

Reconfiguração da cadeia logística inversa de reciclagem de pneus usados em Portugal

por Luís Ferreira e João Menezes

RESUMO: Conhecida a importância que a configuração de uma cadeia logística inversa para reciclagem tem na colaboração e desenvolvimento do comportamento de reciclagem dos seus actores, a questão fundamental que foi colocada e guiou a presente investigação foi: será que o Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados em Portugal é eficiente e eficaz do ponto de vista logístico? Fazendo uso da metodologia de investigação descritiva, procedeu-se a uma descrição da problemática em termos da caracterização da dimensão do problema e do enquadramento regulamentar existente em Portugal sobre os pneus usados. Seguidamente foram construídos cenários alternativos para a configuração da cadeia logística de retorno de pneus usados em Portugal, tendo como principal objectivo a redução dos custos logísticos nesta cadeia. Finalmente, apresentam-se os resultados obtidos com as diferentes configurações da cadeia logística e conclui-se que o sistema actual não é eficiente nem eficaz do ponto de vista logístico.

Palavras-chave: Logística Inversa, Cadeia Logística, Configuração Cadeia, Pneus Usados

TITLE: Portuguese used tires reverse supply chain reconfiguration

ABSTRACT: Knowing the importance that the configuration of a recycling reverse supply chain has in the collaboration and development of its agents' recycling behaviour, the main question that guided the present investigation was: is the Used Tyre Management Integrated System in Portugal efficient and effective from the logistic point of view? Using the descriptive investigation method, it was described the issue both by characterizing the dimension of the problem and by taking into account the political and legislative framework in Portugal on used tyres. The next step was to build alternative sceneries with different configurations of the used tyre reverse supply chain in Portugal with the main objective of reducing logistic costs. Finally, the results obtained are presented with the different configurations of the reverse supply chain and the conclusion is that the current system is neither efficient nor effective from the logistic point of view.

Key words: Reverse Logistics, Supply Chain, Supply Chain Configuration, Used Tyres

Depois de conseguida uma certa 'estabilização' da situação energética mundial após a crise do petróleo dos anos 1970, surgiu nas últimas décadas um novo problema: como lidar com as grandes quantidades de resíduos sólidos gerados pelos consumos de sistemas industriais e domésticos e qual a maneira mais eficiente de os transportar e manusear.

O novo contexto

Os aspectos que mais têm contribuído para a consciencialização da necessidade de implementação de cadeias de abastecimento inversas – tanto para reciclagem como para retorno de produtos para recuperação e reutilização destes – são os seguintes:

• Legislação ambiental

Esta tem vindo a colocar como obrigação das empresas a recuperação dos produtos e resíduos que estas colocam nos mercados. Nesta medida, estando Portugal inserido na União Europeia, as empresas nacionais devem começar a encarar a questão do retorno dos produtos, não como um exercício meramente teórico, mas sim como algo que deve ser tratado como um processo normal do dia-a-dia do negócio.

Com a tendência da legislação ambiental no sentido de ser cada vez mais apertada, as empresas devem preparar-se activamente e repensar o papel, responsabilidades e oportunidades do produtor em relação aos produtos que fabrica. Não estará longe o dia em que o produtor será totalmente responsabilizado pelo destino do produto no final da sua vida útil. Quando isto acontecer, a tradicional transferência de posse e de responsabilidade desaparecerá e o relacionamento entre comprador e vendedor mudará significativamente (Stock, 1998).

Outro motivo de relevância nesta questão, de cariz económico, tem a ver com o reconhecimento por parte das empresas de que lhes é mais barato recuperar produtos para reutilizar ou utilizá-los como matéria-prima no processo de produção do que suportar os custos de se desembaraçarem deles.

• Consciencialização ambiental dos consumidores

A cada vez maior consciencialização dos consumidores sobre os aspectos ambientais é outra questão que as empresas não podem nem devem descurar sob pena de perderem clientes para outras organizações mais evoluídas nestes aspectos.

Lúis Ferreira

lferreira_pt@hotmail.com

Mestre em Logística (ISCTE). Consultor de Logística na Companhia IBM Portuguesa, SA, Portugal.
MSc in Logistics (ISCTE). Logistics Consultant at IBM Portuguesa, SA, Portugal.

João Menezes

joao.menezes@iscte.pt

Doutor em Organização e Gestão de Empresas (ISCTE). Professor Auxiliar do ISCTE, Coordenador da Secção de Tecnologia, Produção e Operações do Departamento de Ciências de Gestão do ISCTE e Presidente do IN OUT GLOBAL – ISCTE.

PhD in Management and Business Administration (ISCTE). Auxiliary Professor at ISCTE. He is the Technology, Production and Operations Section Coordinator of ISCTE and President of IN OUT GLOBAL – ISCTE.

Recebido em Dezembro de 2004 e aceite em Junho de 2005.

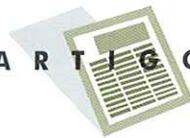
Received in December 2004 and accepted in June 2005.

Não estará longe o dia em que o produtor será totalmente responsabilizado pelo destino do produto no final da sua vida útil. Quando isto acontecer, a tradicional transferência de posse e de responsabilidade desaparecerá e o relacionamento entre comprador e vendedor mudará significativamente.

• Ciclo de vida dos produtos

A redução do ciclo de vida dos produtos, devido à rápida evolução tecnológica e às modas, é um fenómeno evidente na maior parte das indústrias e muito visível na indústria da electrónica. Produtos novos e 'actualizados' são trazidos para o mercado com mais frequência para convencer os consumidores a comprarem mais. Se por um lado os consumidores beneficiam de uma maior escolha de melhores performances, por outro lado esta tendência leva inevitavelmente a mais produtos que ainda são utilizáveis mas que já não são desejados, mais embalagens, mais retornos e mais resíduos.

A redução do ciclo de vida do produto levou a um aumento do volume de resíduos que entram na cadeia logística e a um aumento do custo de os gerir. Consequentemente, foram desenvolvidas ferramentas de suporte à tomada de decisão como a LCA (*Life Cycle Assessment/Analysis – análise do ciclo de vida*) e o LCC (*Life Cycle Cost – custo do ciclo de vida*) que permitem avaliar os impactos ambientais e os custos que determinadas decisões, nomeadamente ao nível da concepção do produto, poderão ter durante todo o ciclo de vida do produto.



• Novos canais de distribuição

Novos canais de distribuição – como por exemplo, a Internet e a TV Shopping – são desenvolvidos para providenciar aos consumidores maneiras mais simples e rápidas de comprar. Estes canais directos aumentam a probabilidade de retorno dos produtos devido, por exemplo, a produtos danificados em trânsito ou simplesmente por não agradarem ao consumidor.

A escolha da cadeia logística inversa de pneus usados como objecto de estudo deve-se essencialmente ao facto destes terem sido declarados pela União Europeia (UE), no decorrer do Quarto Programa de Acção em Matéria de Ambiente, como um dos fluxos prioritários de resíduos para os quais os Estados-membros terão que arranjar formas de tratamento ambientalmente adequadas.

