Veículos em Fim de Vida: Cadeia de Deposição e Logística Inversa

no

INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Manuel Pedro Guimarães Lira

Relatório do Estágio Curricular da LGEI 2003/04

Orientador na FEUP: Prof. Alcibíades Guedes

Orientador no INEGI: Engenheiro João Paulo Pereira

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial

2005-10-28

Resumo

O presente relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido pelo aluno, no Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, no âmbito do estágio curricular da Licenciatura de Gestão e Engenharia Industrial, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O trabalho aqui descrito aborda a problemática dos Veículos em Fim de Vida (VFV), procurando caracterizar a Cadeia de Deposição do Automóvel e apresentando temas que lhe estão associados como os Ciclos Fechados e a Logística Inversa.

Os VFV constituem hoje em dia um sério problema que ameaça a manutenção da qualidade ambiental do nosso planeta. Este documento faz o retrato da situação actual do processamento dos VFV na Europa e em Portugal, e procura projectar a situação futura do sector, enquadrada com os objectivos ambientais desejáveis, com as diversas condicionantes e barreiras, e com as disposições obrigatórias contidas na legislação recém-publicada para o sector.

As Cadeias em Ciclo Fechado, surgem como uma solução ideal em termos de reaproveitamento dos materiais, e ao mesmo tempo permitem resolver o problema ambiental que se coloca com o encaminhamento dos resíduos após o fim de vida útil dos diferentes produtos. A gradual implementação de Cadeias em Ciclo Fechado no sector automóvel reveste-se assim de grande importância, permitindo ajudar em grande escala a resolver o problema dos resíduos dos VFV. As actividades de Logística Inversa desempenham um papel fundamental no sucesso do fecho dos ciclos, sendo importante a garantia de um maior nível de integração entre os elos da Cadeia de Deposição. O documento aborda assim as temáticas dos Ciclos Fechados e da Logística Inversa devidamente enquadradas com a questão dos VFV.

O documento inclui ainda referências à recém publicada legislação Europeia para o sector, que surgiu com intenção de resolver os problemas relacionados com o tema, promovendo o correcto processamento e destino final dos VFV e seus resíduos.

Abstract

The present document describes the work carried out by the student in the Institute of Mechanical Engineering and Industrial Management, as part of the academic internship of the Graduation in Management and Industrial Engineering, of the Engineering Faculty of Porto University.

The work hereby described refers to the End of Life Vehicle (ELV) issue, aiming to characterize the Automobile's Disposal Chain, and presenting themes that are associated such as Closed Loop Supply Chains and Reverse Logistics.

The ELV represent nowadays a serious problem that threats the planet's environmental quality. This document illustrates the actual situation of the ELV treatment in Europe and in Portugal, and tries to project the future situation of the sector, while trying to achieve desirable targets and limited by the diverse constraints and barriers, and respecting the obligations imposed by legislation.

Closed Loop Supply Chains appear as the ideal solution in terms of material recovering, and at the same time, contribute to the solution of the environmental problem posed by the end of live residues of different products. The gradual implementation of Closed Loop Supply Chains in the automobile sector proves to be fundamental, allowing to solve in great scale, the problem of ELV residues. Reverse Logistics activities represent an essential part in the successful process of closing the Supply Chain, being also important to assure a higher level of integration between the different elements of the Disposal Chain. Therefore, this document refers the Closed Loop Supply Chain and Reverse Logistics issues, related with the ELV matter.

The document includes also references to the recent publicised European legislation of the sector, which appears with the intention of solving the problems related to the ELV issue, promoting the correct treatment and final destination to the ELV and its residues.

Agradecimentos

Ao Professor Augusto Barata da Rocha, orientador do Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial na fase inicial do estágio, pela sua responsabilidade na entrada do estagiário, pelo apoio prestado, e pelo empenho e interesse transmitidos nesse período de tempo.

Ao Engenheiro João Paulo Pereira, orientador do estágio no Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, pela oportunidade concedida da participação no Projecto VFV, e mais tarde pela sua extensão à área da Logística Inversa, acedendo ao interesse do estagiário pelo tema. Do mesmo modo, pelo acompanhamento e empenho demonstrados ao longo do Projecto e do estágio, para que os seus objectivos pudessem ser alcançados.

A todos os meus colegas do INEGI, que com a sua simpatia e disponibilidade, contribuíram para a minha rápida integração, importante para o desenvolvimento bem sucedido do estágio. Um agradecimento especial às Eng.ª Sílvia Esteves e Eng.ª Catarina Monteiro, pelo seu apoio, incentivo, e muitas vezes pela dedicada colaboração, que desde sempre disponibilizaram.

Ao Professor Alcibíades Guedes, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, numa primeira instância pelo despertar do interesse pela área da Logística enquanto professor do estagiário na disciplina de Distribuição, depois como orientador do estágio, pelo apoio e orientação concedidos, que permitiram o desenvolvimento e organização do estudo de forma mais consistente e completa.

Índice

1. Introdução

1.1 INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial 1
1.1.1 Actividade do INEGI 2
1.1.2 Áreas de Competência 3
1.1.3 Estrutura Organizacional e Recursos Humanos 3
1.1.4 A Logística no INEGI 4
1.2 Apresentação do Estágio 4
1.2.1 Projecto Directório Veículos em Fim de Vida 5
1.2.1.1 Âmbito e objectivos 5
1.2.1.2 Destinatários 6
1.2.1.3 Metodologia 6
1.2.2 Extensão do Projecto VFV – segunda parte do estágio 7
1.3 Estudos e desenvolvimentos efectuados 8
1.4 Organização e temas abordados no relatório 8

2. Cadeias em Ciclo Fechado

2.1 Das Cadeias de Abastecimento aos Ciclos Fechados 11
2.1.1 Introdução 11
2.1.2 Cadeia de Abastecimento e Cadeia de Deposição: Ciclos Fechados 13
2.1.3 Cadeias em Ciclo Fechado 15
2.1.4 Gestão de Ciclos Fechados – tarefas, dificuldades e gaps 19
2.2 Logística Inversa 22
2.2.1 Definição de Logística Inversa 22
2.2.2 Importância da Logística Inversa 23
2.2.3 Actividades de Logística Inversa 24
2.2.4 Gestão dos fluxos de retorno 27
2.2.4.1 Ponto de Entrada 28
2.2.4.2 Tempo de ciclo de deposição 29
2.2.4.3 Sistemas de Informação de Logística Inversa 29
2.2.4.4 Centrais de Devoluções 30
2.2.4.5 Zero Devoluções 32
2.2.5 Dificuldades de Previsão na Logística Inversa 33

2.2.6 Tecnologias de Informação 35
2.2.7 Tendências / Futuro da LI / Melhores Práticas 39

3. Cadeias em Ciclo Fechado: o caso do Automóvel

3.1 O Ciclo do Automóvel 44
3.1.1 Introdução 44
3.1.2 O fecho do ciclo do automóvel 45
3.1.3 Operadores do Ciclo do Automóvel 46
3.1.4 Fluxos do Ciclo Automóvel 46
3.2 Barreiras e dificuldades no fecho do ciclo do automóvel 49
3.3 Logística Inversa e a problemática dos VFV 51

4. Caso de Estudo: Cadeia de Deposição dos Veículos em Fim de Vida

4.1 Introdução 53
4.2 A problemática dos VFV 54
4.2.1 Evolução do Automóvel 54
4.2.2 O impacto ambiental e a problemática dos VFV 56
4.3 Legislação 58
4.3.1 Introdução 58
4.3.2 Directiva comunitária 53/2000 59
4.3.3 Legislação Nacional 62
4.3.3.1 Programa Abate de VFV 62
4.3.3.2 Decreto-Lei 196/2003 63
4.4 Situação Actual 64
4.4.1 Europa e Japão vs EUA: duas abordagens diferentes 64
4.4.2 Processamento de VFV na Europa 65
4.4.3 Processamento de VFV em Portugal 66
4.5 Desmantelamento 68
4.5.1 Introdução 68
4.5.2 Descrição do Processo 69
4.5.3 Design for Recycling/Design for Dismantling 72
4.5.4 Caracterização da estrutura de desmantelamento 73
4.5.4.1 Europa 73
4.5.4.2 Portugal 78
4.5.5 Requisitos específicos para Desmanteladores 80

4.6 Fragmentação 81
4.6.1 Introdução 81
4.6.2 Descrição do Processo 82
4.6.3 Caracterização da estrutura de fragmentação 84
4.6.3.1 Europa 84
4.6.3.2 Portugal 87
4.6.4 Requisitos específicos para Fragmentadores 88
4.7 Sustentabilidade dos veículos em fim de vida 89
4.7.1 Desenvolvimento Sustentável 89
4.7.2 Hierarquia da Gestão de Resíduos na Indústria Automóvel 90
4.7.3 Constituição de um Veículo em Fim de Vida 92
4.7.4 Taxa de Valorização 93
4.7.5 Reutilização 95
4.7.6 Reciclagem 98
4.7.6.1 A relação entre reciclagem e complexidade dos veículos 99
4.7.6.2 Reciclagem dos Metais 100
4.7.6.3 A problemática da reciclagem dos plásticos 102
4.7.6.4 Reciclagem de resíduos de fragmentação 103
4.7.7 Valorização energética 104
4.7.8 Deposição em aterro 105
4.8 Aproveitamento de plásticos e compósitos 106
4.9 Conclusões 107
4.9.1 Processamento de VFV: que futuro? 107
4.9.2 Viabilidade da reciclagem de materiais 110
5. Outras actividades desenvolvidas 115
6. Conclusões 116
7. Bibliografia 118

1. Introdução

O estágio curricular descrito neste documento, foi realizado no âmbito da Licenciatura de Gestão e Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no INEGI (Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial). O período inicial do estágio previa o seu fim em Dezembro de 2003, no entanto, sofreu alterações face a interesses comuns, quer do INEGI, quer do estagiário que assim acedeu por pretender valorizar o seu trabalho, abordando outras questões que julgou pertinentes, enquadradas no tema central do estágio. Como orientadores, o estágio realizado contou com a colaboração do Engenheiro João Paulo Pereira, por parte do INEGI, e do Professor Alcibíades Guedes, por parte da Faculdade de Engenharia.

1.1 INEGI – Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

O INEGI é uma Instituição de interface entre a Universidade e a Indústria vocacionada para a realização de actividade de Inovação e Transferência de Tecnologia orientada para o tecido industrial. Nasceu em 1986 no seio do Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (DEMEGI) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Mantém ainda hoje essa ligação insubstituível ao DEMEGI, que constitui uma das principais fontes de conhecimento e competências científicas e tecnológicas. Ao longo dos seus 19 anos de existência desenvolveu e consolidou uma posição de parceiro da indústria em projectos de I&D, sendo que presentemente mais de 50% do seu volume de negócios resulta de contratos com empresas.

Com a figura jurídica de Associação Privada sem Fins Lucrativos e com o estatuto de "Utilidade Pública" é hoje um agente activo no desenvolvimento do tecido industrial Português e na transformação do modelo competitivo da indústria nacional.

A missão da instituição tal como está estabelecida e difundida internamente é a seguinte:

"Contribuir para o aumento da competitividade da indústria nacional através da investigação e desenvolvimento, demonstração, transferência de tecnologia e formação nas áreas de concepção e projecto, materiais, produção, energia, manutenção, gestão e ambiente".

1.1.1 Actividade do INEGI

O INEGI materializa a sua missão através da realização de projectos de I&D e Inovação em cinco eixos principais de intervenção, a saber:

- Criação de conhecimento e desenvolvimento tecnológico a montante da aplicação industrial: tipicamente financiada por programas de apoio à investigação científica e tecnológica como os promovidos pela Fundação para a Ciência e Tecnologia e Comissão Europeia, entre outros.

- I&D com empresas co-financiada por programas de apoio ao desenvolvimento da indústria: projectos de I&D em parceria com empresas, recorrendo ao co-financiamento de programas de apoio ao desenvolvimento da indústria nacional em particular no âmbito do programa PRIME e do 6º Programa quadro da UE.

- I&D financiada pelas empresas: contratos com empresas para a realização de projectos de Investigação e Desenvolvimento, nomeadamente para o desenvolvimento de novos produtos e novos processos.

- Consultoria científica e tecnológica: apoio às empresas nas vertentes científicas e tecnológicas no domínio de actividade do INEGI.

- Formação especializada: acções de formação altamente especializada desenhadas à medida das necessidades das empresas.

Para além da actividade de natureza mais científica e tecnológica, o INEGI tem também apoiado a criação de empresas "spin-off" para exploração e desenvolvimento comercial de tecnologias desenvolvidas ou em desenvolvimento no Instituto.

1.1.2 Áreas de Competência

A capacidade de resposta do INEGI, no desenvolvimento de soluções para a indústria, está suportada num conjunto alargado de competências na área da Engenharia Mecânica e Gestão Industrial e da inovação de produtos e processos. Sempre que necessário, incorpora competências externas, numa lógica de complementaridade, por via da participação de quadros de outros departamentos da FEUP, de outras faculdades da UP ou de outras Instituições de investigação e ensino superior. Frequentemente realiza parcerias com outras Instituições de I&D complementares em termos de competências. A crescente complexidade tecnológica das soluções exige a integração de diversas áreas científicas e tecnológicas, e em muitos casos é nesta linha que se encontram soluções distintamente inovadoras, daí que estas parcerias sejam cada vez mais pertinentes. Nos projectos com as empresas são criadas equipas mistas com participação de quadros das empresas de modo a maximizar a partilha de conhecimento.

A produção de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias que incorporam a oferta do INEGI são suportados pela actividade de um conjunto de unidades científicas e tecnológicas cobrindo praticamente todas as especialidades da Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.

1.1.3 Estrutura Organizacional e Recursos Humanos

A estrutura organizacional do INEGI é do tipo Matricial. Tem na sua base um conjunto de unidades especializadas por tipo de área científica e tecnológica, suportando a actividade de investigação. Transversalmente a estas funciona a actividade de I&D direccionada ao desenvolvimento de soluções para as empresas. Esta estrutura organizacional revela-se particularmente ajustada a projectos de desenvolvimento de produtos e processos cuja complexidade tecnológica requer cada vez mais a integração de conhecimentos e competências multidisciplinares. No Anexo A é apresentado o organigrama actual do INEGI.

O quadro de pessoal é actualmente constituído por 112 colaboradores, dos quais cerca de 65%, são contratados, sendo os restantes bolseiros de investigação. Para além do quadro de pessoal próprio, o INEGI conta com a colaboração regular de cerca de 56 colaboradores universitários. Uma parte significativa destes colaboradores desenvolve a sua actividade de Investigação no INEGI.

1.1.4 A Logística no INEGI

A Unidade de Transportes e Negócios tem alguma tradição de projectos na área da Logística, entre os quais se destaca o projecto LOGNORTE – Caracterização da Situação Logística nas Empresas da Região Norte e Identificação de Estratégias de Evolução, financiado pela CCDRN (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Norte). Do mesmo modo, destaca-se ainda o projecto "A Logística e a Perifericidade – Situação da Região Norte face aos seus mercados de destino e aos seus pontos de abastecimento – coerência com as políticas de dotação de Infra-Estruturas", em parceria com a EGP - Escola de Gestão do Porto (líder do projecto).

Entre outros projectos na área da Logística, o INEGI realizou ainda o projecto BBP – Benchmarking e Boas Práticas, modelo de Logística, e desenvolve ainda actualmente o Estudo de definição dos circuitos de tráfego e inventariação do tipo e características das mercadorias a movimentar nas plataformas logísticas de Chaves e do Salnés (Projecto NORLOGIS).

1.2 Apresentação do Estágio

O estágio realizado foi incluído no âmbito do Projecto Directório VFV - Criação de Directório de Apoio ao Processamento Integrado de Veículos em Fim de Vida Veículos em Fim de Vida (Projecto VFV), que tinha como cliente a CCDRN (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região Norte), e como entidade responsável pelo projecto, o INEGI.

No momento do início do estágio aqui descrito, o Projecto VFV havia sido já iniciado, encontrando-se no entanto, numa fase de estagnação face a algumas alterações ao nível dos colaboradores do INEGI, nomeadamente da Unidade interna responsável pelo projecto.

As tarefas do projecto realizadas até ao momento do início do estágio, haviam sido apenas a compra de alguns estudos europeus sobre o tema, bem como a participação num congresso internacional dedicado ao tema dos VFV. Todo o restante trabalho desenvolvido, devidamente descrito neste documento, foi realizado no estágio, tendo culminando com a publicação de um livro Técnico sobre o tema, e com a apresentação de um Seminário Final.

Terminado o Projecto VFV, dado que este havia sido desenvolvido em paralelo com a colaboração noutros projectos e actividades do INEGI, e procurando-se compensar o facto desta participação no Projecto ter obrigado a desviar o tema inicial do estágio, mas sobretudo pela vontade do estagiário, foi combinada a extensão do estudo realizado no estágio para além dos temas abordados no Projecto VFV. Para o efeito, o INEGI comprometeu-se a ceder o espaço de um mês para a realização dessa segunda parte do estudo, que assim completaria o trabalho desenvolvido no estágio. Sublinhe-se que esta situação aconteceu, não porque o trabalho desenvolvido no âmbito do Projecto VFV, não tivesse sido suficiente para um trabalho de estágio, mas apenas pela vontade do estagiário em estender o seu trabalho a áreas para as quais manifesta grande motivação como é o caso da Logística, e como forma de ser compensado do facto do tempo para a realização deste estudo ter sido apenas de quatro meses, e não os habituais seis meses do estágio.

1.2.1 Projecto Directório Veículos em Fim de Vida

1.2.1.1 Âmbito e objectivos

O Projecto Directório VFV – Criação de Directório de Apoio ao Processamento Integrado de Veículos em Fim de Vida (Projecto VFV), tinha como objectivo a compilação da informação existente sobre a matéria dos Veículos em Fim de Vida (VFV) e caracterização da sua estrutura de processamento em Portugal. O projecto procurou ainda contribuir para a identificação de eventuais problemas que possam surgir na prossecução dos objectivos impostos pela Directiva EU 53/2000 que regulamenta o sector e apresentação de possíveis soluções para a sua resolução.

A informação reunida, os resultados finais do projecto e suas conclusões encontram-se materializadas num Livro Técnico editado pelo INEGI, fruto do trabalho desenvolvido

durante o estágio, e ainda na criação de um *site* na internet com a informação mais relevante para o sector.

O INEGI fazendo uso da sua vasta competência e experiência na área dos plásticos e materiais compósitos procurou ainda através deste projecto sugerir soluções e caminhos a seguir para a resolução destes problemas. Nomeadamente sugerir e divulgar utilizações possíveis para os plásticos retirados dos VFV como, por exemplo, a sua aplicação no fabrico de betões poliméricos.

1.2.1.2 Destinatários

Os destinatários deste projecto são todos os elementos presentes no ciclo de vida do automóvel, uma vez que todos partilham responsabilidades no processamento dos VFV. Deste modo, os destinatários directos são os fornecedores de componentes, os fornecedores de materiais, os construtores de veículos, os distribuidores e importadores, os proprietários dos veículos, as instalações de reparação e manutenção automóvel, os operadores de desmantelamento, os operadores de reciclagem, os operadores de fragmentação e os operadores de valorização energética.

1.2.1.3 Metodologia

A abordagem utilizada na realização do projecto caracterizou-se por uma sequência de diferentes fases, devidamente interligadas, de forma a conseguir garantir os objectivos propostos que serviram de base à sua concepção.

Numa fase inicial procuraram-se reunir as informações consideradas mais relevantes para o sector, bem como conseguir uma completa caracterização do ciclo de vida automóvel e da estrutura de processamento de VFV em Portugal e na Europa.

No sentido de se conseguir um levantamento completo da legislação actual mais relevante foram realizadas várias abordagens a entidades mais directamente relacionadas com a legislação no sector.

Com o objectivo de se conseguir a caracterização da estrutura de processamento de VFV foram realizadas entrevistas aos diversos operadores envolvidos, desde fornecedores de

componentes, passando por distribuidores de veículos automóveis, operadores dedicados ao desmantelamento e fragmentação, instalações de aterro, etc.

Para conseguir realizar a descrição da situação actual do processamento de VFV na Europa, bem como o levantamento das diversas soluções e caminhos futuros para o sector foram analisados diversos estudos mundiais relacionados com a problemática dos VFV, e contactadas algumas entidades europeias intervenientes no sector.

Numa segunda fase, depois de reunida a informação e de caracterizada a estrutura de processamento dos VFV em Portugal e com os seus problemas devidamente estudados e identificados, procuraram-se encontrar caminhos e soluções que permitam a sua resolução, como é exemplo disso mesmo a sugestão de aplicação dos plásticos retirados dos VFV nos betões poliméricos.

Depois de reunidas e recolhidas as informações e sem prejuízo de constantes e sucessivas actualizações, o passo seguinte consistiu na apresentação e divulgação dessas mesmas informações. Para tal, além da já referida edição do livro Técnico e da construção do directório, foi realizada uma sessão de apresentação dos resultados e conclusões obtidos com a realização do projecto, à qual foram convidadas a comparecer diversas empresas, instituições e outros operadores aos quais se considerou relevante a questão dos VFV.

1.2.2 Extensão do Projecto VFV – segunda parte do estágio

A segunda parte do estágio, que respeitou ao desenvolvimento do estudo relativo à parte da Logística Inversa e Ciclos Fechados, resultou da investigação sobre as questões mais relevantes abrangidas por estas temáticas. Essa investigação incidiu essencialmente em pesquisas bibliográficas recorrendo a Livros, Estudos e Artigos Científicos publicados a nível internacional.

Procurou-se fazer uma abordagem que começasse por caracterizar de forma mais genérica, as questões, muito discutidas hoje em dia, relativas aos Ciclos Fechados dos produtos, resultado da extensão da Responsabilidade do Produtor aos ciclos de vida integrais dos seus produtos, para depois evoluir para a temática da Logística Inversa, cuja importância tem crescido nos últimos tempos, apresentando-a como fundamental para o fecho dos ciclos.

1.3 Estudos e desenvolvimentos efectuados

Como foi já referido atrás, no momento do início do estágio apenas haviam sido desenvolvidas algumas acções com o objectivo de reunir informação sobre a matéria relativa aos VFV. Essas acções já desenvolvidas anteriormente foram a participação num congresso mundial relacionado com a temática dos VFV, bem como a requisição de alguns estudos europeus.

Assim, o trabalho desenvolvido teve como primeiro passo a análise da informação dos *proceedings* do congresso supracitado e a sua compilação, bem como de outros estudos europeus efectuados. O passo seguinte envolveu uma componente de trabalho de campo, onde o estagiário realizou um conjunto de entrevistas aos diversos operadores envolvidos no processamento de VFV, que foram fundamentais na percepção da realidade actual nacional.

Entre as tarefas desenvolvidas estão também outras acções de recolha de informação como pesquisas bibliográficas, consulta de diversos estudos europeus, coordenação do desenvolvimento do *site* que serviu de suporte ao projecto e redacção dos seus textos, e por fim a redacção do Livro Técnico sob o título "Processamento Integrado de VFV" editado pelo INEGI. Refira-se que apenas um Capítulo do Livro, onde se abordam questões mais técnicas das técnicas de Reciclagem, não foi desenvolvido pelo estagiário, tendo resultado do trabalho de outra colaboradora, licenciada em Engenharia do Ambiente. De resto, todos os outros Capítulos são fruto do trabalho desenvolvido no estágio, devidamente supervisionado pelo Engenheiro João Paulo Pereira.

No final do projecto o estagiário realizou ainda a apresentação do Seminário Final onde se deram a conhecer às empresas e entidades do sector as principais conclusões do estudo.

Como foi já referido, finalizado o projecto Directório VFV, dada a vontade do estagiário, e respectiva concordância por parte do INEGI, a investigação foi alargada ao âmbito dos Ciclos Fechados e da Logística Inversa.

1.4 Organização e temas abordados no relatório

A abordagem utilizada neste documento, procurou seguir uma lógica de apresentação de análise de questões mais abrangentes numa primeira fase, para depois ir progressivamente centrando essa análise em questões mais restritas e específicas.

Assim, e depois do Capítulo 1 em que se faz uma pequena introdução ao tema do estágio, aos seus objectivos, bem como às metodologias utilizadas, o Capítulo 2 aborda a temática dos Ciclos Fechados. Procura-se sobretudo explicar quais os motivos responsáveis pelo aparecimento deste tema e qual a sua importância, fazer uma introdução às questões da Cadeia de Deposição por contraposição com a Cadeia de Abastecimento, bem como fazer uma primeira análise das tarefas e dificuldades na gestão de Ciclos Fechados.

No Capítulo 3, a análise mantém-se em torno dos Ciclos Fechados, mas desta vez centrada no caso do automóvel. Neste capítulo é apresentado o ciclo do automóvel, os actores do ciclo, bem como os seus fluxos, e as dificuldades no fecho desse mesmo ciclo.

O Capítulo 4 é de carácter ainda mais específico, centrando-se a análise nas questões da Cadeia da Deposição do automóvel, mais concretamente no processamento dos VFV, na análise pormenorizada das duas actividades centrais da referida Cadeia, e na caracterização da sua situação actual em Portugal e na Europa. São também abordados assuntos como a legislação específica do sector, a Sustentabilidade dos VFV e algumas questões mais técnicas.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho realizado ao longo do estágio.

A figura 1 ilustra a lógica de abordagem dos temas dos diferentes capítulos.

