logístico de forma a evitar o conflito de interesses entre os outros actores do sistema.

Deste modo, na opinião dos produtores, o operador logístico é o membro melhor recomendado para exercer o controlo e gestão do sistema. Segundo a direcção da Associação de Comércio de Automóveis em Portugal (ACAP), a principal razão pela opção de um operador logístico é o facto deste monitorizar todas as operações associadas à recuperação de pneus-resíduo, comunicando à ACAP todas as informações necessárias para o cumprimento

da legislação sobre a gestão do SLI para pneus-resíduo. O segundo ponto é que o operador possui um conhecimento superior em gerir sistemas logísticos, que neste caso é de maior importância que o conhecimento centrado no produto, o pneu-resíduo. Por último, foi apontado o posicionamento central do operador logístico no sistema, o que de acordo com a ACAP dá maior visibilidade dos acontecimentos decorridos. Em resumo, as opiniões expressas pelos produtores conduzem ao comando do sistema por um operador logístico, razão pela qual foi criada a Sociedade Valorpneu e no Brasil está em processo de criação uma empresa com configuração e atribuições semelhantes.

A bem da verdade, apesar do controlo e gestão do sistema estar atribuído à Valorpneu, uma observação é que, de facto, quem distribui as responsabilidades e toma as decisões estratégicas no sistema são os produtores e importadores de pneus, representados em Portugal pela ACAP. Deste modo, conclui-se que o actor mais forte é representado pelos produtores e importadores de pneus, aos quais é direccionada a legislação sobre gestão dos pneus-resíduo.

Relativamente ao programa “Paraná Rodando Limpo”, foi identificado que o reciclador de primeira ordem, a BScolway é quem exerce o controlo do sistema de recolha. De acordo com a directora de operações da BScolway, existem três motivos para que o reciclador seja o dirigente do sistema. Inicialmente, possui uma competência crucial necessária para os SLIs, ou seja, a competência em reciclagem e recuperação de pneus-resíduo. Segundo, possuem acesso à rede de fornecedores deste produto, nomeadamente a rede de lojas e representantes da própria BScolway. O terceiro ponto está relacionado com as infra-estruturas essenciais para a execução do sistema, incluindo frota própria de camiões.

Um detalhe interessante apontado pela BScolway foi que, apesar de na sua percepção o poder ser exercido por si, quem de facto o possui são os consumidores finais de pneus, os quais ao disponibilizarem os pneus usados nos pontos de venda da BScolway iniciam todo o SLI dos pneus-resíduo.

Com relação às bases de poder anteriormente apresentadas nesta tese, a directora da BScolway fez referência à três. A mais importante foi a perícia em desempenhar os processos de reciclagem, a qual foi considerada mais essencial que a competência logística. As outras bases foram o acesso físico aos recursos e equipamentos logísticos e a posição no sistema, ambas dominadas pelo reciclador (BScolway).

Para finalizar a discussão sobre as bases do poder na fase de recolha dos SLIs, as mais importantes apontadas pelos actores foram: acesso à informação; conhecimento em

reciclagem e posicionamento no sistema; competência logística; acesso aos recursos logísticos e tamanho.

Sistema de pós-recolha

O reciclador Recipneu atribui o poder no sistema de pós-recolha composto por si, pela Valorpneu e pelo seu principal cliente e proprietário, Recipav, a este último actor. Quando comparado aos outros dois actores desta tríade, a Recipav possui um tamanho muito maior. Para o reciclador, apesar de grande parte das informações ser controlada pela Valorpneu, a empresa Recipav também detém o poder do sistema por ser o seu principal consumidor e seu proprietário. Apesar da Recipav ser a proprietária da Recipneu, pode-se concluir que isto não constitui uma razão para possuir o poder no sistema, como é percebido pela Recipneu. As razões são devidas ao facto de serem clientes do sistema e possuírem um tamanho bastante superior.

Com relação ao caso do programa “Paraná Rodando Limpo”, as observações são semelhantes. Quando analisada a situação entre a BScolway e a Petrobrás, percebe-se que a Petrobrás por ter um tamanho bem maior e ser o principal cliente assume uma posição de poder no sistema. Por outro lado, apesar da BScolway ser o principal fornecedor de material para a Petrobrás, esta última também possui outros pequenos fornecedores. Apesar de não ter revelado número exacto, o director de produção da refinaria Petrosix (Petrobrás), disse que a BScolway só consegue suprir 40% do volume necessário de pneus-resíduo para a produção de óleo combustível. Isto encontra explicação no facto do sistema ainda ser relativamente novo e os volumes de pneus-resíduos serem reduzidos.

Nesta fase de pós-recolha, o tamanho e o posicionamento no sistema (clientes) foram identificados como as bases de poder mais importantes, onde respectivamente a Recipav e a Petrobrás actuam como líderes do sistema. Por outro lado, apesar de reconhecer o maior tamanho da Recipav e sua importância enquanto principal consumidor, a Recipneu aponta como vantagem a sua competência/perícia em conduzir os processos de reciclagem de pneus-resíduo, os quais garantem a boa qualidade do material fornecido à Recipav. Neste ponto, a posição da Valorpneu pode ser visualizada como a mais fraca, e o acesso às informações não é tão relevante como no sistema de recolha.

Conclusões

As bases do poder descritas anteriormente podem ser resumidas pelo quadro 6.1.

SISTEMA DE RECOLHA	SISTEMA DE PÓS-RECOLHA
Acesso às informações	Tamanho
Competência/perícia em reciclagem	Posicionamento no sistema (cliente ou elo final)
Competência/perícia logística	Competência/perícia em reciclagem
Recursos logísticos	
Tamanho	
Posicionamento no sistema (próximo ao cliente ou elo final)	

Quadro 6.1: Bases do poder nos sistemas logísticos inversos abordados.

Com base nos resultados do trabalho, sugere-se que os sistemas de recolha sejam geridos por recicladores ou por operadores logísticos. As bases para o poder residem, respectivamente, nos conhecimentos acerca dos processos de reciclagem e no acesso às informações de todo o sistema, os quais podem ser percebidos como requisitos para a gestão eficaz e eficiente destes sistemas. O posicionamento no sistema também pode ser considerado uma base do poder. Todos os actores que eram parte activa do sistema de reciclagem e recuperação de pneus-resíduo deram preferência aos recicladores como os agentes a comandar o sistema. Contudo, os fabricantes de pneus, os quais não estiveram directamente envolvidos com o sistema, deram preferência a um actor independente, tal como um operador logístico, para conduzir a gestão do sistema. Em Portugal, essa opção levou à criação da Sociedade Valorpneu, que nada mais é do que um operador logístico a gerir o sistema português de recolha e reciclagem de pneus-resíduo. No Brasil, quando foram recolhidos os dados, os fabricantes demonstraram a intenção de eleger quatro grandes operadores logísticos tradicionais para gerir um sistema nacional de recolha e reciclagem de pneus-resíduo. Estas considerações não puderam ser comparadas com outros autores pelo facto de não terem sido identificados na literatura quaisquer trabalhos que abordassem estas questões.

A opção pelos operadores logísticos, apesar de não ter sido explicitamente mencionada, pode vir do facto de que os fabricantes são pressionados pela legislação para cumprirem as cotas de destino final dos pneus-resíduo. Os operadores logísticos possuem competências específicas para essa tarefa, o que, na opinião dos fabricantes, torna o sistema logístico inverso mais eficiente e reduz os custos associados à sua operação. O reconhecimento de uma perícia específica nos SLIs, como base para o exercício do poder, está de acordo com Prahalad e Hamel (1990) quando se referem a *core competence*. Esta condição também encontra apoio em Bowersox e Closs (1996) quando sustentam que o quão mais especializado for um actor no sistema, menor será sua dependência dos outros e maior será seu poder para conduzir o sistema.

O posicionamento no sistema é normalmente conjugado com o tamanho de um actor em relação a outro, significando que os clientes dos recicláveis são os de maior poder no sistema pós-recolha. No caso dos SLIs investigados, os principais clientes são indústrias de co-processamento tais como a refinaria da Petrobrás (Petrosix) e empresas de pavimentação asfáltica, representada pela Recipav. Outros clientes, em uma escala bem menor, são a indústria de componentes de automóveis e fabricantes de produtos de borracha.

Ao iniciar este trabalho procurava-se identificar um único actor capaz de exercer o poder em todo o SLI. Entretanto, para dar resposta sobre quem deve conduzir sistemas logísticos inversos como os dos pneus-resíduo, deve-se visualizar o sistema como sendo composto por duas partes ou dois subsistemas, nenhum actor específico pode ser definido como gestor absoluto do sistema, devido à mudança das bases do poder no sistema de recolha e pós-recolha. Isto pode ser considerado uma importante descoberta com relação à gestão dos SLIs. Resumidamente, os dois subsistemas são suficientemente distintos, possuindo bases de poder diversas e conseqüentemente diferentes líderes.

No caso do sistema de pós-recolha, as variáveis propriedade (vertical) e tamanho podem ser agrupadas, caso actores com maior poder adquiram outros de menor tamanho ou poder. Um exemplo identificado nos casos foi a aquisição da Recipneu pela Recipav, grande empresa de pavimentação que consome a maior parte do granulado de borracha da Recipneu. Tal integração vertical pode conduzir a ineficiência dos SLIs. A explicação para esta situação encontra-se em duas possibilidades. A primeira é que o actor de maior tamanho pode não ser afectado pela ineficiência do menor. O segundo ponto tem ligação com os relacionamentos entre um grande actor, que é o proprietário de outros de menor tamanho. Nesta questão, os relacionamentos podem ser vistos sob a perspectiva do actor maior, tornando a eficiência do

abastecimento de um membro de menor tamanho marginal quando comparada com os volumes ao nível do proprietário (actor maior). Deste modo, é sugerido que tamanho e propriedade como bases de poder nos SLIs podem influenciar a eficiência em termos da capacidade e eficácia com relação aos custos de forma negativa.

A competência ou perícia em logística, assim como em reciclagem, conduz a tomada de decisões nos SLIs baseadas no conhecimento. A decisão acerca do que é mais importante, competência logística ou reciclagem, depende da importância relativa destas actividades na eficiência total do sistema. De acordo com os entrevistados, surge então um problema: decidir o que é mais importante para o sistema. As respostas são fornecidas consoante a especialidade de cada actor (logística ou reciclagem). Isto seria de esperar, pois cada um demonstra uma tendência para a sua linha de competência. Independente de qual competência escolhida, uma conclusão pode ser tirada desta discussão: a perícia nestas actividades constitui um factor positivo para a eficácia e eficiência dos sistemas logísticos inversos.

O acesso às informações é um ponto que está estreitamente relacionado com o nível de liderança exercido no sistema. Uma posição de comando no sistema possibilita o acesso às informações, contudo, um elevado nível de acesso às informações pode conduzir a uma posição de liderança do SLI. O fácil acesso às informações combinado com a vontade de alcançar uma posição de comando pode elevar a eficiência de todo o SLI, pois o fluxo de materiais pode ser coordenado de modo a obter uma melhor utilização da capacidade do sistema.

A influência da força de comando nos SLIs sobre a sua eficiência é ilustrada na figura 6.3 e refere-se à liderança baseada na propriedade, tamanho, formas distintas de especialidade/perícia e acesso às informações. A figura deve ser compreendida no contexto descrito anteriormente, ou seja, partes diferentes do sistema devem suportar bases de poder diversas.

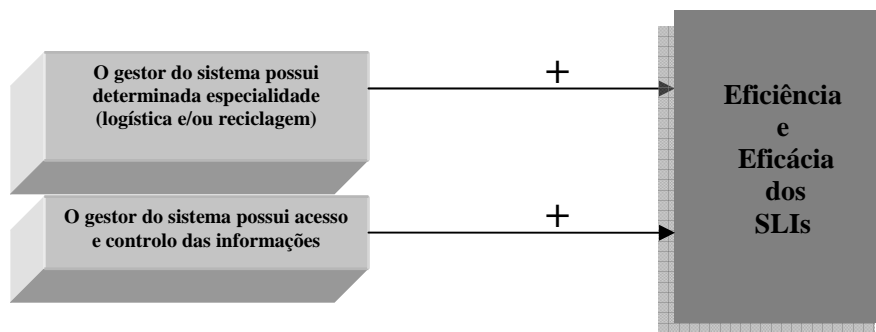


Figura 6.2: A influência das bases do poder sobre o desempenho dos SLIs expressa em termos de indicadores. Os sinais +/- indicam se as correlações são positivas ou negativas.

Com base na análise das bases do poder são sugeridas as seguintes proposições sobre a gestão dos SLIs:

P 16a: Um membro detentor de perícia logística, e que gere um sistema com intensa actividade de reciclagem e recuperação, proporciona elevada eficiência e eficácia dos SLIs.

P 16b: A gestão de sistemas com baixa intensidade de actividades logísticas por actores com elevada competência em reciclagem conduz à elevada eficiência e eficácia dos SLIs.

P 17a: Um elevado grau de acesso às informações por parte do gestor do sistema promove uma melhoria dos SLIs. Do mesmo modo, uma gestão abrangente dos SLIs proporciona o acesso a uma grande quantidade de informações.

P 17b: Um elevado grau de acesso às informações por parte do gestor do sistema promove efeitos positivos sobre o desempenho (eficácia e eficiência) do SLI.

Segundo o que foi sugerido na introdução desta subsecção, a propriedade e o tamanho são importantes bases do poder, de modo mais específico para o sistema de pós-recolha. Contudo, no sistema de recolha, onde não foi identificada nenhuma situação de propriedade, a competência em questões de reciclagem e logística, assim como o acesso às informações, foram importantes bases do poder. Com relação ao posicionamento no sistema, foi também sugerido que seria uma base para o poder em sistemas logísticos inversos. Entretanto, apesar desta situação ter sido relatada ao longo da literatura investigada como uma realidade em alguns sistemas de circuito fechado, não foi identificado nesta investigação um actor que exercesse comando do SLI com base no posicionamento dentro do sistema.

6.2.2 O poder e a confiança

Na opinião da Recipneu, existe um ambiente de cooperação entre ela e seu principal cliente, a Recipav. Apesar de actuarem num mercado emergente, a sua percepção é que o relacionamento com a Recipav contribui para a eficiência do sistema. Pelo que foi mencionado, os problemas que ocorrem entre si são solucionados de modo informal, baseados na confiança mútua.