Como estes canais facilmente estão disponíveis a um consumidor em qualquer parte do mundo e não somente a nível regional ou nacional, a gestão dos fluxos inversos (retornos) dos produtos envolvidos torna-se ainda mais complicada e cara.

Pelo acima exposto, percebe-se que, para algumas indústrias, as actividades de logística inversa podem ser críticas. Em empresas onde o valor do produto é grande, onde a taxa de retorno de produtos é elevada ou por imposição legal, um maior esforço deve ser feito na melhoria destes processos (Rogers e Tibben-Lembke, 1999).

A acrescentar a tudo isto, cada vez mais empresas começam a perceber as valiosas oportunidades comerciais de recolha, reciclagem e reutilização de produtos e materiais.

A escolha da cadeia logística inversa de pneus usados como objecto de estudo deve-se essencialmente ao facto destes terem sido declarados pela União Europeia (UE), no decorrer do Quarto Programa de Acção em Matéria de Ambiente, como um dos fluxos prioritários de resíduos para os quais os Estados-membros terão que arranjar formas de tratamento ambientalmente adequadas. Nesta perspectiva, e dadas as datas de cumprimento de metas a que os Estados-membros estão obrigados relativamente a questões relacionadas com os pneus usados (PU), o processo integra-

do de gestão deste resíduo está actualmente a dar os primeiros passos em Portugal.

Outros factores relevantes que levaram à escolha deste tema foram a quantidade de pneus usados gerados em Portugal (já que este elemento é de grande importância para as actividades logísticas), a sua taxa de crescimento, a perigosidade da sua deposição ilegal, quer em termos de risco de incêndio, quer como potencial foco de contaminação e a proibição da deposição de pneus em aterro.

Enquadramento regulamentar

Os pneus em fim de vida foram considerados um problema de grande importância em 1989, quando a Comissão Europeia, sob o Quarto Programa de Acção em matéria do Ambiente, começou a inventariar os fluxos de resíduos e os seus impactos ambientais. Nessa altura, e como já foi referido, os pneus em fim de vida (PFV) foram considerados um dos cinco fluxos de resíduos prioritários para investigação (os outros foram os Veículos em Fim de Vida – VFV, resíduos hospitalares, resíduos de construção e demolição e resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos). Só em 1999, depois de terem sido praticamente ignorados durante cinco anos, é que os PFV voltam novamente a ser alvo da atenção de legisladores, autoridades locais e público. Nesta altura, foram introduzidas três Directivas já na sua fase final com potenciais implicações sobre os PFV, e que podem ser consultadas no Quadro I (ver p. 47).

A política de resíduos de Portugal está, como é natural, a seguir o mesmo sentido que a política estabelecida ao nível da UE. Ou seja, as prioridades na política nacional são claramente a aposta nos instrumentos preventivos de redução, reutilização e de reciclagem, a par da construção de sistemas de tratamento de destino final. Em Portugal, só em 6 de Abril de 2001 é que foi publicado, em Diário da República, o Decreto-lei n.º 111/2001 sobre a gestão de pneus e pneus usados. Genericamente, a ideia que está por trás do diploma é a criação de um sistema de 'ponto verde', tal como o existente para as embalagens, para financiar a recolha de pneus e o seu envio para destinos finais legais de acordo com a política integrada de gestão de resíduos. Ou seja, estabelecendo uma hierarquia de gestão dos pneus

Quadro I
Potenciais consequências da implementação das directivas no fluxo de PFU

Directiva	Data de efectividade	Potencial impacto na gestão de PU
1999/31/CE – relativa à deposição de resíduos em aterro	2003 2006	<ul style="list-style-type: none"> • Proibição de deposição em aterro de pneus inteiros. • Proibição de deposição em aterro de pneus fragmentados. Quantidade de pneus afectados: aproximadamente 903 150 ton. de pneus actualmente tratados em aterro.
2000/53/CE - relativa aos veículos em fim de vida	2006	<ul style="list-style-type: none"> • Pneus de cerca de 7 589 000 veículos terão que ser tratados¹. Isto representa aproximadamente 30 356 000 pneus ou cerca de 300 000 ton. adicionais.
2000/76/CE - relativa à incineração de resíduos	2008	<ul style="list-style-type: none"> • A necessidade de cumprimento com as normas de emissões mais baixas pode efectivamente fazer fechar os fornos de cimento de processo húmido, que tratam 20% dos pneus utilizados nos fornos de cimento, i.e., cerca de 111 706 ton.

Fonte: Shulman, 2003, p. 5

usados, conferindo prioridade à prevenção da sua produção, seguindo-se por ordem de preferência a recauchutagem, a reciclagem e outras formas de valorização (princípios de gestão consagrados no Artigo 3º do Decreto-lei n.º 111/2001).

Caracterização da dimensão do problema em Portugal

Até Janeiro de 2003, altura em que entrou em funcionamento o sistema integrado de gestão de pneus usados decorrente do Decreto-lei n.º 111/2001, não havia uma estratégia coerente para resolver adequadamente o problema do destino que deveria ser dado às quantidades de pneus usados, geradas anualmente. Em consequência disto, este resíduo era muitas vezes abandonado em depósitos espalhados pelo país, em locais mais ou menos abandonados e degradados, depositado em aterros, queimado a céu aberto, queimado em algumas cerâmicas, ou ainda, era incinerado. Noutras situações, quando a carcassa do pneu ainda tinha algum valor comercial, recorria-se à recauchutagem e/ou reutilização através dos mercados há muito estabelecidos e a funcionar.

O recurso à reciclagem de material, como destino a dar aos pneus usados, só era usado em determinadas situações e, fundamentalmente, como consequência de alguns protocolos estabelecidos entre algumas entidades.

Em Portugal existe pouca informação disponível sobre as quantidades de pneus usados produzidas anualmente e os valores publicados nos estudos que existem apresentam alguma discrepância, fundamentalmente devido aos diferentes métodos de cálculo utilizados. Mais recentemente, em 2001, foi feito um levantamento que tinha como objectivo a elaboração do Caderno de Encargos da Valorpneu (entidade criada no âmbito do Decreto-lei n.º 111/2001 para gerir os pneus usados) onde se caracterizam os fluxos, tanto de pneus novos colocados no mercado, como de pneus usados gerados. Para efeitos dos objectivos do presente estudo, os valores considerados foram os constantes do referido caderno de encargos disponibilizado pela Valorpneu e que se indicam resumidamente no Quadro II (ver p. 48).

Uma vez que as características do pneu, nomeadamente o volume e a massa, são determinantes para o custo do seu processamento em fim de vida, foi feita a classificação de pneus por categorias homogéneas indicadas no Quadro II.