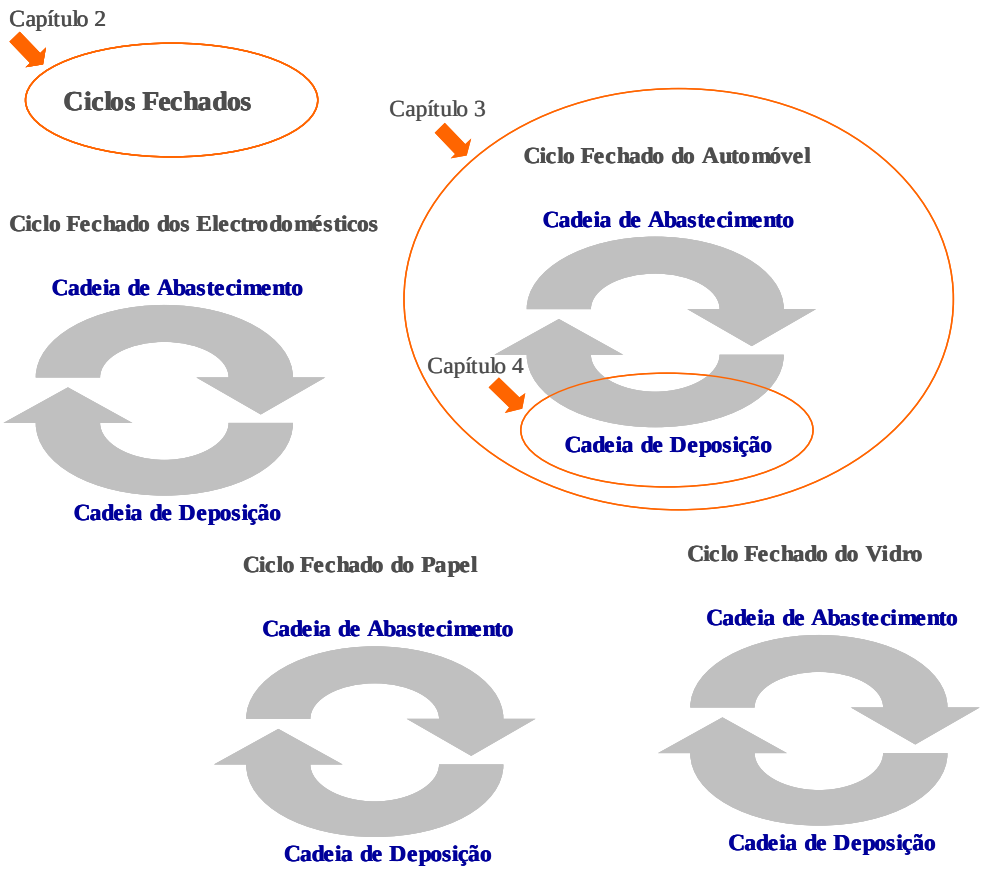

Figura 1 - Sequência dos temas abordados ao longo dos diferentes capítulos

Por motivos de síntese, o presente documento não contém de forma integral o trabalho desenvolvido no estágio relativo à questão dos VFV, sendo que o trabalho completo pode ser consultado no Livro Técnico “Processamento Integrado de Veículos em Fim de Vida”, que acompanha este documento.

2. Cadeias em Ciclo Fechado

2.1 Das Cadeias de Abastecimento aos Ciclos Fechados

2.1.1 Introdução

As Cadeias de Abastecimento têm sofrido diversas alterações ao longo da última década, umas vezes como reflexo das tendências verificadas ao nível de outros factores, que estão directa ou indirectamente relacionados com as cadeias em si, como factores económicos e sociais, e outras vezes devido a inovações e desenvolvimentos introduzidos nos seus processos de gestão. Os grandes desenvolvimentos verificados no sector das tecnologias de informação, e o seu reconhecimento como elementos chave numa eficaz Gestão das Cadeias de Abastecimento, bem como a sua integração com os outros sectores empresariais e industriais, são exemplos de factores que impulsionaram importantes mudanças verificadas nas tipologias das Cadeias de Abastecimento e no relacionamento entre os seus diferentes actores, ao longo dos vários elos.

Entre a lista de factores que têm influenciado e contribuído para alterações ao nível das Cadeias de Abastecimento e dos relacionamentos entre diferentes elos da cadeia, podemos encontrar, sobretudo nos tempos mais recentes, as preocupações ambientais.

De facto, a preocupação com a manutenção da qualidade ambiental do planeta e as questões associadas a esta problemática, motivaram uma série de medidas e pacotes legislativos em diferentes sectores, e a vários níveis, com impactos directos e indirectos nas Cadeias de Abastecimento.

Durante demasiado tempo as questões ambientais foram negligenciadas, sem que se lhes atribuísse um papel importante no mundo empresarial e industrial. Os efeitos externos provocados pelos diferentes processos produtivos, de transporte, etc, não foram contabilizados e integrados no respectivo preço dos produtos. Entretanto, com o forte desenvolvimento e progresso dos anos 70, surgiu a percepção e a consciência da necessidade da imposição de limites ao crescimento. Progressivamente o Homem foi-se apercebendo da necessidade de proteger o seu mundo do consumo excessivo e descontrolado dos seus recursos, desde logo devido à condição de finito de muitos deles, mas também porque alguns recursos são consumidos a velocidades superiores àquelas a que a Natureza os consegue disponibilizar de novo.

Assim, desde esse momento, foram sendo publicados em vários países, diversos diplomas e pacotes legislativos no sentido de procurar combater e resolver vários problemas ambientais, e de encaminhar a sociedade em geral para um conjunto de comportamentos amigos do ambiente. Grande parte destas alterações legislativas teve forte impacto ao nível do mundo empresarial e industrial, pois é inquestionável o envolvimento e responsabilidade destes sectores nas problemáticas ambientais com as quais o mundo se debate.

Pelo meio, a sociedade em geral foi assimilando uma consciência ambiental que não detinha, e além de contribuir também com a sua quota-parte para o combate aos problemas ambientais por si gerados, contribuiu também para o aumento da competitividade ao nível da oferta de produtos amigos do ambiente, e da focagem do marketing dos produtos e das empresas em aspectos e questões ligados ao ambiente.

Em virtude de todos estes factores e do contínuo crescimento e progresso verificado desde os anos 70, soluções como a simples deposição de resíduos e desperdícios em determinados locais pré-definidos, ou a sua dispersão em água ou ar, deixaram de ser consideradas como aceitáveis e válidas. O Homem percebeu então que não podia continuar apenas a organizar a produção industrial de bens e produtos, e a deixar a decomposição dos seus resíduos à Natureza, mas que havia a necessidade de integrar uma nova fase nos ciclos dos produtos, de modo a procurar completar o mais possível cada ciclo respectivo.

2.1.2 Cadeia de Abastecimento e Cadeia de Deposição: Ciclos Fechados

Foram várias as alterações legislativas promovidas até ao momento, que visam a responsabilização do produtor pelos ciclos de vida dos seus produtos, de modo a que as empresas alarguem os seus sistemas de gestão às questões ambientais. O objectivo principal é que a gestão dos diversos resíduos gerados pelo Homem, deixe de ser uma tarefa da exclusiva responsabilidade do Estado e assuma uma dimensão empresarial.

Como consequência, a Gestão das Cadeias de Abastecimento deixa assim de limitar a sua preocupação ao fluxo no sentido normal dos seus produtos. O fluxo inverso ganha uma nova dimensão e importância, exigindo-se a extensão das Cadeias de Abastecimento para Ciclos Fechados e devendo a Gestão das Cadeias de Abastecimento passar a integrar os conceitos da Logística Inversa. O objectivo deverá passar pela optimização não só dos fluxos no sentido normal, mas também no sentido inverso, procurando-se idealmente a extensão das Cadeias de Abastecimento para Ciclos Fechados, evoluindo-se de uma lógica de Gestão de Cadeia de Abastecimento para a Gestão de Ciclos de Fechados. Com esta nova abordagem mais integral ao ciclo de vida dos produtos, as Cadeias de Deposição, que englobam os actores responsáveis pelas actividades de Logística Inversa necessárias para assegurar os fluxos inversos, começam a receber a importância devida, procurando-se a sua integração com a Cadeia de Abastecimento e o estabelecimento dos Ciclos Fechados.

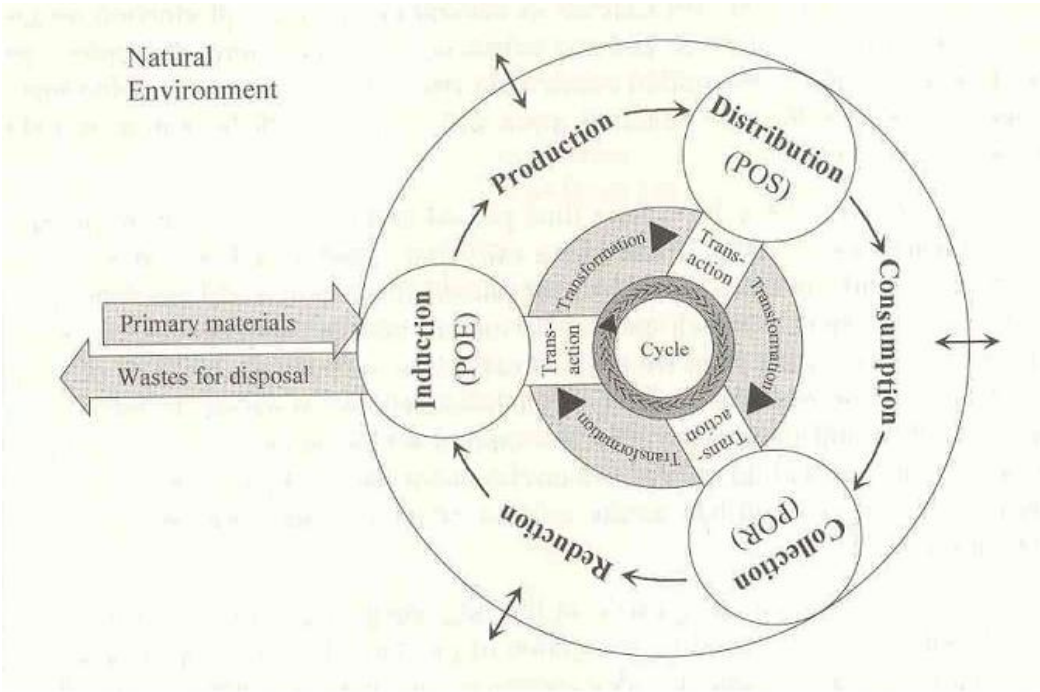

Figura 2 - Modelo de Ciclo Fechado de um material (H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, 2003)

A definição da filosofia do Desenvolvimento Sustentável como uma linha e um princípio orientadores na prossecução do desenvolvimento humano, e das suas envolventes tecnológicas, industriais, empresariais, e demais dimensões, é desde logo um dos principais factores que motivam a inclusão da Cadeia de Deposição no ciclo de vida dos produtos, e a consequente extensão das Cadeias de Abastecimento aos Ciclos Fechados.

Apesar da implementação de Ciclos Fechados como o ilustrado na figura 2, ser um importante passo na minimização dos estragos causados no Ambiente pelo Homem, tal não significa necessariamente que tais impactos negativos estejam já na sua globalidade a ser considerados nos ciclos de cada produto. O fecho dos ciclos não significa que deixe de existir impacto ambiental negativo ao longo das suas diferentes fases e etapas, ou que este passe a estar devidamente contabilizado e controlado. De facto, do ponto de vista ambiental seria importante medir e considerar o impacto causado quer pela Cadeia de Abastecimento, quer pela Cadeia de Deposição. Só estabelecendo uma ligação entre as Cadeias de Abastecimento em Ciclo Fechado e as Cadeias Ambientais, e medindo o impacto que as acções a implementar no âmbito da Gestão dos Ciclos Fechados causam na Cadeia Ambiental é que se poderia falar em verdadeira optimização dos ciclos completos. A adição da componente de impacto ambiental à Gestão das Cadeias em Ciclo Fechado, tem no entanto, como consequência um aumento da complexidade da tarefa de optimização de gestão da cadeia. Um exemplo é a decisão de centralizar determinados fluxos de produtos num armazém central de distribuição, que apesar de poder representar uma optimização dos processos logísticos associados, representa por outro lado um aumento no impacto negativo no Ambiente, motivado pelo maior número de emissões resultantes do maior número de transportes necessários.

A gestão de ciclos verdadeira e inteiramente fechados num sentido lato, considerando o Ambiente como parte desses ciclos, obrigaria a este tipo de raciocínios, e de *trade-offs* entre os ganhos em termos de eficiência dos processos logísticos e os seus impactos no Ambiente. A figura 3 mostra as ligações entre as Cadeias em Ciclo Fechado e as Cadeias Ambientais.

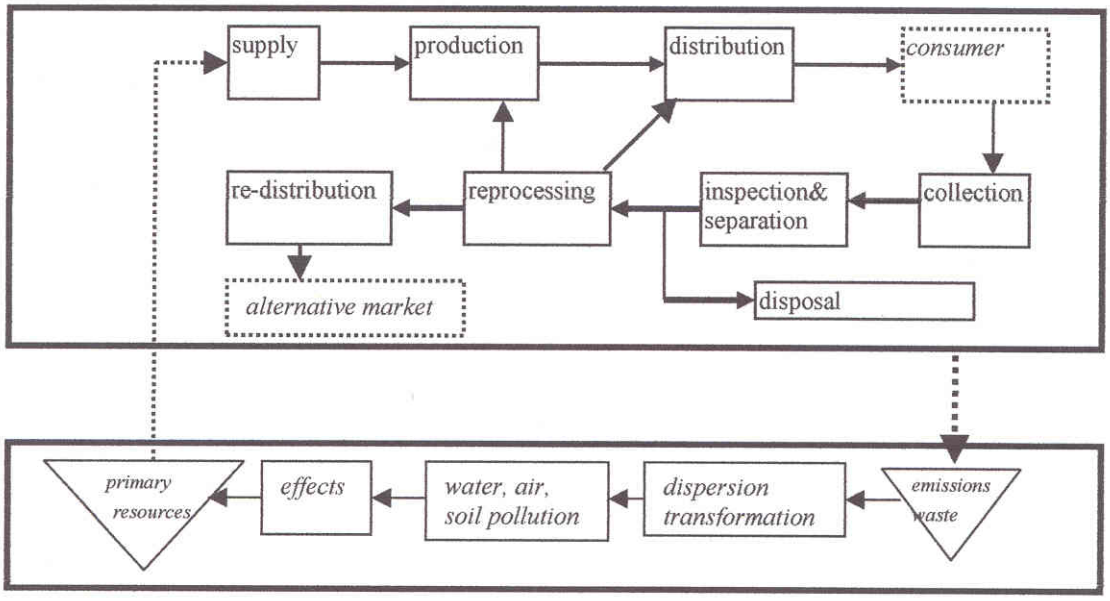

Figura 3 – Relação entre a Cadeia em Ciclo Fechado e a Cadeia Ambiental (H. Krikke, J. Ruwaard, L. Van Wassenhove, 2001)

Torna-se necessária, dada a questão apresentada e a relação entre as Cadeias em Ciclo Fechado e a Cadeia Ambiental, alguma reflexão e análise caso a caso, sob pena de no desejo incontrolado de se procurar reciclar e recuperar os produtos usados pelo Homem e de se atingir o fecho dos ciclos, se estar a causar um ainda maior impacto negativo no Ambiente com os processos associados a essas recuperações e reciclagens necessárias para o fecho dos ciclos.

2.1.3 Cadeias em Ciclo Fechado

Os vários processos de gestão das empresas geralmente dizem respeito a pequenas fracções das suas complicadas redes de transacções e transformações dos seus produtos. A Gestão das Cadeias de Abastecimento é um exemplo dessa realidade, uma vez que se preocupa apenas com uma parte do ciclo de vida dos produtos, tendo como principais tarefas a coordenação da produção, transportes e armazenamento e ainda as relações de colaboração entre os elos da cadeia a jusante e a montante.

Numa abordagem de Ciclo Fechado, a gestão dos fluxos também diz respeito a transformações e transacções ao longo de um determinado percurso, seja de materiais, de produtos inteiros ou de seus desperdícios ou resíduos. A extensão das Cadeias de

Abastecimento a Ciclos Fechados, como já foi demonstrado, pode ser encarada como uma matéria da Gestão Ambiental no âmbito dos sistemas de fluxos circulares.

A figura 4 mostra um modelo circular para um Ciclo Fechado com dois níveis (H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, 2003), que procura representar as modificações necessárias a um sistema de fluxos normal para o estabelecimento de Ciclos Fechados. Tais modificações fazem-se sentir desde logo, ao nível da entrada de novos actores no ciclo, ao nível dos processos de transformação e das transacções, e das relações entre os diferentes elos do ciclo.

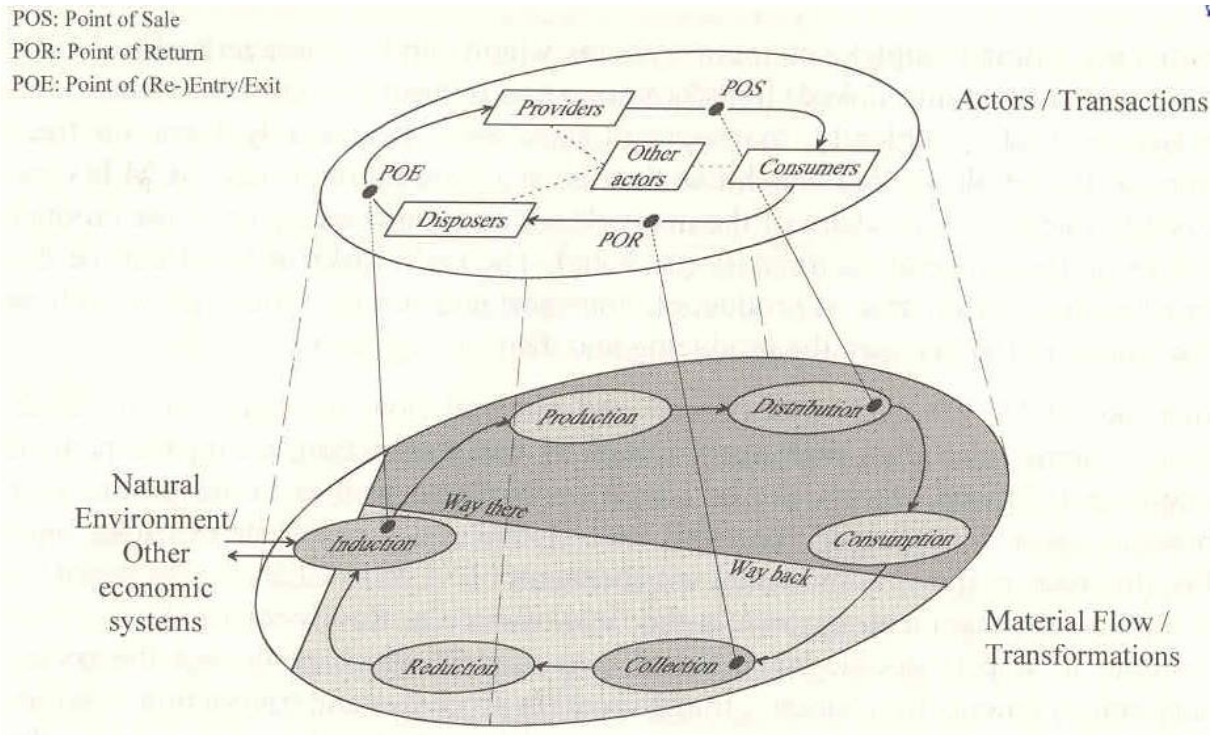

Figura 4 – Modelo de Ciclo Fechado (H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, 2003)

A imagem relativa ao nível superior apresenta as três categorias principais de Actores de um Ciclo Fechado de um produto, e as transacções que se verificam entre estes ao longo do ciclo. Os três momentos de transacções do ciclo identificados na figura 1 em 2.1.1, na análise do modelo de Ciclos Fechados, estão também representados, nomeadamente o POS (*Point of Sale*), o POR (*Point of Return*) e o POE (*Point of Re-entry* ou *Exit* consoante o caso).

Fases dos Ciclos Fechados

O nível inferior da figura 4 ilustra o fluxo de materiais nos Ciclos Fechados de uma forma mais pormenorizada, identificando 6 fases de transformação diferentes, respectivamente, Produção, Distribuição, Consumo, Recolha, Redução e Indução.

O ciclo inicia-se na fase de Produção, momento em que, através de vários processos de transformação, as matérias-primas com origem no meio natural exclusivamente, ou em conjunto com outros produtos preliminares de outros ciclos, dão origem aos produtos finais. A grande maioria dos produtos não é usada e consumida na própria fase de Produção em si, pelo que avançam para a fase de Distribuição, responsável pela sua disponibilização aos consumidores. Finalmente, na fase de Consumo, os produtos são usados e consumidos, salientando-se o facto de que no fim desta fase os produtos pela primeira vez no seu ciclo, perdem valor, passando a ser considerados desperdícios ou resíduos.

As três fases descritas até ao momento, podem ser consideradas como o *"way there"*, o sentido normal dos fluxos, desde o produtor até ao consumidor. A Gestão das Cadeias de Abastecimento situa a sua intervenção entre a Produção e a Distribuição, deixando no entanto, de fora a fase do Consumo dos produtos.

As três fases seguintes poderão ser descritas como sendo o *"way back"*, e são responsáveis pelos fluxos de retorno dos produtos, partes destes, ou dos seus materiais até ao ponto de origem. A fase de Recolha, trata da recolha e transporte dos desperdícios, resíduos ou inclusive dos produtos em fim de vida, desde os consumidores até locais próprios para o seu tratamento ou processamento. Nesta fase, designada na figura 4 por fase de Redução, e nos respectivos locais próprios procede-se então ao seu tratamento e conversão em matérias-primas secundárias, ou em substâncias menos poluentes e perigosas para o ambiente. Tal como na fase da Produção, pode-se considerar a fase da Redução como sendo a responsável pelo acréscimo de valor do objecto no ciclo. Por fim, na fase de Indução as matérias-primas secundárias ou os materiais recuperados na fase anterior são novamente introduzidos no ciclo, nomeadamente na fase de Produção, concluindo-se deste modo o Ciclo Fechado. Esta fase inclui também, a deposição de eventuais materiais não recuperáveis, ou das substâncias cujo perigo para o ambiente foi diminuído na fase de Redução, em depósitos de aterro, e ainda eventuais introduções de materiais ou matérias-primas recuperadas noutros ciclos ou sistemas económicos.

A Gestão das Cadeias de Abastecimento de um modo geral não se preocupa com o fluxo inverso dos produtos, o *"way back"* como foi atrás designado. Pelo menos, não o faz de uma forma abrangente centrando apenas as preocupações nos fluxos de retorno por motivos de garantias ou manutenção. Assim, uma abordagem dos ciclos de vida dos produtos mais enquadrada com as questões ambientais, implica necessariamente uma visão de Ciclo

Fechado, e uma extensão da Gestão da Cadeia de Abastecimento à Gestão de Ciclo Fechado, incluindo nas suas preocupações as questões relativas à recolha, redução e indução, integrando os processos correspondentes relativos à Logística Inversa e à Cadeia de Deposição.

Observando a figura 4, em termos de fases de um Ciclo Fechado, podemos distinguir dois conjuntos distintos. Um primeiro conjunto onde se incluem as fases de Produção, Consumo e Redução, e que podem ser considerados como fases de transformação de materiais, e um segundo conjunto que inclui as fases de Distribuição, Recolha e Indução, responsáveis por alterações dos produtos em termos da sua localização no espaço e no tempo. Este segundo conjunto de fases engloba os processos de Logística e Logística Inversa, processos imprescindíveis ao longo da sequência do Ciclo Fechado, mais concretamente no papel que desempenham de disponibilização do objecto do ciclo aos elos seguintes.

De facto, tanto no sentido de fluxo normal, como no sentido inverso, as transformações espaço-temporais são fundamentais pelo simples facto de que diferentes actores processam as transformações materiais, em diferentes momentos no tempo e em diferentes locais.

Actores dos Ciclos Fechados

Segundo H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, (2003), observando de novo o nível superior da imagem da figura 4, podemos ver representados de uma forma muito simplificada, os diferentes tipos de actores envolvidos. Os *Providers* ou Fornecedores, responsáveis pela disponibilização do produto aos consumidores (produtores, armazenistas, retalhistas, ou empresas de serviços logísticos), os Consumidores, que utilizam, beneficiam do produto final, e por fim os *Disposers* ou Operadores de Valorização, responsáveis pela recolha, transporte, tratamento e processamento dos desperdícios e produtos em fim de vida. Existem outros actores com intervenção indirecta nos Ciclo Fechados e nos seus fluxos, como é o caso do Estado e mais concretamente da legislação que publica e faz respeitar, que pode intervir no fluxo circular de materiais.

A participação de cada um destes actores no ciclo não é necessariamente estanque de uma fase para outra, variando a sua responsabilidade caso a caso. Assim, por exemplo, os consumidores em muitos casos não se limitam a consumir ou utilizar o produto, fazendo parte

também da Distribuição (ao transportarem o produto desde a loja até casa), ou da Recolha (no caso das garrafas deitando-as depois de usadas nos vidrões).

Tal situação tem como natural reflexo variações ao nível da localização dos pontos de transacção entre os diferentes actores. Os pontos de transacção não devem ser considerados como o fim de uma determinada fase e o início de outra, podendo apenas ser localizados como estando no meio de uma fase específica do Ciclo Fechado. Assim no caso do POS (*Point of Sale*), pode-se afirmar que este se encontra algures na fase de Distribuição e diz respeito ao ponto em que o controlo do produto passa dos Fornecedores para os Consumidores. A fase espaço-temporal Distribuição recebe deste modo intervenções de dois tipos de actores diferentes, cada um responsável pelo produto até um certo ponto no meio dessa fase.

Do mesmo modo o POR (*Point of Return*) pode ser descrito como o momento da transacção entre o consumidor e o operador de deposição, que acontecerá algures no meio da fase de Recolha. Na realidade tanto os consumidores como os operadores de deposição participam no processo de recolha, variando de produto para produto o momento em que este passa do consumidor para o operador de deposição.

Por fim, temos o POE (*Point of Re-entry* ou *exit*), que está incluído na fase de Indução, e que corresponde ao momento em que os materiais secundários passam dos operadores de deposição para os *Providers*, ou os desperdícios são enviados para o meio natural (H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, 2003).

2.1.4 Gestão de Ciclos Fechados – tarefas, dificuldades e *gaps*

A implementação de Ciclos Fechados é uma tarefa complicada, desde logo porque a sua gestão envolve um leque muito abrangente de tarefas, tendo sob a sua responsabilidade a gestão dos dois fluxos, o normal e o inverso. Algumas das suas tarefas podem ser induzidas directamente das tarefas da Gestão das Cadeias de Abastecimento, como por exemplo, a tomada de decisão sobre as quantidades a recolher e converter, e a coordenação entre os transportes e as quantidades armazenadas nos diferentes elos da cadeia.

A decisão necessária na Gestão da Cadeia de Abastecimento, por exemplo, sobre se um produtor deverá distribuir os seus produtos por si, ou se deverá recorrer a armazenistas, retalhistas, etc, encontra correspondência nos fluxos inversos. De facto, no "*way back*" colocam-se questões análogas, como quem deverá ser responsável pela recolha dos produtos

usados, se o produtor em si, se um sistema conjunto criado por diferentes produtores, gerido normalmente por empresas independentes, por exemplo.