No sistema de recolha, a Valorpneu afirma que sua cooperação com os fornecedores de pneus-resíduo e transportadores é baseado em acordos mútuos. A única forma de regulação da cooperação no sistema vem da legislação ambiental, ou seja, não é resultado dos

relacionamentos. Situação semelhante é descrita pela BScolway, onde o relacionamento com os seus fornecedores de pneus-resíduo e com a Petrobrás também é fundamentado em acordos e não em contratos formais, apesar de estarem próximos de uma formalização.

Em ambos os casos estudados, a cooperação e a confiança, em detrimento de um relacionamento centrado no poder, foram consideradas as formas mais eficientes de alcançar o bom desempenho dos sistemas. Uma explicação para esta escolha deve-se a imaturidade do mercado de pneus-resíduo quando comparado ao de outras fracções (plástico, papel e metais), o que ainda não justifica uma maior formalização dos relacionamentos com relação aos volumes negociados. Outra possível razão pode estar relacionada com as dimensões reduzidas da Recipneu e BScolway quando comparadas com a Recipav e a Petrobrás, respectivamente. A pequena dimensão dos recicladores face aos seus principais clientes não justificaria uma fonte de conflitos. Sendo assim, a imaturidade do mercado conjugada aos baixos volumes existentes podem contribuir para explicar a razão pela qual os relacionamentos se centram na confiança em grau mais elevado do que o imaginado quando iniciada esta investigação.

Um detalhe interessante é que a BScolway pode também ser descrita na posição de cliente, pois assume a posição de reciclador no sistema de recolha. Neste ponto a BScolway também é uma promotora da confiança entre os outros membros do sistema de forma a alcançar elevada eficácia e eficiência no sistema logístico. Na situação particular da BScolway, contribui para o bom desempenho do sistema o facto do transportador e de grande parte dos pontos de fornecimento de pneus-resíduo pertencerem a si, ou seja, o bom conhecimento e relacionamento estreito entre a BScolway e estes outros actores garantem a eficácia e eficiência do sistema.

A situação anterior expande o conceito de confiança ao nível das empresas para o nível de indivíduos. O que foi constatado é que a confiança não é somente algo entre a BScolway e seus pontos de venda e transportadores, mas também pretendida através de um programa de qualificação e incentivo de seus empregados e de sensibilização de seus clientes no que se refere ao problema ambiental dos pneus-resíduo. A construção da confiança é essencial para a eficiência do sistema pois indirectamente conduz a relações mais directas e menos burocráticas entre os seus clientes, os quais são efectivamente os fornecedores de pneus-resíduo, e os seus pontos de venda, que no sistema de recolha desempenham o papel de pontos de recolha.

Conclusões

O nível de confiança foi variável nos casos estudados, indo de baixo (caso da Sociedade Valorpneu) a elevado (“Programa Paraná Rodando Limpo”). Alguns factores que influenciaram o nível de confiança foram a duração dos relacionamentos; o poder relativo nos relacionamentos; a presença de cooperação; e factores externos ao sistema como variabilidade no fornecimento de pneus-resíduo.

Uma descoberta importante obtida dos SLIs é o facto de que o emprego do poder e a construção da confiança coexistem e não são mutuamente exclusivos, o que não é compartilhado por outros investigadores (Ballou et al., 2000; Kumar, 1996). Um nível elevado de confiança entre os actores pode reduzir a necessidade de emprego do poder por parte do membro mais forte do sistema. Apesar de não ser uma realidade consolidada, a construção de relacionamentos centrados na confiança entre os membros de um SLI é uma forma de encontrar soluções mais eficazes e eficientes (Cox, 1999; Cox et al., 2004).

Foi concluído que existe uma relação entre a consolidação dos relacionamentos e os volumes transaccionados no sistema. Na reciclagem dos pneus-resíduo, que é um mercado emergente com volumes instáveis e voláteis, a confiança foi a base para uma gestão conjunta do sistema, sendo mais presente do que a demonstração do poder. A confiança, por exemplo, foi sempre a base para o relacionamento entre a BScoway e a Petrobrás. Isto também pode ser observado no relacionamento entre a Recipneu e a Recipav. Contudo, estas conclusões ainda estão num estágio de desenvolvimento inicial, pois os pneus-resíduo ainda não alcançaram volumes estáveis de fornecimento nem as rotinas de trabalho estão completamente definidas nos sistemas estudados. Deste modo, a relação proposta é que nos relacionamentos em mercados emergentes, incluindo pequenos volumes de troca, a confiança foi a escolha para alcançar soluções mais eficazes e eficientes.

As influências do poder e da confiança sobre o desempenho dos SLIs estão representadas na figura 6.3. Outras duas características dos relacionamentos foram discutidas na secção 6.1: duração e formalidade dos relacionamentos. Ao longo desta investigação foram identificadas características que marcam o mercado emergente dos pneus-resíduo, basicamente são relacionamentos de curta duração e volumes baixos e voláteis. Pelo que foi identificado na literatura, esta situação contrasta com a dos mercados já consolidados do papel, metal e vidro, onde os volumes são elevados e constantes e os relacionamentos são de longa duração.

Os relacionamentos em mercados como os dos pneus-resíduo são caracterizados pela volatilidade e por baixos volumes. Outra característica é a frequência e intensidade de comunicação entre os actores do sistema, onde as relações foram baseadas mais na confiança do que na formalidade dos contratos. A confiança é um meio pelo qual se pode chegar a um aumento da eficiência e eficácia através da redução de actividades extras e da burocracia. Além de reduzir a burocracia no sistema, a confiança também possibilita a troca de informações de maneira mais fluida, o que proporciona uma melhoria do seu desempenho.

Em relação ao poder, o seu exercício por parte do actor mais forte, pode significar um crescimento em sua eficiência individual e uma certa rejeição por parte dos outros, o que ao nível global do sistema pode afectar negativamente a eficiência. Entretanto, apesar de um dos entrevistados ter mencionado o receio do controlo do sistema por meio do poder, no presente isto não é uma realidade solidamente comprovada, sendo assim, não foi possível obter uma relação mais consistente entre o uso do poder e o desempenho dos SLIs.

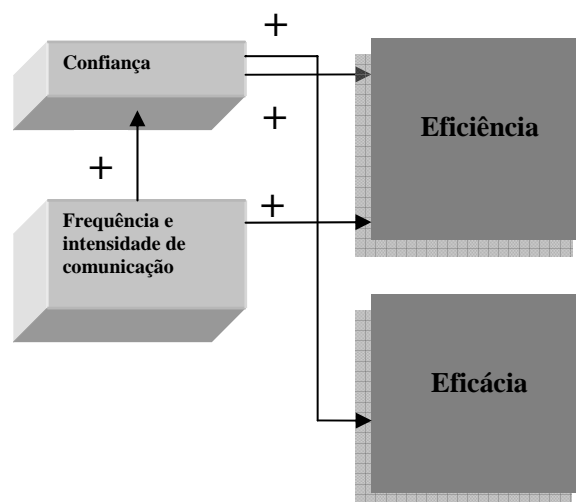


Figura 6.3: Influência da confiança, poder e comunicação expressadas na forma de indicadores. Os sinais +/- indicam se as correlações são positivas ou negativas.

Como já foi mencionado anteriormente, os SLIs para os pneus-resíduo são representados por relacionamentos relativamente jovens e por volumes baixos e voláteis. Deste modo, as proposições apresentadas na figura 6.3 são descritas a seguir:

P 18: O elevado grau de interacção e comunicação entre os actores dos SLIs proporciona uma maior eficiência.

P 19a: A confiança é consolidada pela troca de informações e iteração entre os membros do sistema.

P 19b: A consolidação da confiança possibilita uma melhoria do desempenho (eficácia e eficiência) dos SLIs.

As conclusões mostram uma relação directa entre a confiança e o desempenho dos SLIs. Com relação ao poder, não pôde ser evidenciada uma influência directa sobre a eficácia. Uma possível explicação para este facto deve-se à imaturidade das relações nestes sistemas, podendo no futuro ser evidenciada sua influência. Nos dois casos investigados, foram estabelecidas relações entre a longevidade dos relacionamentos, o volume de produtos e a volatilidade do fornecimento sobre o desempenho. Por fim, apesar de não ter sido plenamente evidenciado, o uso do poder por parte de determinado actor do sistema pode conduzir a uma perda de eficiência do sistema.

6.2.3 Resumo e observações

A secção que descreveu e analisou o poder nos SLIs procurou adoptar a perspectiva de como tais sistemas deveriam ser geridos. Sucintamente, a investigação procurou demonstrar que as bases do poder variam de acordo com as etapas (recolha e pós-recolha) de um SLI e que a cooperação centrada na confiança entre os actores é provavelmente o melhor caminho para obter elevada eficiência e eficácia no sistema.

De acordo com os casos investigados, a competência no que diz respeito à reciclagem foi apontada como a principal base do poder para a etapa de recolha. Esta base de poder foi reconhecida pelos recicladores assim como pelos seus clientes (empresas de co-processamento de pneus-resíduo; firmas de pavimentação e indústria de componentes de automóveis). O mais interessante foi a constatação da importância das actividades relacionadas com a reciclagem e recuperação serem apontadas como bases do poder num sistema logístico. Uma conclusão obtida destas informações foi que a eficiência e eficácia podem ser atingidas a partir de uma visão mais ampla do sistema e não unicamente a partir da abordagem estritamente logística. Esta questão será abordada mais detalhadamente no último capítulo.

Uma outra opinião foi expressa pelos actores “indirectamente” envolvidos no SLI, os fabricantes de pneus, cuja responsabilidade pelo destino final adequado é dirigida a eles. Na perspectiva destes actores, a perícia ou competência logística e o acesso às informações deve ser a principal base para atingir o controlo do sistema logístico inverso. O domínio de ferramentas logísticas e a posse das informações podem ser descritos como as principais competências de um operador logístico. Isto explica o facto pelo qual os fabricantes nos dois

casos investigados deram prioridade aos operadores logísticos como gestores do sistema. Esta opinião pode ser interpretada como uma preocupação por parte dos fabricantes em cumprir as exigências impostas pela legislação.

Além da opinião expressa por Lambert et al. (1998b) de que o poder está quase sempre associado ao membro com relacionamento mais próximo ao cliente final, para o sistema de recolha, foi identificado que o poder de condução de um SLI também reside nas competências (*core competencies*) de um actor, ou seja, logística e reciclagem/recuperação.

Outra questão refere-se tanto aos actores directamente envolvidos nos SLIs como aos membros indirectos (fabricantes e importadores de pneus): a confiança. Os clientes finais confiam nos recicladores de pneus-resíduo, baseados na perícia em reciclagem, para tomarem decisões que promovam a eficácia e eficiência do SLI. Por outro lado, os fabricantes de pneus não confiam nos recicladores para tomarem decisões ao nível de todo o sistema logístico, delegando aos operadores logísticos o poder pelas decisões que aumentam o desempenho dos SLI. Neste ponto, a opinião expressa nesta tese é de que a confiança é um importante indicador para determinar o exercício de poder em um sistema logístico. Esta afirmação pode ser interpretada como uma contradição entre o que Ballou et al. (2000) disseram, ou seja, o poder e a confiança são pontos incompatíveis.

Para a fase de pós-recolha do SLI, além da competência, o posicionamento no sistema e o tamanho foram geralmente as duas bases de poder mencionadas pelos actores estudados. Ou seja, Na fase de pós-recolha, dois factores importantes foram o tamanho face aos fornecedores (Recipneu e BScolway) e o facto de serem o elo final ou clientes (posicionamento) do SLI os responsáveis pelo poder. A conclusão é que na pós-recolha dos SLIs, o poder é atribuído aos clientes (Recipav e Petrobrás).

6.3 Formas de gestão e o poder nos SLIs investigados

Uma outra questão a ser explorada com relação aos relacionamentos nos SLIs é a gestão compartilhada ou conjunta do sistema versus gestão assumida por um único actor exercendo poder sobre todo sistema. De início, a secção 6.3.1 descreve a gestão conjunta de um sistema logístico inverso, a qual é parte da iniciativa de actores independentes, em oposição ao que ocorre quando um único actor gere o sistema. Apesar de existirem poucos relatos de exemplos reais, a questão da gestão conjunta de sistemas logísticos é apoiada pela literatura tanto referente à logística directa, quanto à logística inversa. A secção 6.3.2 apresenta as conclusões

da secção anterior sobre os modos de gestão nos sistemas e o exercício do poder, confrontando a situação de gestão conjunta versus gestão de um único actor.

6.3.1 As formas de gestão

A ideia de gestão conjunta nos SLIs é em grande parte teórica e considerada como uma possibilidade, dado que a literatura aponta poucos exemplos práticos de como pode ser alcançada. A forma de gestão conjunta através da cooperação pode ser uma opção para ultrapassar alguns dos problemas identificados nos relacionamentos regulados por directivas. Os SLIs (caso dos pneus-resíduo) podem ser definidos como empresas independentes que voluntariamente unem esforços, em níveis diferentes, de forma a alcançar elevada eficácia e eficiência global. Algumas questões postas na gestão destes sistemas são a identificação das formas de obter o melhor desempenho; que actores estarão mais aptos a melhorar o desempenho do sistema e em que nível este desempenho pode ser elevado.

Com relação ao que foi anteriormente mencionado, a gestão e controlo dos SLIs na perspectiva dos relacionamentos entre os actores representa uma questão delicada. Tradicionalmente, as empresas gerem e controlam suas próprias actividades, dando uma certa atenção ao relacionamento com seus fornecedores e clientes. Entretanto, numa abordagem sistémica a perspectiva de vários actores e seus relacionamentos deve ser levada em consideração de modo que o resultado final atenda às necessidades dos consumidores finais.

Para o caso dos SLIs, o assunto sobre a gestão conjunta torna-se interessante posto que as novas legislações ambientais obrigam em muitos casos os fabricantes a terem responsabilidade sobre o destino final dos produtos em fim de vida por eles produzidos. Na situação específica dos pneus-resíduo, a legislação influencia de forma clara um grande número de actores já existentes no sistema (produtores, importadores, distribuidores, revendedores, transportadores e consumidores), assim como novos actores que poderão aparecer, tais como, recicladores e novos empreendedores. Pelo exposto, a pergunta sobre como os relacionamentos influenciam o desempenho dos SLIs torna-se ainda mais difícil de ser respondida pelo aparecimento de novas estruturas resultantes da entrada de novos actores e da legislação sobre extensão da responsabilidade do produtor.

Se a adopção de uma abordagem sistémica já é importante para sistemas logísticos convencionais (directos), mais ainda ela o é para os SLIs. Em tais sistemas, as margens de lucro são pequenas, deste modo, os incentivos para a obtenção de sistemas eficazes e

eficientes através da coordenação das actividades logísticas deve ser maior do que em sistemas logísticos directos.