O sistema integrado de gestão de pneus usados

O Decreto-lei n.º 111/2001 estabelece, entre outras coisas, a necessidade da criação de uma entidade gestora de pneus usados, sem fins lucrativos, à qual os produtores

Em Portugal existe pouca informação disponível sobre as quantidades de pneus usados produzidas anualmente e os valores publicados nos estudos que existem apresentam alguma discrepância, fundamentalmente devido aos diferentes métodos de cálculo utilizados.

possam transferir a responsabilidade da gestão destes. A esta entidade gestora – cujas principais competências atribuídas foram organizar a rede de recolha e transporte dos pneus usados, decidir sobre o destino a dar a cada lote de pneus usados, e estabelecer contratos com os diversos operadores envolvidos no sistema – caberá a gestão do sistema integrado. Na sequência disto, foi então constituída em 27 de Fevereiro de 2002 a sociedade por quotas designada por Valorpneu – Sociedade de Gestão de Pneus, Lda.. Esta foi licenciada em 7 de Outubro de 2002, por um prazo de cinco anos, pelos Ministérios das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, e da Economia com o intuito de assegurar a gestão de pneus usados no território de Portugal Continental.

A sociedade então constituída agrupa operadores eco-

nómicos responsáveis pela gestão de pneus e pneus usados e tem o seu capital distribuído pela ACAP (Associação do Comércio Automóvel de Portugal) que detém 60%, pela ANIRP (Associação Nacional dos Industriais de Recauchutagem de Pneus) e pela APIB (Associação Portuguesa de Industriais da Borracha) que detém, cada uma, 20% do capital da sociedade.

Foram, então, estipulados os objectivos nacionais, definidos no Decreto-lei n.º 111/2001 sobre a gestão de pneus usados, e tendo como base o diagnóstico efectuado no âmbito da elaboração do caderno de encargos da Valorpneu – onde se concluiu que a diferença entre o número de pneus comercializados (pneus novos colocados no mercado) e de pneus usados gerados é da ordem dos 30% (Valorpneu, 2002, p. 21). Considerou-se que a base de cálculo deveria ter em conta os pneus usados anualmente gerados e não os pneus anualmente colocados no mercado. Assim, os objectivos da Valorpneu são:

- a cessação da incineração de pneus sem recuperação energética;
- a cessação da deposição de pneus em aterro;
- a recolha de pneus usados numa proporção de, pelo menos, 85% dos pneus usados anualmente gerados;

Quadro II
Caracterização do fluxo de pneus usados em Portugal, em 1998, 1999 e 2000

Categoria de pneus	1998		1999		2000	
	Kg	Unidades	Kg	Unidades	Kg	Unidades
Passageiros/Turismo	15 302 946	2 590 975	16 425 373	2 781 016	20 164 587	3 414 110
4x4 on/off road	1 782 889	135 538	1 847 976	140 486	1 999 433	152 000
Comerciais	3 430 964	324 326	3 828 143	361 871	4 739 280	448 000
Pesados	15 738 778	298 807	16 130 006	306 234	19 329 044	366 969
Agrícolas (diversos)	216 493	17 278	317 372	25 329	313 250	25 000
Agrícolas (rodas motoras)	2 181 514	33 705	1 927 085	29 774	1 941 713	30 000
Industriais (8" a 15")	885 203	38 910	726 066	31 915	568 750	25 000
Eng. Civil (<12.00-24")	32 125	613	45 541	869	62 888	1 200
Eng. Civil (>=12.00-24")	1 461 042	5 955	1 326 592	5 407	1 472 083	6 000
Motos (>50 cc)	203 793	49 731	221 099	53 954	307 344	75 000
Motos (até 50 cc)	188 516	224 424	245 848	292 676	168 000	200 000
Total	41 424 264	3 720 262	43 041 101	4 029 531	51 066 371	4 743 279
Taxa de crescimento anual			3,8%	7,7%	15,7%	15,0%

Fonte: Adaptado de Valorpneu, 2002

- a recauchutagem de pneus usados numa proporção de, pelo menos, 25% dos pneus usados anualmente gerados;
- a valorização da totalidade dos pneus recolhidos e não recauchutados, dos quais pelo menos 60% deverão ser reciclados.

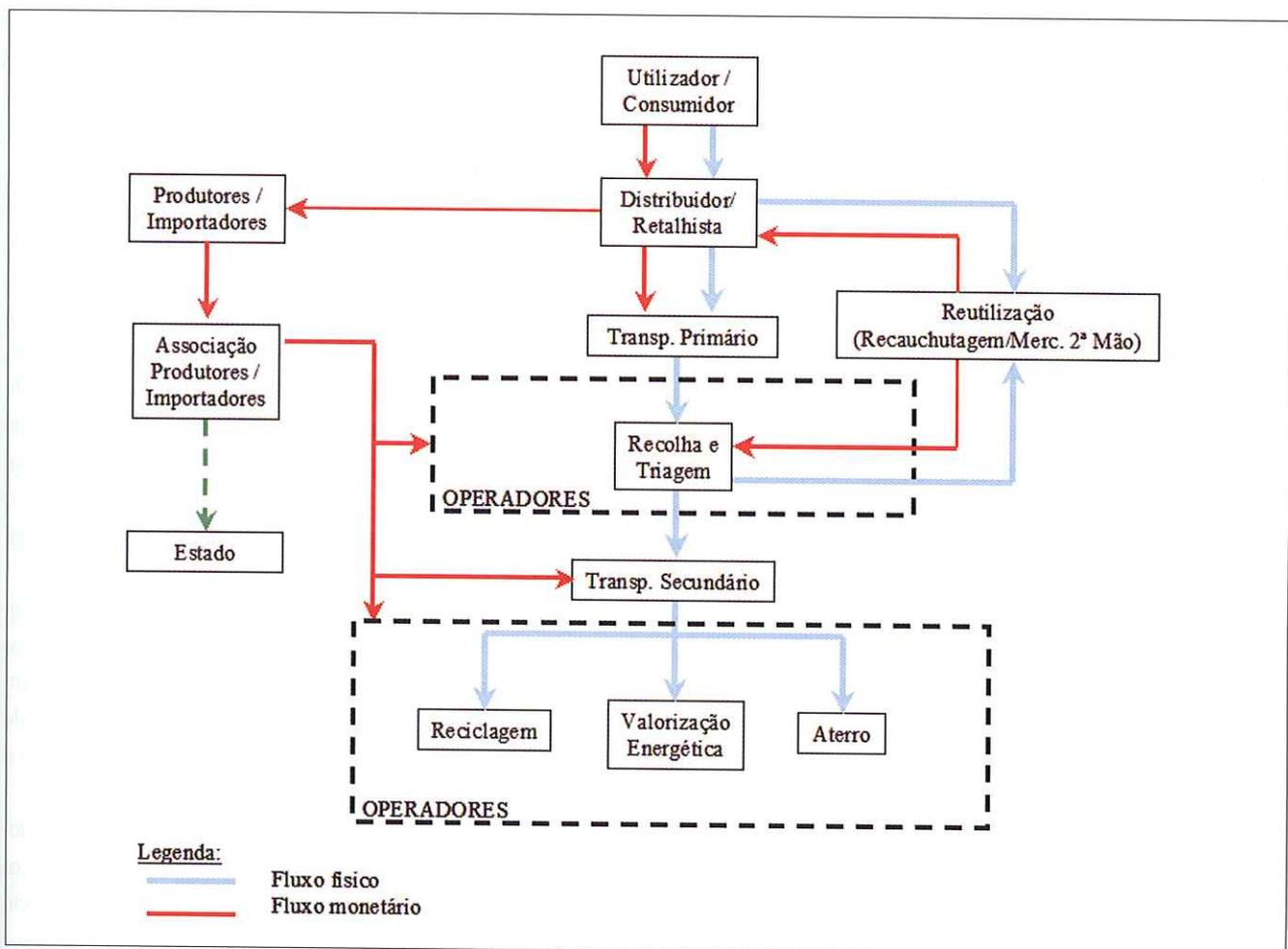
O modo de funcionamento do sistema de gestão de pneus usados em Portugal é o que a seguir se descreve. Para uma melhor compreensão da descrição feita, apresenta-se, na Figura 1, o modelo de gestão utilizado.