As questões referidas atrás são exemplos de decisões que têm de ser tomadas tanto nos processos de Gestão da Cadeia de Abastecimento, como nos fluxos inversos. No entanto, existem muitas novas tarefas e questões a resolver quando se trata de gerir Ciclos Fechados. Nas diferentes fases responsáveis pelos fluxos inversos, é possível encontrar e identificar vários *gaps*, funcionais e institucionais. Nos últimos tempos tem sido publicada legislação própria com o objectivo de ir ultrapassando estes *gaps*, e que tem de ser considerada num processo de Gestão de Ciclos Fechados.

Na fase de Recolha, um problema importante com que se debatem muitos produtores, tem a ver com a inexistência de um sistema de recolha organizado. Apesar da existência de vários diplomas legais que procuram incentivar a criação destes sistemas de recolha, acontece que nem sempre estas medidas e imposições incluem e afectam os consumidores. Um exemplo disso mesmo é o caso do sistema de reciclagem de embalagens na Alemanha, que está regulado por um diploma próprio, mas que ao deixar de fora os consumidores, deixa o sucesso da sua implementação e do atingir das taxas de reciclagem, dependentes da vontade dos consumidores (H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, 2003). Será necessária a criação de mais incentivos, (como por exemplo recolha e separação gratuitas de produtos usados) de forma a aumentar a participação dos consumidores nos Ciclos Fechados. Dependendo dos casos, a solução poderá passar também pela sua responsabilização no processo de devolução de produtos usados ou desperdícios.

A fase de Redução apresenta actualmente um *gap* importante, que se revela fundamental ultrapassar para que os Ciclos Fechados se tornem uma realidade, e que tem a ver com o desenvolvimento dos processos de transformação, reciclagem e recuperação dos materiais. Problemas como dificuldades no desmantelamento e na falta de homogeneidade dos desperdícios terão que ser ultrapassados e resolvidos através do desenvolvimento dos processos e técnicas de separação e desmantelamento. Em alguns casos tais processos e tecnologias foram já desenvolvidos e com alguma taxa de sucesso permitem resolver alguns problemas, no entanto, torna-se necessário que possam ser disponibilizados a custos mais acessíveis para as empresas. Novamente neste caso a colaboração entre as empresas

produtoras e empresas de gestão de resíduos e desperdícios pode ser uma das soluções para ultrapassar esta dificuldade. Os próprios produtores podem implementar algumas medidas que facilitem os processos de separação e reciclagem, através da identificação dos materiais constituintes dos seus produtos, ou da informação sobre os melhores processos de desmantelamento dos mesmos. Estas medidas deverão naturalmente ser decididas e planeadas em colaboração entre as empresas e empresas de gestão e aproveitamento de resíduos.

Outro *gap* identificado na gestão dos fluxos inversos, este na fase de Indução, diz respeito aos casos em que os materiais secundários se revelam menos competitivos do que as matérias-primas originais (H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, 2003). A legislação pode desempenhar aqui um papel muito importante ao impor taxas de incorporação de materiais reciclados nos produtos novos, que terão assim que ser levadas em conta num processo de Gestão de Ciclos Fechados. Tal acontece já, por exemplo, na Indústria Automóvel, onde as OEM (*Original Equipment Manufacturers*) se vêm obrigadas a incluir nos novos automóveis produzidos, uma determinada percentagem de materiais reciclados. Um obstáculo natural no fecho dos Ciclos e que vai contribuindo para a manutenção deste *gap* da fase de Indução são as empresas fornecedoras de matérias-primas, ou de materiais preliminares, que vêm na incorporação de materiais reciclados nos processos produtivos, uma real ameaça aos seus negócios. O Estado deverá desempenhar aqui um papel importante através da criação de incentivos para estes actores. Outra forma de procurar ultrapassar este *gap*, poderá passar pela criação de incentivos de forma a estimular a compra pelos consumidores de produtos reciclados, ou com elevadas taxas de incorporação de materiais reciclados.

As dificuldades no fecho dos ciclos exigem e revelam como fundamentais, medidas que promovam uma maior integração ao longo dos elos das Cadeias de Abastecimento e de Deposição. A necessidade de uma maior partilha de informação ao longo do Ciclo, bem como uma maior visibilidade dos fluxos para os diferentes actores tornam evidente o estabelecimento de relações estreitas entre os diferentes operadores e elos da cadeia.

Uma outra dificuldade associada à gestão de Ciclos Fechados tem a ver com o peso dos custos dos transportes nos custos totais operacionais. O facto de se tratarem de produtos e materiais de baixo valor, e até mesmo em alguns casos de valor negativo, associado ao facto da sua recolha ser quase sempre centralizada, releva ainda mais este facto. Nesse sentido deverão ser

procuradas formas de optimizar as fases de Recolha e as rotas para os respectivos transportes, o que poderá ser conseguido com uma maior integração da Cadeia da Deposição, e maior visibilidade entre os elos da cadeia.

Um dos principais problemas na introdução dos fluxos inversos na Gestão de Cadeia de Abastecimento e implementação dos Ciclos Fechados tem a ver com a incerteza.

Os problemas associados à incerteza afectam todos os fluxos inversos, e não apenas necessariamente aqueles que dizem respeito ao fecho das cadeias. Assim esta questão será abordada mais em detalhe na parte deste documento relativa à Logística Inversa, mais concretamente no ponto 2.2.5.

2.2 Logística Inversa

2.2.1 Definição de Logística Inversa

O *Council of Logistics Management* define a Logística como "O processo de planear, implementar e controlar o fluxo de eficiente e eficaz das matérias-primas, dos produtos em vias de fabrico e produtos finais e da respectiva informação relacionada, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo.".

A única diferença para a Logística Inversa é que esta última engloba toda estas actividades mas no sentido inverso da cadeia de abastecimento. Deste modo, o *Reverse Logistics Executive Council* define a Logística Inversa como sendo "o processo de movimentação de bens e produtos, desde o seu destino final típico até outro elo da cadeia de abastecimento, com o propósito de reaver valor ou de eliminação apropriada."

Em concreto a Logística Inversa preocupa-se com o fluxo de bens, produtos e materiais desde o seu destino final típico, os respectivos utilizadores, até à sua origem típica, os seus produtores ou distribuidores. Este fluxo inverso de bens, produtos ou materiais, desde os utilizadores até aos produtores ou distribuidores, tem geralmente como objectivo a recuperação de valor ou a sua correcta deposição.

A Logística Inversa é assim a logística dos fluxos de regresso, que tem como objectivo a recuperação dos diversos produtos de forma eficiente. Nesse sentido devem ser pensadas e projectadas estratégias de recolha eficientes, bem como processos de valorização que podem

ir desde a reutilização do produto, eventualmente sujeito a operações de limpeza e reparação, até processos de recuperação e reciclagem dos materiais dos produtos.

2.2.2 Importância da Logística Inversa

As actividades que estão relacionadas com os fluxos de regresso de produtos que atingem o seu fim de vida útil, ou que se tornam obsoletos ao longo dos elos da cadeia de abastecimento, desde os utilizadores até aos produtores, têm ganho importância nos últimos tempos.

Vários factores contribuem para este aumento da importância destas actividades, nomeadamente, a redução dos ciclos de vida económico e útil de produtos, como é o caso por exemplo dos bens de consumo electrónicos. Esta tendência de redução dos ciclos de vida dos produtos, que significa naturalmente mais produtos vendidos, logo mais produtos produzidos e consequentemente mais necessidades de matérias-primas, dá outra dimensão à necessidade de recuperação do valor destes produtos após a sua fase de utilização. A maior necessidade de recuperação de valor de produtos usados, acontece assim não só pela possibilidade de redução dos custos de produção, através da reutilização dos produtos ou do reaproveitamento das matérias-primas, como também pela condição finita de alguns recursos naturais cujo consumo urge racionar. Além da potencial poupança de matéria-prima, e a recuperação de valor, em termos económicos, as vantagens podem ainda advir da redução dos custos de deposição em aterros.

De forma indirecta, e ainda no âmbito das motivações económicas da Logística Inversa, deve ser referida a potencial melhoria das relações com os consumidores, através do estabelecimento de programas vantajosos associados à devolução de produtos usados.

Um outro factor directamente relacionado com este aumento da importância da Logística Inversa tem a ver com as crescentes preocupações ambientais da sociedade em geral, aliada às graves consequências ambientais que o abandono de alguns produtos sem a sua correcta deposição, pode significar. A importância das questões ambientais foi já atrás mencionada no ponto 2.1.1 quando se referiu o papel preponderante que desempenham na contribuição para o fecho dos ciclos dos produtos.

Os consumidores além de exigirem produtos limpos e recicláveis, fruto da maior consciência ambiental que detêm agora, passaram a exigir também direitos mais protegidos em relação a devoluções. O aumento das vendas por comércio electrónico, é também outro factor que

contribuiu bastante para a maior atenção dada às actividades de Logística Inversa, devido a necessidade de oferta de políticas de devoluções mais liberais que permitam criar confiança com os consumidores.

Segundo M. de Brito et al. (2003), de uma forma resumida podem ser considerados como 3 os principais motivos responsáveis pelo aumento da importância da Logística Inversa: Legislação, Razões Económicas e Responsabilidade Social. De facto, alguns actores foram obrigados a preocupar-se com os fluxos de regresso dos seus bens – Legislação. Outros, por outro lado, fazem-no atraídos pelo seu valor a recuperar – Razões Económicas. Por fim, outros ainda, fazem-no porque se sentem socialmente obrigados a isso – Responsabilidade Social.

A figura 5 ilustra o triângulo das motivações principais da Logística Inversa, sendo de referir no entanto, que nem sempre é fácil estabelecer tais fronteiras entre os motivos.

Figura 5 – Triângulo das motivações da Logística Inversa (adaptado de M. de Brito, R. Dekker, 2003)

2.2.3 Actividades de Logística Inversa

A Logística Inversa diz respeito às actividades envolvidas no fluxo de regresso dos produtos e embalagens depois do seu fim de vida útil, desde o utilizador final até ao produtor, mas

também às actividades de devoluções internas e externas de defeituosos ou produtos não vendidos entre os diversos elos da cadeia. Todos os processos que uma empresa usa para recolher embalagens ou produtos usados, avariados, defeituosos, excessos de stock ou fora de validade, desde o utilizador final ou revendedor até ao produtor, podem ser consideradas actividades de Logística Inversa. Assim, qualquer actividade que se ocupe do fluxo de produtos no sentido inverso entre quaisquer elos da cadeia de abastecimento constitui uma actividade de Logística Inversa.

Refira-se no entanto, que nem todas as actividades logísticas que se preocupam com recuperação de valor, redução de custos ou redução do impacto ambiental, se podem considerar como actividades de Logística Inversa. Acções de redesenho de embalagens com o objectivo de reduzir o material utilizado ou que visem a redução da poluição provocada pelos transportes, enquadram-se mais na definição de Logística "Verde". Apenas quando se verificam fluxos inversos de bens, produtos ou materiais podemos dizer que se tratam de actividades de Logística Inversa.

Dependendo do tipo de produto devolvido pelo utilizador ou revendedor, as empresas têm várias alternativas para o seu reencaminhamento. Assim, se por exemplo, o produto ou embalagem devolvido der direito a um reembolso, a empresa optará certamente pela sua devolução ao fornecedor em causa. Se por outro lado, o produto não tiver sido utilizado, pode ser reencaminhado para outros canais de distribuição, como por exemplo um cliente diferente ou uma loja *outlet*. No caso do produto não ter qualidade suficiente para ser reencaminhado para uma das opções referidas, pode ser vendido a empresas de salvados que os exportem para mercados estrangeiros menos exigentes.

Outra situação que se pode verificar tem a ver com a possibilidade do produto em causa, não apresentar qualidade suficiente para ser utilizado da forma como está, mas estar em condições de ser sujeito a diversas operações que o tornem de novo susceptível de uma utilização. Operações de reparação, recondicionamento ou de limpeza são utilizadas em alguns produtos, que através destes processos ficam de novo em condições de serem revendidos ou reutilizados, mas nunca como sendo produtos novos (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Em grande parte dos casos, os produtos, quer sejam defeituosos devolvidos pelos utilizadores ou pelos revendedores, quer sejam produtos já utilizados, não podem ser recuperados nem mesmo através de operações de recondicionamento para novas utilizações. Isto pode acontecer devido a restrições ambientais e legais, ou devido às más condições dos produtos ou embalagens em causa. Nestes casos as empresas deverão proceder ao seu correcto reencaminhamento ou deposição em aterro, procurando naturalmente minimizar os custos de tal operação. Se entre os seus produtos ou embalagens se encontrarem materiais com valor ou outros susceptíveis de serem enviados para reciclagem, em princípio estes serão removidos, procurando-se assim reduzir o volume e peso das partes a enviar para aterro.

No caso das embalagens, caixas, pacotes e outros materiais de embalagem e transporte, de uma forma genérica, quando estes são devolvidos a uma empresa, voltam a ser utilizados. Na Europa, a legislação obriga as empresas a recolher as embalagens e outros materiais de transporte utilizados para os seus produtos, pelo que, com o objectivo de reduzir custos, estas tentam reutilizar estes materiais o máximo possível, e até recolhendo-os mesmo depois de estes não serem mais utilizáveis, para aproveitamento do material.

No quadro da Figura 6 estão descritos os vários tipos de actividades de Logística Inversa, respectivamente para produtos e para materiais de embalagem e transporte.

A preocupação da Logística Inversa deverá ser gerir de forma eficiente estas actividades, assegurando os fluxos de produtos até aos elos da cadeia onde estes podem ser reprocessados, reutilizados ou recuperados.

	Actividades de Logística Inversa
Produtos	Devolução ao Fornecedor Revenda Venda via outros canais de distribuição Salvados Recondicionamento para Reutilização Renovação para Reutilização Reciclagem Deposição em Aterro
Embalagens e Transporte	Reutilização Renovação Reciclagem Salvados

Figura 6 – Actividades típicas de Logística Inversa (adaptado de D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999)

2.2.4 Gestão dos fluxos de retorno

A gestão dos fluxos inversos encontra, para algumas tarefas, correspondência na gestão dos fluxos normais, aproveitando-se assim alguns dos pressupostos nos quais se baseiam as tomadas de decisão em relação a essas questões comuns. Existem ainda assim muitas outras questões novas levantadas num processo de gestão de fluxos inversos que importa abordar e perceber. A forma como as empresas lidam com os fluxos de retorno dos produtos e fazem a sua gestão pode ser, como é natural, alvo de diferentes estratégias e respectivas estruturas. No entanto, é possível distinguir um conjunto de factores decisivos que contribuem para uma gestão de fluxos de retorno eficiente, que podem ser considerados genéricos para a globalidade das empresas.

2.2.4.1 Ponto de Entrada

Desde logo, o ponto de entrada dos produtos no fluxo inverso revela-se como um dos factores decisivos, uma vez que corresponde ao momento da primeira decisão, da primeira classificação e respectiva triagem dos produtos devolvidos.

O destino a dar ao produto deverá ser decidido aqui neste ponto onde o cliente o vem devolver, devendo o pessoal dos pontos de venda estar preparado para efectuar uma primeira análise ao produto devolvido, e decidir se se trata efectivamente de um produto defeituoso ou de um produto que é considerado defeituoso pelo cliente devido ao facto deste não ter percebido como o deve utilizar, ou ainda simplesmente de uma tentativa de abuso por parte do cliente.

De facto, acontece frequentemente que, as empresas, na tentativa de implementarem políticas de devoluções de produtos liberais, que lhes garantam bons níveis de serviço ao cliente e a sua respectiva satisfação, sejam elas próprias vítimas de abuso por parte dos seus clientes. Estas políticas liberais de devoluções que procuram transmitir de certa forma a ideia de que o risco associado está do lado de quem vende, poderão ter efeitos muito positivos na estratégia de marketing e vendas da empresa, mas do mesmo modo, podem representar problemas para os retalhistas (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Um contributo importante para que desde o início a gestão do fluxo inverso seja feita de forma eficiente, poderá passar pela implementação de sistemas de informação associados a sistemas de incentivo por parte dos produtores aos retalhistas, no sentido de que estes passem a registar todos os produtos vendidos. A Nintendo optou por esta solução e passou a poder determinar facilmente se o produto estava dentro da garantia e se tinha sido devolvido dentro da janela temporal prevista para tal. Para agilizarem o processo, desenvolveram uma embalagem especial com uma janela que permitia a leitura óptica do código de barras, que rapidamente permitia armazenar numa base de dados um conjunto de informações sobre o produto que, num eventual momento de devolução era consultada pela Nintendo e ajudava a tomar a decisão sobre o destino a dar ao produto. Os efeitos positivos desta medida foram quantificados pela Nintendo como tendo representado uma queda de 80% nas taxas de devolução (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

No entanto, esta solução poderá ser considerada muito dispendiosa e inadequada para muitos produtos e retalhistas, pelo que nestes casos se deverá promover o treino e a formação do pessoal das vendas de forma a garantir uma redução nas tomadas de decisão erróneas. Será

por exemplo fundamental, procurar reduzir a responsabilidade da tomada de decisão, uma vez que este facto origina muitas vezes que os produtos sejam enviados para pontos e elos da cadeia posteriores, apenas numa tentativa de passar a responsabilidade da decisão para outros.

2.2.4.2 Tempo de ciclo de deposição

Uma eficiente gestão das actividades de logística inversa será incontornavelmente caracterizada por um curto tempo de disposição dos produtos devolvidos, tempo que medeia entre a devolução do produto pelo cliente e pelo último destino que este recebe.

Um dos problemas que as empresas enfrentam na redução do tempo de ciclo de disposição, está relacionada com a questão da responsabilidade da decisão sobre o destino a dar ao produto. Tipicamente, se não existirem regras claras e bem definidas relativas ao processo de decisão, o pessoal que recebe os produtos devolvidos pelos clientes, tenderá a defender-se e a passar a responsabilidade para o estágio seguinte da cadeia, protelando a decisão por mais algum tempo.

2.2.4.3 Sistemas de Informação de Logística Inversa

Se nas Cadeias de Abastecimento a implementação de sistemas de informação para gerir e transmitir várias informações ao longo da cadeia, é já uma realidade, o mesmo não se pode dizer no que diz respeito aos fluxos inversos. Isto acontece desde logo pela escassez de soluções específicas no mercado.

No entanto, além da falta de soluções que o mercado oferece actualmente, acresce que a automatização dos processos de logística inversa é complicada devido às inúmeras excepções dos processos envolvidos.

A solução poderá passar pela utilização de sistemas mistos, em parte manuais e em parte sistematizados e computorizados. Num inquérito levado a cabo pelo *Reverse Logistics Executive Council* (RLEC), com objectivo de perceber a situação da Logística Inversa nos EUA, foi revelado um interessante sistema implementado por uma das empresas inquiridas. Para atingir uma redução nos seus tempos de ciclo de deposição e melhorar a gestão dos seus fluxos inversos, esta empresa desenvolveu um sistema manual em conjunto com um respectivo sistema informático. O sistema passava pela utilização de autocolantes de três cores diferentes, que o pessoal devidamente formado e treinado para o efeito e de acordo com um conjunto claro de regras de decisão, vai colando nos produtos devolvidos. A cada côr

corresponde um destino diferente que deve ser dado ao produto devolvido. Um autocolante amarelo significa que o item deve ser devolvido ao vendedor, enquanto que um verde significa que deve ser colocado na palete dos salvados. Se por outro lado o autocolante for vermelho então a indicação é que se trata de uma excepção e necessita de mais investigação para perceber qual a solução e destino final. O sucesso na redução dos tempos de ciclo de deposição através do recurso a este sistema, tem essencialmente a ver com o facto da decisão de deposição ser tomada pelo sistema e não depender de decisões individuais.

Com a implementação deste sistema a empresa em causa pôde ainda passar a deter maior visibilidade sobre o percurso dos seus produtos ao longo do fluxo inverso. A informação reunida permite também um melhor controlo dos tempos de ciclo de deposição, uma melhor avaliação da performance dos seus vendedores e coloca a empresa em melhores condições no momento de negociar com os seus fornecedores (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

2.2.4.4 Centrais de Devoluções

A medida mais arriscada na prossecução de uma eficiente gestão dos fluxos inversos é a criação e instalação de uma Central de Devoluções que permita centralizar todos os processos de devolução dos produtos. A redução dos tempos de ciclo de deposição parece no entanto, não ser totalmente evidente numa solução deste tipo, pois todos os produtos são obrigatoriamente transportados para a Central. No referido inquérito levado a cabo pelo RLEC, todas as empresas que optaram por este tipo de processo conseguiram ganhos de eficiência e redução dos tempos de ciclo deposição. No entanto, tal facto não poderá também ser alheado da circunstância deste tipo de solução estar aliada a uma maior organização de todo o processo global, bem como, à implementação de sistemas de informação e à imposição de regras claras de decisão.

O processo passa por fazer com que todos os produtos devolvidos sejam necessariamente enviados para a Central de Devoluções, local onde são depois separados, escolhidos e despachados para os seus destinos respectivos.

Uma grande vantagem que ressalta desde logo é a possibilidade de se criarem volumes elevados para cada um dos fluxos de destino, o que permite agregação de cargas e ganhos nos custos de transporte. Outra vantagem tem a ver com melhorias de eficiência ao nível da escolha e decisão dos destinos finais a dar a cada produto devolvido, em virtude dos colaboradores da Central ganharem competências específicas no processo e experiência acumulada. O facto da decisão sobre o produto devolvido deixar de ser tomada localmente em

cada loja, permite uniformizar critérios de decisão, bem como ultrapassar o problema de possíveis falta de formação, ou preocupação por parte do pessoal das lojas. A sistematização das tarefas nas Centrais de Devolução permite ainda que os erros sejam mais facilmente identificados e evitados.

A instalação de Centrais de Devolução permite ainda libertar espaço das lojas, uma vez que nesse caso os produtos devolvidos são sempre enviados para as Centrais, em vez de se acumularem à espera de uma decisão sobre o seu destino, como acontece muitas vezes.

Em relação aos custos de transporte, por um lado, o facto da empresa agregar os produtos e de assim movimentar menos caixas e mais paletes contribui para a sua redução, mas por outro lado, a obrigatoriedade de que todos os produtos devolvidos tenham que passar pela Central de Devoluções, faz com que por exemplo produtos que vão ser destruídos tenham que ser manuseados e transportados com as evidentes desvantagens que isso representa. No entanto, no balanço final parecem ser maiores as vantagens do que as desvantagens da utilização de Centrais de Devoluções, em termos de custos de transportes (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Outro factor importante que pode ser melhorado com o recurso a Centrais de Devolução é o Serviço a Clientes. Isto acontece, não só pela maior velocidade esperada na resolução de problemas relacionados com a devolução de um determinado produto, mas também devido ao facto da consolidação e sistematização das devoluções permitir ao produtor uma melhor percepção da evolução das devoluções. Esta maior visibilidade poderá, caso seja necessário, resultar em medidas excepcionais para problemas mais genéricos ou sistemáticos que sejam detectados em relação a alguns produtos devolvidos. Um bom exemplo das vantagens desta maior visibilidade, e que está relacionado também com os níveis de serviço ao cliente, é a detecção de eventuais falhas de qualidade em alguns produtos. O facto das devoluções serem processadas de forma centralizada, e consequentemente desta informação se encontrar agrupada, permite construir uma base de dados com as razões das devoluções, o que faz sobressair mais facilmente falhas sistemáticas de alguns produtos e conduzir desta forma a uma solução mais rápida e menos incómoda para o produtor, o retalhista e naturalmente para o cliente (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Por último, refira-se ainda que apesar de ser possível que um Centro de Distribuição assuma também os processos de gestão dos fluxos inversos, tal situação poderá não resultar muito eficiente. Isso acontecerá não tanto por não ser na prática possível juntar a gestão dos fluxos nos dois sentidos num mesmo espaço físico, mas principalmente por uma questão de prioridades. De facto, numa situação em que se tenha que decidir entre a alocação de recursos

ou para o fluxo no sentido normal da cadeia ou para o sentido inverso, é de acreditar que a preferência e a prioridade seja dada aos fluxos no sentido da distribuição, pois essa é a sua primeira vocação e função, distribuir produtos e bens para os elos da cadeia seguintes (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

2.2.4.5 Zero Devoluções

No relacionamento entre produtores, distribuidores e retalhistas, uma das políticas de fluxos de retorno possíveis, passa pela proibição de devoluções de produtos para os elos da cadeia a montante. Dependendo do produto em causa e do acordo estabelecido com o fornecedor, o retalhista ou distribuidor decide qual o melhor destino que lhe deve dar, seja a sua destruição ou outro tipo qualquer de deposição. Como compensação, o fornecedor faz um desconto ao seu distribuidor ou retalhista, no valor dos produtos devolvidos, a ser aplicado numa próxima encomenda (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Este tipo de política, no entanto, está sempre muito dependente das relações de forças existentes ao longo dos elos da cadeia. Assim, dado o elevado poder que as grandes superfícies de retalho detêm nas cadeias de abastecimento de diferentes produtos, torna-se complicado para os produtores ou distribuidores estabelecer uma política do tipo “zero devoluções”. De facto, se um determinado produtor estabelece por exemplo uma certa taxa de devoluções aceitáveis, o grande retalhista apenas aceitaria essa taxa, se a taxa efectiva de devoluções fosse abaixo da estabelecida pelo produtor. A diferença entre essas taxas seria vista pelo grande retalhista como um desconto em encomendas seguintes a esse produtor. No entanto, se a taxa de devoluções efectiva fosse superior ao valor estabelecido pelo produtor, dificilmente o grande retalhista permitiria que o produtor lhe desse crédito apenas pelo valor percentual estabelecido.

D. Rogers e R. Tibben-Lembke (1999), consideram que a política de “zero devoluções” representa um menor risco para os retalhistas do que para os produtores, a que acresce o facto da dificuldade dos produtores em controlar a deposição dos seus produtos. De facto, com a adopção deste tipo de programas existe o inconveniente do possível aparecimento dos produtos devolvidos, em canais alternativos, como “Lojas dos 300”, ou outros mercados do género, dado o menor controlo dos produtores nos fluxos de retorno dos seus produtos. Como

grande vantagem surge a libertação dos canais e elos da cadeia de abastecimento, que se ocupam assim exclusivamente dos fluxos normais dos produtos.

2.2.5 Dificuldades de Previsão na Logística Inversa

A incorporação dos fluxos de retorno na temática da Gestão das Cadeias de Abastecimento é uma tarefa que não se apresenta livre de dificuldades. Desde logo, pela introdução das incertezas que o comportamento dos consumidores representa em termos de qualidade, quantidade, e *timing* das devoluções dos produtos, sejam eles usados, avariados, ou em fim de vida. A melhor forma de procurar ultrapassar estas dificuldades associadas à incerteza e de garantir uma gestão dos fluxos inversos de forma eficiente, sugere uma forte aposta nas tecnologias de informação. No entanto, tal não se tem verificado até ao momento, uma vez que a área dos sistemas de informação tem prestado pouca atenção à Logística Inversa. No ponto 2.2.6 serão abordadas mais em profundidade as questões ligadas às tecnologias e sistemas de informação.