As experiências obtidas dos casos estudados, no que diz respeito à etapa de recolha dos SLIs, apresentaram variações com relação aos modelos de gestão adoptados, ou seja, gestão conjunta ou individual. A Valorpneu foi categórica ao afirmar que a gestão conjunta do sistema não é uma opção considerada. Na sua perspectiva, todo o sistema deve ser conduzido por um actor, a própria Valorpneu. Apesar de tal afirmação, a cooperação é afirmada pelo director da Valorpneu, como necessária para “rodar” o sistema de uma forma eficaz e eficiente. De acordo com o que foi afirmado, existe o desejo de partilhar certos aspectos da gestão do SLI com outros actores, contudo as decisões finais devem ser tomadas pela Valorpneu.

Pelo que foi exposto, existe uma contradição entre o que é desejável pela Valorpneu e o que realmente pratica. A centralização da gestão pela Valorpneu foi apontada por um dos fornecedores de pneus-resíduo como factor negativo para o desempenho do sistema. Uma possível explicação é que a Valorpneu controla grande parte das informações e desempenha várias actividades dentro do sistema, enquanto os outros membros (empresas municipais de recolha de resíduos, sucateiros e transportadores) não o fazem na mesma extensão. Por conta disto, existe uma necessidade expressa de controlo do sistema com o objectivo de obter elevada eficácia e eficiência do sistema. Outra razão pela preferência por uma gestão centralizada vem da importância do fluxo de materiais (pneus-resíduo) da Valorpneu quando comparado aos dos outros actores, onde os pneus-resíduo constituem apenas uma parcela de todo o material recolhido.

No caso da BScolway, existiu a possibilidade de gestão conjunta do sistema na forma de um projecto envolvendo os fornecedores de pneus-resíduo, o que constituiu uma forma de cooperação horizontal. Neste caso, o esforço conjunto entre competidores foi preferido de modo a obter economias de âmbito. O motivo apresentado pela BScolway foi que o fluxo de materiais seria no seu todo mais contínuo e equilibrado, deste modo, as economias de âmbito proporcionaram maior eficácia e eficiência. Uma maior eficiência poderia ser obtida por meio da melhor utilização dos recursos disponíveis no sistema. A eficácia poderia ser ampliada através do melhor nível de serviço (fluxo de materiais mais constante) no fornecimento de material reciclado.

Se por um lado a BScolway incentiva a cooperação horizontal, os esforços na direcção vertical não foram considerados relevantes para a eficácia e a eficiência do sistema logístico

inverso. Nesta situação a BScolway defendeu a necessidade de um actor independente gerir o sistema, o qual, na sua perspectiva, possui melhores condições de ter uma percepção geral das actividades de recolha e transporte de pneus-resíduo. Tal situação já foi abordada na secção anterior.

No papel de consumidores finais do sistema, a Petrobrás e a Recipav reforçaram a necessidade de gerir o sistema como um todo e não de modo fragmentado. É de grande importância que o sistema seja conduzido de modo transparente e que todos os actores tenham confiança entre si. Esta é uma questão importante salientada por estes dois actores, além da cooperação, que é necessária para encontrar soluções mais eficazes e eficientes no sistema.

A Petrobrás afirmou que a meta a ser alcançada é obter um sistema eficiente na sua totalidade, desta forma, a gestão compartilhada é a que melhor se adequa a esta abordagem. O aspecto da confiabilidade e segurança do sistema também foi mencionado. Na óptica da Petrobrás, caso os actores confiassem no sistema e em sua gestão, seria mais provável que este se tornasse mais eficiente com relação a sua condução. De forma oposta, as dúvidas e inseguranças dos membros poderia ocasionar falhas no fluxo de informações com consequente perda de desempenho. Outra questão apontada foi que uma situação de desconfiança crescente poderia conduzir ao colapso do sistema por conta da desistência dos actores nele envolvidos.

Conclusões

A opção pela gestão do sistema por uma única empresa foi citada no caso da Sociedade Valorpneu. Uma explicação fornecida foi que a gestão conjunta do sistema poderia significar compromissos, os quais poderiam ocasionar a perda de desempenho. Apesar de não ter sido mencionado, outro facto percebido foi que a rejeição pela gestão conjunta pode ser explicada pela capacidade de um único actor (Valorpneu) possuir uma percepção plena do SLI, o que permitiria um melhor controlo e gestão.

Com relação ao caso do “Programa Paraná Rodando Limpo”, foi demonstrada a intenção de estabelecimento de uma gestão conjunta do sistema. Apesar de ter sido encontrada alguma evidência de gestão conjunta não foi apontada de forma mais consistente, por parte dos entrevistados, a relação entre a gestão conjunta e seu impacto sobre a eficiência e eficácia do sistema.

A gestão conjunta foi discutida anteriormente (secção 6.1.2) numa dimensão horizontal, por exemplo, esforços conjuntos por parte de competidores e produtores de artigos similares. O reciclador, promovendo a gestão conjunta na dimensão horizontal, tem o seu foco nas

economias de âmbito (indirectamente as economias de escala) através do alcance de volumes mais elevados de produtos recolhidos e processados, desta forma, alcançando eficácia (fornecimento contínuo e equilibrado) e eficiência (melhor utilização dos recursos).

As conclusões mostram que a forma preferida de gestão pode depender da percepção de como a eficiência e a eficácia são melhor alcançadas. Bowersox e Closs (1996) apoiam a gestão do sistema ou planeamento centralizado por parte de um único agente. Por outro lado, Stock (1998) descreve os sistemas de retorno de produtos de uma forma genérica, demonstrando-se mais direccionado para a gestão conjunta de tais sistemas. As dúvidas apontadas pelo autor sobre a centralização do planeamento tornar o sistema menos ágil não foram evidenciadas nos casos investigados. Uma das conclusões obtidas da análise dos casos investigados vai em direcção oposta à abordagem de Stock, pois foram identificados actores que detinham a gestão do sistema, ou seja, controlavam e coordenavam o fluxo de materiais e informações, como o caso da Valorpneu.

As influências identificadas sobre a eficácia e eficiência dos SLIs sobre a abordagem de uma gestão por um único actor ou uma gestão conjunta são apresentadas na figura 6.4. Uma gestão centralizada do sistema pode ser benéfica caso seja objectiva e compartilhe riscos e recompensas com os outros membros do sistema. Sendo assim, este modo de gestão pode contribuir para uma maior eficiência. A gestão conjunta entre todos os membros do SLI pode também conduzir a uma melhoria do sistema, dado que todos os interesses e capacidades específicas dos actores devem ser considerados. Outro benefício da gestão compartilhada seria o crescimento da confiança entre os actores e uma crescente confiabilidade do sistema dada a maior facilidade de troca de informações entre os membros.

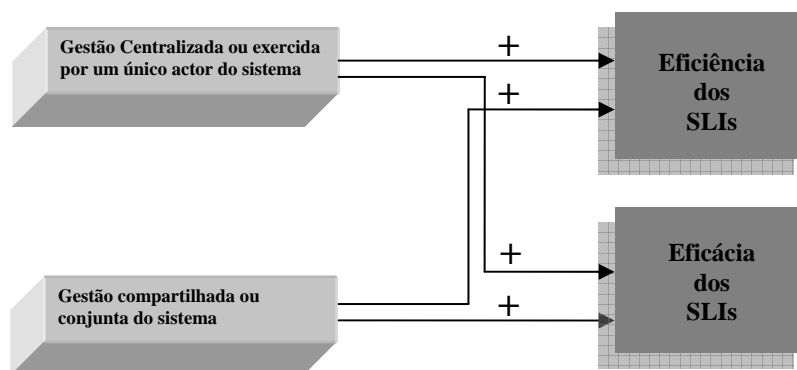


Figura 6.4: Influência da gestão centralizada versus compartilhada sobre o desempenho dos SLIs expressa sob a forma de indicadores. Os sinais +/- indicam se a correlação é positiva ou negativa.

As seguintes proposições referem-se à situação onde um sistema de vários actores é gerido como uma unidade:

P 20a: A gestão por um único agente de um SLI aumenta a percepção dos mecanismos do sistema, proporcionando o aumento do nível de serviço do sistema e, em consequência, eleva a eficácia do sistema.

P 20b: A gestão por um único agente de um SLI melhora a utilização da capacidade, em consequência, aumenta a eficiência do sistema.

P 21a: A gestão compartilhada de um SLI conduz ao estabelecimento da confiança proporcionando a motivação para que soluções comuns sejam encontradas, conduzindo à elevação do nível de serviço, desta forma, elevando a eficácia do sistema.

P 21b: A gestão compartilhada de um SLI amplia o grau de planeamento conjunto, proporcionando a redução dos custos totais, o que aumenta a eficiência do sistema.

Da discussão anterior, é possível concluir que a gestão conjunta pode trazer os mesmos benefícios de uma gestão centralizada com o acréscimo de um grande benefício que é a construção de um relacionamento de confiança entre os membros do sistema. A investigação identificou em ambos os casos estudados situações de cooperação entre compradores e fornecedores no que diz respeito à troca de bens. Entretanto, a gestão conjunta plena não foi observada em nenhum dos casos. Em comparação com os sistemas directos, esta constatação não traz nenhuma surpresa, pois, este tipo de gestão, também é raramente encontrado nos sistemas logísticos.

6.3.2 Resumo e observações

Pelo que foi investigado, a gestão conjunta é preferida sob o ponto de vista do cliente/consumidor final como forma de alcançar uma grande fiabilidade do sistema. Apesar de não ser ainda uma realidade consolidada, a gestão conjunta dos sistemas logísticos inversos, em oposição a uma gestão centralizada poderia ser mais eficaz e eficiente. O aumento da eficiência pode ser obtido pela redução dos custos do sistema e pela distribuição uniforme dos riscos e recompensas entre os actores, resultantes de uma gestão conjunta. A eficácia do sistema pode ser elevada através da gestão compartilhada de um SLI, a qual proporciona a motivação para que soluções comuns sejam encontradas, conduzindo à elevação do nível de serviço.

Não obstante, um argumento apontado por um dos recolhedores do “Programa Paraná Rodando Limpo” foi a falta de confiança e transparência que a gestão centralizada possa gerar sobre o sistema. Caso a confiança entre os actores do sistema seja o ponto mais relevante a ser considerado, sugere-se que a gestão conjunta seja adoptada como forma de viabilizar o acréscimo da eficácia e a eficiência do sistema.

A frequente interacção e comunicação entre os actores dos SLIs permite a consolidação da confiança, o que possibilita o incremento do desempenho. À medida que os membros do sistema passam a cooperar, pode ser construída uma relação de confiança, isto facilita o processo de encontrar soluções onde todos os actores passem a concordar. Esta situação foi uma tendência observada no sector emergente do aproveitamento e reciclagem de pneus-resíduo, onde comparativamente a outros sectores tais como plástico, metais e papel, os relacionamentos estão ainda nos estágios iniciais.

Independente de uma gestão centralizada ou conjunta, de uma forma geral, a construção da confiança entre os membros dos SLIs é uma forma pela qual soluções mais eficazes e eficientes podem ser obtidas. Neste sentido, a afirmação anterior, resultado de observações durante o trabalho de investigação, suporta as ideias discutidas por Cooper e Ellram (1993) numa perspectiva teórica.

Capítulo 7

Conclusões e Reflexões finais

Esta tese procurou dar respostas às perguntas de investigação tendo como objectivo geral:

Descrever e analisar como os componentes físicos e a cooperação podem influenciar a eficácia e a eficiência dos sistemas logísticos inversos (SLIs).

As conclusões desta investigação são apresentadas nas próximas secções. Na primeira secção (7.1), os resultados das análises dos dois capítulos anteriores serão resumidos. Em seguida, as implicações deste trabalho de investigação relacionadas com os aspectos da metodologia adoptada e da relação entre a logística e a reciclagem/recuperação serão discutidas. A segunda secção (7.2) inclui as reflexões baseadas nos resultados da investigação e em futuros desenvolvimentos. A terceira e última secção (7.3) apresenta algumas ideias para futuros trabalhos de investigação.

7.1 Conclusões sobre componentes físicos, cooperação e o desempenho dos SLIs

A tarefa de identificar a influência dos componentes físicos e dos aspectos relativos à cooperação na eficácia e eficiência dos SLIs incluiu cinco conjuntos de dados, dos quais três foram objecto de análise: dois casos que procuraram explorar, descrever e compreender os SLIs e um inquérito aplicado ao mercado brasileiro de pneus-resíduo.

Os resultados detalhados de cada um dos grupos (componentes físicos e cooperação) foram apresentados nos capítulos 5 e 6, respectivamente. Neste capítulo, os resultados serão apresentados na forma de respostas às perguntas da investigação apresentadas no capítulo 1. Estes resultados procuram contribuir para a compreensão dos SLIs contrastando as características identificadas durante a investigação sobre os pneus-resíduo (direccionados pela legislação, sistemas emergentes, volumes baixos e voláteis) com as de outros sistemas identificados na literatura, por exemplo, papel reciclável (orientados pelo mercado, sistemas amadurecidos, volumes elevados e estáveis). Finalizando, nesta secção apresentam-se as conclusões relacionadas com a influência dos componentes físicos e da cooperação sobre o desempenho dos SLIs.

Dois tipos de componentes físicos foram descritos e analisados no capítulo 5: propriedades dos produtos e estruturas. Foram abordadas quatro propriedades dos produtos (manipulação, complexidade, valor e variedade), as quais estavam relacionadas com a seguinte pergunta:

Qual a influência das propriedades dos produtos na eficiência e eficácia dos SLIs?

As conclusões sugerem que:

- Elevada fragilidade e elevada sensibilidade ambiental dos produtos restringem as possibilidades de aumentar a eficiência, em termos de utilização da capacidade de transporte e armazenagem, dos sistemas de recolha e pós-recolha.
- Elevada complexidade dos produtos tem impacto negativo sobre as actividades logísticas dos SLIs, restringindo as possibilidades de alcançar SLIs mais eficientes e eficazes. Contudo, a influência negativa sobre a eficácia do sistema pode também ser resultado de volumes baixos e elevada volatilidade, bem como da relativa imaturidade do mercado, não tendo sido possível isolar a contribuição individual de cada um destes elementos.
- O elevado valor dos produtos impulsiona o comprometimento entre os que desempenham actividades logísticas, o que aumenta a eficiência dos SLIs em termos de utilização e

partilha de recursos, bem como o desenvolvimento de sistemas mais eficazes (localização e nível de centralização das unidades de processamento de materiais).