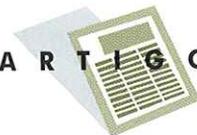
No sistema em vigor, os pneus usados são normalmente entregues pelos utilizadores finais nos locais onde estes os substituem (oficinas), podendo fazê-lo sem custos adicionais. Por sua vez, quem comercializa pneus novos não pode

recusar a aceitação de pneus usados contra a venda de pneus novos do mesmo tipo e quantidade. Aquando da venda dos pneus novos, é cobrada uma taxa (ecovalor) que varia com a categoria de pneu em causa e que serve para financiar o funcionamento do sistema integrado (nomeadamente o transporte secundário dos pontos de recolha para os destinos finais e o custo de processamento cobrado por estes para o processamento dos pneus usados). Este ecovalor é devido pelos que o cobram à entidade gestora que, por sua vez, tem a obrigação de o gerir sem fins lucrativos.

Estando os comerciantes na posse de pneus usados, estes têm a obrigação legal (visto os pneus usados serem considerados resíduos) de os entregarem em locais adequados e a

Figura 1
Modelo de gestão do sistema integrado de pneus usados em Portugal





entidades licenciadas para os receberem, suportando todos os custos em que possam incorrer. Neste sentido, foram então criados, no âmbito do sistema integrado, pontos de recolha distribuídos pelo território nacional com o objectivo de recolherem os pneus usados que lhes forem entregues sem o poderem recusar e sem encargos para o detentor. Assim, os detentores (comerciantes) dos pneus usados terão que suportar os custos de armazenagem nas suas instalações e transporte para os pontos de recolha. A contratação ou não deste transporte primário com transportadores para os pontos de recolha, é da exclusiva responsabilidade dos detentores e está sujeita às regras normais de funcionamento do mercado livre.

Uma vez chegados os pneus aos pontos de recolha autorizados, estes têm a responsabilidade de os receber, triar e armazenar. Nesta altura, e assim que seja atingida uma determinada quantidade de pneus (que varia em função da capacidade de armazenagem dos pontos de recolha), cujo mínimo são 10 toneladas, estes operadores solicitam o transporte à entidade gestora para enviar os pneus para os seus destinos finais, que, por sua vez, são prescritos pela entidade gestora. Tanto a solicitação do transporte, com a indicação de quantidades e categorias de pneus em causa, como a resposta a esta solicitação por parte da entidade gestora, com a indicação dos destinos finais, são feitas no sistema de informação existente através de um *browser* na Internet. Aos pontos de recolha é então devido, pela entidade gestora, um valor de contrapartida pelo serviço por estes prestado.

A contratualização do transporte secundário, dos pontos de recolha para os destinos finais, é da responsabilidade da entidade gestora bem como o seu pagamento.

Finalmente, a entidade gestora faz o planeamento das entregas nos destinos finais – operadores de reciclagem, valorizadores energéticos e eventualmente aterros – para que estes tratem os pneus usados. Pelo tratamento dado por cada um destes operadores aos pneus usados, a entidade gestora fica devedora de um valor de contrapartida pelo serviço prestado.

Tendo em conta que os objectivos de gestão de pneus usados contemplam uma percentagem para a recauchutagem,

Os pontos de ligação que existem entre o mercado da recauchutagem e o sistema integrado são a possível atribuição de verbas para campanhas de sensibilização dos consumidores para a utilização de pneus recauchutados e a possibilidade dos actores deste mercado poderem abastecer-se de pneus usados nos pontos de recolha.

o sistema de gestão que foi concebido não poderia ignorar este facto. Porém, uma vez que o mercado da recauchutagem já funciona há algum tempo em Portugal de uma forma que não põe em causa o cumprimento dos objectivos, o sistema integrado que foi montado funciona sem intervir directamente neste mercado. Os pontos de ligação que existem entre este mercado e o sistema integrado são a possível atribuição de verbas para campanhas de sensibilização dos consumidores para a utilização de pneus recauchutados e a possibilidade dos actores deste mercado poderem abastecer-se de pneus usados nos pontos de recolha.

Questão fundamental e hipóteses de metodologia

Conhecida a importância que a configuração de uma cadeia logística inversa para reciclagem tem na colaboração e desenvolvimento do comportamento de reciclagem dos seus actores, a questão fundamental que foi colocada e guiou a presente investigação foi: será que o Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados em Portugal é eficiente e eficaz do ponto de vista logístico? Entenda-se como eficiência da cadeia logística a sua configuração tendo em conta a minimização dos custos logísticos e como eficácia o cumprimento dos objectivos de gestão estipulados para Portugal.

Esta questão levou ao delinear das hipóteses que a seguir se descrevem para este trabalho. É de salientar que as hipóteses definidas se enquadram numa perspectiva de configuração de cenários alternativos para a configuração da cadeia logística, por forma a minimizar os custos logísticos e atingir os objectivos de gestão definidos pela legislação.

Hipótese 1: A actividade existente em Portugal no tratamento dos pneus usados é suficiente para cumprir com os objectivos estabelecidos na legislação nacional e nas directivas europeias.

Os cenários alternativos encontrados não pretendem representar soluções óptimas para o problema, mas sim soluções possíveis de menores custos.

Hipótese 2: O desenho actual da cadeia logística de tratamento de pneus usados é o mais eficiente sob o ponto de vista da minimização dos custos logísticos.

Uma forma de orientar a investigação científica deste estudo pode ser feita utilizando a tipologia delineada por Reto e Nunes (1999) que relaciona os problemas-tipo de uma investigação com o método mais apropriado para a sua resolução. De acordo com estes autores, pensa-se que, para este estudo, o Método Descritivo, que permite caracterizar o estado do objecto de investigação, será aquele que melhor vai ao encontro dos objectivos deste estudo. A metodologia descrita por Guedes (2001/2002), foi utilizada para se proceder à construção de cenários alternativos à configuração actual da cadeia logística de gestão de PFV. Esta construção de cenários alternativos foi feita por 'tentativa e erro', passo a passo e numa óptica construtiva tendo em consideração os princípios teóricos da logística, olhando para a cadeia logística como um todo e analisando os *trade-offs* em causa em cada iteração. Por esta razão, os cenários alternativos encontrados não pretendem representar soluções óptimas para o problema, mas sim soluções possíveis de menores custos.