De uma forma geral, a maior parte dos produtos passíveis de reaproveitamento, são devolvidos pelos clientes quando chegam ao seu fim de vida útil ou quando estes os querem trocar por um produto novo ou melhor. No primeiro caso temos produtos como máquinas fotográficas descartáveis, cartuchos de impressoras e pneus, enquanto no segundo caso temos produtos de duração mais longa como os veículos, as impressoras, os computadores, etc (B. Toktay, E. van der Laan, M. de Brito, 2003).

A capacidade de previsão dos fluxos de retorno destes produtos revela-se fundamental para um vasto conjunto de decisões relativas à cadeia de abastecimento e de deposição, e em geral da cadeia de valor do produto. Desde logo, na estruturação e definição da rede de trabalho, seja apenas a de recolha e de deposição, seja também a de distribuição.

Em termos estratégicos essa capacidade de previsão revela-se ainda decisiva ao nível do planeamento das capacidades, da política de recolhas e devoluções, e das decisões de compras.

A nível mais operacional a previsão é também fundamental na gestão e planeamento da produção e no controlo de stocks.

Um modelo desenvolvido por Fleischmann et al. (2003) para procurar ajudar a resolver o problema das previsões dos fluxos de retorno, propõe a agregação dos volumes de retorno para o horizonte de planeamento em questão. Estes volumes devem ser baseados em estimativas da proporção das vendas que previsivelmente serão devolvidas pelos diversos motivos típicos. Em países ou para produtos, que tenham legislação específica que imponha metas ou limites para os fluxos de retorno, estes podem ser usados como a proporção dos produtos a serem devolvidos.

Naturalmente que há medida que o tempo vai passando, começam a ficar disponíveis informações sobre as vendas, as quantidades devolvidas e suas condições, etc, que permitem construir previsões de fluxos com maior fiabilidade e precisão.

Caso Kodak

A Kodak representa um exemplo de sucesso em termos de aproveitamento de produtos usados e de fecho do ciclo do produto, mais concretamente no caso das suas máquinas descartáveis de fotografia (Goldstein, 1994). De facto, estas máquinas contêm partes reutilizáveis, que depois de devidamente inspeccionadas no momento de devolução pelos clientes para a revelação do filme, são reintroduzidas pela Kodak nas linhas de produção.

Em relação a este exemplo, podem ser exploradas algumas questões estratégicas e operacionais, que se levantam e que explicam melhor o que foi descrito atrás.

A nível estratégico a Kodak teve por exemplo, que decidir sobre o *timing* apropriado para a introdução de um novo modelo de máquina descartável de dimensões mais reduzidas, que tinham a placa de circuito de dimensões também mais reduzidas. As máquinas descartáveis antigas com placas de circuito maiores ficariam obsoletas, sem aproveitamento possível quando fossem devolvidas. A capacidade de prever a quantidade e o *timing* das devoluções do modelo anterior, foi importante para decidir o melhor *timing* para o lançamento da nova geração.

Outro problema que se colocou à Kodak, teve a ver com a necessidade de estabelecer com os laboratórios de revelação de filmes, uma política de recolha que garantisse que estes efectivamente devolvessem à Kodak, as máquinas descartáveis antigas entregues pelos clientes. Desde logo, poderiam existir casos de laboratórios que devido à sua menor dimensão, optassem por esperar longos períodos de tempo, até terem quantidades de máquinas a devolver suficientes, o que a suceder, introduziria uma distorção nas previsões feitas pela Kodak em relação aos fluxos de máquinas devolvidas pelos clientes.

Neste processo de fecho do ciclo da Kodak, é facilmente perceptível a importância de previsões para os fluxos de retorno com boa fiabilidade, para as decisões ao nível das compras, que permita decidir sobre o número de circuitos a produzir, que juntamente com os reaproveitados das máquinas devolvidas, vão compor o número de máquinas a lançar no mercado. Do mesmo modo esta questão se coloca para as decisões de stocks, uma vez que tanto as novas placas de circuito como as recuperadas, serão armazenadas nas mesmas instalações para produzirem novos lotes de máquinas.

As devoluções abordadas neste ponto até ao momento, foram motivadas pelo fim de vida útil de um produto, mas no caso das devoluções comerciais a importância de previsões dos seus fluxos mantém-se. De facto, apesar das devoluções comerciais serem diferentes dos produtos em fim de vida, porque representam apenas uma perda de margem, nos dois casos as previsões fiáveis são fundamentais para as decisões tácticas e operacionais.

Na tentativa de resolução dos problemas associados à incerteza provocada pelo comportamento dos consumidores, é importante um bom conhecimento dos *drivers* dos fluxos de retorno. Nesse sentido, os sistemas de Logística Inversa devem ser projectados para garantirem, não só uma maior rapidez nos processos mas também um aumento da visibilidade dos fluxos e suas características. As tecnologias de informação desempenham aqui um papel importantíssimo, como já foi referido, pelo que recentemente têm sido desenvolvidos produtos de software especificamente para processos de fluxos inversos.

2.2.6 Tecnologias de Informação

As tecnologias de informação surgem como ferramentas fundamentais na implementação de processos de gestão de fluxos inversos bem sucedidos. As várias dificuldades associadas às incertezas dos fluxos de retorno dos produtos, sejam eles devido a devoluções comerciais ou a produtos em fim de vida, só poderão ser ultrapassadas com a ajuda das tecnologias de informação. No entanto, apesar desta evidência, este sector tem dedicado menos atenção do que seria de esperar aos processos de Logística Inversa.

Os ERP (*Enterprise Resource Planning*), e os APS (*Advanced Planning Systems*) existentes no mercado continuam a preocupar-se quase exclusivamente com as Cadeias de Abastecimento, abordando apenas de forma pontual as questões da Cadeia da Deposição (J.

van Hillegersberg et al., 2001). No futuro será de esperar que estes softwares recebam algumas extensões de modo a incluir de forma mais cuidada os tópicos dos fluxos inversos.

Em relação aos processos de produção e recuperação, e respectivas decisões de compras, stocks, etc, os cálculos dos ERP devem incluir os componentes que podem ser recuperados e reutilizados dos produtos devolvidos. Nos sistemas APS por exemplo, devem ser incluídos os processos de recuperação, incluindo desmantelamento, testes de qualidade e reciclagem, que podem ser sujeitos a multas ou recompensas (J. van Hillegersberg et al., 2001). Estes custos ou benefícios deverão ser devidamente contabilizados, para uma mais real e eficaz comparação de cenários diferentes tendo em conta decisões de compra de novas matérias-primas ou reutilização de materiais usados e reciclados.

No que diz respeito à distribuição e recolha, os sistemas ERP abordavam os tópicos das cadeias até ao ponto de transacção, momento em que o produto passa para o consumidor.

Com o aumento da importância dos fluxos inversos, e com a extensão da responsabilidade dos produtores ao ciclo de vida completo dos produtos, estes sistemas devem extender-se de modo a cobrirem o mais possível a parte relativa à Cadeia de Deposição.

A figura 7 ilustra a necessidade de expansão dos circuitos de partilha de informação ao longo da cadeia.

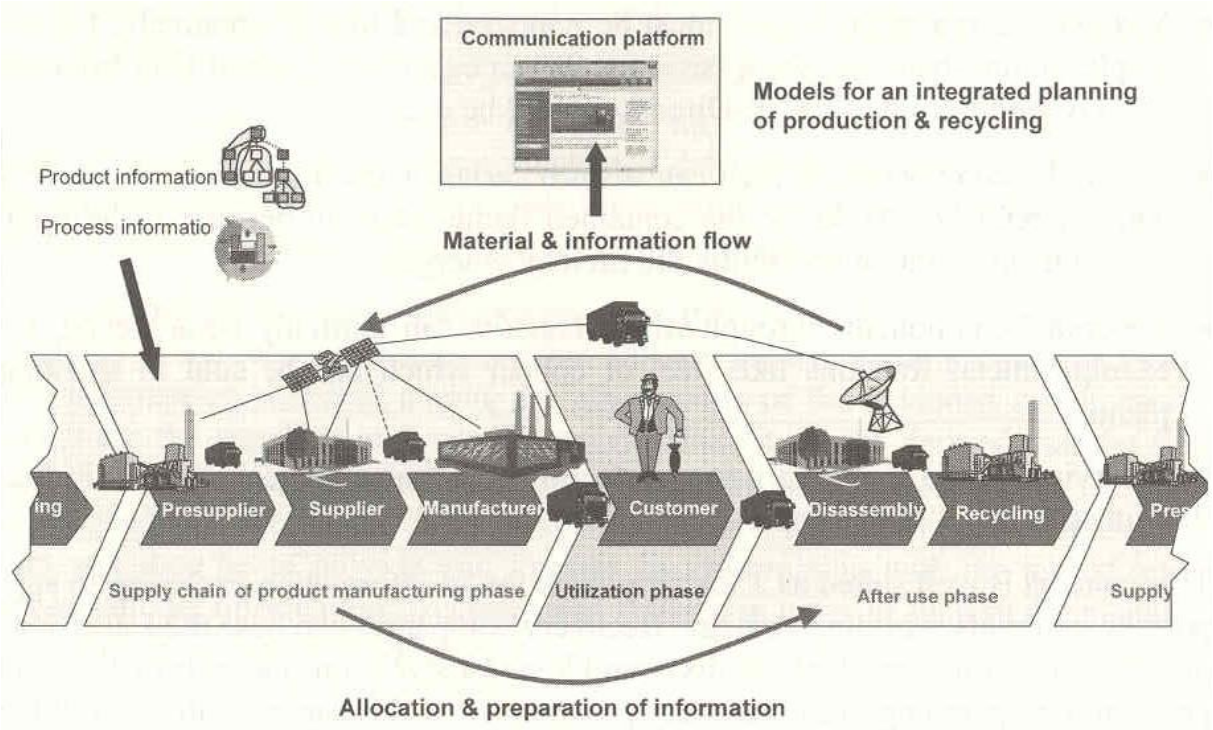

Figura 7 – Fluxos de informação entre a fase de produção e a cadeia de deposição (Hesselbach et al. 2001)

Neste documento, foi já referida a necessidade de se atingir uma maior integração ao longo da Cadeia de Deposição, de modo a garantir o seu eficaz funcionamento, procurando ultrapassar

as dificuldades de previsão dos diferentes fluxos gerados. As tecnologias de informação poderão contribuir para esse estreitar das relações entre os diferentes actores da Cadeia de Deposição.

Imagine-se por exemplo, uma empresa que recorra a um elevado número de computadores e que tenha um Sistema de Informação que registe o uso dado a cada computador, os *upgrades* realizados e os seus problemas ao longo do tempo. Quando num determinado momento, a empresa desejasse substituir os seus computadores, a informação registada seria preciosa para o produtor, que idealmente alimentaria o seu ERP no momento da recolha, podendo tomar decisões mais suportadas e mais rápidas sobre componentes a aproveitar, partes a reutilizar, etc, e adaptando os seus requisitos de produção.

A figura 8 mostra um esquema que procura apresentar uma solução para um fluxo de informação, a implementar entre actores da cadeia de abastecimento e cadeia de deposição.

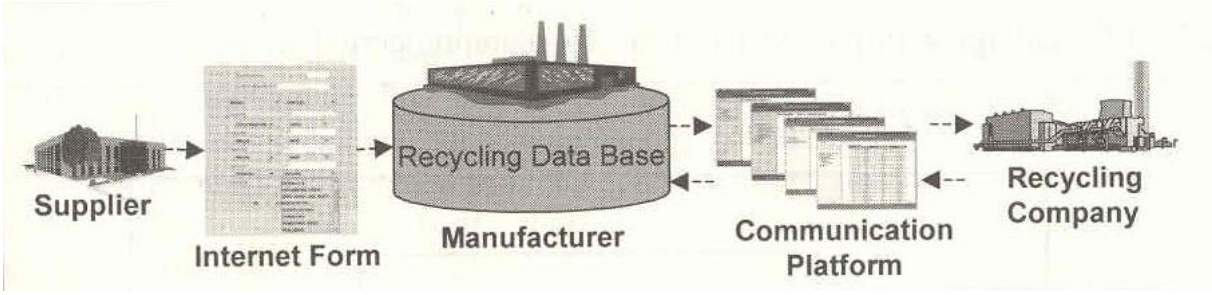

Figura 8 – Modelo de fluxos de informação entre cadeia de abastecimento e de deposição (T. Spengler, e W. Stölting, 2003)

Outra solução na área das tecnologias de informação que poderá constituir uma boa solução para o caso dos fluxos inversos são os mercados electrónicos. De facto, neste tipo de mercado, a partilha de informação é privilegiada, permitindo baixar os custos associados à logística e promovendo rápidas entregas e reduzir stocks. Dois exemplos deste tipo de mercados implementados com sucesso, podem ser consultados em www.fastparts.com e www.tradeout.com.

Collected Managed Inventory

H.M. le Blanc et al., (2004), sugerem o conceito de CMI – *Collected Managed Inventory* por contraposição ao VMI – *Vendor Managed Inventory*. Assim num sistema CMI a empresa de recolha assumiria a responsabilidade dos stocks dos materiais a serem reciclados.

Este conceito tentaria aproveitar o potencial demonstrado no recurso ao VMI, através da centralização das decisões de transportes e gestão de stocks no mesmo actor da cadeia. A incerteza, apontada já neste documento como a principal causa para a elevada complexidade

da Cadeia de Deposição, pode ser combatida com recurso a uma política do tipo CMI. De facto, uma política CMI devidamente associada às tecnologias de informação, como por exemplo a telemetria, permite efectuar uma monitorização à distância e planear proactivamente. Quanto maior a troca de informação entre os actores da Cadeia de Deposição, melhor o planeamento e a coordenação dos seus fluxos inversos.

Recorrendo às tecnologias de informação existentes actualmente, as empresas poderiam assim monitorizar a capacidade de armazenagem disponível a cada momento nas instalações geradoras de desperdícios e lixos, e decidir o melhor momento para a sua recolha. Esta possibilidade permitiria optimizar os processos de *routing* das recolhas e minimizar os custos de transporte e armazenamento, que se assumem como a grande fatia das despesas, especialmente nas Cadeias de Deposição, devido ao baixo valor (em alguns casos até de valor negativo), dos objectos da cadeia (H.M. le Blanc et al., 2004).

A monitorização à distância dos inventários de materiais a recolher permitira além disso diminuir a incerteza associada às quantidades de materiais que a Cadeia de Deposição vai estar apta a disponibilizar em dado momento. Tal tornaria possível, um planeamento mais integrado dos seus fluxos, facto decisivo para empresas que pretendam incluir como matérias-primas nos seus fluxos produtivos, materiais recuperados ou reciclados, promovendo-se assim com mais facilidade o fecho dos ciclos.

A figura 9 mostra um quadro que faz as comparações entre o conceito VMI da Cadeia de Abastecimento e o CMI da Cadeia de Deposição.

	Cadeia de Abastecimento	**Cadeia de Deposição**
Designação	Vendor Managed Inventory	Collector Managed Inventory
Princípio Base	Fornecedor é responsável por manter níveis de stock do cliente	Empresa de recolha responsável pela recolha atempada dos produtos ou materiais, nas instalações que os gera
Custos de Transporte/Inventário	Moderados a baixos custos comparados com o valor do produto	Elevados comparados com o valor dos produtos ou materiais a reciclar
Motivação	Maior disponibilidade, redução nos custos	Redução da capacidade necessária para armazenamento, redução nos custos
Aplicações	Gases Industriais, bebidas, combustíveis, indústria de retalho	Contentores, reservatórios de líquidos

Figura 9 – Comparação entre VMI e CMI (adaptado de H.M. le Blanc et al., 2004)

2.2.7 Tendências / Futuro da LI / Melhores Práticas

A importância da Logística Inversa foi já descrita em 2.2.2, tendo sido adiantado que tal importância, só recentemente na maioria dos sectores de actividade, começou a ser reconhecida pelas empresas. Um longo caminho há ainda a percorrer até que as actividades e processos de Logística Inversa vejam a sua importância estratégica totalmente reconhecida.

De uma forma geral, o futuro sucesso da gestão dos fluxos de retorno terá como factores decisivos, o eficiente controlo dos produtos que devem ou não fazer parte desses fluxos, e a sua acertada e eficaz deposição o mais rapidamente possível (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Em termos da gestão do Ponto de Entrada assiste-se a um conjunto de desenvolvimentos a vários níveis, mas sobretudo relacionados com o recurso a novas tecnologias, que poderão representar melhorias significativas em termos da eficácia dos processos.

Do mesmo modo, em relação à gestão dos fluxos as empresas terão que concentrar esforços no sentido de garantir uma acertada e eficiente deposição dos seus produtos ou desperdícios devolvidos. Na prossecução desse objectivo será de prever um conjunto de tendências a adoptar pelas empresas envolvidas em processos de Logística Inversa.

Tecnologias de Informação

Um dos aspectos a melhorar e que poderá ter um forte impacto na gestão dos fluxos de retorno, tem a ver com o recurso às tecnologias de informação. Os sistemas de informação desenvolvidos para os fluxos normais e para a gestão das cadeias de abastecimento, não são de um modo geral aplicáveis aos fluxos inversos (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999). Além da necessidade de se desenvolverem sistemas de informação próprios para a gestão dos fluxos de retorno, será necessário do mesmo modo que estes sistemas sejam mais flexíveis do que os criados para o fluxo normal. De facto, um dos factores que complica a gestão dos fluxos inversos tem a ver com o elevado número de excepções que é possível encontrar, e que dificulta a automatização e sistematização de processos. Tal facto levanta problemas no desenvolvimento de um sistema de informação de logística inversa, pelo que estes sistemas

terão que conter flexibilidade suficiente para permitir ultrapassar tais excepções e uma gestão eficiente dos fluxos.

RFID

O recurso a tecnologias como o RFID (*Radio Frequency Identification*), poderão constituir um forte aliado para os sistemas de informação de forma a agilizar e sistematizar os processos. De facto, o RFID poderá ajudar a ultrapassar o problema do *tracking* dos produtos presentes nos fluxos de retorno, que de uma forma geral pode constituir uma tarefa muito exigente em termos de tempo. O facto de muitos dos produtos devolvidos não possuírem já a sua embalagem ou mesmo no caso de se tratarem de produtos em fim de vida ou de seus desperdícios, impede a leitura de eventuais códigos de barras ou outros códigos de identificação dos produtos. Com o recurso ao RFID, cada produto tem incorporado em si um micro transmissor de rádio que apesar de ter sinal de muito baixa potência, tem uma bateria que mantém esse sinal activo durante anos (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999). A incorporação do RFID, que terá um sinal diferente para cada produto permitindo a sua identificação individual, e que é facilmente lido pelos receptores colocados nos armazéns, permite de um modo eficaz fazer o tracking dos diferentes produtos devolvidos e ultrapassar as questões relativas à falta de embalagem original.

Tecnologias no Ponto de Entrada

A tecnologia RFID referida atrás poderá também facilitar as tarefas no Ponto de Entrada da Cadeia de Deposição, nomeadamente as decisões de aceitação ou não da devolução de determinado produto. Ao permitir uma maior visibilidade e controlo sobre o produto, e devidamente interligados a sistemas de informação próprios, possibilitam o acesso a informações importantes sobre a sua venda, como o momento da transacção, as condições em que esta se realizou, etc, que poderão ajudar a decisão do pessoal no Ponto de Entrada no fluxo de retorno.

As tarefas envolvidas na gestão do Ponto de Entrada, poderão também receber um importante contributo que passa pela criação de uma página web, ou até mesmo de uma intranet, que sirva de guia ao empregado ao longo dos diferentes processos de retorno de cada produto. Este sistema permitiria que através de uma simples leitura óptica do código de barras do produto, o empregado pudesse identificar qual o procedimento estabelecido em conjunto com

o produtor para as devoluções do produto em questão (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999). O sistema poderia até por exemplo, ter fotografias armazenadas e outros detalhes relativos ao produto de forma a aumentar a certeza sobre de que produto se trata, e sobre os procedimentos e políticas de devoluções a ele associadas. Depois do sistema identificar o produto em causa e informar o empregado sobre a política de devoluções a aplicar, este poderia continuar a navegar no sistema seguindo passo a passo todos os procedimentos que deveria tomar, como necessidade de confirmações da presença de possíveis acessórios como cabos, comandos à distância, etc, entre outras acções.

Geralmente os produtores estabelecem em conjunto com os seus distribuidores ou retalhistas um prazo durante o qual estão dispostos a receber os produtos de volta atribuindo um crédito no valor do produto em causa. Uma informação extremamente importante para o empregado presente no Ponto de Entrada é o momento da transacção do produto. Um sistema do tipo POS (*Point of Sale*) pode ser a solução para este tipo de necessidade de informação, pois no momento da venda, ao fazer o *scan* do número de série do produto, o retalhista envia electronicamente para o produtor, o número de série do produto, o momento da venda e a indicação da loja onde se processou a transacção. Estes dados são depois guardados pelo produtor, podendo depois numa eventual devolução, o retalhista solicitar esta informação ao produtor (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999). Este tipo de solução pode ser integrado com o descrito no parágrafo anterior, onde se poderia recorrer a um sistema de intranet ou baseado na *web* para guiar o empregado ao longo do processo de devolução no Ponto de Entrada. Assim, ao fazer o *scan* do código do produto, o sistema devolveria ao empregado uma página com as informações sobre o produto incluindo o seu número de série, o que permitiria o acesso a uma base de dados contendo a informação recolhida através do sistema POS. O empregado facilmente poderia confirmar se o produto efectivamente tinha sido comprado naquela loja, se o produto ainda se encontra dentro do prazo acordado com o produtor para as devoluções, etc. Um sistema integrado deste tipo pode representar algum esforço de investimento, mas pode ser compensatório para alguns produtos, nomeadamente para produtos de elevado valor ou com curtos ciclos de vida, dado que quase exclui a possibilidade da existência de produtos impróprios nos fluxos de retorno.

Códigos de barras bi-dimensionais

As características de excepção que os processos de logística inversa muitas vezes possuem, fazem sentir a necessidade dos produtos conterem um maior número de informações em si.

Muitas vezes o volume de informação necessário não é possível de ser incorporado num código de barras uni-dimensional. Os códigos de barras bi-dimensionais surgem aqui neste caso, como uma alternativa com potencial elevado de aplicação, pois permitem um maior armazenamento de dados, podendo não só conter um código, como também uma pequena descrição ou texto indicativo (D. Rogers, R. Tibben-Lembke, 1999).

Design for Reverse Logistics

São vários os exemplos de filosofias do estilo *Design for Recycling*, *Design for Desmantling*, etc, com o objectivo de incorporar a preocupação com determinadas operações e processos logo desde o início na fase de projecto. Na linha deste tipo de filosofias, poderemos considerar a necessidade de uma mais abrangente com o título de *Design for Reverse Logistics*, que permita que as exigências das diferentes actividades de Logística Inversa a que o produto será sujeito sejam consideradas na fase de projecto. Um exemplo deste tipo de medida, é por exemplo a inclusão de uma pequena janela transparente na embalagem do produto, que permite ver o número de série sem necessidade de o abrir, e que facilita a identificação do mesmo em eventuais processos de devolução.

Processos Standard

Será de prever que nos próximos tempos, se procure corrigir a falta de sistematização dos processos, responsável em parte pela falta de eficiência verificada actualmente, em termos globais, no panorama das actividades de Logística Inversa. Uma maior standardização dos procedimentos associados às decisões de aceitação de devoluções, de encaminhamento dos produtos, etc, teria como consequência evidentes ganhos de produtividade do pessoal e da organização da empresa em si, bem como uma natural subida da qualidade das decisões tomadas ao longo dos fluxos inversos, permitindo ainda uma redução do número de erros cometidos.

Unidades de Recolha Centralizadas

O recurso à instalação de Unidades de Recolha Centralizadas, garante um maior volume de produtos ou desperdícios devolvidos a serem processados por cada empregado, o que desde logo garante uma maior sistematização de processos e consequentemente um melhor conhecimento dos procedimentos e regras associadas a cada tomada de decisão. Por outro

lado, o facto do pessoal ficar apenas com a responsabilidade exclusiva dos fluxos de retorno, apresenta vantagens e ganhos de eficiência. Isto acontece não necessariamente pelo facto de os dois fluxos de produtos estarem fisicamente separados, até porque será de esperar que em muitos casos as empresas aprendam a lidar com os fluxos inversos de uma forma que permita optimizar as suas instalações, conjugando os Armazéns Centrais com as Unidades de Recolha Centralizadas. Acontece sim, pela separação do controlo desses fluxos, pelo facto do pessoal deixar de ter duas vozes de comando, com interesses e objectivos diferentes.

Externalização

Será de prever que, a exemplo do que tem acontecido com as actividades de logística associadas aos fluxos normais de produtos, se assista a uma tendência para o progressivo recurso à externalização também no caso da logística inversa. Isto acontecerá à medida que as empresas se forem apercebendo não só da importância da Logística Inversa, mas também da necessidade de entregar estas tarefas a alguém que seja especializado na área e que possa mais facilmente fazer a sua gestão de forma eficiente.

Mercados Secundários

Apesar dos armazéns de *Outlet*, na sua essência terem sido criados para procurar escoar os produtos obsoletos, com pequenos defeitos, ou devolvidos pelos clientes, existem já algumas empresas que produzem especificamente para os *Outlets*. Nos últimos anos estes armazéns cresceram significativamente em termos de percentagem de volume de vendas global, sendo de acreditar que tal tendência se vá manter nos próximos anos. Os produtores procurarão assim certamente, aumentar o controlo sobre os seus produtos quando estes deixam os seus mercados originais, uma vez que os outrora menosprezados mercados e canais secundários têm ganho importância nos últimos anos.

O recurso à utilização de plataformas *web* para a gestão dos fluxos inversos receberá do mesmo modo, previsivelmente, um importante crescimento nos próximos anos. Além de permitir estar mais próximo de todos, ou quase todos os clientes, este tipo de sistema elimina alguns passos intermédios, agilizando de certa forma os procedimentos e contribuindo para um aumento da eficiência dos processos de devolução de produtos ou seus desperdícios.