- Elevada variedade dos produtos limita as possibilidades de aumento da eficiência dos SLIs, pois diferentes tipos de produtos e fracções não podem ser compactados antes de estarem separados. Adicionalmente, uma elevada variedade de produtos reduz a frequência de recolha da cada fracção (caso recolhida separadamente) e pode deste modo influenciar negativamente a eficácia dos SLIs.

O ponto inicial para a recolha dos dados partiu da suspeita de que diferentes propriedades dos produtos poderiam influenciar o desempenho de um SLI. Porém, ao longo da investigação, foi constatado que a eficácia dos SLIs, em termos de *lead time*, também pode influenciar a qualidade de determinados produtos, por exemplo, produtos com restrições de durabilidade (papel reciclável), sendo assim, afecta o valor destes produtos.

- Elevada eficiência nas actividades de recolha de um SLI influencia de forma negativa o valor dos produtos. Preencher um carregamento da forma mais densa possível permite elevar a eficiência. Entretanto, se este esforço é levado ao extremo existe o risco de danificar os produtos mais frágeis, o que conduz a um decréscimo do valor dos mesmos.
- Elevada eficácia, por outro lado, pode contribuir para a preservação de valor dos produtos. A redução do *lead time* (um componente do nível de serviço), para produtos com restrição na sua durabilidade, influencia positivamente o valor destes produtos num SLI. Em resumo, elevada eficácia (*lead times* baixos) significa manutenção do valor, enquanto *lead times* extensos podem contribuir para a degeneração das propriedades de um produto, conduzindo à perda de valor.

Ainda no capítulo 5, as estruturas dos SLIs foram abordadas com relação a dois pontos: descrição e caracterização das estruturas; e princípios estruturais (economias de escala e *postponement*). Apesar de ser uma questão estrutural e de ter emergido como um ponto durante a investigação, a coordenação entre os SLIs e os sistemas logísticos directos não foi abordada nesta tese. As questões foram direccionadas às duas perguntas da investigação:

Que estruturas são utilizadas nos SLIs?

Qual a influência das estruturas na eficiência e eficácia dos SLIs?

Chegou-se às seguintes conclusões:

- A estrutura dos sistemas de recolha e pós-recolha pode ser descrita como maioritariamente interna (*heavy inbound*) ou convergente.
- O *postponement* tem impacto positivo na eficiência e eficácia dos SLIs. A prática dos princípios de *postponement* foi verificada para os casos investigados, tanto no sistema de recolha, como no de pós-recolha dos pneus-resíduo (*postponement* de lugar e de forma/tempo respectivamente). Foi possível verificar aumento das taxas de utilização dos recursos e elevados níveis de serviço associados à sincronização com a procura das fracções de pneus-resíduo.
- A eficiência dos SLIs é beneficiada pelas economias de escala, em grande parte isto deve-se ao facto de que elevadas taxas de utilização são alcançadas, o que se relaciona com a eficiência em termos de capacidade. O princípio das economias de escala também contribui para o aumento da eficácia, pois baixam os custos dos SLIs. Para baixos volumes reciclados, a necessidade de obter economias de escala, tem como consequência uma diminuição do nível de serviço dos SLIs aos clientes, afectando negativamente a eficácia.

Uma observação geral das conclusões sobre propriedades dos produtos e estruturas é que as estruturas exercem uma influência mais global sobre o sistema e são directamente relacionadas com as propriedades dos produtos. As economias de escala foram discutidas com relação aos aspectos estruturais, mas também são um tema recorrente na análise das propriedades dos produtos.

Dois aspectos relacionados com a cooperação nos sistemas logísticos inversos foram explorados no capítulo 6: relacionamentos e poder. Os relacionamentos foram abordados no âmbito da possibilidade de cooperação vertical e horizontal nos SLIs. Procurou-se dar resposta às seguintes perguntas:

Como poderá ser caracterizado o relacionamento entre os actores dos SLIs?

Qual a influência de diferentes características dos relacionamentos sobre a eficiência e eficácia de sistemas logísticos inversos (SLIs)?

A investigação conduziu às seguintes conclusões:

- Uma maior intensidade dos relacionamentos verticais permite um maior grau de integração entre os actores, proporcionando um melhor desempenho dos SLIs.

- A cooperação horizontal entre os recolhedores apresenta uma oportunidade para ganhos de eficácia e eficiência nos SLIs, obtidos através de economias de escala e economias de âmbito.

Estas conclusões estão alinhadas em grande parte com as teorias que suportaram a análise. Por meio desta investigação, estas teorias foram testadas com relação aos SLIs, para os quais não foram originalmente desenvolvidas.

O poder nos SLIs foi discutido em duas abordagens: exercício do poder; e confiança *versus* poder. Foram concebidas as seguintes perguntas de investigação:

Nos SLIs, que actores exercem maior poder e porquê?

Qual a influência do exercício do poder e da confiança entre os actores na eficácia e eficiência dos SLIs?

As conclusões sugerem que:

- O poder na fase de recolha dos SLIs pôde ser atribuído a actores que possuam competência tanto em logística quanto em reciclagem, dependendo do tipo de actividade predominante no processo total. Um membro detentor de perícia logística, e que gere um sistema com intensa actividade de reciclagem e recuperação, proporciona elevada eficiência e eficácia dos SLIs. Do mesmo modo, a gestão de sistemas com baixa intensidade de actividades logísticas por actores com elevada competência em reciclagem conduz à elevada eficiência e eficácia dos SLIs.
- Outra base para o exercício de poder foi o acesso à informação. Um elevado grau de acesso às informações por parte do gestor do sistema promove efeitos positivos sobre o desempenho (eficácia e eficiência) do SLI. Do mesmo modo, uma gestão abrangente dos SLIs proporciona o acesso a uma grande quantidade de informações.
- A construção da confiança e comunicação intensa foi uma tendência observada no sector emergente da reciclagem de pneus-resíduo, onde os relacionamentos ainda são de curto prazo e o abastecimento reduzido e volátil. O elevado grau de interacção e comunicação entre os actores dos SLIs proporciona uma maior eficiência.
- A confiança é consolidada pela troca de informações e iteração entre os membros do sistema. A consolidação da confiança possibilita uma melhoria do desempenho (eficácia e eficiência) dos SLIs.

As conclusões relativas aos aspectos do poder foram relacionados com as teorias estudadas. Neste sentido, os resultados da investigação confirmaram as teorias num contexto de recuperação e reciclagem de materiais. O poder centrado no acesso à informação e na competência (logística e reciclagem), observado no contexto do sistema de recolha, comparado às outras situações, como, o posicionamento no sistema, foram bastante enfatizados ao longo do trabalho de investigação, mais do que inicialmente fora previsto.

Os aspectos dos relacionamentos e do poder foram discutidos de forma agrupada e direccionados à questão da gestão conjunta versus gestão centralizada dos SLIs:

- A gestão por um único actor de um SLI melhora a utilização da capacidade, ampliando a eficiência do sistema. Nesta situação, o aumento do nível de serviço é proporcionado pela melhor percepção dos mecanismos do sistema, em consequência, a eficácia do sistema é elevada.
- A gestão conjunta ou partilhada pode trazer os mesmos benefícios de uma gestão centralizada com a vantagem de potenciar a construção de um relacionamento de confiança entre os membros do sistema. A gestão partilhada de um SLI amplia o grau de planeamento conjunto, proporcionando a redução dos custos totais, o que aumenta a eficiência do sistema. Em termos de aumento da eficácia, este é obtido através do estabelecimento de uma relação de confiança, conduzindo à motivação para que soluções comuns sejam encontradas e, em consequência, eleva o nível de serviço.

7.1.1 Eficácia e eficiência: dois componentes do desempenho dos SLIs.

Esta secção apresentará os resultados da investigação em relação aos dois componentes do desempenho dos sistemas logísticos inversos discutidos ao longo da tese: eficácia e eficiência. A figura 7.1 ilustra as influências identificadas dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficiência dos SLIs.

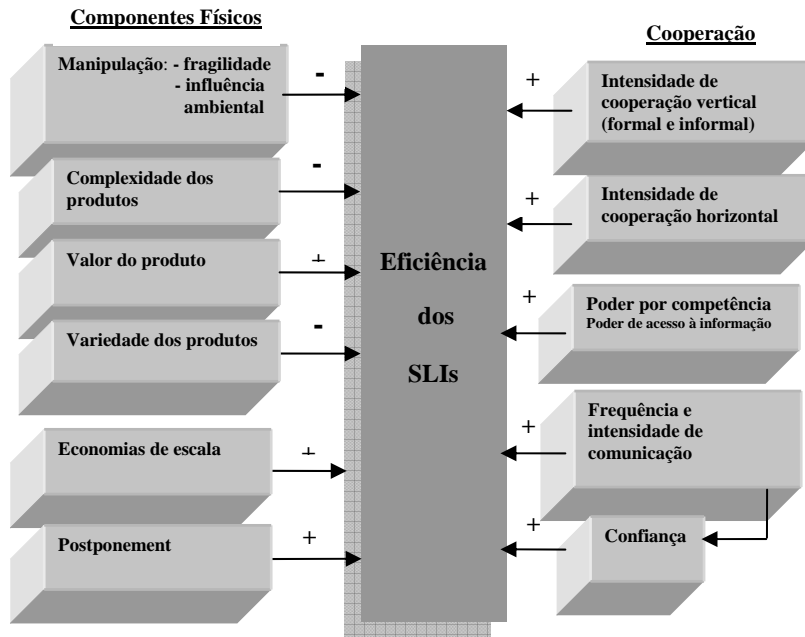


Figura 7.1: A Influência dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficiência dos SLIs.

As propriedades dos produtos investigados tanto restringem (manipulação, complexidade e variedade) como promovem (valor) oportunidades para tornar o SLI mais eficiente. Relativamente às economias de escala e aos princípios do postponement, é possível afirmar que estes princípios estruturais podem ser aplicados para a promoção da eficiência dos SLIs.

A cooperação vertical nos SLIs investigados pode facilitar a eficiência. Os relacionamentos horizontais podem viabilizar o alcance de uma elevada eficiência na capacidade de todo o SLI através da cooperação entre os competidores no mercado de pneus-resíduo. No sistema de recolha, a competência (perícia logística ou em reciclagem) e o acesso à informação foram identificados como importantes bases para o exercício do poder e quando aplicados contribuíram para o aumento da eficiência do sistema. A frequência e intensidade de comunicação entre os actores conduz à confiança, o que eleva a eficiência do sistema na medida em que propicia iniciativas conjuntas para a solução de problemas. A figura 7.2 apresenta as relações entre os componentes físicos e a cooperação, com relação à eficácia dos SLIs.

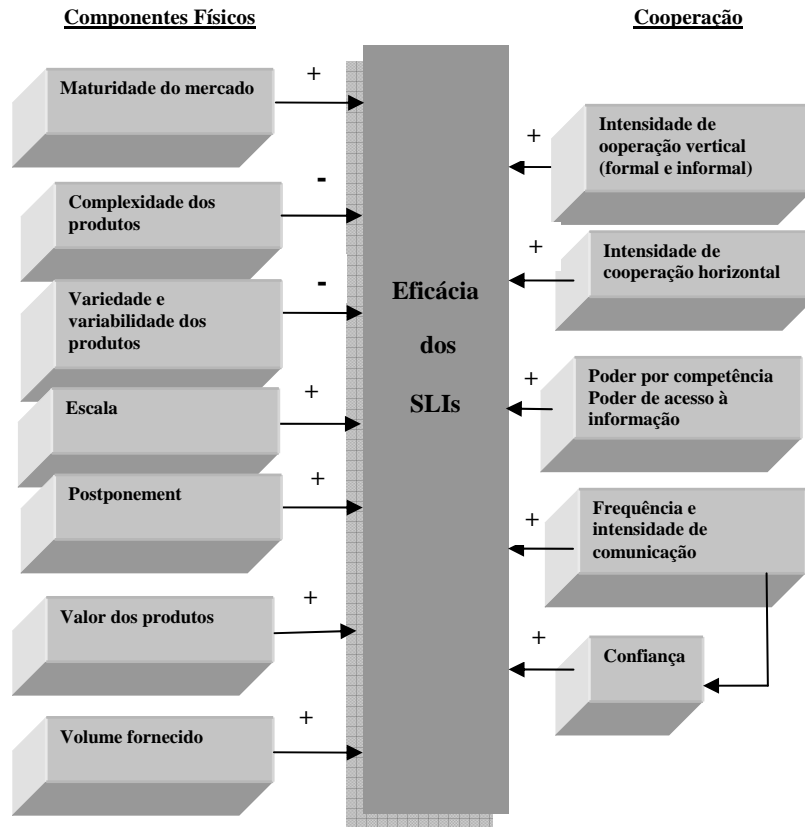


Figura 7.2: A Influência dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficácia dos SLIs.

Um SLI para produtos de elevada complexidade pode conduzir a baixa eficácia, porém esta influência não pode ser separada da maturidade e da estabilidade do mercado, além dos volumes disponíveis. A elevada variedade dos produtos implica em baixo nível de serviço, expresso em termos de baixas frequências de recolha. O valor elevado dos produtos possibilita o aumento de eficácia nos SLIs. Com relação ao princípio das economias de escala, como era de se esperar é melhor aplicado para grandes volumes disponíveis. Entretanto, quando aplicado a fluxos de baixo volume, conduz a baixas frequências de recolha, implicando em baixo nível de serviço, o que afecta negativamente a eficácia.

Os esforços de cooperação, tanto nos relacionamentos verticais como nos horizontais, podem significar aumento de eficácia dos SLIs. Nos relacionamentos verticais os ganhos obtém-se por soluções conduzidas em conjunto e não isoladamente. Através dos relacionamentos horizontais foram alcançadas vantagens das economias de escala. Por meio da confiança, foram obtidos resultados eficientes com relação aos custos totais do sistema.

7.1.2 Implicações da investigação

A concepção de uma investigação passa tomar opções e escolher entre caminhos alternativos. Esta secção irá inicialmente discutir a concepção da investigação e suas implicações metodológicas para a tese. Julga-se necessária essa discussão, pois ao longo do processo exploratório foram abordados aspectos teóricos que deram suporte às questões práticas. Este processo deu-se de uma forma não convencional de definição do objecto de estudo e escolha dos dados representativos. Finalizando, será abordado o conteúdo do objecto de estudo, os sistemas logísticos inversos (SLIs) com relação à sua componente logística e à componente de reciclagem e/ou recuperação.