Finalmente, as técnicas de recolha de dados utilizadas foram a análise documental, as entrevistas semi-estruturadas aos principais intervenientes e a observação directa.

Resultados

As questões-chave que serviram de guia na construção dos novos cenários foram:

- a configuração actual da cadeia logística é a desejada ou devem ser consideradas novas instalações (de reciclagem, de valorização energética, pontos de recolha, etc.)?
- a capacidade dos operadores de reciclagem e valorização energética é suficiente, deverá ser expandida ou existe um excesso de oferta?
- a rede actual dos pontos de recolha (PR) é a correcta? Como deverá a mesma responder a alterações da quantidade gerada de pneus usados?

- que unidades de processamento final deverão ser abastecidas por que pontos de recolha e que zonas de 'mercado' (distritos) devem estar adstritas a cada ponto de recolha?
- como devem as várias categorias de pneus ser distribuídas pelas diferentes unidades de processamento final?
- como é que variações, na quantidade gerada de pneus usados, podem afectar as respostas às questões anteriores?

A configuração actual da cadeia logística (Cenário Base), cujo modelo de gestão foi descrito anteriormente, conta com 27 pontos de recolha, duas unidades de reciclagem (Biosafe e Recipneu), duas unidades de valorização energética (Maceira-Liz e Nortenha) e, finalmente, com os vários aterros existentes no território nacional.

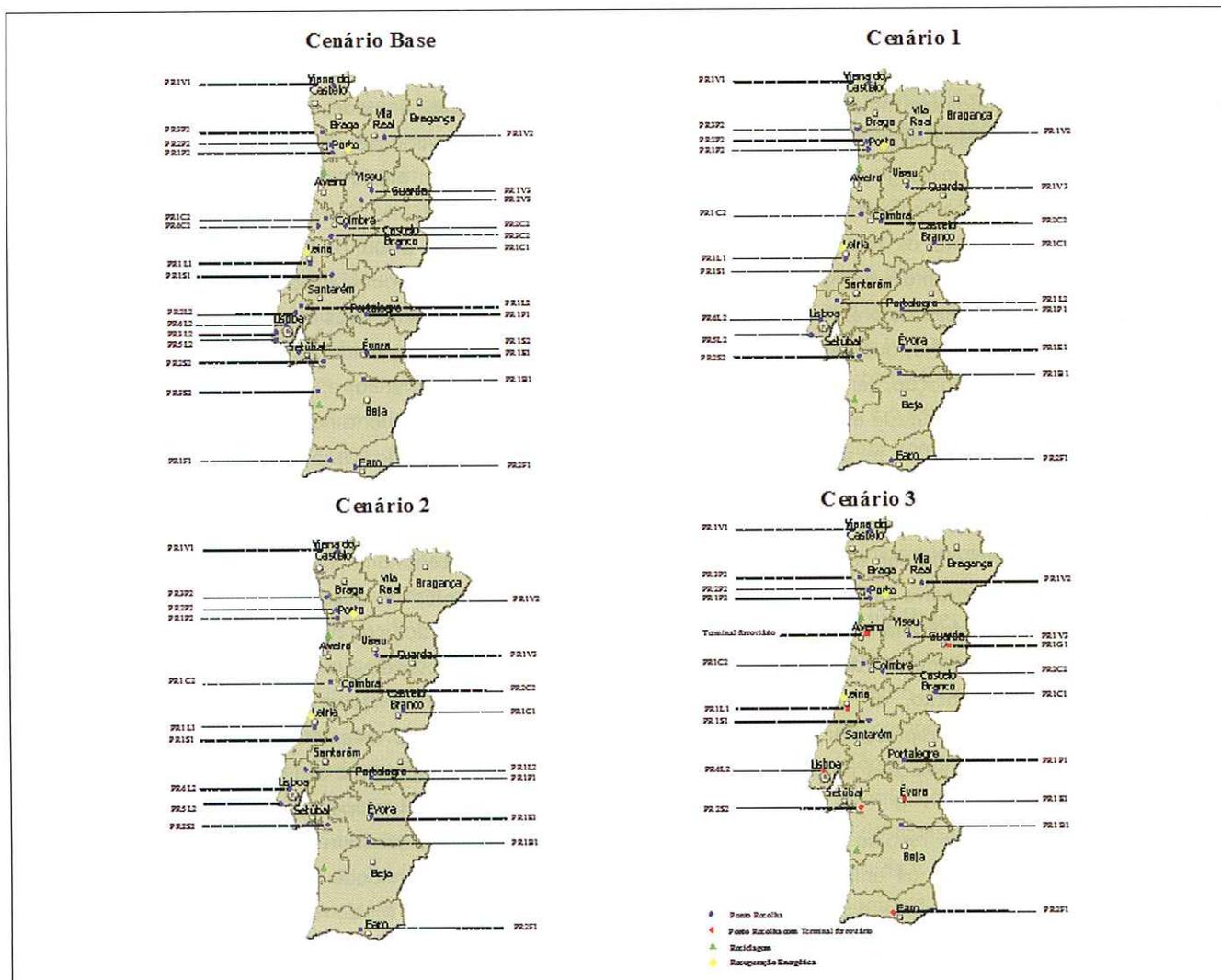
Na exploração do cenário, foram considerados três cenários como alternativa ao Cenário Base (ver **Figura 2 na p. 52**).

No primeiro cenário foi feita uma racionalização da quantidade de pontos de recolha baseada nas capacidades destes, na quantidade de PFV gerada e optando por manter, tanto quanto possível, um ponto de recolha por distrito, dado que se está a tratar de um sistema no qual é da responsabilidade do detentor do resíduo entregá-lo numa entidade licenciada para o efeito e, como tal, é necessária a colaboração deste. Isto apesar de, sob o ponto de vista logístico, fazer sentido existirem pontos de recolha apenas nos distritos onde a quantidade de pneus usados gerada é superior, por exemplo, a 6% do total. Contudo, e pelo facto de a entidade gestora não ter ainda conseguido nenhum acordo com nenhuma entidade para a criação de pontos de recolha nos distritos de Bragança, Braga, Guarda e Aveiro, optou-se também, neste cenário, por não se considerarem pontos de recolha nestes distritos.

No segundo cenário, manteve-se a distribuição geográfica dos pontos de recolha, optimizaram-se os fluxos de PFV para os destinos finais de acordo com os objectivos de valorização estabelecidos, e recorreu-se a máquinas de fragmentar pneus usados para aumentar a eficiência do transporte rodoviário e, desta forma, reduzir estes custos.