3. Cadeias em Ciclo Fechado: o caso do Automóvel

3.1 O Ciclo do Automóvel

3.1.1 Introdução

As várias abordagens das cadeias de abastecimento tradicionais revelam que estas se referiam apenas aos aspectos do fornecimento de materiais e produção de componentes, que resultavam numa fase posterior num determinado produto posto ao dispor dos consumidores.

De forma a ser possível avaliar o impacto ambiental de determinados produtos, tornou-se necessário alargar o âmbito das análises das cadeias de abastecimento. Assim, se tradicionalmente se analisavam apenas as transacções entre os diversos operadores da cadeia até ao momento da venda do produto ao utilizador final, essa análise, essencialmente devido a questões ambientais, passou a alargar-se ao ciclo de vida dos produtos integral, depois de este ser adquirido pelo utilizador, durante a sua fase de utilização e até mesmo depois do seu fim de vida útil.

Esta parte da cadeia de abastecimento, que engloba os processos e transacções entre os diversos operadores, como a recolha dos produtos, a sua reutilização, reciclagem e envio para aterro, é como já foi referido no ponto 2.1.2, designada por Cadeia de Deposição. À junção da Cadeia de Abastecimento com a Cadeia de Deposição, R. Roy e R. C. Whelan (1992), chamaram a Cadeia de Valor.

A Indústria Automóvel pela sua importância e dimensão, mas sobretudo pelo forte impacto ambiental que os veículos representam, tanto durante a sua fase de utilização como mais tarde, após o seu fim de vida útil, tem sido um dos sectores onde a visão global de Ciclos Fechados mais se tem procurado impôr. Como será descrito nos próximos sub-capítulos têm sido muitas as intervenções por parte dos diferentes Estados de vários países, sobretudo ao nível de novos diplomas legislativos que procuram regular o sector, e acima de tudo criar condições para o fecho o mais possível dos ciclos na Indústria Automóvel.

3.1.2 O fecho do ciclo do automóvel

O novo quadro legislativo relativo aos Veículos em Fim de Vida (VFV), as restrições físicas inerentes à problemática dos VFV, o nível de desenvolvimento das tecnologias de reciclagem e as crescentes preocupações com a protecção ambiental por parte da própria sociedade civil, constituem para todos os operadores da cadeia de abastecimento da Indústria Automóvel um grande desafio. As alterações e adaptações necessárias à nova realidade da estrutura de processamento de VFV que inevitavelmente terá que surgir, representarão certamente um conjunto de oportunidades, bem como todos os riscos associados.

De um modo geral será necessária a entrada de mais operadores na cadeia de modo a que se consiga fechar o ciclo do automóvel. Estas entradas revelam-se fundamentais no “way back”, o sentido inverso que permite trazer o produto detido pelos utilizadores de volta ao ponto inicial, isto é até aos produtores. Este fluxo de regresso de bens ou produtos desde o seu destino típico final até à sua origem recebe, como já foi referido, a designação de Logística Inversa.

Tendo em conta as operações de manutenção e reparação disponibilizadas pelos produtores de automóveis, a Indústria Automóvel possui já um sistema de Logística Inversa para as peças avariadas ou usadas recuperadas nessas operações, apesar de corresponder apenas a uma pequena parte do caminho inverso necessário para que se feche o ciclo por completo.

No entanto, para que se consigam atingir níveis de processamento dos VFV aceitáveis e desta forma fazer do ciclo do automóvel um sistema fechado não será apenas necessário a

colaboração dos Produtores de Automóveis, mas sim a participação de todos os actores do Ciclo de Vida do Automóvel de uma forma perfeitamente integrada.

3.1.3 Operadores do Ciclo do Automóvel

Os operadores responsáveis por disponibilizar o produto aos utilizadores são os Produtores de Automóveis e os Importadores/Distribuidores. A sua responsabilidade passa pela gestão da cadeia de abastecimento desde os fornecedores até aos utilizadores. Mesmo depois de vendido o automóvel continuam a existir relações e transacções entre estes operadores e os consumidores, nomeadamente no que diz respeito às manutenções e reparações.

No elo seguinte da cadeia encontramos os consumidores, os proprietários dos automóveis, que compram e usufruem do produto final. A partir deste momento, os veículos começam a dar entrada na Cadeia de Deposição, pelo que, no elo seguinte da Cadeia estão precisamente os operadores de Deposição, os operadores responsáveis pela recepção dos VFV e dos seus materiais e constituintes, onde se incluem os centros de recolha de VFV, os operadores de Desmantelamento, os operadores de Fragmentação e as empresas que se dedicam ao reprocessamento dos materiais e carcaças dos VFV.

Sem fazer directamente parte do ciclo, temos ainda os Aterros e os Fornecedores da Indústria Automóvel, como a Indústria Metalúrgica e a de Plásticos.

3.1.4 Fluxos do Ciclo Automóvel

A figura 10 procura ilustrar o ciclo do automóvel com a referência aos operadores envolvidos, bem como a indicação dos fluxos e transacções efectuadas.

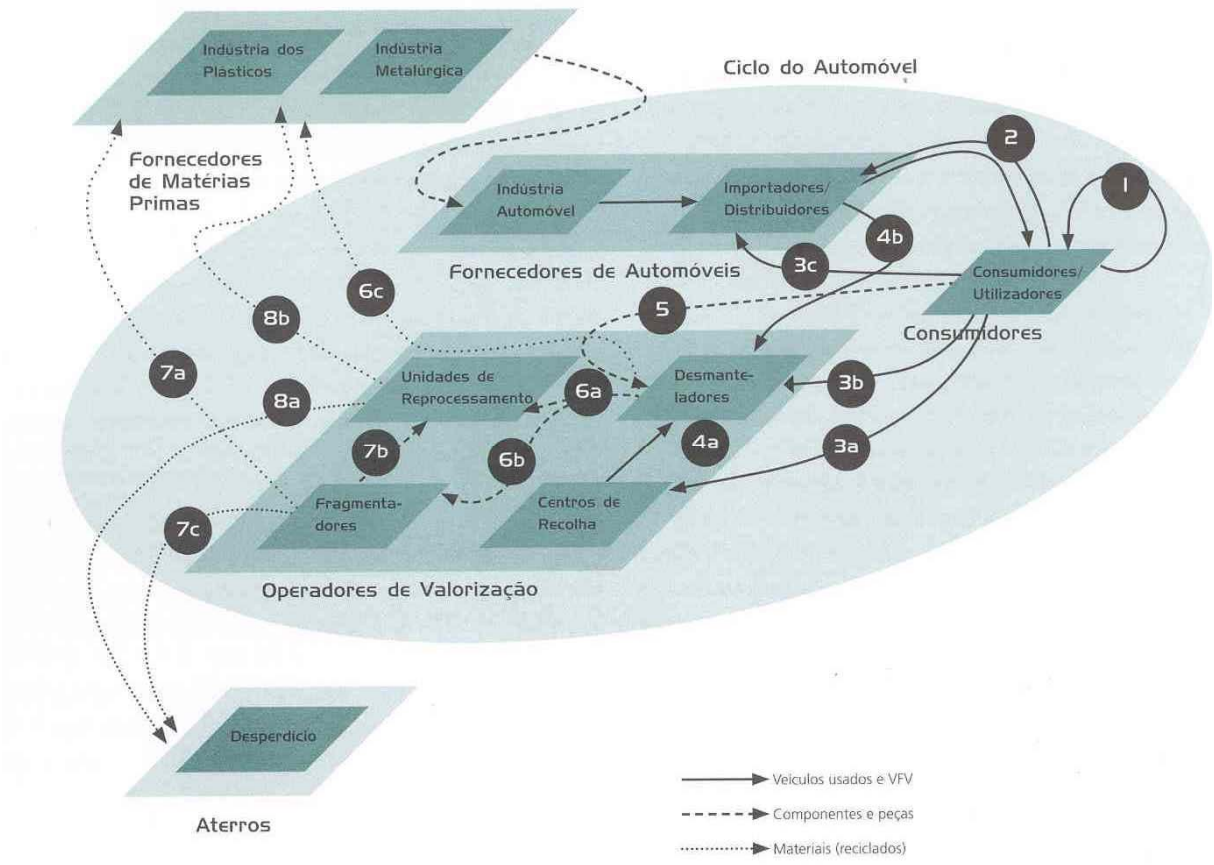

Figura 10 - Ciclo de vida do automóvel e seus fluxos de materiais

O ciclo inicia-se com a produção dos automóveis e a sua posterior venda aos utilizadores. Esta primeira transacção é efectuada entre os Produtores de Automóveis ou Importadores/Distribuidores e os Utilizadores/Proprietários. Neste ponto do ciclo existem duas alternativas, o automóvel é vendido pelo primeiro proprietário em segunda mão a outros utilizadores (1) ou é devolvido aos Produtores ou Importadores/Distribuidores num processo de troca por um automóvel novo (2). Neste segundo caso, o automóvel será reintroduzido no ciclo novamente desde que se considere que esteja ainda em boas condições e tenha ainda valor de mercado. Caso contrário deverá ser enviado para uma estrutura de processamento devidamente licenciada para o efeito.

Os automóveis têm uma vida útil relativamente longa, o que torna difícil prever as condições em que chegarão ao fim do seu ciclo. No fim do seu ciclo de vida, os utilizadores são obrigados a entregar o veículo num ponto de recolha, um operador de Desmantelamento (3b) ou centro de recolha certificado (3a). Os Importadores/Distribuidores também podem ser

pontos de recolha certificados mas não estão autorizados a proceder a qualquer operação de desmantelamento (3c).

O elo seguinte da cadeia é o operador de Desmantelamento, que recebe os VFV dos utilizadores (3b), dos centros de recolha (4a), ou ainda dos Importadores/Distribuidores (4b), e depois procede às operações de desmantelamento das partes e constituintes com valor de mercado.

Depois das operações relevantes de desmantelamento, nas quais deverão estar incluídas as relativas à despoluição e descontaminação do VFV devidamente previstas na lei, a carcaça restante é normalmente compactada com o objectivo de se reduzir volume e os consequentes custos de deposição em aterro.

Os restantes componentes retirados dos automóveis são reencaminhados para fragmentadores (6b), ou para empresas que se dediquem ao seu reprocessamento, como é o caso por exemplo da regeneração dos óleos usados (6a).

Durante o tempo de vida de um automóvel, este é sujeito a várias operações de manutenção e reparação, efectuadas geralmente por oficinas dos próprios construtores ou por pequenas oficinas. Nestas operações são efectuados os primeiros desmantelamentos de peças e componentes, inseridos nas respectivas actividades de manutenção e reparação.

Entre as peças e componentes retirados durante estas operações podemos encontrar alguns que estejam em condições de poderem ser reutilizados e reintegrados noutros automóveis. Esta transacção pode ocorrer entre os operadores de Desmantelamento, as oficinas de reparação sem produtor associado ou mesmo pelos próprios proprietários dos veículos (5). A reintrodução de componentes ou peças por oficinas do próprio Produtor pode também acontecer, como por exemplo se verifica através do programa de peças reutilizadas da Volvo, apesar de não ser ainda muito usual.

O próximo passo do ciclo do automóvel é da responsabilidade dos operadores de Fragmentação. A actividade destes operadores tem como objectivo a separação das partes ferrosas, não ferrosas e fracção leve de fragmentação. Os seus proveitos são obtidos com a venda dos materiais separados seja à Indústria Metalúrgica, seja a plantas de reprocessamento.

As partes ferrosas têm assim como destino a Indústria Metalúrgica sendo posteriormente fundidas para reutilização (7a), as partes não ferrosas seguem para plantas de reprocessamento (7b), e os materiais valiosos como o cobre e o alumínio são também extraídos e separados. A fracção leve de fragmentação é enviada para aterros em virtude de não ser possível o seu

reaproveitamento (7c). Esta fracção além de constituir um custo elevado, representa também uma ameaça em termos ambientais.

As plantas de reprocessamento separam os materiais que recebem dos operadores de Fragmentação, em materiais susceptíveis de reprocessamento e posterior aproveitamento e materiais que têm como destino único as instalações de Aterro (8a).

Os materiais susceptíveis de serem reprocessados são então transformados novamente em matérias-primas sendo disponibilizados para produção (8b), correspondendo então a este ponto, o completo fecho do ciclo do automóvel.

3.2 Barreiras e dificuldades no fecho do ciclo do automóvel

A implementação das cadeias em ciclo fechado é, como já foi referido, uma tarefa complicada que pode encontrar vários obstáculos e problemas de natureza técnica, legislativa ou até mesmo humana. De uma forma genérica, as Cadeias de Deposição, por estarem ainda numa fase de adaptação às novas exigências impostas pela legislação, e também pelo menor investimento de que foram alvo, resultantes da menor importância que desde sempre lhes foi atribuída, deverão ser responsáveis pela maior parte das dificuldades encontradas na tentativa do fecho do ciclo. No caso do automóvel, dada a complexidade do seu ciclo, o elevado número de fornecedores e produtores de componentes, os volumes de materiais a processar e reciclar, as suas dimensões e as especificidades próprias que variam de modelo para modelo, a situação revela-se ainda mais problemática.

Uma situação que deve merecer toda a atenção, pois pode condicionar à partida todas as diferentes fases, são as dificuldades que se colocam desde logo no ponto de entrada da cadeia de deposição do automóvel. De acordo com a nova legislação todos os Veículos em Fim de Vida, devem ser recolhidos e devidamente processados e reciclados. Para alcançar este objectivo, será necessário garantir a transacção dos VFV, dos utilizadores para o ponto de entrada da cadeia de deposição. Para que tal possa ser uma realidade global torna-se imperativo intervir nos hábitos e costumes dos utilizadores, seja através de incentivos, seja através da imposição de obrigações e pesadas multas por incumprimento. Para combater esta dificuldade, está ainda previsto na legislação a necessidade da Indústria Automóvel facilitar aos utilizadores a recolha dos seus VFV, de uma forma fácil e prática, através de uma rede

alargada de Centros de Recolha. Além disso, deverão ainda suportar todos os custos associados ao processamento dos seus VFV, incluindo os custos de transporte.

Outro problema a enfrentar ligado ao ponto de entrada da Cadeia de Deposição, tem a ver com o facto de muitos veículos considerados como estando no seu fim de vida útil num país, possuírem ainda algum valor de mercado em países estrangeiros, abrindo-se assim as portas à sua exportação. Acontece que muitas vezes nos países para onde estes veículos são exportados a legislação não se aplica, pelo que quando chegam a VFV não são devidamente processados e tratados.

Outra dificuldade previsível na implementação dos ciclos fechados no caso do automóvel, prende-se com o seu elevado grau de complexidade, e presença de uma grande variedade de diferentes componentes e materiais. Como será visto mais em pormenor no próximo capítulo, este facto complica bastante a separação e selecção dos diferentes materiais para posterior reciclagem. Será necessário um maior desenvolvimento das tecnologias associadas, que permita resolver de forma mais eficiente este problema, e corrigir assim a situação actual em que muitos componentes e materiais são enviados para deposição abandonando o ciclo sem um melhor aproveitamento. A imposição de uma taxa máxima de materiais enviados para deposição em aterros de 5%, a atingir até 2015, é sem dúvida uma medida importante para combater este problema, mas será também fundamental incentivar a investigação e o desenvolvimento tecnológico nesta área. O problema deverá ser também abordado pelo outro lado, procurando-se intervir no projecto dos novos automóveis, nomeadamente promovendo um esforço de diminuição do número de diferentes materiais, bem como de substâncias perigosas.

De um modo geral, seja qual for a dificuldade e qual o ponto da cadeia onde este mais se faça sentir, só com uma estreita colaboração entre todos os operadores envolvidos será viável garantir o fecho do ciclo o mais completo possível.

3.3 Logística Inversa e a problemática dos VFV

Tal como foi já referido no Capítulo 2, os VFV constituem uma importante fonte de resíduos com efeitos poluentes directos sobre o ambiente, e tendo em conta que o número anual de VFV tem vindo a aumentar à medida que as sucessivas gerações de automóveis produzidos vão chegando ao seu fim de vida útil, esta matéria deverá reunir toda a atenção de forma a identificar problemas e sugerir soluções.

Dos materiais retirados dos VFV, os metais ferrosos e não ferrosos são já na sua grande maioria reciclados e devidamente aproveitados. O grande obstáculo que terá que ser resolvido no caminho para as metas impostas pela nova legislação, tem assim essencialmente a ver com a reciclagem dos plásticos.

No entanto, não é suficiente apenas desenvolver as tecnologias e resolver as questões técnicas da reciclagem de plásticos, e dinamizar os diversos sectores industriais garantindo o reencaminhamento dos plásticos aproveitados dos VFV como matérias-primas. Esses passos são fundamentais e imprescindíveis, mas de igual modo o será a implementação de toda uma estrutura logística com meios que assegurem os fluxos de VFV para as estruturas de processamento, bem como, depois do seu processamento, dos materiais retirados e separados dos VFV para as respectivas instalações de processamento dos materiais, ou mesmo para as Indústrias que os possam reutilizar como matérias-primas na sua produção.

Numa fase inicial da implementação de um processo de reciclagem de resíduos, é necessário avaliar os fluxos físicos e de informação com os quais a operação de Logística Inversa tem que lidar e garantir de forma a tornar viável toda a actividade.

Por mais empenho e sensibilidade que se coloque na implementação de soluções que procuram responder aos problemas ambientais, estas nunca poderão atingir o seu sucesso integral de forma consistente caso não se consiga garantir a sua viabilidade económica. A Logística Inversa revela-se assim da maior importância na constituição de processos de valorização de resíduos pois procura gerir toda a actividade do ciclo inverso dos produtos, do seu retorno dos utilizadores aos produtores e fabricantes, controlando os custos de uma forma que torne todo o processo uma actividade viável.

Segundo as conclusões do estudo financiado pela União Europeia, sob o título "RevLog – Reverse Logistics and its effects on Industry", para garantir a concretização desse objectivo a implementação de um processo de Logística Inversa deve englobar várias tarefas:

- Avaliação dos fluxos físicos provenientes da actividade e definição dos meios necessários para os movimentar e disponibilizar aos vários operadores envolvidos no processamento dos VFV;

- Identificação e selecção do(s) tipo(s) de estrutura(s) de suporte às actividades de Logística Inversa, estimativa do seu custo e impacto na actividade de valorização dos resíduos;

- Identificação das melhores práticas que permitam uma Logística Inversa mais eficiente e eficaz;

- Identificação da melhor forma de lidar com questões relacionadas com a incerteza na qualidade e quantidade dos produtos e materiais a reciclar, na óptica de decisão depois das alternativas estarem identificadas;

- Identificação das tecnologias que podem constituir um sistema de informação para o processo de Logística Inversa e desenho do sistema;

- Ajudar a identificar as actividades de valorização de resíduos viáveis e para que fluxos de produtos/materiais.

4. Caso de Estudo: Cadeia de Deposição dos Veículos em Fim de Vida

4.1 Introdução

Os problemas ambientais constituem cada vez mais nos dias de hoje assuntos de relevante importância para o futuro da humanidade para os quais urge encontrar soluções e conclusões.

Um dos problemas ambientais com os quais a sociedade actual se debate está relacionado com o fim de vida de útil dos automóveis, mais concretamente com o seu correcto processamento e destino final.

Actualmente estima-se que, todos os anos, cerca de 14 milhões de veículos sejam postos fora de circulação na União Europeia e que destes, cerca de 100 000 a 150 000 o sejam em Portugal. A tendência aponta para que estes valores aumentem nos próximos anos, o que releva ainda mais a importância que este assunto deverá suscitar de parte dos governos dos vários estados membros, dos operadores envolvidos no ciclo do automóvel e da sociedade em geral.

A problemática dos VFV viu reconhecida a sua importância através da publicação da Directiva UE 53/2000 e consequente transposição para a ordem jurídica nacional nomeadamente com a promulgação do Decreto-Lei 196/2003. O que ressalta de maior importância e que importa reter desta nova legislação é a responsabilização de todos os agentes e operadores envolvidos no ciclo automóvel, bem como o estabelecimento de metas e objectivos concretos relativos às taxas de reciclagem e de valorização.

Actualmente cerca de 75% da massa dos veículos são já sujeitos a operações de reutilização, reciclagem e aproveitamento energético. No entanto, para que se consigam alcançar os objectivos impostos pela Directiva torna-se necessário intervir no processamento dos restantes 25% da massa do veículo, que actualmente têm como destino único o aproveitamento energético ou a deposição em aterro. Estas soluções apesar de serem melhores do que o

simples abandono não são as ideais pois não deixam de constituir formas de poluição e contaminação dos solos e lençóis freáticos. Isto mesmo encontra-se reflectido nas metas impostas que procuram conseguir uma redução da fracção do VFV que vai para aterro para valores correspondentes a 15% da sua massa até 2006 e de apenas 5% até 2015. De igual modo a Directiva procura reduzir a fracção que tem como destino a Valorização Energética, o que demonstra claramente não serem estes os caminhos ideais para uma correcta resolução dos problemas ambientais relacionados com os VFV.

Face a todas as mudanças previstas com a entrada em vigor do Decreto-Lei, reveste-se de grande importância perceber e caracterizar a Cadeia de Deposição do Automóvel, no fundo conhecer em detalhe a situação actual do processamento de VFV em Portugal e na Europa, para que seja possível planear o futuro de forma a atingir as metas desejadas.

4.2 A problemática dos VFV

4.2.1 Evolução do Automóvel

A necessidade de movimentar bens ou pessoas desde muito cedo se revelou indispensável, seja por motivos de comércio, de sobrevivência ou mesmo de guerras entre povos, pelo que o transporte foi sempre uma das principais preocupações do Homem desde os primórdios da sua história.

De todos os meios de transporte conhecidos hoje em dia, o automóvel é sem dúvida o mais indispensável e aquele que se revela de maior utilidade para fazer face às necessidades de mobilidade da sociedade actual.

Desde as primeiras concepções do automóvel até aos veículos produzidos em grande série nos dias de hoje, registaram-se profundas e significativas evoluções. Estas evoluções até ao final do século XIX foram apenas acidentais e casuais, tendo sido apenas daí em diante que efectivamente os desenvolvimentos se tornaram expressivos.

Henry Ford é reconhecidamente um dos responsáveis pela popularização do automóvel por ter implementado a primeira produção de um automóvel em série nos primeiros anos do século XX, no entanto, só depois do final dos anos 60, início dos anos 70 podemos falar na verdadeira massificação do automóvel.

De facto, os registos da *Automobile Manufacturers Association* do número total de veículos de passageiros em circulação em 1968 apontavam já para valores de cerca de 170 milhões. Segundo a publicação *"The World in Figures"* da responsabilidade da revista *The Economist*, este número cresceu para cerca de 375 milhões no ano de 1985. Ainda segundo a mesma fonte o número de veículos comerciais era no mesmo ano de 109 milhões.

Em 1996, a publicação *"World's Motor Vehicle Facts & Figures"* estimava o número de veículos ligeiros em circulação no mundo inteiro em cerca de 500 milhões, ao que acrescem cerca de 186 milhões de camiões e autocarros.

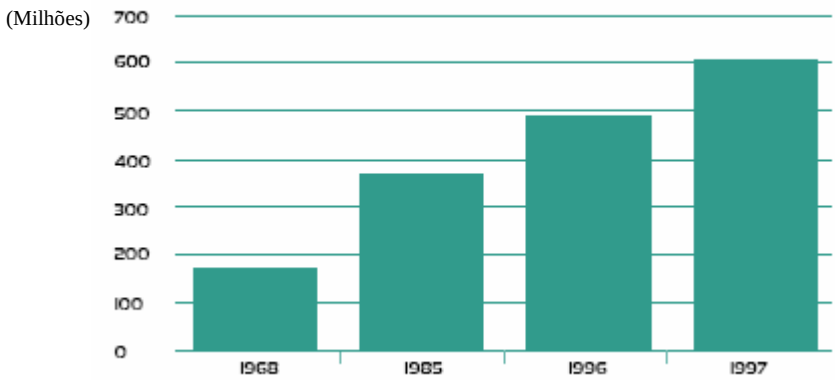

Figura 11 - Evolução do número de veículos em circulação no mundo

A figura 11 ilustra o número total de veículos em circulação estimado ao longo dos anos por diversas fontes, com o objectivo único de dar uma ideia geral aproximada da evolução registada.

Foram vários os factores que contribuíram para este elevado aumento da produção e consequentemente do número de veículos em circulação durante esta época. Entre estes factores encontra-se necessariamente o aumento de qualidade de vida que de certa forma se verificou um pouco por todo o mundo, que aliada aos preços mais competitivos a que a Indústria Automóvel foi gradualmente disponibilizando os automóveis em função dos novos desenvolvimentos tecnológicos que permitiam reduzir custos de produção, tornou este produto outrora considerado de luxo um produto mais acessível e banal.

Também as crescentes necessidades de mobilidade associadas à sociedade contemporânea, quer seja por motivos de lazer, quer seja por motivos de trabalho contribuíram para o aumento da importância dos automóveis e consequentemente do número de automóveis em circulação.

4.2.2 O impacto ambiental e a problemática dos VFV

Com o gradual aumento da produção de automóveis e consequente aumento de circulação dos mesmos, foram surgindo e tornando-se cada vez mais evidentes as consequências negativas que advêm da sua utilização. O aparecimento do primeiro veículo movido a energia solar em 1978, ainda que permitisse apenas uma velocidade máxima de 13 km/h, demonstra bem como desde cedo o Homem se apercebeu da necessidade de procurar fontes de energia alternativas e menos poluentes, e dos inevitáveis efeitos negativos gerados durante a fase de utilização dos automóveis.

Ao mesmo tempo, à medida que a geração de automóveis produzidos nas primeiras linhas de produção em massa foram chegando ao seu fim de vida útil, uma outra preocupação começou a surgir. De facto, não é apenas na fase de utilização que as preocupações com os efeitos negativos no ambiente se devem verificar, mas também após o fim de vida útil do automóvel. Esta preocupação surge com maior dimensão a partir do final do século XX, muito por culpa do aumento do número de automóveis que chegaram ao seu fim de vida.

Uma análise à figura 12 mostra que o número de automóveis em circulação no mundo inteiro tem mantido a sua tendência para aumentar nos últimos anos, facto que permite concluir que o número de VFV dentro de 10 a 15 anos será também naturalmente maior.