Implicações metodológicas

A investigação apresentada nesta tese é o resultado de um processo pensado e amadurecido ao longo de quatro anos, onde o foco inicial foi alterado tanto com relação ao objecto de estudo bem como quanto às perguntas a serem investigadas. O processo de investigação em si representou uma busca exploratória e constantemente refinada por questões e casos interessantes para o estudo. O resultado foi uma tese concebida ao longo do processo de investigação não constituindo um processo linear, mas sim interactivo.

Uma razão importante para esta busca por questões e casos a serem estudados foi o carácter relativamente inovador do objecto de estudo e o impacto da legislação sobre a configuração dos SLIs. Poucos estudos sobre o impacto da legislação como determinantes dos SLIs foram executados para preparar o campo para perguntas de investigação mais precisas, ou descreveram quais áreas teóricas deveriam ser aplicadas. O interesse pelos componentes físicos e pela cooperação desempenhou um papel importante na escolha de um vasto grupo de teorias e modelos. Entretanto, uma das “ambições” desta tese foi contribuir com a “preparação do terreno” para trabalhos futuros de investigação. Deste modo, a dimensão das questões, assim como do sistema estudado, tornou-se ampla e alargada.

A investigação apresentou uma série de assuntos relacionados com o desempenho dos SLIs, analisando conjuntos de dados relativos a dois tipos diferentes de questões (componentes físicos e cooperação). Foi adoptada mais de uma abordagem teórica, constituindo uma forma de triangulação. Patton (1987) descreve a triangulação teórica como o uso de múltiplas perspectivas para interpretar um único conjunto de dados.

No campo metodológico, este foi um estudo abrangente, cuja natureza é parcialmente descritiva e interpretativa. Nesta tese foram estudados vários actores (empresas) que

desempenharam diferentes papéis dentro dos SLIs e foram também seleccionadas evidências de diferentes casos dentro de um modelo teórico de SLI dividido em duas partes: o sistema de recolha e de pós-recolha. A opção por desenvolver casos de estudo múltiplos foi motivada pela natureza inédita desta área de investigação.

A construção de um sistema teórico preenchido por diferentes casos, algumas vezes com certa conexão entre si, outras com representação de características próprias, foi uma tentativa de extrair maior confiabilidade dos dados. Durante o processo de construção analítica, as questões da investigação alinhadas com os relacionamentos foram discutidas com os actores. Algumas vezes, contudo, quando os relacionamentos eram discutidos, ficou a impressão de que os actores não possuíam liberdade para relatar o que realmente se passava. Ou seja, protegiam os outros actores e manifestavam seu comprometimento mútuo, confiança e ambiente de trabalho em cooperação. A experiência adquirida do processo de investigação mostrou que nos casos onde os entrevistados tinham maior liberdade de discutir isoladamente os relacionamentos com outros actores, era apresentada uma fotografia mais verdadeira da realidade. Pelo contrário, o conteúdo concreto dos relacionamentos não pôde ser descrito quando as entrevistas eram realizadas em conjunto com dois actores do sistema.

Logística, reciclagem e/ou recuperação de produtos

No capítulo 5 foi concluído que as economias de escala forte impacto nos SLIs, contudo, nem sempre é a componente logística dos SLIs que é mais afectada pelos grandes volumes. A reciclagem e/ou recuperação é afectada significativamente pelas economias de escala. Caso as duas componentes dos SLIs (logística e a reciclagem e/ou recuperação de produtos) sejam ambas afectadas com ganhos resultantes de elevados volumes, não existirá conflito na concepção de sistemas para grandes volumes.

O problema ocorre quando a componente logística requer grandes volumes para ser eficiente e a reciclagem e/ou recuperação necessita de pequenas quantidades. Tome-se o exemplo da reciclagem e/ou recuperação de produtos electrónicos. Na etapa de recolha dos electrónicos, as propriedades de manipulação tornam-se mais importantes que elevadas taxas de preenchimento dos carregamentos. A fragilidade de produtos como monitores de computador significa que devem ser manipulados com um certo cuidado para que não quebrem durante a recolha. Caso estes produtos sejam mal transportados, os vidros dos monitores podem partir-se, inviabilizando a sua recuperação e conseqüentemente diminuindo o valor do produto. Este aspecto é mais importante para a eficiência da reciclagem e/ou recuperação que uma maior

eficiência logística relacionada com os volumes transportados. Em termos globais, isto significa que, nestes casos, a eficácia passa a ser mais importante que a eficiência do sistema.

Sendo assim, para o SLI não só é importante considerar o desempenho logístico, mas também como a logística afecta o produto, o qual fará parte do processo de reciclagem/recuperação. Em muitos estudos logísticos, as propriedades dos produtos são tomadas como uma informação que afecta o modo de concepção do sistema logístico, tal facto também é verdadeiro para os SLIs. O que foi também identificado na investigação foi a forte relação entre o processo logístico e o estado dos produtos, o que afecta a eficiência dos processos de reciclagem e naturalmente o valor dos produtos em fim de vida.

7.2 Reflexões finais

O trabalho de investigação apresentado nesta tese centrou-se em descobrir que questões influenciam a eficácia e eficiência dos SLIs e como esta influência é exercida. Os conceitos de eficiência e eficácia foram previamente definidos no capítulo 3. Nesta secção, estas definições serão discutidas na perspectiva das conclusões e conhecimentos adquiridos ao longo do trabalho de investigação.

As definições de eficiência e eficácia adoptadas ao longo da tese foram deduzidas da literatura logística. Nesta fase de reflexão do estudo, a relevância destas definições para a investigação dos SLIs pode ser avaliada. Primeiramente, procura-se ponderar sobre as definições de eficácia e eficiência por parte dos actores investigados. Em segundo, reflecte-se sobre o modo como a eficiência e a eficácia estão relacionadas com os componentes físicos e a cooperação entre os actores. Estas duas questões serão abordadas nas próximas subsecções, finalizando a discussão com uma reflexão sobre a escolha da eficiência e eficácia como variáveis para investigações sobre os SLIs.

7.2.1 A avaliação da eficiência e da eficácia na perspectiva dos actores investigados

No capítulo 3, as definições de eficácia e eficiência foram ilustradas de acordo com a teoria apresentada na literatura logística, portanto, recapitulando estas definições de modo conciso:

- A eficácia logística refere-se à realização das metas definidas para as actividades logísticas (fazer as “coisas certas”). Esta componente do desempenho logístico é expressa em termos de nível de serviço face aos clientes de um sistema logístico.

- A eficiência logística é traduzida como a elevada taxa de utilização dos recursos para a execução das actividades logísticas (fazer as “coisas de forma certa”), reflectindo uma redução dos custos medidos para todo o sistema logístico.

No que diz respeito à parte prática da investigação, a compreensão sobre eficiência e eficácia variou com relação aos actores entrevistados. Quando perguntados sobre o significado destas duas variáveis, os entrevistados contribuíram com suas próprias percepções sobre o significado de eficiência e eficácia, muitas vezes sugerindo implicitamente formas de avaliação, como as medidas de desempenho por eles indicadas e apresentadas no capítulo 4.

Uma medida de eficácia apontada no capítulo 3 foi o nível de serviço ao cliente. Pelo facto de actuarem num mercado instável e com poucos clientes, esta medida de eficácia recebeu importância por parte dos recicladores. Estes são os actores do sistema mais afectados pela satisfação dos clientes, o que explica a razão pela qual foi dada relevância à avaliação do nível de serviço ao cliente.

O desempenho ambiental foi descrito pelos recicladores e geradores de pneus-resíduo como uma medida importante para o desempenho de todo o sistema, sendo pouco mencionada pelos clientes finais (Petrobrás e Recipav). Uma conclusão com relação ao desempenho ambiental como medida de eficácia é que esta parece ser mais relevante para os actores directamente envolvidos com os processos de recolha e reciclagem dos pneus-resíduo. Outro facto diz respeito à preocupação com o cumprimento da legislação e com a responsabilidade ambiental e social.

Os elevados volumes conduzem a baixos custos unitários, podendo significar elevada utilização dos recursos, o que foi originalmente definido como eficiência dos sistemas logísticos. Os volumes foram apontados como uma medida de eficiência associada à taxa de utilização dos recursos. Embora existam algumas diferenças nas medidas de eficiência apontadas pelos diversos actores, a definição da taxa de utilização dos recursos parece ser um consenso para a avaliação da eficiência dos SLIs.

Não obstante, outras medidas de eficiência mencionadas estão relacionadas com as propriedades dos produtos: qualidade da selecção e condição dos produtos. Ambas influenciam a eficiência dos processos de recuperação e por isso o valor dos produtos. Do mesmo modo, como foi proposto no capítulo 5, a eficiência dos sistemas logísticos também influencia as condições dos produtos e a qualidade da selecção.

7.2.2 A influência dos componentes físicos e da cooperação sobre a eficiência e a eficácia

Além da discussão a respeito das percepções dos actores sobre eficiência e eficácia dos SLIs, também serão comparados os dois grupos que foram descritos e analisados nos capítulos 5 (componentes físicos) e 6 (cooperação entre os actores). Esta comparação ilustra diferentes grupos de questões que estão direccionados ao desempenho dos SLIs em termos de eficiência e eficácia.

A ideia subjacente à escolha de um conjunto de questões relacionadas com os sistemas logísticos em dois grupos foi o facto de constituírem importantes características, as quais diferem entre estes grupos. Tais características são de natureza concreta versus abstracta, onde as questões dos componentes físicos são concretas e relativamente mais fáceis de descrever de modo objectivo. Por outro lado, o comportamento cooperativo é mais abstracto na sua natureza, sendo por isso mais difícil de ser capturado num sentido absoluto.

Apesar da medição dos custos não ser uma tarefa simples, sendo talvez ainda mais complexa para sistemas logísticos inter-organizacionais, representa algo tangível, mais fácil de ser quantificado, o que fornece um carácter mais objectivo. Por outro lado, com relação ao serviço ao cliente, apesar de ser avaliado por um conjunto de medidas, às quais são dados pesos relativos, comparados entre si, é possível afirmar que a real importância é dada à satisfação do cliente quando este recebe o produto ou serviço fornecido. Este senso de satisfação é mais abstracto que os custos, além de subjectivo quanto à sua natureza.

Neste trabalho a medida de eficácia mais estreitamente relacionada ao componente físico da propriedade dos produtos foi o nível de serviço ao cliente medido em termos de frequência de recolha. Em relação às estruturas, os custos foram escolhidos como a principal medida de eficiência.

Não foram observadas grandes diferenças relativas às medidas de eficiência para os respectivos grupos de questões. No que diz respeito a determinadas questões de poder (cooperação entre os actores), a sua influência sobre a eficiência dos SLIs foi identificada com relação a actores individuais e relacionamentos, contudo não ao nível sistémico. Contrariamente, algumas observações ilustraram ineficiência ao nível sistémico e simultaneamente ganhos de eficiência para um actor individual. Por enquanto, a gestão centralizada do sistema em oposição à gestão conjunta pôde significar que o líder do sistema obteve ganhos de eficiência em termos de custos (peso transportado e volumes processados)

em relação aos seus parceiros. Isto ilustra como a suboptimização pode ser apoiada pela estrutura de gestão de um SLI.

7.2.3 Considerações finais sobre a eficiência e a eficácia dos SLIs

As duas variáveis adoptadas ao longo da investigação para a avaliação do desempenho dos SLIs foram uma escolha adequada? Eficácia e eficiência são expressões complexas, com diferenças no conteúdo entre várias disciplinas e normalmente aplicadas de modo teórico. No campo prático também possuem variadas interpretações, deste modo, os seus significados devem ser precisos de forma a que sejam interpretadas da mesma forma como são aplicadas na prática.

As definições adoptadas nesta tese foram propositadamente decididas de uma maneira vaga, entretanto foram restritas às interpretações comuns dentro dos estudos em logística. A eficácia foi discutida nos resultados finais em termos do serviço ao cliente, expresso por meio da frequência de recolha. O desempenho ambiental, que não foi abordado nesta tese, emergiu durante o processo de investigação como uma importante medida de eficácia para os SLIs.

No decorrer da recolha dos dados, nomeadamente durante as entrevistas, foi sugerida a taxa de utilização dos recursos, bem como os custos unitários, como medida de eficiência dos SLIs. Isto provou ser útil, dado que a eficiência da taxa de utilização da capacidade relacionada aos transportes e algumas vezes à armazenagem foi discutida para a eficiência dos SLIs. Adicionalmente, um indicador indirecto da eficiência foi identificado como sendo a qualidade dos produtos processados pelos SLIs.

7.3 Oportunidades para futuros trabalhos de investigação

Este trabalho investigou os SLIs com foco no aproveitamento dos pneus-resíduo tendo como contraponto outros sistemas logísticos identificados na literatura, tais como os desenvolvidos para reciclagem de papel. Algumas das ideias deste trabalho foram baseadas no estudo sobre os sistemas logísticos para resíduos domésticos (Jahre, 1995a). Uma linha futura de investigação, como forma de dar maior sustentação às conclusões deste trabalho, seria estudar as mesmas questões para outros tipos de produtos, tais como: plásticos, veículos e electrónicos. De acordo com o que é apresentado na figura 7.6, estas escolhas poderiam fornecer novas oportunidades para analisar as conclusões com relação à complexidade dos produtos (elevada e baixa) e ao mercado (emergente ou maduro). Esta linha, poderia ainda avaliar o impacto do valor e variedade dos produtos nas estruturas dos SLIs (cruzando vários tipos de produtos).

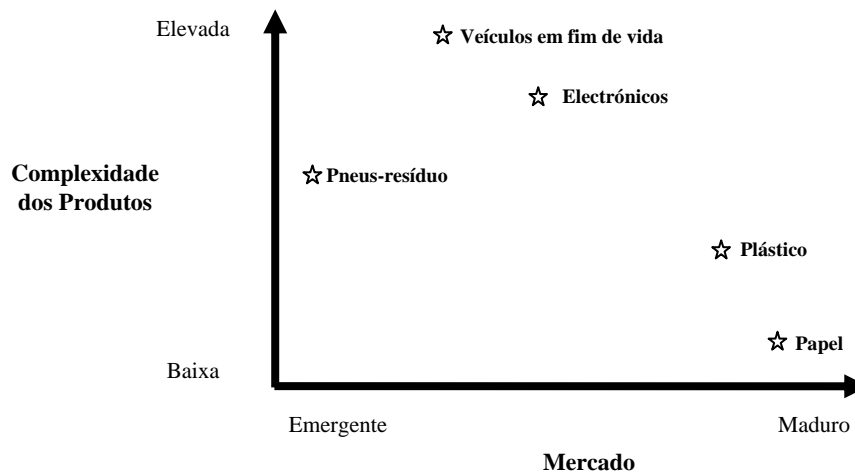


Figura 7.3: Posicionamento dos pneus-resíduo e dos papéis (nesta tese) e os plásticos, electrónicos e veículos em fim de vida (sugeridos para futuras investigações) de acordo com a complexidade e com o mercado.