Finalmente, no terceiro cenário, procedeu-se à reconfiguração da cadeia logística tendo como propósito a utilização,

Figura 2
Configuração da cadeia logística do cenário base e cenários alternativos



não só do transporte rodoviário, como também do ferroviário. Assim, utilizaram-se 18 pontos de recolha dos quais 6 são simultaneamente terminais ferroviários. Para além disto, foi ainda contemplado o uso das máquinas de fragmentação de pneus usados nos pontos de recolha para optimização do transporte.

• Cenário Base

Como se pode verificar pelo Quadro III (ver p. 53), a configuração da cadeia logística actual permite alcançar todos

os objectivos estabelecidos para o sistema de gestão de PFV, excepto os objectivos respeitantes à valorização e aterro de PFV. Este objectivo não é alcançado devido à necessidade de enviar para o aterro 1% dos pneus recolhidos e não recauchutados (inteiros), dado que nenhuma das unidades de processamento de PFV recebe a categoria de pneus industriais.

Acresce ainda o facto de, com a configuração da cadeia logística em análise, estar também em causa o cumprimento da Directiva 1999/31/CE – relativa à deposição de resí-

duos em aterro – no que respeita à proibição de deposição em aterro de pneus inteiros desde 2003.

No Quadro IV (ver p. 54) apresentam-se os custos logísticos apurados para o Cenário Base no ano 2003.

• Cenário 1

À semelhança do Cenário Base, também neste os objectivos do sistema de gestão dos PFV são todos cumpridos, à excepção do envio de pneus para aterro (Quadro III), ficando isto a dever-se ao facto de nenhuma unidade aceitar a categoria de pneus industriais.

O resultado obtido para os custos logísticos pode ser consultado no Quadro V (ver p. 55). Neste pode verifica-se que, com a configuração do Cenário 1, conseguiu obter-se uma redução de custos de 7,72% relativamente ao Cenário Base.

• Cenário 2

Os resultados obtidos com o Cenário 2, tal como se pode ver no Quadro III, e à semelhança com o sucedido no Cenário 1, atingem os objectivos definidos. Sendo que, neste caso, e ao contrário do Cenário 1, a quantidade de pneus que é enviada para aterro já vai fragmentada, cumprindo, assim, pelo menos até 2006, com a Directiva Comunitária sobre a deposição de resíduos em aterro.

Os custos logísticos obtidos no Cenário 2 sofreram, relativamente ao Cenário Base e ao Cenário 1, uma redução, tanto no que concerne aos custos referentes ao processamento dos destinos finais, como no que diz

respeito aos custos de transporte, neste caso bastante mais significativa (cerca de 22% relativamente ao Cenário Base). Enquanto que a redução obtida nos custos de processamento dos destinos finais foi conseguida pela reorientação de alguns fluxos já mencionados, a diminuição dos custos de transporte foi essencialmente consequência do maior peso de pneus transportado por veículo, proporcionado pela fragmentação dos pneus em fim de vida.

No Cenário 2 manteve-se a mesma distribuição de pontos de recolha que no Cenário 1, pelo que estes custos se mantiveram, tendo havido, no entanto, uma redução de cerca de 30% relativamente ao Cenário Base. Quanto aos custos logísticos totais, conseguiu obter-se no Cenário 2 uma redução de cerca de 11% relativamente ao Cenário Base. O Quadro V (ver p. 55) apresenta os custos logísticos e poupanças face ao Cenário Base, calculadas para a configuração da cadeia logística relativa ao Cenário 2.

• Cenário 3

O Cenário 3 foi construído para analisar a viabilidade da utilização do transporte ferroviário de PFV em determinados percursos, substituindo, desta forma, o transporte rodoviário. A utilização do modo ferroviário parecia, desde logo, interessante, porquanto se trata de um produto de baixo valor, sem grandes exigências em termos de tempos de entrega, com algum volume e em certos casos com necessidade de percorrer distâncias consideráveis. Assim, a configuração da

Quadro III
Resultados obtidos relativamente aos objectivos de gestão

Objectivos de Gestão	Quantidade	Cenário Base		Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
		Qtd. (kg)	%	Qtd. (kg)	%	Qtd. (kg)	%	Qtd. (kg)	%
1) PU gerados		75 648 501		75 648 501		75 648 501		75 648 501	
2) Recauchutagem	25% de 1)	25 338 962	33%	25 338 962	33%	25 338 962	33%	25 338 962	33%
3) Recolha	85% de (1 - 2)	50 309 540	100%	50 309 540	100%	50 309 540	100%	50 309 540	100%
4) Valorização	100% de 3)	49 918 706	99%	49 918 706	99%	49 918 706	99%	49 918 706	99%
5) Reciclagem	60% de 3)	34 260 076	68%	32 925 777	65%	32 131 983	64%	30 124 972	60%
6) Valoriz. Energ.	4) - 5)	15 658 630	31%	16 992 929	34%	17 786 723	35%	19 793 734	39%
7) Aterro	0	390 834	1%	390 834	1%	390 834	1%	390 834	1%

Nota: As quantidades apresentadas como objectivo para a Recauchutagem, Recolha e Reciclagem são valores mínimos.

A quantidade apresentada como objectivo para aterro é o desejável, embora esteja considerada esta opção nas condições previstas na Directiva 1999/31/CE.

Quadro IV
Custos logísticos do Cenário Base

	Base Case	
	€	% do Custo Total
Custos PR (em €)		
CF+CV	1 157 119.41	
Sub-Total PR	1 157 119.41	21%
Custos DF (em €)		
CF+CV (Unid. Valoriz.)	3 488 926.98	
Aterros	19 541.70	
Sub-Total DF	3 508 468.68	64%
Custos Transporte (em €)		
PV --> PR	0.00	
PV --> DF	0.00	
PA --> PR	0.00	
PR --> PR	0.00	
PR --> DF	834 547.59	
PR --> Aterro	4 257.47	
Sub-Total CT	838 805.06	15%
Total	5 504 393,15	

cadeia logística sofreu algumas alterações que podem ser visualizadas na Figura 2 (ver p. 52).

Os resultados alcançados neste cenário, como se pode verificar pelo Quadro III, cumprem com os objectivos estabelecidos para as várias formas de tratamento de PFV. Relativamente ao Cenário Base, houve agora um incremento da utilização da valorização energética em detrimento da reciclagem, mantendo-se, no entanto, o recurso ao envio para aterro da categoria de pneus industriais.

O custo logístico total obtido para o Cenário 3 sofreu um agravamento bastante considerável, relativamente aos cenários anteriormente considerados, devido à opção de transporte ferroviário.

O cálculo deste custo foi feito tendo por base uma consulta feita à UTML (Unidade de Transportes Mercadorias e Logística da CP), considerando os terminais ferroviários de mercadorias disponíveis relevantes para a configuração da cadeia logística, os percursos a efectuar e o tipo de vagões a utilizar para os diferentes tipos de carga (pneus fragmentados e pneus inteiros). O Quadro V (ver p. 55) apresenta os

dados considerados para o cálculo do custo de transporte ferroviário.