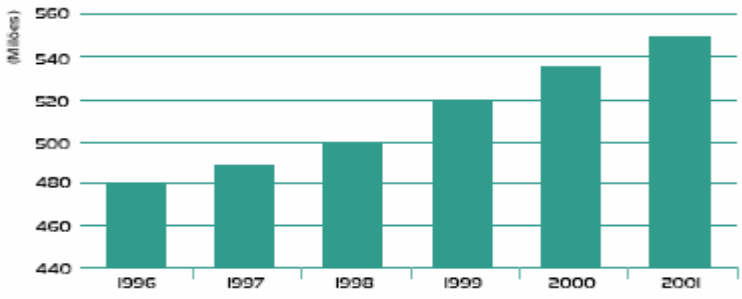

Figura 12 – Evolução do Parque Automóvel Mundial (adaptado de Motorsat)

Outro factor que terá agravado a problemática dos VFV tem a ver com o crescente número de plásticos envolvidos na produção de um automóvel não tão susceptíveis de serem reciclados.

A esta maior preocupação com o efeito poluente dos VFV não pode também deixar de estar associada a crescente sensibilização da sociedade de uma forma genérica, para as questões relacionadas com a preservação e protecção ambiental.

Constituindo os VFV uma importante fonte de resíduos com efeitos poluentes directos sobre o ambiente, e tendo em conta que o número anual de VFV tem vindo a aumentar à medida que

as sucessivas gerações de automóveis produzidos vão chegando ao seu fim de vida útil, torna-se urgente procurar identificar problemas e estudar soluções.

Apesar da escassez de dados concretos em relação ao número de veículos postos fora de circulação todos os anos na UE e mesmo assumindo que esse número possa ter vindo a aumentar nos últimos anos em virtude da renovação do parque automóvel, de que o caso português é um exemplo, é de crer que o número de veículos novos registrados seja manifestamente superior.

Os gráficos seguintes realizados com base nos dados do *European Shredder Group,* relativos aos veículos em circulação desde 1995 a 1999, permitem concluir isso mesmo. O gráfico da figura 13 ilustra o número total de veículos em circulação no espaço da UE, que como facilmente pode ser percebido aumentou em todos os países membros.

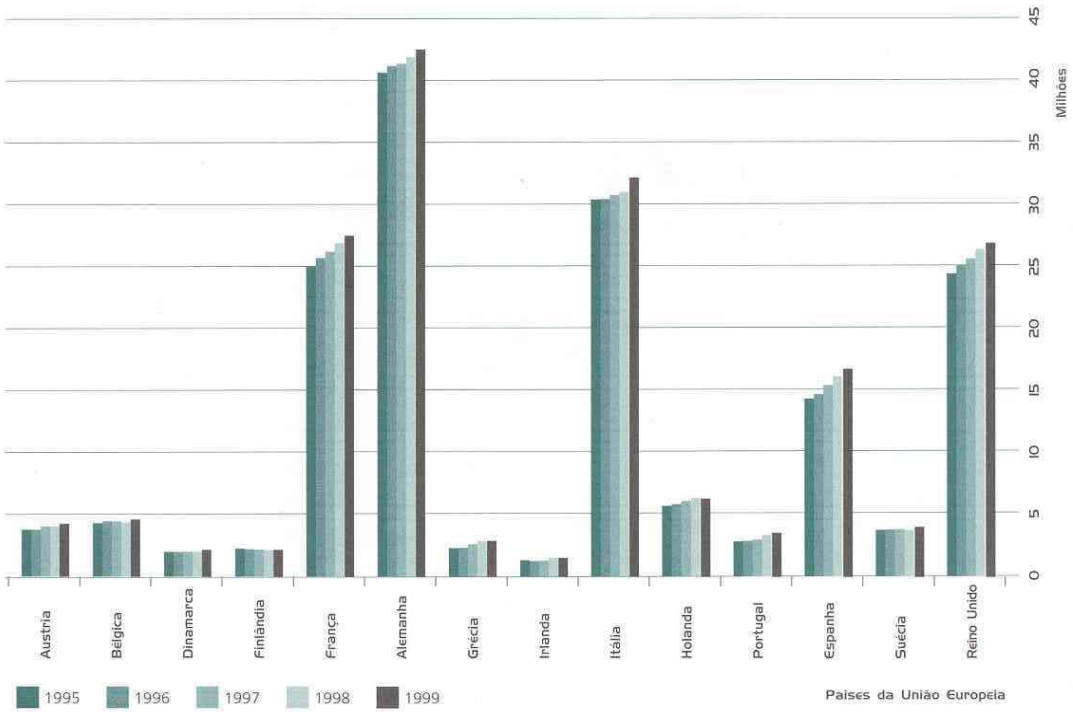

Figura 13 – Nº total de veículos em circulação nos países membros entre 1995 e 1999 (adaptado de European Shredder Group)

Este aumento generalizado dos veículos em circulação na UE está representado de forma mais evidente na figura 14, que diz respeito às variações percentuais desse aumento em relação aos valores de 1995.

Uma rápida análise deste gráfico permite concluir que na maioria dos países o aumento de veículos em circulação situou-se nos 10%, o que para um período comparativo tão curto como 5 anos não pode deixar de ser registado como considerável. Alguns países no entanto,

registam aumentos percentuais bem acima dos 20% como é o caso da Irlanda, da Grécia e de Portugal que regista aliás o maior aumento com um valor de cerca de 35%.

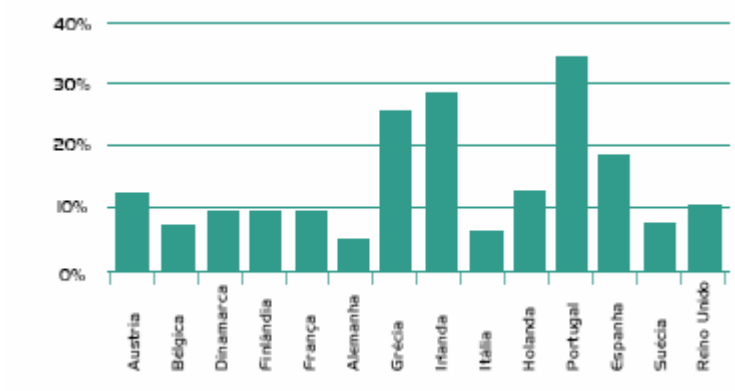

Figura 14 - Variação do nº de veículos em circulação nos países da EU (adaptado de European Shredder Group)

A conjugação deste evidente aumento generalizado do número de automóveis com os outros factores já referidos neste capítulo, tornam clara a necessidade de conjugar esforços em torno das questões relacionadas com o processamento dos VFV.

Deste modo, surge assim a problemática dos VFV que, viu reconhecida a sua dimensão e importância, ao suscitar a publicação de uma Directiva por parte da União Europeia no sentido de se procurar alinhar estratégias e metodologias e lançar soluções para o futuro. Esta Directiva foi entretanto transposta para a Legislação Nacional em Agosto de 2003, através da publicação do Decreto-Lei nº 196/2003.

4.3 Legislação

4.3.1 Introdução

Na sequência da resolução de 7 de Maio de 1990 relativa à política de gestão dos resíduos, a Comissão Europeia propôs diversas medidas destinadas a lutar contra certas categorias de resíduos.

A abordagem comunitária relativa à gestão dos resíduos baseia-se em duas estratégias complementares: por um lado, prevenir a criação de resíduos através de um maior cuidado e melhoria na concepção dos produtos e, por outro lado, desenvolver a reciclagem e a reutilização dos resíduos.

Na resolução de 14 de Novembro de 1996, o Parlamento Europeu convidou a Comissão Europeia a legislar em matéria de fluxos de resíduos em especial sobre veículos em fim de vida. A Comissão Europeia considerou que seria necessário, uma directiva específica tendo em conta este tipo de resíduos, uma vez que até à data, as propostas apresentadas sobre veículos incidiam especialmente sobre controlo de emissões e acções empreendidas para combate à poluição atmosférica (as propostas encorajam inclusive, o uso de materiais mais leves como o plástico a fim de reduzir o consumo de combustível). Esta nova acção iria recair sobre a reutilização e reciclagem dos materiais dos veículos após o seu uso.

4.3.2 Directiva comunitária 53/2000

No ano de 2000 a União Europeia aprovou a directiva 53/2000, estabelecendo datas limites para as transposições para as ordens jurídicas nacionais de cada estado membro e sua respectiva entrada em vigor. A directiva abrange veículos fora de uso, incluindo os seus componentes e materiais, garantindo assim um elevado nível de protecção ambiental assente nos seguintes princípios fundamentais: Prevenção, Recolha, Tratamento, Reutilização, Valorização e Monitorização. Estes objectivos têm por intuito a protecção do solo, água e ar e reduzir a perigosidade e quantidade de resíduos a eliminar. Um outro objectivo é a redução dos riscos de transferência dos resíduos de Estados Membros com requisitos ambientais rigorosos para países com requisitos menos rigorosos.

A resolução fundamental passa pela prevenção dos resíduos, procurando estabelecer um conjunto de regras que permitam a sua correcta gestão. Para este efeito foram tomadas várias medidas: todos os Estados Membros terão que reduzir a utilização de substâncias perigosas no fabrico do automóvel, e após o período de transição, deverão ser excluídos, numa fase de descontaminação, as restantes substâncias que possam prejudicar o ambiente. Os produtores deverão tomar em consideração conceitos como "*design for recycling*" e "*design for dismantling*" na concepção do novo produto. Estas medidas terão uma influência directa na forma como os novos veículos vão ser projectado e produzidos no futuro.

A directiva procura pôr em prática o princípio do poluidor pagador, cuja aplicação fica sob a responsabilidade de cada estado membro. Os fabricantes e importadores são responsáveis pela gestão dos resíduos e devem suportar os encargos decorrentes do abate e tratamento dos VFV, que consequentemente os obrigará a aumentar o nível de reciclagem dos materiais nos veículos e a utilização de mais materiais reciclados no fabrico de automóveis. Desta forma

devem procurar soluções para garantir uma melhor reciclagem e facultar informações necessárias para auxiliar essa tarefa.

Para atingir as metas de reciclagem e reutilização impostas e com o objectivo de reduzir a poluição proveniente do abandono de veículos, a directiva estabelece a necessidade de criação de um sistema de recolha de VFV, economicamente rentável, sob responsabilidade de cada país membro. A proposta implica ainda uma maior qualificação dos sistemas de tratamento dos VFV, através do conjunto de regras específicas que determina para o seu funcionamento.

Os operadores envolvidos em operações de tratamento devem descontaminar os VFV antes de qualquer operação e recuperar todos os componentes prejudiciais para o ambiente. Com a intenção de garantir a prevenção da contaminação no ambiente circundante foram impostos requisitos mínimos para o armazenamento e tratamento, sendo impostas, mais concretamente, superfícies impermeáveis e áreas de armazenamento adequadas para os diferentes componentes e materiais. As entidades de tratamento, deverão estar devidamente credenciadas, e para cada VFV por si processado deverão emitir um Certificado de Destruição que será entregue ao último proprietário do veículo, sem encargos para este, como prova do efectivo desmantelamento.

Aos restantes operadores compete fazer o tratamento dos veículos de forma a não provocar agressões ambientais. Aos organismos públicos compete controlar todo o processo e tomar as medidas necessárias que permitam o atingir das metas propostas pela Directiva, procurando promover a reutilização e a reciclagem.

Os objectivos de reutilização e valorização indicados na figura 15 reflectem as recomendações propostas pelo grupo do projecto no contexto do “programa de fluxos de resíduos prioritários”. A reutilização e a reciclagem deverão aumentar para um mínimo de 85% em massa de veículo até à data limite de 1 de Janeiro de 2006, e para 2015 deverão atingir um mínimo de 95% da massa do veículo. Este é mesmo considerado o ponto principal desta directiva.

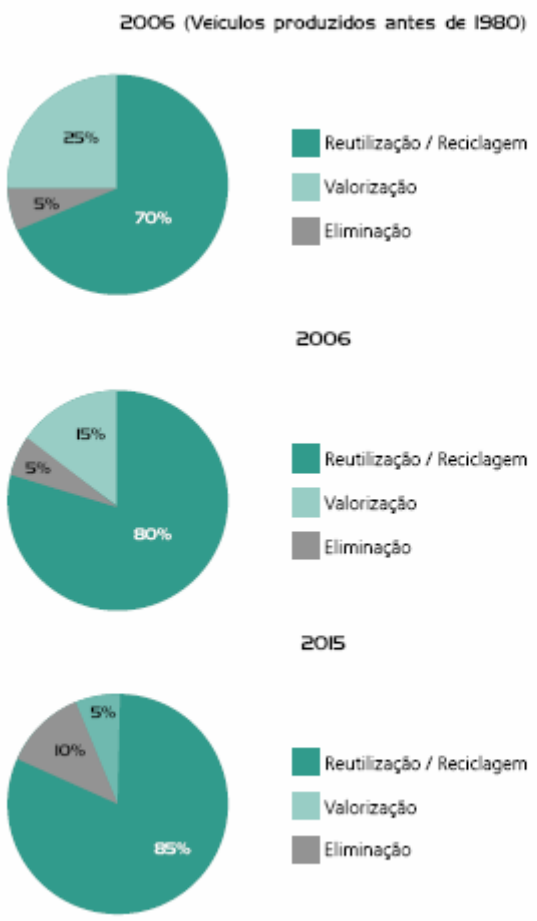

Figura 15 - Metas de reciclagem impostos na directiva

Para que se possam atingir as metas da Directiva é fundamental conhecer e estudar a reciclabilidade do automóvel e dos seus componentes, bem como, acompanhar e procurar desenvolver as tecnologias de processamento, sempre tendo em conta eventuais mudanças legislativas durante os próximos anos.

O controlo da aplicação da proposta depende, por um lado, dos estados membros que devem facilitar a criação de bases de dados que contenham informação relativa aos VFV e ao seu tratamento, por outro lado, dos produtores que têm obrigação de publicar as taxas de reciclagem, reutilização e valorização dos seus veículos e componentes atingidas no ano anterior. Contudo métodos mais claros e bem definidos de monitorização e controle destas taxas têm de ser estabelecidos.

A Directiva tem também como objectivo melhorar a eficácia dos operadores económicos envolvidos no domínio da protecção do ambiente, uma vez que o desmantelamento e a reciclagem de veículos constituem uma importante actividade económica e envolvem um grande número de pequenas e médias empresas. Espera-se que os novos investimentos e a

criação de infra-estruturas necessárias para a aplicação da Directiva possam criar novos postos de trabalho.

A terminar refira-se ainda que a Directiva procura apenas impôr objectivos e metas que permitam a resolução da problemática dos VFV, mas deixa a forma como esses objectivos são alcançados ao critério de cada estado membro. Estes deverão adoptar medidas relacionadas com aspectos práticos do tratamento dos VFV e introduzir condições uniformes no seu mercado de forma a limitar as distorções da concorrência e evitar a existência de operadores marginais, garantindo o cumprimento da directiva.

4.3.3 Legislação Nacional

4.3.3.1 Programa Abate de VFV

Em 2001, um estudo da ANECRA concluiu que 39,7% dos veículos ligeiros tinham mais de 10 anos, e dos veículos mistos mais de metade (53,9%) tinham mais de 20 anos. O Governo com o objectivo de promover a renovação do parque automóvel nacional, associando a necessidade das questões ambientais ao combate aos elevados níveis de sinistralidade das estradas portuguesas, lançou o programa abate de VFV, consagrado no decreto-lei 292-A/2000 de 15 de Novembro.

O programa abate de VFV passa pela criação de um Incentivo Fiscal, sob a forma da redução no Imposto Automóvel (IA) na compra de um veículo novo, a quem entregar o automóvel para abate num Centro de Inspecção de veículos, sendo exigido, para a dedução do imposto automóvel, a apresentação do certificado de destruição emitido pelo operador oficialmente credenciado. Contudo este Programa só é aplicável a veículos ligeiros com mais de 10 anos de matrícula, livres de quaisquer ónus ou encargos, o que terá que ser certificado pela Conservatória do Registo Automóvel, e que estejam em condições de circular pelos próprios meios, bem como registados em nome do proprietário há mais de 1 ano.

O segundo Decreto-Lei 292-B/2000 de 15 de Novembro estabelece as regras gerais e o procedimento a seguir na emissão do certificado de destruição e de desmantelamento qualificado. Os operadores de desmantelamento devem promover a reutilização de componentes, em condições de segurança, e garantir a entrega das carcaças a fragmentadores autorizados. Ao contrário do anterior diploma este abrange todos os VFV, bem como os veículos abandonados.

Mais de 19 mil veículos com idade superior a dez anos foram destruídos em Portugal desde Dezembro de 2000 data de entrada em vigor do programa, apesar de lhe poderem ser apontadas algumas falhas que deveriam ser revistas, de forma a aumentar estes números que estão ainda muito abaixo do que seria desejável.

4.3.3.2 Decreto-Lei 196/2003

A correspondente transição da Directiva 53/2000/CE para a ordem jurídica nacional deu origem ao decreto-lei 196/2003, que inicia o regime aplicável ao fluxo de resíduos de VFV, visando a criação de circuitos de recepção de VFV, o seu correcto transporte, armazenamento e tratamento. Os princípios fundamentais desta gestão devem ser a prevenção e redução na fonte e a reutilização e reciclagem como solução final.

Mais do que nunca, com o novo enquadramento legal, a eficiência ambiental de um produto deve ser considerada no contexto do seu ciclo de vida completo envolvendo todos os operadores intervenientes mesmo depois do seu fim de vida útil. A responsabilidade de gestão dos VFV, é no caso do automóvel, de todos os actores envolvidos ao longo do ciclo do automóvel fechado (ver 3.1.3), os processadores de matérias-primas, os fabricantes e os OEM, na produção, os proprietários e as oficinas mecânicas durante o tempo de vida útil e os desmanteladores, os fragmentadores e os recicladores de materiais no fim de vida.

Este desafio constitui uma séria oportunidade para a indústria de processamento de resíduos e reciclagem até porque se estima que mais de metade dos VFV anualmente gerados em Portugal estejam actualmente a ser processados em Espanha.

As principais implicações deste Decreto-Lei 196/2003 foram já apresentadas na secção relativa à Directiva Europeia 53/2000, sendo que para informação mais específica deverá ser consultado o Livro Técnico “Processamento Integrado de Veículos em Fim de Vida” editado pelo INEGI, e que como foi já referido, foi fruto do trabalho do estagiário no período do estágio.

Refira-se apenas por fim que em Portugal foi já criada uma sociedade gestora dos resíduos de VFV, a Valorcar, constituída pela ACAP, Associação de Importadores de Automóveis (AIA) e pela ANAREPRE, que será responsável pela gestão do processamento dos VFV nacionais. Até Dezembro de 2006, a sociedade gestora terá de verificar todo o sistema, procedendo a um estudo de mercado para determinar quem já trata destes resíduos, como os trata, entre outras questões. A sociedade também terá de preparar o sistema, projectando o seu funcionamento

para as alterações de 2007. Este circuito de recolha deverá também encaminhar os componentes de veículos resultantes das operações de manutenção, uma vez que as oficinas mecânicas, quer optem por ter um sistema integrado ou individual são responsáveis pelos resíduos resultantes das suas intervenções.

O último proprietário não incorre em qualquer custo resultante do tratamento do seu veículo contudo é responsável pelo encaminhamento para uma instalação de tratamento autorizada, devendo até ser encorajado a fazê-lo. É portanto crucial a implementação e desenvolvimento de programas de educação, informação e sensibilização. Neste sentido, é fundamental educar e sensibilizar todos os agentes do ciclo do automóvel, fazendo passar a mensagem de que os resíduos são passíveis de reutilização reciclagem e valorização. Estas acções de sensibilização são da responsabilidade da entidade gestora. É também importante que os fabricantes informem os consumidores sobre as percentagens de recuperação dos seus veículos.

Convém relembrar no entanto, que vários fluxos de resíduos já estão sujeitos a legislação nacional, como é o caso dos óleos, pneus, baterias, etc, que dispõem já de sociedades gestoras responsáveis pelos fluxos que geram, e pelo seu devido reprocessamento e destino final. No entanto, a aplicação prática destes diplomas revela-se ainda em alguns casos muito deficiente, como é o caso por exemplo, dos óleos usados, que apesar terem a sua gestão já devidamente regulamentada na legislação nacional, deram origem a uma condenação do estado português pelo Tribunal de Justiça Europeu por incumprimento das normas Europeias para o tratamento dos óleos usados, nomeadamente pela falta de aposta na sua regeneração.

Excepto estes fluxos e os resíduos ferrosos, que continuam a ter o seu destino final junto da indústria siderúrgica, todas os restantes componentes dos automóveis poderão ter um novo tipo de aproveitamento e processamento, abrindo as portas à entrada de mais actores na Cadeia de Deposição e consequentemente a novas áreas de negócio.

4.4 Situação Actual

4.4.1 Europa e Japão vs EUA: duas abordagens diferentes

Em relação aos automóveis e outros veículos motorizados, e à existência quer do problema ambiental inerente à fase de utilização, quer do problema gerado aquando do fim do seu ciclo de vida, impõe-se distinguir duas abordagens e filosofias diferentes.

Na Europa e no Japão a tendência passa por dar preferência à eliminação física do resíduo e consequente separação completa dos constituintes com o objectivo da sua reutilização ou reciclagem material.

Nos Estados Unidos, a abordagem ao problema ambiental gerado pelos automóveis privilegia mais a minimização desses efeitos negativos na fase de utilização e não tanto a problemática dos VFV e dos seus resíduos. O esforço incide preferencialmente na redução substancial de consumo nomeadamente através da redução do peso dos veículos. Esta redução de peso é conseguida através da incorporação duma maior percentagem de plásticos na construção dos automóveis, o que consequentemente os torna menos susceptíveis de reciclar como foi já referido anteriormente. A fracção mais complicada de reciclar é usada depois como material para cobertura de aterros. Uma justificação para as diferenças entre as duas abordagens, não poderá naturalmente ser indissociável do facto de existir nos EUA grande abundância de terrenos disponíveis para aterros, situação que não se verifica quer no Japão, quer na Europa.

4.4.2 Processamento de VFV na Europa

A nível europeu as preocupações com os problemas ambientais relacionados com os VFV foram já transpostas para legislação específica sobre a matéria.

A directiva da UE 53/2000, procura impor metas e objectivos concretos em relação aos VFV e mais especificamente em relação ao seu processamento. O prazo limite para que os diversos países atinjam essas metas é o ano de 2015, mas países como a Holanda anteciparam já essa data para o ano de 2007 demonstrando assim, de forma significativa, o seu empenho e determinação em relação à problemática dos VFV.

Em relação à caracterização da estrutura de processamento dos VFV na Europa no decorrer do estudo realizado foi possível perceber a existência de duas abordagens muito diferentes.

Uma dessas abordagens privilegia o desmantelamento e todos os benefícios decorrentes dessa actividade, procurando sistematizar as operações de desmantelamento e o armazenamento de VFV, com o objectivo principal do comércio das peças sobressalentes retiradas.

A outra abordagem procura privilegiar a fragmentação com um mínimo de operações de desmantelamento prévias. Para este efeito os operadores de fragmentação possuem instalações que lhes permitem automatizar os procedimentos e processar um elevado número de VFV por

dia. O objectivo principal deste tipo de actividade será o da venda dos materiais separados depois da fragmentação, para posterior reciclagem.

4.4.3 Processamento de VFV em Portugal

As questões relacionadas com os problemas ambientais continuam a ser muito negligenciadas em Portugal. De facto, se foi referido no ponto anterior que alguns países tomaram a iniciativa de antecipar a data limite para as metas impostas pela UE relativas às taxas de reciclagem e de valorização energética dos VFV, em relação a Portugal, a transposição para a ordem jurídica nacional tardou e surgiu mesmo já em cima da data limite para que a tal se procedesse. Apesar desta situação não significar forçosamente que os objectivos consagrados pela Directiva sejam de igual forma negligenciados, constitui no entanto, mais um sinal de que a consciência ambiental não é ainda uma realidade levada a sério no nosso país.

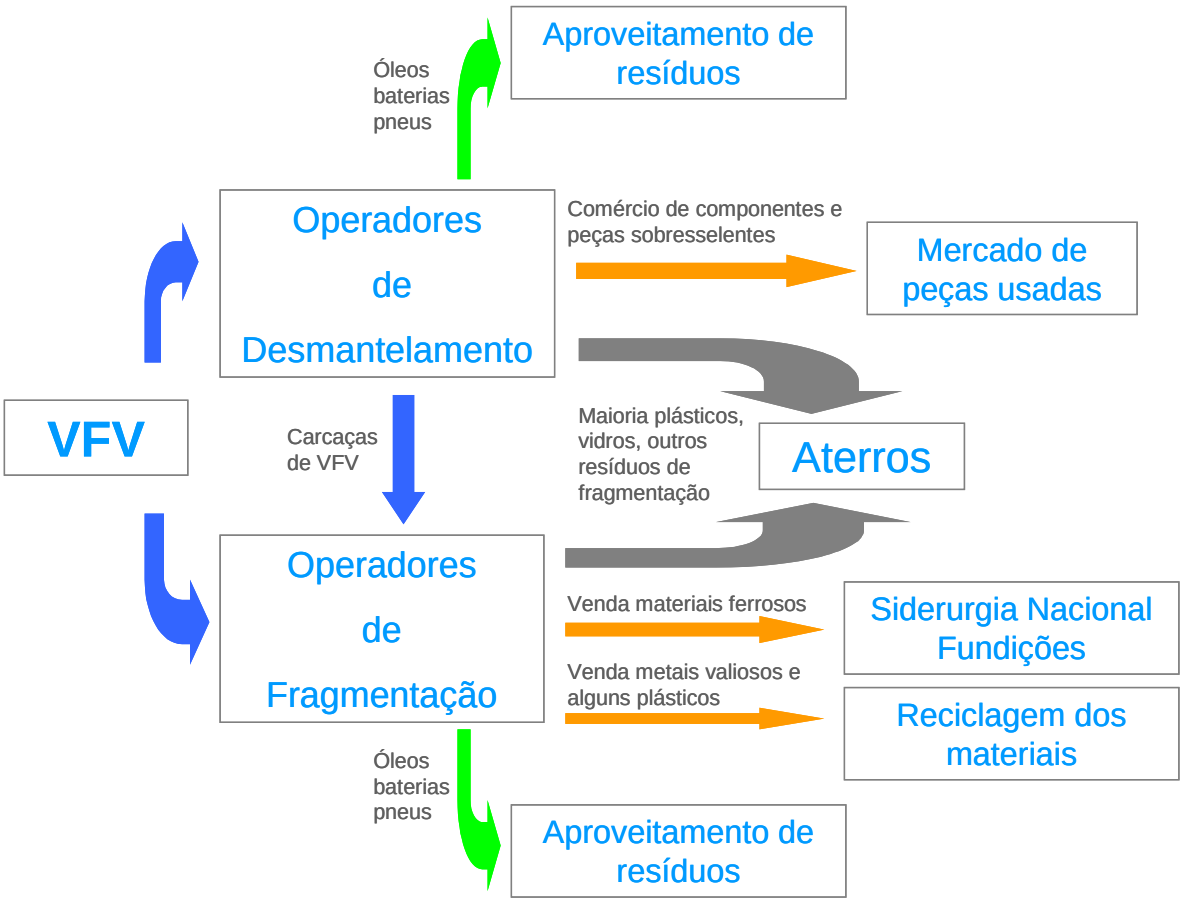

Figura 16 – Processamento de VFV em Portugal: situação actual e fluxos gerados

A figura 16 representa a Cadeia de Deposição do automóvel em Portugal, que ilustra a situação actual da estrutura de processamento de VFV. A Cadeia de Deposição é assim, como se pode ver, essencialmente constituída por dois tipos principais de operadores, os desmanteladores e os fragmentadores. Estão também representados os diferentes fluxos gerados entre os vários operadores envolvidos no processamento dos VFV. Uma caracterização mais completa do aproveitamento dos fluxos gerados de resíduos como os pneus, óleos, etc, pode ser consultada no Livro Técnico editado na sequência do projecto e do trabalho desenvolvido ao longo do estágio, sob o título "Directório VFV: Processamento Integrado de VFV".