Uma outra linha de investigação será a consideração dos resultados desta tese como um ponto de partida para a formulação de um modelo validado estatisticamente sobre as influências identificadas das questões relacionadas com o desempenho dos SLIs. Um inquérito mais amplo poderia ser desenvolvido incluindo agora, além dos pontos relacionados com o aproveitamento de pneus-resíduo, a reciclagem de papel. Contudo, acredita-se que algumas das questões relativas ao relacionamento cooperativo possam ser difíceis de capturar por meio de respostas escritas num inquérito, portanto, uma pesquisa por meio de inquéritos que abordem estes pontos deve ser parcialmente baseada em respostas obtidas por meio de entrevistas.

Alguns actores dos casos investigados integraram-se verticalmente através da aquisição de seus fornecedores. Este foi o caso da BScolway que por meio de suas lojas de venda de pneus recauchutados obtinha também os pneus-resíduos, que consistiam em matéria-prima para o seu negócio de reciclagem. Apesar dos fornecedores terem sido descritos como livres para actuarem no mercado, este facto, em teoria, condiciona os fornecedores a um único comprador. Poderia também ser interessante abordar este caso sob a perspectiva, por exemplo, dos custos transaccionais.

Um aspecto identificado como uma medida de eficácia foi o esforço ambiental. O desempenho ambiental pareceu ser mais importante para os actores que estavam directamente envolvidos com a reciclagem do que para os outros. Em geral, nos trabalhos de investigações em logística, os aspectos dos custos e nível de serviço são tratados como discordantes e algumas vezes considerados como lados distintos da mesma moeda. O que poderia vir a

complicar esta discussão seria a introdução de um terceiro factor: o esforço ambiental de um sistema logístico. A capacidade de garantir a qualidade do serviço, custos reduzidos e esforço ambiental poderá proporcionar uma ferramenta poderosa para garantir diferentes soluções para os sistemas logísticos. Poderia também fornecer aos investigadores logísticos perspectivas valiosas sobre que questões dos sistemas logísticos estão relacionadas com o esforço ambiental. Uma linha de investigação com estas características poderia ser aplicada tanto à logística tradicional como à logística inversa.

Uma última recomendação para trabalhos futuros vem de uma observação que emergiu ao longo da investigação. Foi percebido, nos casos estudados, que as estruturas dos SLIs são influenciadas pela densidade populacional e pelas estruturas de distribuição directa dos produtos. Portanto, uma outra linha possível de investigação apontaria para avaliar em que extensão a densidade populacional poderia influenciar a eficiência e a eficácia destes sistemas e se a coordenação dos SLIs com os sistemas de distribuição directa disponíveis poderia elevar o desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP (2004). Documento electrónico fornecido pela Associação Brasileira de Cimento Portland. <http://www.abcp.org.br/biblioteca/index.shtml> (acessado em 14/11/ 2004)
- Accenture (2003). Connecting with the Bottom Line: A Global Study of Supply Chain Leadership and its Contribution to the High-Performance Business. *Relatório Técnico*. http://www.accenture.com/NR/rdonlyres/D29B4599-D17A/sce_meet_hiperf.pdf (acessado em 19/01/2007)
- Abrahamsson, M., & Brege, S. (1997). Structural Changes in the Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 8, N.º 1, pp. 35 - 44.
- Abreu, R. C. L. (1996). *Análise de valor*. São Paulo: Qualitymark.
- Accetti, K. M., & Pinheiro, L. M. (2000). *Tipos de Fibras e Propriedades do Concreto com Fibras*. Anais do Congresso Brasileiro do Concreto, Abril 21-23, Fortaleza, Brasil.
- Alderson, W. (1992). Marketing efficiency and the principle of postponement. *Marketing Channels*, Nova Jérсия: Prentice-Hall.
- Alter, N. (1999). *Le Management Aujourd'hui*, Théories et Pratiques. Paris: Démo.
- Andersson, C. (1995). Reverse Logistics Systems for Wastepaper. *Tese de Doutorado*, Lund University, Department of Engineering Logistics, Suécia.
- Arbnor, I., & Bjerke, B. (1997). *Methodology for Creating Business Knowledge*, Londres: Sage Publications.
- ARN (2004). Documento electrónico fornecido pela Auto Recycling Netherlands. www.gov.ns.ca/enla/waste/epr/docs/2004-March-5/arn.pdf (acessado em 25/10/2004).
- Axelsson, B., & Easton, G. (Eds.). (1992). *Industrial Networks: A New View of Reality*, Londres: Routledge.
- Ballou, R. (1999). *Business Logistics Management* (4ª ed.), Nova Iorque: Prentice-Hall International.
- Ballou, R., Gilbert, S., & Mukherjee, A. (2000). New Managerial Challenges from Supply Chain Opportunities. *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, N.º 1, pp. 7-18.
- Barros, A. I., Dekker, R., & Scholten, V. (1998). A two-level network for recycling sand: A case study. *European Journal of Operational Research*, Vol. 110, N.º 2, pp. 199-215.
- Bartels, J. J. C. (1998). Reverse Logistics Systems for recycling car batteries. Em (autores), *Handbook of Reverse Logistics*, Kluwer B.V., Deventer, Holanda.
- Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol 19, N.º 3, pp. 275-292.
- Bernon, M. (2004). The Efficiency of Reverse Logistics. *Relatório Técnico*, Cranfield University, Department of Transports, Reino Unido.
- Beullens, P. (2001). Location, process selection and vehicle routing models for reverse logistics. *Tese de Doutorado*, University of Leuven., Department of Industrial Engineering, Bélgica
- Blumenthal, D. & Closs, D. (2002), *Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process*, Em (autores), Londres: McGraw Hill.

- Bowersox, D. & Closs, D. (1996), *Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process*, Em (autores), Londres: McGraw Hill.
- Bowersox, D., & Closs, D. (2001). *Logística empresarial*, São Paulo: Atlas.
- Brewer, P. C., & Speh, T. W. (2001). Adapting the balanced scorecard to supply chain management. *Supply Chain Management Review*, Vol. 5,N.º 2, pp. 48-56.
- Brundland, G. (1998). European Union and the Environment. *Relatório Técnico*, União Europeia, Luxemburgo.
- BScolway (2003). Documento fornecido pela BScolway.
- Campos, A. J. C. (2004). Metodologia para elaboração de sistema integrado de avaliação de desempenho logístico. *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção, Brasil.
- Capra, F. (2002). *As conexões ocultas*, São Paulo: Cultrix.
- Carmo, L. F. (2003). Contribuição para sistematizar a análise da dinâmica de cadeias de suprimento: proposta de um método de análise e a sua aplicação à indústria automotiva. *Tese de Doutorado*, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, Brasil.
- Carter, C., & Ellram, L. (1998). Reverse Logistics: A Review of the Literature and Framework for Future Investigation. *Journal of Business Logistics*, Vol. 19, N.º 1, pp. 85-102.
- Castillo E. D., & Cochran J. K., (1996), Optimal Short Horizon Distribution Operations in Reusable Container Systems. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 47, pp. 48-60.
- Chandrashekar, A., & Dougless, T. (1996). Commodity Indexed Surplus Asset Disposalin the Reverse Logistics Process. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 7, N.º 2, pp. 59-68.
- Chang, N. B., & Wei, E. Y. L. (2000). Siting recycling drop-off stations in urban area by genetic algorithm based fuzzy multiobjective nonlinear integer programming modeling. *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 33, N.º 4, pp. 284-295
- Chow, G., Reaver, T., & Renriksson, L. (1995). Strategy, Structure and Performance: A Framework for Logistics Research. *Logistics and Transportation Review*, Vol. 31, N.º 4, pp. 285-307.
- Christopher, M. (1997). *Marketing Logistics*, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Christopher, M. (2000). The Agile Supply Chain. Competing in Volatile Markets. *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp. 37-44.
- Christopher, M., & Towill, D. (2000) Supply chain migration from lean and functional to agile and customised. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 5, N.º 4, pp. 206-213.
- Cooper, M., & Ellram, L. (1993). Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 4, N.º 2, pp. 13-25.
- Cooper, M., Lambert, D., & Pagh, J. (1997). Supply Chain Management: More Than a New name for logistics. *The Internacional Journal of Logistics Management*, Vol. 8, N.º 1, pp. 1-14.

- Cox, A. (1999). Power, value and supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 4, N.º 4, pp. 167-175.
- Cox, A. (2004). The art of possible: relationship management in power regimes and supply chains, Power, value and supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9, N.º 5, pp. 346-356.
- Cox, A., Watson, G., Lonsdale, C., & Sanderson, J. (2004). Managing appropriately in power regimes: relationship and performance management in 12 supply chain cases. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9, N.º 5, pp. 357-371.
- Coyle, J., Bardi, E., & Langley, J. (1996). *The Management of Business Logistics* (6ª ed.), Nova Iorque: West Publishing Company.
- De Brito, M. (2004). Managing Reverse Logistics or Reversing Logistics Management? *Tese de Doutorado*, Erasmus Research Institute of Management, Erasmus University of Rotterdam, Holanda.
- De Brito, M. P., & van der Laan, E. A. (2002). Inventory Management with product returns: the impact of (mis)information. *Relatório Técnico*, Erasmus Research Institute of Management, Erasmus University of Rotterdam, Holanda.
- De Koster, R. B. M., De Brito, M. P., & van Vendel, M. A. (2002). How to organise return handling: an exploratory study with nine retailer warehouses. *International Journal of Retail and Distribution Management*, Vol. 30, pp. 401-417.
- Dekker, R., & Porras, E. (2005). Controlling Inventories in a Supply Chain: a Case Study. *International Journal of Production Economics*, Vol. 94, pp. 179-188.
- Del Castillo, E., & Cochran, J. K. (1996). Optimal short horizon distribution operations in reusable container systems. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 47, N.º 1, pp. 48-60.
- Dijkhuizen, H. P. (1997). Reverse Logistics at IBM. *European Journal of Operational Research*, Vol. 4, pp. 239-253.
- Douglah, S., & Everett, J. (1998). Scrap Tire Management (II): Case Study and Recommendations. *Journal of Solid Waste Technology and Management*, Vol. 25, N.º 1, pp. 13-22.
- Duhaime, R., Riopel, D., & Langevin, A. (2001). Value analysis and optimization of reusable containers at Canada Post. *Interfaces*, Vol. 31, N.º 3, pp. 3-15.
- EA-UK (2004), Documento electrónico fornecido pela Agência Ambiental Inglesa. <http://www.environment-agency.gov.uk/science/> (acessado em 16/10/2004).
- Ellram, L. (1991). Supply Chain management: the Industrial Organization Perspective. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 21, N.º 1, pp. 13-22.
- ETRA (2007). Documento electrónico fornecido pela Associação Europeia de Reciclagem de Pneus. <http://www.etra-eu.org> (acessado em 17/03/2007)
- Europa (2004). Documento electrónico fornecido pela Comissão Europeia. www.ec.europa.eu/environement/waste/studies/elv/compliance (acessado em 05/12/2004)

- EEA (2004). Ten Key Transport and Environment Issues for Policy Makers. *Relatório Técnico*, European Environmental Agency. <http://reports.eea.europa.eu/TERM2004/en> (acessado em 05/12/2004).
- Farrow P. H., Jonhson, R. R. (2000). Entrepreneurship, Innovation and Sustainability Strategies at Walden Paddlers. *Interfaces*, Vol. 30, N.º 3, pp. 215-225.
- Ferrer G. (1997). Managing the recovery of value from durable products. *Tese de Doutoramento*, INSEAD, Fontainebleu, França.
- Fisher, M. L. (1997). What is the Right Supply Chain for your Product. *Harvard Business Review*, Vol. 2, pp. 105-116.
- Fleischmann, M. (2001). Quantitative Models for Reverse Logistics. *Tese de Doutoramento*, Erasmus Research Institute of Management, Erasmus University of Rotterdam, Holanda.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., van der Laan, E., van Nunen, J. A. E. E., & van Wassenhove, L. N. (1997). Quantitative models for reverse logistics: a review. *European Journal of Operational Research*, Vol. 103, pp. 1-17.
- Fleischmann, M., Krikke, H.R., Dekker, R., & Flapper, S. D. P. (2000). A characterisation of logistics networks for product recovery. *Omega*, Vol. 28, N.º 6, pp. 653-666.
- Ford, D., Gadde, L. E., Håkan, H., & Snehota, I. (2003). *Managing Business Relationships* (2nd edition), Londres: John Wiley.
- Fukumori, K. (2002). Recycling technology of tire rubber. *JSAE Review Society of automotives engineers of Japan*, Vol. 23, pp.259-264.
- Fuller, D. A., & Allen, J. (1997). A typology of reverse channel systems for post-consumer recyclables. In J. Polonsky & A.T. Mintu-Winsatt (Eds.), *Environmental marketing: strategies, practice, theory and research*, Nova Iorque: Haworth Press.
- Garner, A., & Keoleian, G. A. (1995). Industrial Ecology: An Introduction. *Relatório Técnico*, National Pollution Prevention Center, Michigan, Estados Unidos.
- Gill, L., & Allerheiligen, R. (1996). Cooperations in Channels of Distribution: Physical Distribution Leads the Way. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 26, N.º 5, pp. 354-367.
- Global Scorecard (2006). Documento electrónico fornecido pelo Global Commerce Initiative, GCI. URL: <http://www.globalscorecard.net/index.asp> (acessado em 27/10/2006)
- GLRT (1995) *World Class Logistics: The Challenge of Managing Continuous Chang*. Organizado por The Global Logistics Research Team at Michigan State University, Oak Brook: Council of Logistics Management.
- Goggin K., & Browne, J. (2000). Towards a taxonomy of resource recovery from end-of-life products, *Computers in Industry*, Vol. 42, pp. 177-191.
- Goodyear (2004).Documento extraído da página de Internet da empresa Goodyear. <http://www.goodyear.com>. (acessado em 13/02/2004)
- Guide Jr., V. D. R., Jayaraman, V., Srivastava, R., & Benton, W. C. (2000). Supply-Chain Management for Recoverable Manufacturing Systems. *Interfaces*, Vol. 30, N.º 3, pp. 125-142.
- Gunasekaran, A., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001). Performance Measurement and metrics in a supply chain environment, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, N.º 1/2, pp. 71-87.