Análise de sensibilidade

Com o intuito de verificar a robustez dos cenários construídos, nomeadamente no que diz respeito à distribuição dos fluxos de PFV pelos pontos de recolha e destinos finais, recorreu-se a uma análise de sensibilidade onde foram consideradas as estimativas da quantidade de PFV geradas até ao ano de 2008.

Respeitando e mantendo as configurações dos cenários já descritas, verifica-se que no Cenário Base, logo no ano 2004, a capacidade da unidade de reciclagem Biosafe é excedida, havendo, assim, necessidade de reconfigurar os fluxos. Analogamente, o Cenário 1 também demonstra algum 'desequilíbrio' em termos da distribuição dos fluxos pelas unidades de destino final, o que provoca, em 2005, uma ruptura na capacidade da Biosafe. Embora mais tarde que no Cenário Base, também neste seria necessário reconfigurar os fluxos de PFV no ano 2005 e seguintes para as quantidades consideradas.

Por sua vez, ao contrário dos cenários anteriores, os Cenários 2 e 3 já apresentam uma robustez que permite manter a configuração da distribuição dos fluxos na cadeia logística até ao último ano considerado nesta análise de sensibilidade.

À questão de investigação 'será que o Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados em Portugal é eficiente e eficaz do ponto de vista logístico?' pode responder-se que não é eficiente, uma vez que não foi pensado e desenhado do ponto de vista logístico, mas sim do ponto de vista financeiro, de gestão do ecovalor, não tendo sido obtida a potencial redução dos custos logísticos.

Uma outra análise de sensibilidade que importa aqui fazer tem a ver com a quantidade de pneus usados que foi considerada como sendo todos os anos recauchutada. Ora esta, e de acordo com os dados disponíveis, foi considerada como sendo cerca de 40% do total de pneus usados gerados anualmente, o que significa que, caso esta percentagem

Quadro U
Custos logísticos dos cenários alternativos

	Cenário 1			Cenário 2			Cenário 3		
	€	% do Custo Total	Savings	€	% do Custo Total	Savings	€	% do Custo Total	Savings
Custos PR (em €)									
CF+CV	804 952,63			804 952,63			754 643,09		
Sub-Total PR	804 952,63	16%	30,43%	804 952,63	16%	30,43%	754 643,09	6%	34,78%
Custos DF (em €)									
CF+CV (Unid. Valoriz)	3 446 818,18			3 422 333,36			3 384 207,61		
Aterros	19 541,70			19 541,70			19 541,70		
Sub-Total DF	3 466 359,87	68%	1,20%	3 441 875,06	70%	1,90%	3 403 749,31	29%	2,98%
Custos Transporte (em €)									
PV->PR	0,00			0,00			0,00		
PV->DF	0,00			0,00			0,00		
PA->PR	0,00			0,00			0,00		
PR->PR	0,00			0,00			7 051 957,47		rodo+ferroviário
PR->DF	804 321,89			648 912,99			509 931,13		
PR->Aterro	3 975,22			2 711,59			2 673,65		
Sub-Total CT	808 297,11	16%	3,64%	651 624,58	13%	22,32%	7 564 562,25	65%	-801,83%
Total	5 079 609,61		7,72%	4 898 452,27		11,01%	11 722 954,65		-112,97%
	Poupança 424 783,53 €			Poupança 605 940,87€			Poupança -6 218 561,51 €		

diminua, aumentará a quantidade de pneus em fim de vida que necessitarão de ser tratados pelas unidades de destino final e, conseqüentemente, poderá vir a existir um problema de falta de capacidade, a nível nacional, para o tratamento adequado dos PFV. Esta questão poderá ter um maior impacto entre 2003 a 2006, dado ter sido estipulado que seria neste período que, adicionalmente à quantidade de PFV que é gerada anualmente, também teriam de ser tratadas as existências de PFV que foram declaradas ao Instituto de Resíduos.

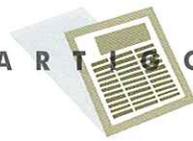
Conclusões

O trabalho realizado permitiu, não só dar resposta à questão fundamental de investigação inicialmente colocada, como validar as hipóteses formuladas como a seguir se demonstra.

À questão de investigação 'será que o Sistema Integrado de Gestão de Pneus Usados em Portugal é eficiente e eficaz do ponto de vista logístico?', pode responder-se que não é eficiente, uma vez que não foi pensado e desenhado do

ponto de vista logístico, mas sim do ponto de vista financeiro, de gestão do ecovalor, não tendo sido obtida a potencial redução dos custos logísticos. Desta forma, não foram consideradas no desenho da cadeia importantes variáveis logísticas, tais como: a distribuição geográfica da quantidade de PU gerada; a distribuição geográfica dos pontos de recolha; a consolidação de cargas; a optimização de rotas; e o aproveitamento do retorno do transporte da distribuição de pneus novos. Conseqüentemente, o sistema actual poderá ser melhorado do ponto de vista logístico, analisando a cadeia como um todo, desde o consumidor final até ao destino final dos PU (e não apenas dos pontos de recolha para o destino final, como é actualmente), reanalisando a quantidade e distribuição geográfica dos pontos de recolha existentes (nomeadamente considerando a criação de armazéns à entrada das unidades de processamento final), optimizando cargas, rotas do transporte e fluxos de PU.

O actual sistema também não é eficaz dado que não permite atingir os objectivos definidos na legislação comunitária



e nacional (nomeadamente os referentes à proibição de envio de pneus inteiros para aterro).

A **Hipótese 1**, 'a actividade existente em Portugal no tratamento dos pneus usados é suficiente para cumprir com os objectivos estabelecidos na legislação nacional e nas directivas europeias', não foi validada porque:

- os objectivos de gestão de pneus usados estabelecidos na licença concedida à entidade gestora estão a ser cumpridos no que respeita às percentagens estipuladas para recuperação e valorização dos pneus usados, mas não está a ser cumprido o objectivo que determina a cessação de envio de pneus inteiros para aterro, e, por conseguinte, não está a ser respeitado um dos requisitos da Directiva 1999/31/CE. O não cumprimento deste requisito advém do facto das unidades de destino final não aceitarem a categoria de pneus industriais nos seus processos produtivos e do facto de o sistema ter entrado em vigor há relativamente pouco tempo, e ainda não existir nenhum ponto de recolha com a capacidade de fragmentar esta categoria de pneus. De qualquer forma, ainda que os pontos de recolha venham a dispor de máquinas que permitam fragmentar os pneus industriais, a Directiva 1999/31/CE determina que, a partir do ano 2006, deverá cessar por completo o envio de pneus fragmentados para aterro. Assim, e para que se consiga cumprir em pleno o estipulado por aquela directiva, ter-se-á que arranjar até lá outra solução para reutilizar, reciclar ou valorizar energeticamente a categoria de pneus industriais;
- não havendo importação de PFV, nomeadamente de Espanha, e considerando as taxas de crescimento previstas de geração de pneus usados, bem como a taxa de pneus recauchutados, continuará a existir em Portugal, pelo menos até ao ano 2012, capacidade disponível para tratar este fluxo de resíduos de acordo com as políticas de desenvolvimento sustentável.