O processo pode ter início nos operadores de desmantelamento ou nos operadores de fragmentação, que compram os VFV a Agências de Seguro, centros de recolha de veículos abandonados da responsabilidade de Câmaras Municipais, centros de inspecção ou ainda aos próprios proprietários.

Os desmanteladores são tipicamente pequenas empresas com poucos trabalhadores, constituindo aquilo a que normalmente se chamam as sucatas. O objectivo da actividade das empresas que se dedicam ao desmantelamento é o comércio das peças e componentes retirados dos VFV que vão sendo comprados e que vão sendo armazenados em parques. A partir do momento em que se possa considerar que o VFV não tenha mais peças ou componentes com suficiente valor de mercado, a carcaça restante é vendida a fragmentadores ou a indústrias metalomecânicas que procedam ao seu aproveitamento. No entanto, nem todas as carcaças aproveitadas pelos desmanteladores seguem este destino, sendo que uma parte é ainda compactada e enviada para aterro sem que entrem no ciclo de reciclagem de VFV.

Em termos de desmanteladores têm vindo a ser criados ou a desenvolverem-se um conjunto de empresas com um processo mais evoluído de desmantelamento aproximando-se das melhores práticas encontradas em países como a Holanda e que são as práticas desejadas pela Directiva. São empresas que seguem as normas ambientais e que desmantelam os veículos iniciando o processo pela despoluição tal como está previsto na legislação, seguindo um processo produtivo mais ou menos elaborado e sistematizado.

Em relação aos operadores de fragmentação, em Portugal esta actividade encontra-se extremamente centralizada, uma vez que se destacam fundamentalmente duas empresas neste ramo. Os fragmentadores tanto compram os VFV a particulares e companhias de seguro, como carcaças de VFV já devidamente aproveitadas em termos de peças e componentes pelos operadores de desmantelamento. Depois de recebidas as carcaças de VFV, estas passam por pequenas operações de desmantelamento que visam essencialmente a despoluição e a

descontaminação. No caso de se tratarem de VFV adquiridos directamente aos proprietários ou a companhias de seguro que não tenham ainda sido processados por desmanteladores, são também eventualmente realizadas algumas operações de desmantelamento para aproveitamento de componentes ou peças com valor, que estejam em bom estado. No entanto, o objectivo da actividade das empresas fragmentadoras não é o comércio de peças retirados de VFV, mas sim a venda dos materiais ferrosos e não ferrosos que constituem as suas carcaças.

4.5 Desmantelamento

4.5.1 Introdução

O desmantelamento é uma das actividades centrais da cadeia global que actualmente se encarrega do tratamento e processamento dos VFV.

O desmantelamento consiste numa operação de remoção e separação dos componentes de VFV, com vista à sua despoluição e à reutilização, valorização ou eliminação dos materiais que o constituem. De uma forma geral o desmantelamento pode ser relacionado com três actividades, o comércio de peças sobressalentes, a reciclagem de material e a despoluição.

No âmbito do alcance dos objectivos definidos pela nova legislação um dos processos que deve ser privilegiado deve ser precisamente o desmantelamento, o que encontra justificação na possibilidade de reutilização dos componentes retirados dos VFV, e ainda pelo facto de permitir que antes da fragmentação se descontaminem alguns dos componentes dos óleos e ácidos usados e se separem outros componentes de materiais diversos que prejudicariam a qualidade da matéria fragmentada e consequentemente da qualidade da matéria a reprocessar.

Apesar da necessidade de privilegiar a reutilização, e consequentemente o desmantelamento, convém referir que a grande parte dos componentes, devido a imperativos de segurança e garantias de qualidade, não podem ser reutilizados. Esta situação torna-se particularmente bem evidente na Indústria Automóvel em virtude dos exigentes padrões e normas de garantias de qualidade pelos quais o sector normalmente se caracteriza.

O cumprimento dos objectivos impostos pela Directiva com elevados padrões ambientais, de higiene e segurança, obriga a uma reformulação da estrutura nacional de processamento, caracterizada por um grande número de depósito de sucata, a operar desordenadamente.

Com a entrada em vigor e respectiva aplicação da nova legislação para o sector, todos os intervenientes no ciclo de vida do veículo são co-responsáveis pela gestão destes resíduos. Os detentores de VFV são responsáveis pelo seu encaminhamento para um Centro de Recolha ou um operador de Desmantelamento, que por sua vez são responsáveis pelo encaminhamento dos componentes para operadores de tratamento e das carcaças para os operadores de Fragmentação.

4.5.2 Descrição do Processo

A descontaminação do VFV é o primeiro passo no processo de desmantelamento. Substâncias como os óleos de motor, de transmissão e travões, líquidos de refrigeração e limpa-vidros, gasolina e fluídos usados nos sistemas de ar condicionado são retirados e depois reencaminhados para as diversas possibilidades de processamento já externos à planta de desmantelamento, e tipicamente explorados por outras empresas dedicadas exclusivamente a essas actividades.

Depois são geralmente retirados os pneus, baterias, *air-bags*, depósitos de combustível e catalisadores. Em seguida extraem-se os vidros, portas, faróis dianteiros e traseiros, espumas dos assentos e tecidos, *tabliers*, outros plásticos, motor e transmissões, sistemas de ignição, etc.

Os elementos anteriormente referidos passíveis de serem directamente reutilizados, atendendo a aspectos técnicos, de segurança e económicos, são armazenados e posteriormente vendidos como peças em segunda mão. Alguns destes componentes ou peças usadas poderão eventualmente ser sujeitos a pequenas operações com o objectivo do seu recondicionamento, como rectificações, polimentos, etc, antes de voltarem a ser introduzidos no mercado.

Todos os outros elementos são reencaminhados para operadores especializados com vista à sua reciclagem ou aproveitamento energético. Geram-se desta forma vários fluxos de resíduos com destinos bem distintos.

Um dos problemas que se coloca na fase de desmantelamento tem a ver com a separação dos componentes poliméricos, que usualmente se revela pouco económica, mesmo para aqueles que têm uma composição homogénea e de dimensões razoáveis. Uma redução de custos só se tornará efectiva se forem implementadas melhorias ao nível da tecnologia e da organização, e também da aplicação de filosofias *Design for Dismantling*, ou *Design for Recycling* na fase do projecto e desenvolvimento do automóvel.

A importância deste tipo de metodologias é realçada no ponto 4.5.3, mas convém referir no entanto, que se estima que mesmo com a utilização destas metodologias a quantidade de plásticos capazes de serem desmantelados em 30 minutos nunca chegue a ultrapassar entre 3 a 4% da massa de um VFV. A marcação e numeração dos plásticos, que é já realizada de uma forma generalizada e sistemática pelos construtores, ajuda nas actividades de desmantelamento, mas em todo o caso o processo não deixa de ter que ser feito manualmente pelo que será sempre uma tarefa relativamente demorada e onde nunca se poderão evitar integralmente erros e falhas que tão prejudiciais são para a qualidade da matéria reciclada.

Os desmanteladores apesar da marcação e numeração ser já uma realidade global, precisam no entanto, de informação rápida e clara sobre o conteúdo de cada VFV em termos dos diferentes materiais que os constituem. De certa forma esta necessidade foi satisfeita parcialmente com as versões de papel dos Manuais de Desmantelamento. No entanto, apesar de terem sido largamente utilizados pelos operadores de desmantelamento, em virtude do elevado número de modelos sucessivos de cada construtor e das mudanças sucessivas que um modelo específico sofre durante a sua vida, tais manuais acabariam por implicar rapidamente um número exagerado de documentos sem grande utilidade operacional.

Neste sentido, numa tentativa de facilitar e promover o desmantelamento a associação *European Car Industry* desenvolveu o projecto IDIS (*International Dismantling Information System*). O projecto IDIS passa pela criação de um software que pretende permitir, o acesso rápido e eficiente a informações relevantes por parte dos desmanteladores e recicladores sobre o desmantelamento de cada VFV.

O IDIS contém informação mais extensa e mais útil do que a existente nos Manuais de Desmantelamento. Entre as várias informações contidas no IDIS estão as várias sequências de desmontagem de peças e componentes, bem como a indicação de todos os resíduos perigosos a recolher dos veículos em fim de vida. Disponibiliza ainda informações importantes sobre o tipo de plásticos de que são constituídos os diferentes componentes de um veículo, o seu peso e tempo de vida aproximado. Os componentes referenciados no software vão desde os líquidos e óleos, passando pelos pneus, pára-choques, vidros, grelhas dos radiadores, faróis até aos cintos de segurança, entre muitos outros.

As informações reunidas no IDIS abrangem ainda a indicação das ferramentas necessárias para o correcto desmantelamento de cada componente ou peça do automóvel, bem como o método mais indicado para o fazer.

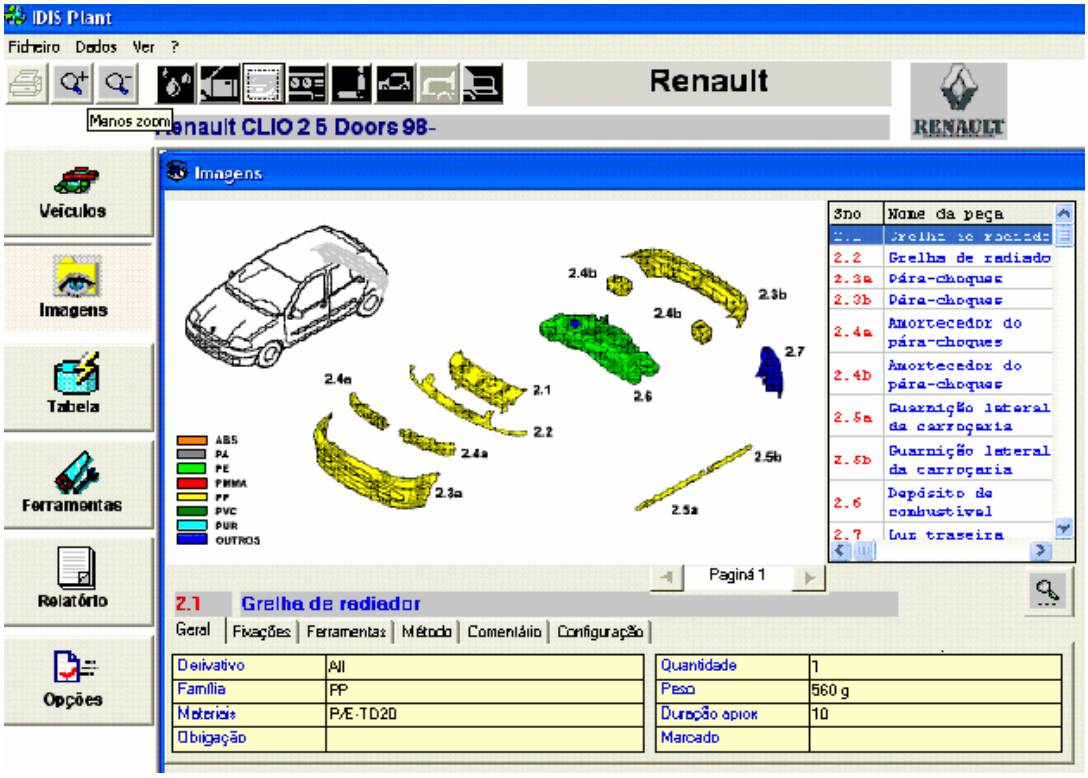

Figura 17- Exemplo de uma página do software IDIS com informação referente ao desmantelamento dos componentes plásticos exteriores de um Renault Clio de 1998.

Todo este conjunto de informação é disponibilizado de forma específica para uma vasta gama de marcas e diferentes modelos dentro de uma mesma marca de automóveis.

Um exemplo da informação que pode ser encontrada no software pode ser visto na figura 18, onde para o caso de um Renault Clio do ano de 1998, se encontram descriminados os componentes a desmantelar da parte exterior, a sequência de desmantelamento, bem como a indicação do tipo de plástico de cada constituinte, o seu peso e até a sua vida aproximada.

Figura 18 - Construtores envolvidos no projecto IDIS

Apesar do empenho em promover o desmantelamento, manifestado através da publicação do software IDIS, os objectivos não foram ainda totalmente conseguidos em termos de sistematização e automatização da actividade de desmantelamento.

4.5.3 Design for Recycling/Design for Dismantling

Hoje em dia, o fim de vida de um determinado produto deve ser uma das preocupações dos técnicos que o desenvolvem desde a fase inicial de projecto. A obrigação dos construtores automóveis em recolherem os VFV livre de custos para os utilizadores, juntamente com a obrigação da redução do conteúdo de matéria não reciclável para um máximo de 5% até 2015, vai obrigar a um esforço na selecção dos materiais a utilizar, bem como das tecnologias de deformação, moldação e de construção. O objectivo passará naturalmente por conseguir obter o maior número de componentes recicláveis e pela escolha de materiais economicamente recicláveis que envolvam poucos processos de desmantelamento e relativamente simples.

Neste sentido poder-se-á revelar de extrema importância a aplicação das filosofias *Design for Recycling* e *Design for Dismantling*, que procuram ter em linha de conta na fase de projecto, todos os problemas que se possam colocar quer à reciclagem, quer ao desmantelamento, projectando as peças e componentes de modo a facilitar esse desmantelamento e reciclagem. Os grandes obstáculos para a obtenção dos objectivos propostos são a grande variedade de diferentes plásticos utilizados actualmente, as dificuldades na sua separação integral e os custos elevados de desmantelamento que isso representa. Em relação a este problema será possível que se consiga uma ligeira redução no número de diferentes plásticos utilizados hoje em dia, sem que isso implique alguma desvantagem ou pelo menos caso isso seja impossível, com apenas pequenas desvantagens.

No entanto, convém nunca desprezar o facto de que a grande vantagem do uso de diferentes materiais polímeros reside na contribuição individual de cada um dos materiais para a obtenção de excelentes características conjuntas. Esta vantagem não pode simplesmente ser desprezada e ignorada em benefício da utilização de um material único que seja mais fácil de reciclar.

Além disso a implementação prática das filosofias *Design for Recycling* e *Design for Dismantling* revela-se uma tarefa complicada pela dificuldade em prever quais as técnicas de desmantelamento, os métodos de ordenação e classificação e os processos de separação que estarão disponíveis na altura em que o automóvel, que está agora na sua fase de projecto, chega ao fim da sua vida útil.

Em conclusão, as técnicas de reciclagem e as filosofias *Design for Recycling* e *Design for Dismantling* terão um papel importante no desenvolvimento e progresso da reciclabilidade dos VFV, mas convém não sobrestimar a sua importância.

4.5.4 Caracterização da estrutura de desmantelamento

4.5.4.1 Europa

A situação do processamento de VFV na Europa encontra realidades bem distintas, o que pode encontrar justificação em muitos factores. Entre eles estarão naturalmente o grau de maior ou menor consciência ambiental existente em cada país e o seu grau de desenvolvimento económico, mas também outros factores como por exemplo as condições de mercado, nomeadamente a população, a situação competitiva, a legislação, as oportunidades de exportação de componentes e veículos e ainda outros menos visíveis como a classe e a idade média dos automóveis que atingem o seu fim de vida útil.

Para ilustrar melhor a importância deste último factor menos perceptível, podem ser citados os casos da Alemanha e da Itália que apresentam situações bem diversas. Assim, enquanto na Alemanha os VFV são maioritariamente de grandes dimensões e de classes superiores, em Itália são mais pequenos e de classes utilitárias e em média 3 anos mais velhos do que na Alemanha. Estas diferenças significativas implicam necessariamente, de igual modo, diferenças nas características das peças retiradas dos VFV. Imaginemos por exemplo dois modelos de automóveis, A e B, que têm respectivamente pára-choques produzidos à base de

Policarbonato (PC) e Polipropileno (PP), e imaginemos que num determinado país é mais popular o modelo A, enquanto noutro será o modelo B. Nesta situação o desmantelamento dos pára-choques dos VFV representa quantidades diferentes de diferentes materiais para cada país, o que naturalmente não deixará de ter influência no mercado da reciclagem e do encaminhamento deste tipo de resíduos.

De uma forma geral, por toda a Europa, o número de desmanteladores existentes supera em grande parte o número de desmanteladores licenciados.

A Holanda é reconhecidamente um dos melhores exemplos, se não mesmo o melhor, quando se fala de processamento de VFV. A comprovar este facto temos por exemplo a antecipação da data limite imposta para a obtenção dos objectivos consagrados pela Directiva da UE sobre VFV, e que o governo holandês decidiu passar para Janeiro de 2007.

A organização nacional responsável pela implementação das políticas de recuperação e processamento de VFV na Holanda é a *Auto Recycling Nederland* (ARN).

O projecto ARN foi iniciado pelas organizações da Indústria Automóvel holandesa e começou por exigir a certificação dos desmanteladores e obrigá-los a fazer a despoluição em relação a certos constituintes.

O número de desmanteladores autorizados na Holanda era de 907 em 2002, sendo que actualmente existem 269 espalhados por todo o território holandês que fazem parte da rede da ARN. Os registos holandeses apontam para que cerca de 88% dos VFV holandeses estejam a ser tratados por estes desmanteladores.

Estes operadores de desmantelamento contratados e devidamente licenciados pela ARN, fazem o desmantelamento de um máximo de 18 peças e componentes diferentes dos VFV, cuja escolha é da responsabilidade da ARN. Entre estes são actualmente desmantelados pára-choques, tampões das rodas, farolins traseiros, cintos segurança, grelhas e espumas, entre outros.

Os operadores de desmantelamento são pagos por quilograma de material entregue à ARN, sendo de referir ainda que o pagamento específico para cada diferente material é também função do tempo necessário para desmantelar a peça ou componente em questão. Refira-se também que o pagamento não tem como base o número de VFV destruídos, mas apenas as quantidades de material efectivamente desmanteladas e enviadas para posterior processamento.

As operações de desmantelamento relativas às peças ou componentes em cima indicados, são suportadas por uma taxa de 70€ (valor actualmente em vigor) que é paga pelo consumidor quando o automóvel é registado pela primeira vez.

A figura 19 representa o universo de operadores de desmantelamento que fazem parte da rede da ARN e a sua dispersão geográfica.

Figura 19 - Distribuição da rede de desmanteladores contratados pela ARN (adaptado de www.arn.nl)

Para gerir todo este sistema a ARN conta com toda uma estrutura administrativa que permite reunir e registar toda a informação mais relevante, devidamente descriminada por cada operador, baseando-se não só no número de registos de VFV eliminados mas também na quantidade efectiva de material que foi submetida para processamento, uma vez que nem todos os VFV processados têm todos os materiais específicos.

Pelo desmantelamento dos materiais indicados pela ARN, cada operador de desmantelamento, recebe então um prémio que constitui um proveito suplementar a acrescentar ao resultante da sua actividade principal que é a venda dos metais retirados dos VFV.

A crescente profissionalização do sector de desmantelamento na Holanda acarreta naturalmente um maior rigor e fiscalização, o que consequentemente leva a crer que o número de empresas a operar neste sector venha a decrescer ainda mais, tal como sucedeu no caso da Alemanha.

Além do que foi já referido, na Holanda são também recolhidas as caixas das baterias, o que acontece aliás na generalidade dos países europeus, uma vez que tal se insere numa actividade de desmantelamento com o objectivo de despoluição e felizmente o desmantelamento com este propósito começa a ser já uma realidade na Europa.

Na figura 20 pode ser observado um exemplo de uma estrutura de desmantelamento automatizada, esta referente a uma instalação de processamento de VFV situada na Holanda, apesar de existirem já outros exemplos em diversos países da Europa.

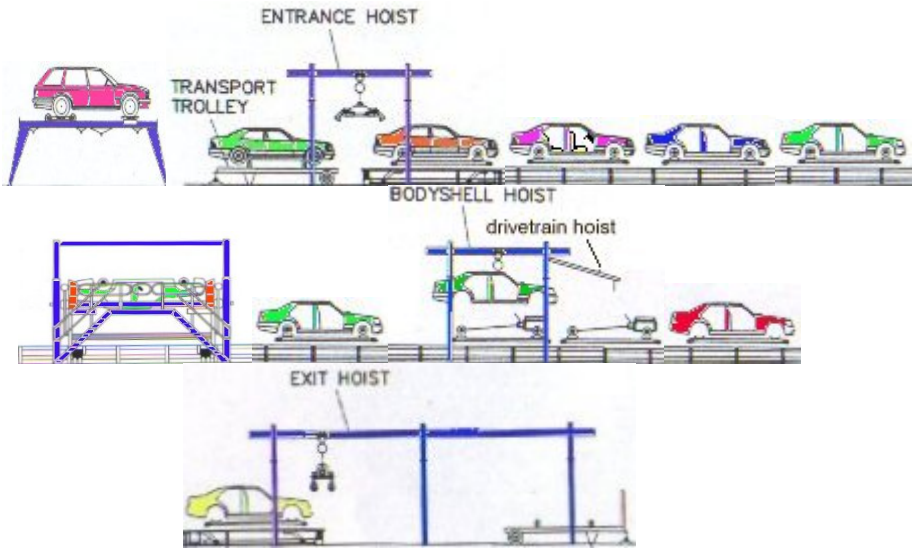

Figura 20 - Processo automatizado de desmantelamento de um VFV (Industrial Car Dismantling System B.V.)

Em França, no ano de 1998 contavam-se em mais de 2000 as empresas que armazenavam VFV, sendo que destas apenas 900 com licença válida. A grande maioria destas empresas é de pequena dimensão com cerca de 10 trabalhadores.

O negócio dos operadores de desmantelamento franceses prende-se quase exclusivamente com a venda de peças sobresselentes, pelo que a reciclagem dos plásticos não encontra em França o mesmo grau de desenvolvimento do caso holandês. Algumas destas peças retiradas dos VFV para posterior comercialização poderão ser de plástico, pelo que se contribui de certa forma para a recuperação/reutilização dos plásticos dos VFV. No entanto, tal facto não pode ser visto como uma experiência na reciclagem material dos plásticos dos VFV.

Alguns desmanteladores foram apesar de tudo envolvidos em projectos conduzidos pelas OEM, nomeadamente pela Renault, com o objectivo de desenvolver a reciclagem de plásticos. Nestes projectos as peças ou componentes sobre os quais incidiram os testes foram os pára-

choques, as espumas dos assentos e outros plásticos interiores e exteriores. Os resultados experimentais obtidos serviram para perceber as condições do estabelecimento da indústria de fragmentação, avaliar o impacto económico na indústria recicladora e para estimar os custos de implementação dos processos envolvidos.

No caso do Reino Unido estimam-se em cerca de 4000 a 5000 os operadores de desmantelamento e apenas metade destes os licenciados, sendo que no entanto, a grande maioria das empresas estão sujeitas a visitas regulares da Agência Ambiental.

Em 1995, vários construtores de automóveis associaram-se e fundaram o CARE (*Consortium for Automotive Recycling*) que tinha como objectivo a criação de uma rede piloto de reciclagem e deposição em aterro. O projecto CARE envolveu 10 dos grandes construtores automóveis e um conjunto de 14 desmanteladores que trabalharam em conjunto numa série de testes piloto em materiais como espumas dos assentos em Poliuretano, vidros, pneus, e pára-choques de PP.

Na Alemanha, o número de empresas que lidam com VFV é estimado entre 2000 e 5000, sendo de referir que desde Abril de 1998, momento em que passou a ser necessário obter uma aprovação adicional por um conjunto de peritos, as empresas de desmantelamento aprovadas passaram a ser cerca de 1400 segundo dados de 2002. A iniciativa mais relevante na área do desmantelamento na Alemanha, diz respeito ao projecto ARIV que envolvia a indústria fragmentadora e o Ministério dos Assuntos Económicos. Um dos objectivos deste projecto passava pela instituição de uma metodologia, que usando critérios como o peso dos componentes ou peças, a reciclabilidade dos materiais, a sua facilidade de desmantelamento, o preço dos materiais virgens e as infra-estruturas e técnicas de reciclagem existentes, permitiria definir as partes cujo desmantelamento se afigurava vantajoso.

Em relação ao armazenamento dos VFV, enquanto estes vão sendo desmantelados à medida que as suas peças ou componentes vão sendo necessários, terão que ser armazenados de acordo com um conjunto de requisitos previstos na Directiva. Entre outros, por exemplo, a proibição de que os VFV sejam armazenados desordenadamente, amontoados uns em cima dos outros. Refira-se também a instituição de um prazo limite para a posse dos VFV pelos operadores que os recolheram, que é actualmente de 45 dias a contar do dia de recepção.

Um exemplo deste tipo de soluções de armazenamento pode ser observado na Figura 19.

Figura 21 - Desmantelamento de VFV - Armazenagem

4.5.4.2 Portugal

A actividade de desmantelamento é assegurada em Portugal por empresas de pequena dimensão, com poucos trabalhadores e que operam geralmente de uma forma desorganizada e sem grande controlo, e que se designam de uma forma genérica por sucatas. Em alguns casos, os sucateiros juntam-se num espaço único ou nas proximidades constituindo grandes mercados de peças usadas facilitando a procura por parte dos clientes.

Entretanto, tem-se verificado o aparecimento de algumas empresas, que se dedicam ao desmantelamento de uma forma mais organizada e sistemática, e que cumprem já com rigor as normas e os requisitos exigidos para o sector.