- Gungor, A., & Gupta, S. M. (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 36, pp. 811-853.
- Hertz, S. (1993). The Internationalization Processes of Freight Transport Companies. Towards a Dynamic Network Model of Internationalization, *Dissertação de Mestrado*, The Economic Research Institute/EFL, Stockholm School of Economics, Suécia.
- Heskett, J. L. (1977). Logistics – Essential to Strategy, *Harvard Business Review*, Vol 55, N.º 6, pp. 85-96.
- Hughes, J. (1980). *A filosofia da pesquisa social*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Jahre, M. e Virum, H. (1993). Comparing systems for collection, reuse and recycling in the case of electronics. *The First International Working Seminar on Reuse*, Eindhoven, Holanda.
- Jahre, M. (1995a). Logistics Systems for Recycling- Efficient Collection of Household Waste. *Tese de Doutorado*, Department of Logistics and Transportation, Chalmers University of Technology, Suécia.
- Jahre, M. (1995b). Household waste collection as Reverse Channels – a theoretical perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 25, N.º 2, pp. 39-55.
- Johnson, P. F. (1998). Managing value in reverse logistics systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 34, N.º 3, pp. 217-227.
- Jones, D., Hines, P., & Rich, N. (1997). Lean Logistics. *International Journal of Distribution & Logistics Management*, Vol. 27, N.º 1, pp. 153-173.
- Harrington, J. (1993). *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity and Competitiveness*, Nova Iorque: McGraw-Hill.
- Kaplan, R. e Norton, D. (1996a). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*, Massachusetts: Harvard Business Press.
- Kaplan, R. e Norton, D. (1996b). Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. *Harvard Business Review*. Vol 74, N.º 1, pp. 75-85.
- Kent, J., & Flint, D. (1997). Perspectives on the evolution of logistics thought. *Journal of Business Logistic*, Vol. 18, N.º 2, pp. 15-29.
- Kleineidam, U., Lambert, A. J. D., Blansjaar, J., Kok, J. J., & Heijningen, R. J. J. (2000). Optimising product recycling chains by control theory. *International Journal of Production Economics*, Vol. 66, N.º 2, pp. 73-87.
- Kopicki, R., Berg, M., & Legg, L. (1993). *Reuse and Recycling - Reverse Logistics Opportunities*, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management.
- Kotler, P. (1988). *Marketing Management. Analysis, Planning, Implementation and Control (6ª ed.)*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall International.
- Krikke, H. (1998) Recovery strategies and reverse logistics network design. *Tese de Doutorado*, Institute for Business engineering and Technology Application, University of Twente, Holanda.
- Krikke, H. R, van Harten, A., & Schuur, P.C (1999). Business case One: Reverse logistic network re-design for copiers. *OR Spektrum*, Vol. 3, pp. 381-409.

- Kroon, L. & Vrijens, G. (1995). Returnable containers: an example of reverse logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol 25, N.º 2, pp. 56-68.
- Kumar, N. (1996). The Power of Trust in Manufacturer-Retailer Relationships. *Harvard Business Review*, Vol 74, N.º 6, pp. 92-106.
- Lago, R. M. (2002). Reciclagem de Pneus - Nova tecnologia mineira é simples e barata. *Revista da FAPEMIG*, N.º 10, pp. 23-26.
- Lambert, D., & Cooper, M. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp. 65-83.
- Lambert, D., Cooper, M., & Pagh, J. (1998a). Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 9, N.º 2, pp. 1-19.
- Lambert, D., Stock, J., & Ellram, L. (1998b). *Fundamentals of Logistics Management*, Nova Iorque: Irwin McGraw-Hill.
- Landrieu, A. (2002). Logistique inverse et collecte des produits techniques en fin de vie. Tournees de vehicules avec contraintes. *Tese de Doutorado*, Institut National Polytechnique de Grenoble, França.
- Lassar, M., & Zinn, W. (1995). Informal Channel Relationships in Logistics. *Journal of Business Logistics*, Vol. 16, N.º 1, pp. 81-106.
- Leite P.R. (2003). *Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade*, São Paulo: Prentice-Hall.
- Lewis M.W (1998). Iterative triangulation: a theory development process using existing case studies. *Journal of Operations Management*, Vol.16, pp. 455-469.
- Louwers, D., Kip, B.J., Peters, E., Souren, F., & Flapper, S. D. P. (1999). "A facility location allocation model for reusing carpet materials". *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 36, N.º 4, pp. 855-869.
- Lund, H. F. (2001). *The McGraw-Hill Material Recycling Handbook*, Nova Iorque: McGraw-Hill.
- Maslennikova, I., & Foley, D. (2000). Xerox's approach to sustainability. *Interfaces*, Vol. 30 N.º 3, pp. 226-233.
- Mcgavis, D. (1994), *The energy bucket and a not-so-drop-in-the-bucket portion of waste stream, consumables*. IEEE International Symposium on Electronics & the Environment, Maio 2-4, San Francisco, Estados Unidos.
- Meijer, H. (1998). Many happy returns. *The Journal of Business Strategy*, Vol. 20, N.º 4, pp. 27-31.
- Mentzer, J., & Kahn, K. (1995). A Framework of Logistics Research. *Journal of Business Logistics*, Vol. 16, N.º 1, pp. 231-250.
- Merriam, S. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*, São Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Source Book*, Nova Iorque: Sage Publications.

- Morgan, G. (1980). Paradigms, metaphors, and puzzle solving organization theory. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 25, N.º 4, pp. 605-622.
- Neely, A. Gregory, M. e Platts, K. (1995). Performance Measurement System Design. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 15, N.º 4, pp. 80-96.
- Oda, S. (2003). Panorama brasileiro da moagem de borracha de pneus e de acessórios de veículos. *Relatório Técnico*, Departamento de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Salvador, Brasil.
- Orssatto, R. J. (2001). The Ecological Modernization of Industry: Developing Multi-disciplinary Research on Organizations & Environment. *Tese de Doutorado*, Sydney University of Technology, Australia.
- Pagh, J., & Cooper, M. (1998). Supply Chain Postponement and Speculation Strategies: How to Choose the Right Strategy. *Journal of Business Logistics*, Vol. 19, N.º 2, pp. 13-33.
- Patton, M. Q. (1987). *How to Use Qualitative Methods in Evaluation*, Londres: Sage Publications.
- Pohlen, T., & Farris, T. (1992). Reverse Logistics in Plastics Recycling. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 22, N.º 7, pp. 35-47.
- Potter, W. J. (1996). *An Analysis of Thinking and Research About Qualitative Methods*, Nova Jérícia: Lawrence Erlbaum Associates.
- Recipav (2005). Documento fornecido pela Recipav. <http://www.recipav.pt/artigo.php> (acessado em 12 /01/2005)
- Recipneu (2005). Documento fornecido pela Recipneu. <http://www.recipneu.pt/> (acessado em 12 /01/2005)
- Recycling Forum (2000). Recycling Forum 1999-2000. *Relatório Final*.
- Rengaskierratys (2007). Documento electrónico fornecido pela Companhia Finlandesa de Reciclagem de Pneus. <http://www.rengaskierratys.fi/en/index.php/kierratys> (acessado em 17/03/2007)
- Revlog (2003). Documento electrónico fornecido pelo Grupo de Trabalho Europeu em Logística Inversa – Revlog. <http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG>. (acessado em 02/03/2003)
- Rogers, D. S., & Tibben-Lembke, R. S. (2002). Difference between forward and reverse logistics in a retail environment. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 7, N.º 5, pp. 35-47.
- Rogers, D., & Tibben-Lembke, R.S. (1999). *Going Backwards: Reverse Logistics trends and practices*. Reverse Logistics Council, The University of Nevada, Reno, Estados Unidos. <http://unr.edu/homepage/rtl/reverse/book.html> (acessado em 12/02/2002)
- Rosenbloom, B. (1999). *Marketing Channels, A Management View*. Orlando: The Dryden Press.
- Sauvage, T. (2003). The relationship between technology. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. Vol. 33, N.º 3, pp. 236-253.
- SCC (2002). Documento electrónico fornecido pelo Supply Chain Council. <http://www.supply-chain.org/> (acessado em 26 /10/ 2002).

- Serumgard, J. (1998). *Internalization of Scrap Tire Management Costs: A Review of the North American Experience*. UNCTAD/IRSG Workshop, Julho 21-22, Nova Iorque, Estados Unidos.
- SDAB (2007). Documento electrónico fornecido pela Organização Sueca de Reciclagem de Pneus. <http://www.svdab.se> (acessado em 17/03/2007)
- SIGNUS (2007). Documento electrónico fornecido pela Signusvalorpneu. <http://www.signus.es> (acessado em 17/03/2007)
- Simchi-Levi, D. (2002). The effect of e-business on supply chain strategy. *Relatório Técnico*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Estados Unidos.
- Shulman, V. (2000). Introduction to Tire Recycling. *Relatório Técnico*, The European Tire Recycling Association – ETRA, Bruxelas, Bélgica.
- Souza, F. A. (2000). Utilização de pneus pós-consumo como combustível em fornos decimento. *Revista da FAPEMIG*, N.º 06, pp. 14-17.
- Spengler T., Puchert, H., Penkuhn, T., & Rentz, O. (1997). Environmental integrated introduction and recycling management. *European Journal of Operational Research*, Vol. 97, N.º 2, pp. 308-326.
- Stern, L., El-Ansaray, A., & Coughlan, A. (1996). *Marketing Channels (5ª ed.)*. Nova Iorque: Prentice-Hall International.
- Stock J. R. (1992). *Reverse Logistics*. Oak Brook: Council of Logistics Management.
- Stock, J. R. (1998). *Development and Implementation of Reverse Logistics Programs*. Oak Brook: Council of Logistics Management.
- Strauss A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research. Grounded Theory procedures and techniques*, São Francisco: Sage Publications.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory (2ª ed.)*, São Francisco: Sage Publications.
- Taylor, S., & Bogdan, R. (1984). *Introduction to qualitative research methods: the search for meanings (2ª ed.)*, Nova Iorque: John Wiley and Sons.
- Thierry, M., Salomon, M., van Nunen, J., & van Wassenhove, L. (1995). Strategic issues in product recovery management, *California Management*, Vol. 37, N.º 2, pp. 114-135.
- Valorpneu (2005). Documento fornecido pela Valorpneu. <http://www.valorpneu.pt/ecovalor> (acessado em 12/01/ 2005).
- Van der Laan, E. (1997). The effects of remanufacturing in inventory control. *Tese de Doutoramento*, Erasmus University of Rotterdam, Holanda.
- Van Gigh, J. (1991). *Systems Design Modeling and Metamodeling*, Londres: Plenum Press.
- Van Hoek, R. (1999). From reversed logistics to green supply chains. *Supply Chain Management*, Vol. 4, N.º 3, pp. 129-134.
- Van Hoek, R., Commandeur, H. & Vos, B. (1998). Reconfiguring Logistics Systems Through Postponement Strategies. *International Journal of Business Logistics*, Vol.19 N.º 1, pp. 33-54.
- Van Hoek, R., Harrison, A., & Christopher, M. (2001). Measuring agile capabilities in the

- supply chain. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 N.º 1, 2, pp. 126-157.
- Vitale, M. Mavrinac, S. e Hauser, M. (1994). New Process/Financial Scorecard: a Strategic Performance Measurement System. *Planning Review*, Vol. 22, N.º 4, pp. 23-38.
- Vicente, J. F. (2002). Logística Inversa no Sector Automóvel: Estratégia para os veículos em fim de vida em Portugal. *Dissertação de Mestrado*, ISCTE - Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.
- Wilson, E. J. (2002). Life cycle inventory for municipal solid waste management. *Waste Management & Research*. Vol 20, N.º 1, pp. 16-22.
- Wolcott, H. F. (1992). Posturing in qualitative research. In M. D Lecompte, W. L. Millroy, & J. Preissle (Eds.). *The handbook of qualitative research in education* (pp. 3-52). San Diego: Academic Press.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*, Nova Iorque: Rawson Associates.
- Wouters, M., Sharman, G., & Wortman, H. (1999). Reconstructing the Sales and Fulfillment Cycle to Create Supply Chain Differentiation. *The International Journal of Logistics Management*, Vol 10, N.º 2, pp. 83-98.
- Yin, R. (1994). *Case Study Research Design and Methods*, Londres: Sage Publications.
- Zinn, W. (1990). Should You Assemble Products Before an Order is Received? *Business Horizons*, Vol. 2, pp. 70-73.
- Zinn, W., & Bowersox, D. (1988). Planning Physical Distribution with the Principle of Postponement. *Journal o Business Logistics*, Vol. 9, N.º 2, pp. 117-136.

ANEXOS

ANEXO A- Guia de Entrevista para as empresas da cadeia dos pneus-resíduo

Descrição da Companhia

Principais actividades:

Número de empregados:

Fornecedores e Clientes:

Iniciativas ambientais e de reciclagem em geral:

- Como a EFICIÊNCIA e a EFICÁCIA são atingidas no sistema logístico dos pneus em final de vida?

A) Propriedades do Produto (Pneus) relacionados com o sistema logístico

Definição de Eficiência e Eficácia:

EFICIÊNCIA é, em termos simples: De que forma os recursos dentro do sistema são empregados, exemplo: produtividade

EFICÁCIA é, em termos simples: Como e em que grau as metas do sistema são atingidos, exemplo: custos, tempo de entrega, nível de serviço ao cliente

- Como, e em que extensão, as diferentes propriedades do produto Pneu-resíduo influenciam a Eficiência e a Eficácia do sistema logístico?
- Valor do produto Pneus
- Variedade do produto Pneu
- Complexidade do Pneu
- Propriedades de Manuseio do Pneu

B) Estruturas do sistema logístico para os Pneus-resíduo

Definição de Estruturas:

- 1) A Estrutura das organizações pelas quais os pneus “fluem”**
- 2) A estrutura das actividades, por exemplo: a distribuição das actividades entre os membros/empresas do sistema logístico**

- Como, e em que extensão, as estruturas influenciam a Eficiência e a Eficácia do sistema logístico?
- A importância dos aspectos estruturais para a empresa
- A melhor estrutura para o sistema logístico dos pneus-resíduo é....
- Justificar esta afirmação
- A influência da estrutura de mercado no sistema logístico

C) Gestão e Controle do sistema logístico para os Pneus-resíduo

- A coordenação e a gestão colaborativa deste sistema logístico é uma possibilidade real?
- Porquê? Porquê não?
- Qual membro do sistema pode/poderia gerir todo o sistema (se existir algum que possa)?
- Porquê?
- Quais as bases importantes para exercer este poder? (exemplo: competência – gestão de tecnologias de informação, tamanho, clientes, etc....)
- A gestão por times é uma possibilidade?