A **Hipótese 2**, 'o desenho actual da cadeia logística de tratamento de pneus usados é o mais eficiente sob o ponto de vista da minimização dos custos logísticos', também não foi confirmada porque:

- a configuração actual da cadeia logística inversa de gestão de PFV em Portugal baseia-se essencialmente na distribuição de pontos de recolha pelo território nacional, onde os pneus

são entregues, triados e encaminhados para os destinos finais (reciclagem, valorização energética e aterro), tendo sido esquecido o que se passa a montante, ou seja, do consumidor final até aos pontos de recolha. Embora não se possa olhar para a distribuição dos pontos de recolha pelo território estritamente do ponto de vista logístico, uma vez que o sistema em vigor depende em grande parte da adesão do detentor de resíduo e de este o entregar para tratamento, os 40 pontos de recolha previstos pela licença passada à entidade gestora, e inclusive os 27 actualmente em actividade, demonstraram ser demasiados face à quantidade de PFV gerada anualmente e à sua distribuição geográfica;

- do ponto de vista logístico, e tendo como objectivo a redução dos custos logísticos, que terá como consequência a diminuição do ecovalor pago pelo consumidor, chegou-se a uma configuração da cadeia que prevê a utilização de apenas 19 pontos de recolha e com uma redução do custo total anual suportado pela entidade gestora da ordem dos 11%. Outra opção abordada para a configuração da cadeia logística foi a utilização de pontos de armazenagem em vez de pontos de recolha nos distritos do interior do país onde a quantidade de PFV gerada não justifica a existência de pontos de recolha. Desta forma, haveria a possibilidade de se reduzir os custos pelo facto de não existir triagem, embora pudesse existir um acréscimo do custo de transporte por se ter de consolidar estas quantidades nos pontos de recolha. Infelizmente, devido à falta de colaboração das entidades gestoras dos pontos de recolha, não foi possível quantificar este cenário e assim chegar a alguma conclusão possível de comparar com os outros cenários considerados;
- o investimento em máquinas de fragmentar pneus para utilização nos pontos de recolha, não só se mostrou economicamente viável proporcionando um maior aproveitamento da capacidade de transporte disponível, como permite o cumprimento, pelo menos até 2006, da Directiva 1999/31/CE no que respeita ao envio para aterro de pneus fragmentados;
- o transporte ferroviário, embora se mostrasse inicialmente atraente por se tratar de uma mercadoria de baixo valor e sem grandes requisitos no que diz respeito ao nível de serviço e tempos de resposta, revelou-se pouco competitivo

O transporte ferroviário, embora se mostrasse inicialmente atraente por se tratar de uma mercadoria de baixo valor e sem grandes requisitos no que diz respeito ao nível de serviço e tempos de resposta, revelou-se pouco competitivo (em termos de custo) relativamente ao transporte rodoviário devido essencialmente a dois aspectos.

(em termos de custo) relativamente ao transporte rodoviário devido essencialmente a dois aspectos. O primeiro tem a ver com a distribuição geográfica das unidades de destino final que dificulta a consolidação de carga mantendo uma distância considerável a percorrer por ferrovia; e o segundo aspecto tem a ver com as restrições das unidades de destino final (em termos das categorias de pneus que aceitam), levando a que, por um lado, se torne difícil a criação do volume necessário para rentabilizar o transporte ferroviário, e, por outro, não permita a utilização de uma máquina de

enfardar pneus (apesar de só disponível no mercado para pneus de veículos ligeiros) para se otimizar a capacidade de carga disponibilizada pelos vagões. ■

Nota

1. Estudo IDSE-CNR de 1999.

Referências bibliográficas

GUEDES, A. P. (2001/2002), Apontamentos dados na Cadeira de Desenho de Sistemas Logísticos, MBA/Mestrado em Logística, Escola de Gestão do ISCTE.

RETO, L. e NUNES, F. (1999), «Métodos como estratégia de pesquisa: Problemas-tipo numa investigação». *Revista Portuguesa de Gestão*, n.º 1, AEDG/ISCTE, pp. 21-32.

ROGERS, D. S. e TIBBEN-LEMBKE, R. S. (1999), «Going backwards: Reverse logistics trends and practices». Reverse Logistics Executive Council, Pittsburgh, PA, EUA.

SHULMAN, V. L. (2003), «Tyre recycling in the EU». European Tyre Recycling Association, Bruxelas.

STOCK, J. R. (1998), «Development and implementation of reverse logistics programs». Council of Logistics Management, Oak Brook, IL, EUA.

VALORPNEU (2002), «Caderno de Encargos». Valorpneu, Lisboa.



36€

ASSINE JÁ


OPÇÃO 01


OPÇÃO 02


OPÇÃO 03


OPÇÃO 04


OPÇÃO 05


OPÇÃO 06


OPÇÃO 07

Agora, por apenas 36€, com a assinatura da Revista Pessoal (ou sua revalidação), receba, à sua escolha, um destes livros da Quarteto Editora, bastando, para o efeito, marcar o número do título preferido no cupão de assinaturas.*

Nome _____ Profissão _____ Data de Nascimento _____

Morada _____ Código Postal _____ Localidade _____ País _____

Telefone _____ Telemóvel _____ Fax _____ E-mail _____

SIM, desejo assinar a revista «Pessoal» por doze (12) edições, ao preço de apenas 36€ (euros). • OFERTA: Desejo receber o livro OPÇÃO

PAGAMENTO POR TRANSFERÊNCIA BANCÁRIA

Contactar Dina Vieira – Redacção: Telefone: 21 410 02 02 ou 21 410 02 04

PAGAMENTO POR CHEQUE

Junto envio cheque nº _____ Banco / Balcão _____

No valor de 36€ / Euros • À ordem de Preâmbulo, Edição e Publicação de Livros e Revistas, Lda.

Todos os elementos supra-indicados serão processados pela Preâmbulo, Edição e Publicação de Livros e Revistas, Lda. somente para efeitos de gestão do seu pedido, bem como para fins de estatística ou remessa de informação respeitante à sua assinatura. Nos termos legais, ao signatário é garantido o acesso a tal informação, sendo o seu fornecimento facultativo. Tais dados não serão facultados a terceiros.

Preâmbulo, Edição e Publicação de Livros e Revistas, Lda.
Rua General Ferreira Martins, 10, 6ºD Miraflores, 1495-137, Algés • Tel. 21 410 02 02 ou 21 410 02 04 ou 21 410 90 77 Fax: 21 410 01 66 • E-mail: marketing@preambuloedicoes.pt
Contactos p/ assinaturas: Dina Vieira

* Oferta disponível em função do stock existente.