D) Medidas de desempenho para o sistema logístico dos pneus

Opções: Custos, Serviço aos clientes, lead time, desempenho ambiental/social, etc....

- Quais os aspectos de desempenho mais importantes na perspectiva da empresa?
- Quais os aspectos de desempenho mais importantes na perspectiva do sistema de recolha de pneus (cadeia logística)?

ANEXO B - RELAÇÃO DE ENTREVISTADOS

- ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Pneus

Geraldo Tomasini - Presidente

ENTREVISTAS

05/02/2004

- BSCOLWAY DO BRASIL

Priscila Bonascin - Gerente de Recebimentos de Pneus-resíduo

ENTREVISTAS

06/11/2003 , 19/11/2003, 03/12/2003

- PROGRAMA PARANÁ RODANDO LIMPO

Sir Carvalho - Coordenador Geral

ENTREVISTAS

05/11/2003, 17/11/2003, 20/12/2003

- LUBNOR - Petrobrás

João Augusto Paiva - Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento (programa asfalto-borracha)

ENTREVISTAS

16/01/2004, 05/02/2004, 12/03/2004, 18/03/2004

- PETROSIX - Petrobrás

Fernando Silva - Gerente Industrial

ENTREVISTAS

04/11/2003, 17/11/2003, 26/11/2003

- VALORPNEU

Fernando Moita - Diretor Geral

ENTREVISTAS

22/01/2004, 04/02/2004

- NORTENHA

José Carlos Ferraz - Gerente de Produção

ENTREVISTAS

18/07/2004, 01/08/2003, 01/09/2003

- RECIPAV

Paulo Fonseca - Diretor de Operações

ENTREVISTAS

18/07/2004, 01/08/2003, 01/09/2003

- RECIPNEU

Vasco Pampulim - Gerente de Produção

ENTREVISTAS

18/07/2004, 01/08/2003, 01/09/2003

ANEXO C - Inquérito

Caro Respondente !

Este questionário é parte de um projeto de pesquisa realizado pela **Universidade do Porto** (Portugal) com o apoio da **Universidade Federal do Ceará** (Brasil). Este questionário objetiva diagnosticar a situação do mercado brasileiro com relação à reciclagem dos pneus inservíveis. Ao responder o questionário, o senhor (a) estará nos ajudando a construir, de uma forma compreensiva, um panorama atual do mercado brasileiro para os pneus em final de vida e também futuras expectativas para este mercado. As informações coletadas por este questionário são extritamente para fins acadêmicos.

Instruções:

Por favor, preencha o questionário completo, se possível. Se algumas das questões tiverem uma certa dificuldade de serem respondidas de uma forma exata, por favor responda de uma maneira estimada, ao invés de não respondê-las. Os seus comentários serão apreciados; existe um espaço para comentários ao final do questionário.

Como os dados coletados dizem respeito à empresa, e não a uma visão individual do problema, sinta-se confortável de contactar colegas em caso de não poder responder às questões.

Em reconhecimento a sua participação, o senhor (a) receberá um resumo dos resultados obtidos no questionário. As informações fornecidas pelo senhor (a) serão tratadas de forma CONFIDENCIAL e nenhuma resposta individual será mostrada.

Gostaríamos de receber suas respostas até a última semana de março.

Para maiores esclarecimentos e pontos de vista, sinta-se à vontade em contactar-nos:

Engº Francisco Gaudêncio M. Freires
Universidade Federal do Ceará
Campus do Pici
Centro de Tecnologia – Bloco 714
Deptº de Engª Mecânica e Produção
Fortaleza, Ceará

Fone: xx 85 4008 9635
Celular: xx 85 9988 2231
Email: gaudenciof@yahoo.com

Engº Francisco Gaudêncio M. Freires
Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Deptº de Engª Mecânica e Gestão Industrial
Rua Dr. Roberto Frias, s/n
4200 465
Porto, Portugal

Fone: 00 351 22 508 1639
Celular: 00 351 91 425 9247
Email: gfreires@fe.up.pt

Anexo C: Inquérito às empresas do sector de reaproveitamento de pneus

1. Informações sobre a empresa:

1.1 Número de empregados (*média das respostas apresentadas*) :

1.2 A empresa está envolvida com a actividade de reciclagem desde o ano (*média das respostas apresentadas*):

2. Material, Produtos, atividades e estrutura:

2.1. Quais são as principais fontes de **fornecimento de pneus**? (Se mais de uma fonte, por favor indique as quantidades em termos percentuais)

Fonte:	Percentagens:
Empresas de Transporte de Carga	
Remoldadores/Recauchutadores de Pneus	
Lojas de Pneus	
Prefeituras	
Outros (Especifique)	

2.2. Em média, qual o tempo da relação contractual com os **fornecedores**?

Contrato com fornecedores (Tempo):	Número:
< 1 ano	
1-3 anos	
> 3 anos	

2.3. Em média, qual o tempo de cooperação/relacionamento com os **fornecedores**?

Relacionamento com fornecedores (Tempo):	Número:
< 1 ano	
1-3 anos	
> 3 anos	

2.4. Tipo de **consumidor/destino final** dos seus produtos (Se mais de um tipo de fornecedor, por favor, indique em Percentagens do valor total de cada tipo)

Consumidor/destino final:	Percentagens:
Fabricantes de produtos acabados	
Produtores de Matéria Prima	
Empresas de Pavimentação	
Valoração Energética	
Outros (Especifique)	

2.5. Em média, qual o tempo da relação contractual com os **consumidores/destino final**?

Contrato com consumidores/destino final (Tempo):	Número:
< 1 ano	
1-3 anos	
> 3 anos	

2.6. Em média, qual o tempo de cooperação/relacionamento com os **consumidores/destino final**?

Relacionamento com consumidores/destino final (Tempo):	Número:
< 1 ano	
1-3 anos	
> 3 anos	

2.7. Quantos **consumidores/destino final** existem para as suas atividades de reciclagem?

Número de Consumidores:	Nº de Recicladores
1	
2-5	
5-10	
> 10	

2.8. Que tipos de atividades são desempenhadas no processo de reciclagem? (Por favor, indique uma estimativa percentual do valor total de cada actividade)

Actividade:	Percentagens:
Colecta	
Seleccção	
Trituração	
Separação	
Outras (Especifique)	

3. Finanças, atividades de reciclagem

3.1 Quais são as estimativas anuais de vendas do material reciclado (valores em dólar):

3.2 Quais são as estimativas anuais de custos para a actividade de reciclagem (valores em dólar):

3.3 Qual a estimativa, em termos percentuais, dos custos logísticos (incluindo custos de transporte, armazenagem, classificação e tratamento dos pneus) em relação aos custos da actividade de reciclagem:

3.4 Existe uma previsão dentro dos próximos dois anos de novos investimentos na actividade de reciclagem para as seguintes áreas? Por favor, se possível, descreva um montante aproximado:

Investimentos planejados:	Valores em dólar
Terreno/Edificações	
Equipamentos (maquinário, ferramentas, etc.)	
Transporte (Caminhões, carretas, etc.)	
Sistema de Informação (Computadores e softwares para controle)	
Investimento em Pessoal (Novos empregados)	
Investimento em Pessoal (Acções de Formação)	

ANEXO D: Resultados do inquérito

1. Informações sobre a empresa:

1.1 (média das respostas apresentadas) - 12

1.2 (média das respostas apresentadas) - 2001

2. Material, Produtos, atividades e estrutura:

2.1

Fonte:	Percentagens:
Empresas de Transporte de Carga	14%
Remoldadores/Recauchutadores de Pneus	17%
Lojas de Pneus	22%
Prefeituras	35%
Outros (Especifique)	12%

2.2

Contrato com fornecedores (Tempo):	Número:
< 1 ano	12
1-3 anos	25
> 3 anos	4

2.3

Relacionamento com fornecedores (Tempo):	Número:
< 1 ano	85
1-3 anos	52
> 3 anos	16

2.4

Consumidor/destino final:	Percentagens:
Fabricantes de produtos acabados	56%
Produtores de Matéria Prima	5%
Empresas de Pavimentação	13%
Valoração Energética	22%
Outros (Especifique)	4%

2.5

Contrato com consumidores/destino final (Tempo):	Número:
< 1 ano	4
1-3 anos	2
> 3 anos	—

2.6

Relacionamento com consumidores/destino final (Tempo):	Número:
< 1 ano	16
1-3 anos	7
> 3 anos	3

2.7

Número de Consumidores:	Nº de Recicladores
1	4
2-5	3
5-10	2
> 10	2

2.8

Actividade:	Percentagens:
Colecta	37%
Seleccção	28%
Trituração	27%
Separação	8%
Outras (Especifique)	

3. Finanças, atividades de reciclagem

3.1 (média das respostas de 4 empresas) - **85 mil dólares**

3.2 (média das respostas de 4 empresas) - **60 mil dólares**

3.3 (média das respostas de 4 empresas) - **17%**

3.4 (média das respostas de 4 empresas)

Investimentos planeados:	Valores em dólar
Terreno/Edificações	30.000
Equipamentos (maquinária, ferramentas, etc.)	90.000
Transporte (Viaturas, carretas, etc.)	60.000
Sistema de Informação (Computadores e softwares para controle)	5.000
Investimento em Pessoal (Novos empregados)	15.000
Investimento em Pessoal (Acções de Formação)	5.000

ANEXO E: EMPRESAS PROCESSADORAS DE PNEUS-RESÍDUO (De acordo com a definição da Instrução Normativa nº 08/2002)

(RECICLADOR) MIDAS ELASTÔMEROS DO BRASIL

Contato: Adriano Rosa
e-mail: comercial@midas.com.br
Estrada da Mina, 2143 Bairro da Mina
13295-000 Itupeva, SP.
tel. (11) 4591 3677
CNPJ 03.371.763/0001-37

(RECICLADOR) BSCOLWAY DO BRASIL

Contato: Priscila Bonascin
e-mail: pribonascin@bscolawy.com.br
Estrada da Mina, 2143 Bairro da Mina
13295-000 Itupeva, SP.
tel. (11) 4591 3677
CNPJ 03.371.763/0001-37

(RECICLADOR) CBL- COMÉRCIO E RECICLAGEM DE BORRACHA LTDA.

Contato: Amauri Marchi Júnior
Av. Giovanni Battista Pirelli, 871
Santo André, SP
09111-340
tel. (011) 4347 8900 fax 715 5780
CNPJ 58.865.114/0001-84

(RECICLADOR) RECICLAP - PRODUTOS DE BORRACHA LTDA - EPP

Contato: Roberto M. Godoy
Rua Ulisses Gomes Ferreira, 117, Lt. A - B. São Sebastião
Matozinhos - MG
35720.000
Telefax: (31) 3712.1764 / (31) 3712.1767
CNPJ 03.856.574/0001-54

(RECICLADOR) TDF RECICLAGEM

Contato: Claudio Lebois
Av. Brasília, 1855 sala 11 - Rodocentro
Londrina - PR
86070-020
tel: (43) 423.5738
fax: (43) 371.3559

(RECICLADOR) ECIJA COM., EXP. E IMP. DE MANUFATURADOS LTDA.

Rua Ferdinando Miraglia, 520.Centro.
Curitiba/PR
Cep. 81.260-490
Tel. 41 279 1884 3734677 (fax)
Contato: Jacinto Alcazar
ecija@sul.com.br
CNPJ 85.053.882/0001-06

(RECICLADOR) UTEP DO BRASIL LTDA

Rua Sisa, 616 Cumbica
Guarulhos/SP
Cep. 07.221-030
Tel. (11) 6446 2380 (também é fax)
Contato Sílvio Zambello
utep@utep.com.br
CNPJ 05.336.827/0001-94

(RECICLADOR) RECICLABOR - TM DE GODOY BORRACHAS.

Contato: Roberto Marcondes de Godoy
Diretor Comercial
tel. (44) 2334 4122
Mandaguari, PR.
e-mail: reciclabor@bwnet.com.br / reciclabor@bol.com.br
CNPJ 02.669.815/0001-93

(RECICLADOR) RESOTEC - HOLCIM (BRASIL) S. A.

Contato: Eduardo Barroso Ferreira
e.barrosos@resotec.com.br
Pedro Leopoldo / MG
Fazenda Vargem Alegre, s/n - CEP: 33.600.000
Fone: (31) 3660 9212
Fax: (31) 3660 9214
São Paulo / SP
Av. Angélica, 745 - 12º andar - conj. 122/124
Higienópolis - CEP 01227-000
Tel: (11) 3829 1000 Fax: (11) 3663 0060
CNPJ 60.869.336/0003-89

(RECICLADOR) DJ - LAMINAÇÃO DE PNEUS LTDA.

Rua Guaratinga, 1573 - Parque Industrial II
Fone/Fax: (43) 2763066
Araongas - Paraná
Contato: João Garcia de Almeida
76.745.585/0001-80

(RECICLADOR) RUBBERBRÁS - LTDA

Av. Warley Aparecido Artins, 680 - Distrito Industrial Jatobá II
Telefone/Fax: (31) 33856451/33313578
Belo Horizonte, MG
Contato: Eustáquio Moreira
e-mail: rubberbrasltida@terra.com.br
CNPJ 00.521.730/0001-38

(RECICLADOR) LAMINADORA DE PNEUS ARICANDUVA Ltda.

Rod. BR 369 S/N km 195.
Aricanduva
Araongas, PR
Cep 86.701-970
Tel 43 252 3334 fax 43 252 3222
Contato: Milton Correia
CNPJ 80.396.799/0001-16

(RECICLADOR) LAMINAÇÃO PNEUS MOREIRA LTDA.

Rua das Palmas, 1386

PQ. Oeste Industrial

Goiânia/GO

Cep. 74.375-740

Tel. 62 296 1895

Contato: Carlos Gonçalves Moura

CNPJ 15.963.747/0001-12

(RECICLADOR) BORCOL LTDA.

Av. Paraná, 2128

Bairro do Éden

Sorocaba/SP

Cep. 18.103-000

Tel. (15) 235 4600 e 235 4600 (fax)

Contato: Umberto Colognori

diretoria@borcol.com.br

CNPJ 61.390.902/0001-76

* As empresas acima relacionadas são aquelas, que de acordo com as informações disponíveis no IBAMA, estão de acordo com a legislação em vigor.