As sucatas dedicam-se ao comércio de peças e componentes que retiram dos VFV e que vendem como peças sobresselentes para outros veículos. As peças que se considerem com valor de mercado vão sendo retiradas dos VFV e aproveitadas, sendo que este processo poderá demorar alguns anos durante os quais os VFV serão armazenados, o que de uma forma geral em Portugal é feito de uma forma extremamente desorganizada. Alguns exemplos típicos deste tipo de armazenamento desorganizado realizado pelas sucatas e que caracteriza o sector do desmantelamento em Portugal pode ser observado na figura 22.

Figura 22 - Exemplo típico de sucata

Os operadores de Desmantelamento compram os VFV a particulares, companhias de seguro, e também a concessionários.

Em Portugal não existe nenhuma estrutura automatizada como a descrita na figura 20, sendo o desmantelamento de uma forma genérica assegurado pelas referidas sucatas, de uma forma desorganizada, manual e não sistemática. No entanto, registe-se a existência de uma instalação que procura sistematizar as actividades de desmantelamento situada na Região Centro, que não é de facto uma estrutura automatizada de processamento em linha como a que foi já descrita, mas sim um conjunto de estações de trabalho já com um elevado grau de sistematização de operações.

Pensa-se que com a entrada em vigor da nova legislação e a esperada maior regularização e normalização do sector, possa vir a ser economicamente viável a montagem de instalações de desmantelamento mais desenvolvidas e automatizadas.

No final da fase de desmantelamento do VFV resulta apenas a sua carcaça que será vendida a fragmentadores ou directamente à siderurgia nacional ou outras empresas que se dediquem ao aproveitamento dos metais e que procedem à sua posterior separação em metais ferrosos e não ferrosos e resíduos plásticos.

Existem no entanto, algumas carcaças dos VFV que actualmente nem chegam a ser enviadas para os fragmentadores, sendo compactadas e enviadas para deposição em aterro, depois de convenientemente aproveitadas as peças com valor de mercado e de efectuadas as respectivas operações de despoluição obrigatórias e previstas na legislação.

Geralmente esta operação de trituração e compactação é levada a cabo pelo próprio desmantelador, que tem naturalmente interesse em reduzir o volume pelo qual vai ter de pagar

por enviar para aterro, ou eventualmente numa fase posterior, pelo próprio aterro a quem as carcaças de VFV foram entregues.

De qualquer forma, geralmente as partes ferrosas e não ferrosas das carcaças dos VFV são já aproveitadas, o mesmo não sucedendo em relação às partes plásticas. Estas são ainda enviadas quase integralmente para aterro, não existindo até ao momento alternativas em termos de empresas que se dediquem ao seu aproveitamento.

O aproveitamento dos plásticos dos VFV surge assim como uma área ainda muito por explorar e de elevado interesse e relevância para os operadores envolvidos no processamento de VFV. A possibilidade de aproveitamento dos resíduos plásticos dos VFV poderá permitir que os operadores não só deixem de ter encargos com o envio e a deposição em aterro, como possam mesmo, caso se conseguisse dinamizar o aproveitamento dos plásticos a esse ponto, vender os seus resíduos plásticos a empresas que os possam usar como matérias-primas. Em último caso, mesmo uma solução semelhante ao que se faz já com os pneus que são recolhidos a custo zero por entidades responsáveis pela sua gestão, seria já bastante benéfica para o sector, eliminado um custo que pode ser considerado desnecessário se considerarmos real o potencial dos resíduos plásticos em termos de aproveitamento para outras aplicações. Numa actividade em que as margens envolvidas são reconhecidamente baixas uma solução para estes resíduos poderia resultar num desenvolvimento e evolução muito positivos.

Este tema revela-se assim de extrema importância e oportunidade, pelo que neste estudo foi incluído um capítulo em que são abordadas algumas possibilidades de aproveitamento de plásticos e plásticos reforçados com fibras dos VFV, mais especificamente a sua possível incorporação nos betões poliméricos. As suas reflexões e conclusões podem ser consultadas no capítulo 8 do Livro Técnico que resultou do trabalho do estágio.

4.5.5 Requisitos específicos para Desmanteladores

A actividade do desmantelamento exige o cumprimento de determinados requisitos específicos, que se encontram regulamentados no Anexo I do Decreto-Lei 292 de 15 de Novembro de 2000.

Entre as várias exigências que o diploma contém salienta-se a criação de um sistema de registo completo de todos os veículos processados, sua origem e destinos dos vários fluxos por si gerados, bem como a obrigatoriedade de superfícies impermeáveis para as zonas de descontaminação, entre outras.

4.6 Fragmentação

4.6.1 Introdução

O elo seguinte da Cadeia de Deposição do automóvel, é constituído pelos operadores de Fragmentação.

A fragmentação pode ser definida como uma indústria transformadora, na medida em que é recebida matéria-prima que depois é transformada num produto intermédio ou final.

Para qualquer indústria transformadora, seja de que sector for, é fundamental a garantia de um fluxo estável de matéria-prima para o exercício da sua actividade. Esta condição não é excepção para a indústria fragmentadora de VFV, sendo este um dos aspectos primordiais no desenvolvimento da estrutura actual de fragmentação.

As opiniões recolhidas nas entrevistas realizadas no âmbito do projecto revelam a existência de margens de lucro reduzidas no sector, pelo que se torna necessário criar condições para uma redução dos custos ou um aumento dos proveitos.

Entre outras soluções, uma das formas de conseguir alcançar uma redução nos custos, passa pela redução da quantidade de resíduos a enviar para aterro, que constituem um encargo para o operador de Fragmentação. Isto pode ser conseguido pela sua conversão energética ou simplesmente pela sua reconversão, eliminando ou reduzindo ao mínimo o resíduo final.

Os resíduos enviados para aterro são essencialmente plásticos, uma vez que para estes resíduos não existem ainda destinos alternativos em termos de possibilidades de reutilização, reciclagem e outras formas de aproveitamento. Não existem enquanto soluções devidamente divulgadas e difundidas e com uma infra-estrutura logística que permita a implementação prática imediata destes fluxos de materiais, porque efectivamente essas possibilidades de aproveitamento existem como aliás poderá ser constatado neste documento, e de forma mais precisa no Livro Técnico “Directório VFV: Processamento Integrado de VFV” editado pelo INEGI e que resultou do trabalho realizado durante o estágio.

Esta necessidade de reorientação da indústria fragmentadora tenderá a alargar a sua ligação com outros sectores de actividade, como a indústria metalúrgica, cimenteira, de plásticos, e outros sectores como o da construção, nos esforços de pesquisa e de estudo de novas oportunidades de aproveitamento e de negócio.

A entrada em vigor da nova legislação, e consequentemente das metas e objectivos em si consagrados, constitui outro factor de peso na definição da importância que o aproveitamento dos resíduos plásticos apresenta. De facto, apenas será possível alcançar as taxas de reciclagem e reutilização impostas, intervindo na componente dos resíduos plásticos que têm hoje como destino único a deposição em aterro. Esta importância do aproveitamento dos plásticos retirados dos VFV foi já, aliás, sendo salientada ao longo deste documento.

A localização estratégica é, como em qualquer outro caso, importante para as indústrias de fragmentação, pelo que estas deverão localizar-se num local propício que permita receber um fluxo relativamente elevado de matéria-prima. Por este motivo e sendo a matéria-prima os VFV, as empresas fragmentadoras encontram-se normalmente localizadas em áreas de grande urbanização.

Em Portugal a estrutura de fragmentação está extremamente centralizada, sendo dominada por duas empresas, uma a Norte e outra a Sul.

4.6.2 Descrição do Processo

A indústria de fragmentação reduz os materiais dos VFV, oriundos dos operadores de desmantelamento, a pedaços de pequenas dimensões, dos 5 aos 15 cm.

Os moinhos de martelo reduzem a sucata a granulado, formando um fluxo de matéria mais uniforme, quer em composição quer em dimensão. Um exemplo dum moinho de martelo encontra-se ilustrado na figura 23, neste caso um modelo do fabricante Lindemann.

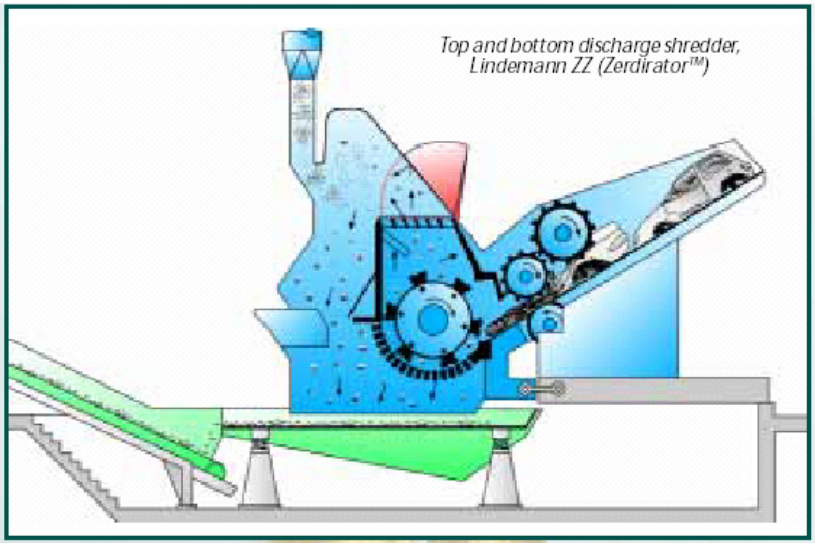

Figura 23 - Esquema de um moinho de martelo usado pelos fragmentadores (www.metsominerals.com)

Depois da poderosa acção de fragmentação propriamente dita, é feita a extracção de poeiras, e a separação dos restantes resíduos não metálicos, que correspondem a cerca de 25% do VFV. Estes resíduos são constituídos principalmente por plásticos, borrachas e outros materiais de baixa densidade. Os plásticos representam mais de um terço em peso dos resíduos da fragmentação (ASR), podendo ter como destino a valorização energética.

De facto, a valorização energética é tida pelos produtores automóvel como indispensável para que se consigam no estado presente, atingir as taxas de desperdício dos VFV destinados a aterro. Deve haver, no entanto, uma preferência pela introdução de novos processos e soluções que permitam aumentar a reciclagem em detrimento da valorização energética, pois trata-se de um processo com maiores vantagens ambientais.

Para reciclar a fracção pesada do ASR, numa terceira fase, é necessário proceder a uma separação entre os materiais ferrosos (Ferro e Aço) e metais não ferrosos, o que pode ser feito através de um separador magnético. Os metais ferrosos possuem valor de mercado, sendo reaproveitados como matéria-prima noutros ciclos de produção em siderurgias e fundições. Os materiais não ferrosos, 3 % dos VFV (alumínio, cobre, zinco) podem ser reaproveitados, por exemplo, para produzir latão.

4.6.3 Caracterização da estrutura de fragmentação

4.6.3.1 Europa

Os fragmentadores começaram a surgir com o aumento do número de VFV no final da década de 50, motivados com a constatação de que o desmantelamento manual não conseguia acompanhar os níveis ainda assim relativamente baixos de VFV da época. Desde o seu aparecimento a actividade de fragmentação foi sendo continuamente desenvolvida com o objectivo de se conseguirem alcançar níveis de separação óptimos dos metais existentes nos VFV.

Cerca de 14 milhões de automóveis chegam ao fim da sua vida útil em cada ano na União Europeia. Segundo dados do *Bureau of International Recycling* (BIR), existem mais de 220 instalações de reciclagem de VFV automatizadas na UE empregando mais de 6000 pessoas. Na figura 24 é possível observar a distribuição destas instalações na Europa, sendo que as existentes em Portugal não se encontram representadas por não pertencerem ao universo abrangido pelo BIR à data do levantamento destes dados. Cada uma destas instalações opera como uma fábrica integrada, consumindo uma taxa média de 200 VFV por hora.

Na sequência da implementação da Directiva Europeia de VFV, em Dezembro de 2000 foi fundado o *European Shredder Group*, que representa os fragmentadores europeus como uns dos principais operadores envolvidos no processamento de VFV. Esta associação que engloba representantes nacionais da Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Itália, Holanda, Noruega e Reino Unido, acordou uma estratégia comum de trabalho para o sector da fragmentação. O âmbito de actuação do *European Shredder Group* (ESG) diz respeito a todos os assuntos relacionados com a actividade de fragmentação, como recolha de dados sobre custos operacionais, questões legais, novas tecnologias, etc.

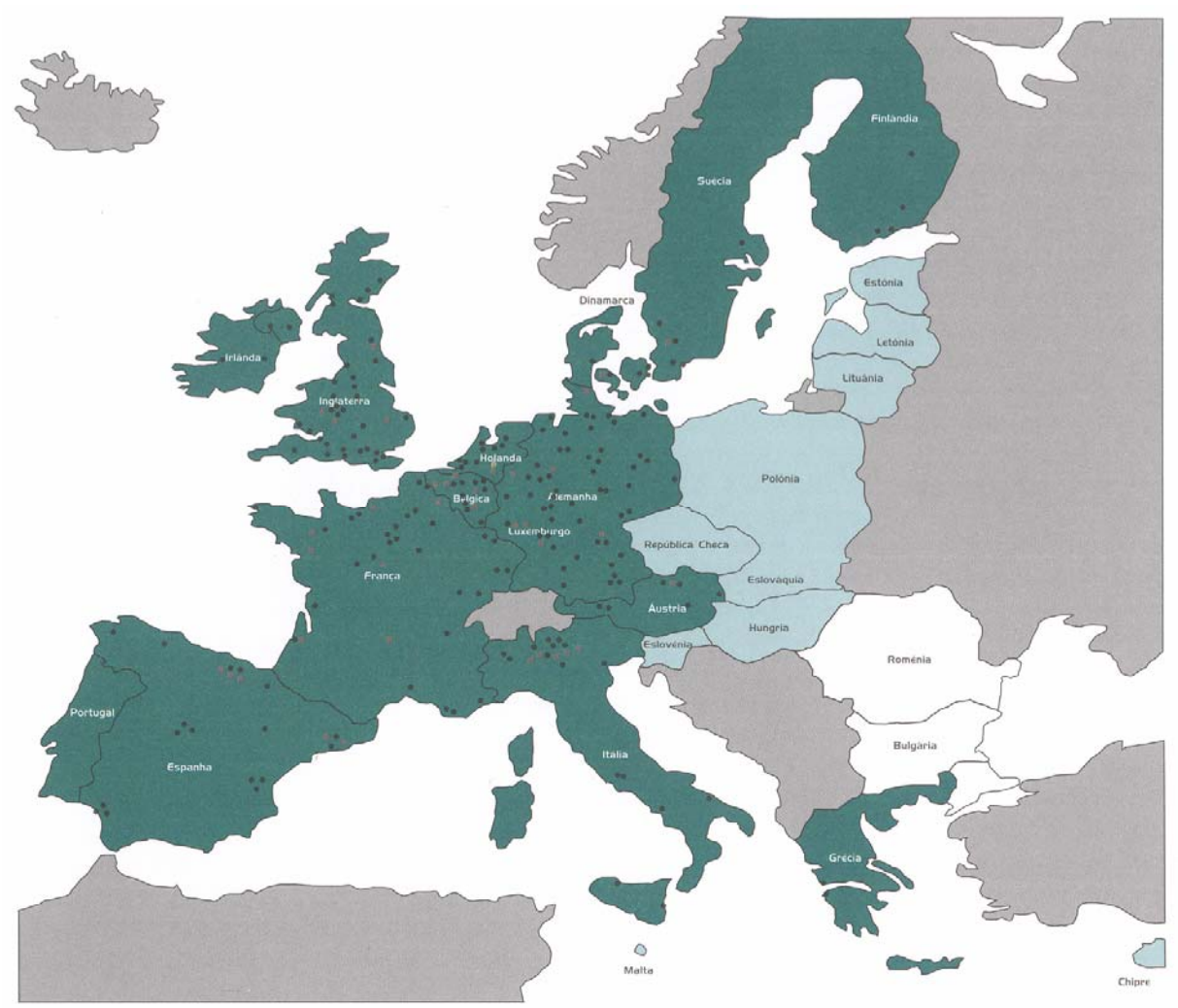

Figura 24 – Distribuição dos operadores de fragmentação na Europa (adaptado de www.bir.org)

A fragmentação de VFV na Europa é assim já feita de uma forma automatizada, através de instalações próprias para o efeito, cujo processo será descrito em seguida.

No início do processo, são realizadas as obrigatórias acções de despoluição do VFV incluindo a remoção das baterias, pneus, *airbags* e catalizadores, bem como a drenagem de todos os fluídos. Este tipo de processo pressupõe naturalmente que os VFV sejam recebidos sem que antes tenham passado por operadores de desmantelamento. Esta tendência para se realizar a fragmentação com um mínimo de desmantelamento tem sido cada vez mais defendida, como aliás foi já referido noutras partes deste documento.

Os VFV são depois processados através de uma poderosa acção de fragmentação, daqui resultando pequenos pedaços de material. As partes ferrosas resultantes do processo de fragmentação, depois de devidamente separadas encontram-se em condições ideais para serem introduzidas nas fornalhas de fabrico de aço. O resultado é um material de elevada qualidade química e física, com valores aproximados de cerca de 98% de ferro, sendo procurado por fabricantes de aço de todo o mundo. Na UE são produzidos anualmente, por acção dos

operadores de Fragmentação, mais de 8 milhões de toneladas deste tipo de aço de elevada qualidade, o que representa cerca de um terço da produção mundial.

Geralmente existe também um sistema de recolha dos pós resultantes do processo de fragmentação, que são depois enviados para aterro ou para processamento posterior por valorização energética.

Muitos dos componentes de um VFV contêm metais não ferrosos como cobre, alumínio ou zinco, sendo utilizados processos de separação magnética para os remover da fracção ferrosa. Estes materiais têm um elevado valor no mercado o que justifica um esforço acrescido para a sua separação. Os outros materiais como aços inoxidáveis, metais não ferrosos ou materiais não metálicos são depois separados por outros processos como a separação por remoinho, (onde através de indução de energia se consegue separar um material não ferroso de outros materiais que o rodeiem), e posteriormente enviados para outros processos de separação. Um exemplo de um destes tipos de instalação automatizada de fragmentação encontra-se representado na figura 25.

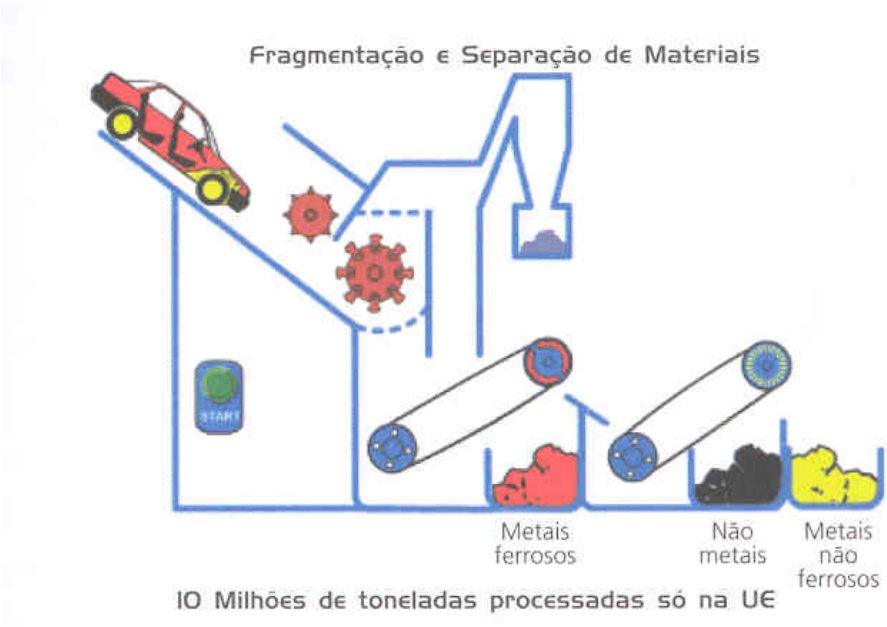

Figura 25 - Esquema representativo de uma instalação de fragmentação integrada e automatizada (adaptado de www.bir.org)

O segundo passo na separação e triagem dos materiais, é geralmente efectuado já noutras instalações para onde os resíduos são enviados. Segundo dados do BIR, existem cerca de 40 instalações deste tipo na UE, geralmente designadas por *Media Separation Plants*. A figura seguinte mostra um exemplo deste tipo de instalação.

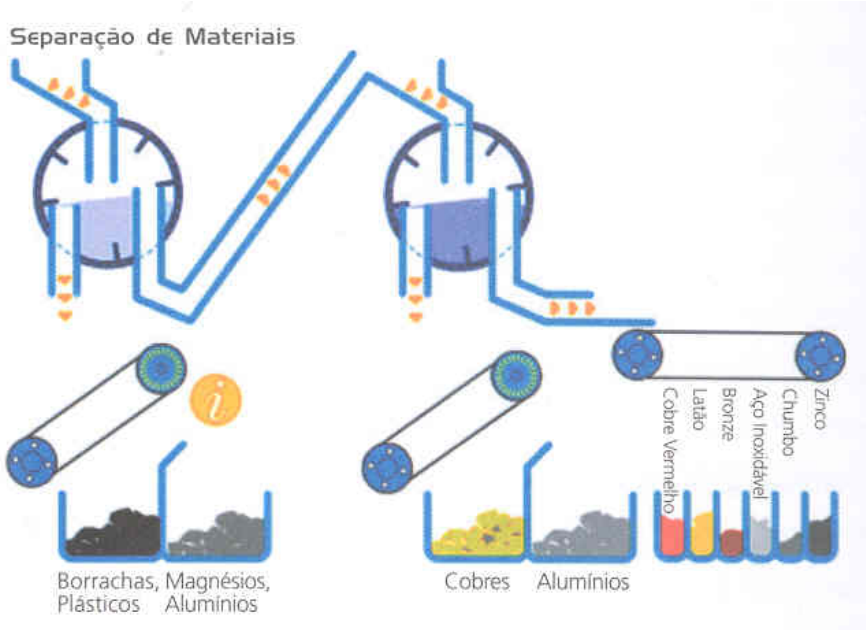

Figura 26 - Esquema representativo de uma *Media Separation Plant* instalação de separação e triagem dos resíduos de fragmentação de VFV (adaptado de www.bir.org)

4.6.3.2 Portugal

A estrutura de fragmentação em Portugal está extremamente centralizada, dominada por duas empresas, uma situada na Região Norte e outra na Região Sul.

A matéria-prima que estas empresas utilizam na sua actividade, é originária principalmente de particulares, mas também de centros de inspecção, pequenos sucateiros e alguns centros de recolha de veículos abandonados das Câmaras Municipais. Os VFV poderão também chegar aos operadores de Fragmentação depois de terem sido processados por operadores de Desmantelamento, embora tal não seja muito comum.

A partir do momento em que a empresa está na posse do VFV e da respectiva autorização de Abate, pode iniciar-se o processo que levará à sua reciclagem. O primeiro passo consiste na descontaminação do VFV, o que inclui a recolha de todos os líquidos perigosos, óleos e ácidos, bem como as baterias, pneus e o combustível. Isto caso a origem do VFV não seja um operador de Desmantelamento, uma vez que nesse caso a lei obriga a que a descontaminação tenha sido já efectuada.

Os óleos são depois vendidos a empresas dedicadas à sua regeneração, e as baterias a empresas dedicadas ao reaproveitamento do chumbo. Os pneus quando possuem ainda algum valor são comercializados ou em alternativa distribuídos pelos trabalhadores da empresa. Hoje em dia, estas empresas são já pontos de recolha certificados pela Valor Pneu, pelo que

recebem por cada pneu que recolhem dos VFV. Caso contrário, teriam que proceder à entrega dos pneus num Ponto de Recolha a custo zero.

Depois de descontaminado o VFV o passo seguinte consiste na sua fragmentação. Após esta operação, o VFV é dado como abatido e é emitido o certificado de Abate, que posteriormente é recolhido pelo Centro de Inspecção onde o VFV foi entregue. Uma cópia é entregue ao último proprietário do automóvel, outra é entregue ao Distribuidor/Construtor onde foi comprado o novo automóvel, e é aqui que é feito o acerto de contas relativo ao subsídio de Incentivo ao Abate.

Após a fragmentação é feita uma triagem entre materiais ferrosos e não ferrosos. Os ferrosos são então vendidos à Siderurgia Nacional para reciclagem e os não ferrosos são enviados para Aterro com os custos inerentes. Entre os não ferrosos apenas é actualmente aproveitado o alumínio que é vendido às fundições. Os custos de transporte são em qualquer destas situações suportados pelos operadores de fragmentação.

Em termos de equipamento a situação dos operadores portugueses não difere muito da generalidade dos países europeus, sendo utilizada estruturas de fragmentação devidamente integradas e automatizadas.

O volume de VFV processados em Portugal pelas fragmentadoras é ainda muito reduzido face aos valores de VFV estimados, situação que resulta da falta do seu correcto encaminhamento. De facto, apenas uma reduzida percentagem do número anual de VFV estimado é actualmente processada pelos operadores de fragmentação. Com as imposições e exigências da nova legislação esta situação terá naturalmente que se alterar, o que poderá até justificar o aparecimento de novos operadores e duma consequente descentralização do sector.

4.6.4 Requisitos específicos para Fragmentadores

Tal como no caso dos desmanteladores, existe legislação específica com o objectivo de regulamentar a actividade de fragmentação. O ponto 2 do Anexo I do Decreto-Lei Nº292 de 15 Novembro de 2000, contém assim o conjunto de requisitos obrigatórios para o funcionamento dos operadores de fragmentação dentro da legalidade. Entre outras medidas inclui-se a obrigatoriedade da criação de um sistema de registo, com informação para cada VFV processado, sobre a sua origem, destino dado aos seus materiais, etc.

4.7 Sustentabilidade dos veículos em fim de vida

4.7.1 Desenvolvimento Sustentável

As questões ambientais são, cada vez mais, uma das grandes preocupações da nossa sociedade. A crescente deterioração das condições ambientais verificada nas últimas décadas, provocada principalmente pelo aumento exponencial da população mundial e pelo crescimento significativo da actividade económica, alertou o Homem para a necessidade de um plano ambiental de âmbito mais Universal que envolva todos os países em torno de um objectivo comum. Entre um conjunto de iniciativas que deram origem ao aparecimento de políticas ambientais mais severas e de cariz universal, foi deliniado um projecto que recebeu a designação de Desenvolvimento Sustentável. Na sua génese o Desenvolvimento Sustentável invoca a adopção de medidas que visem "prevenir e minimizar os resíduos e maximizar a reutilização, a reciclagem e o recurso a substâncias alternativas compatíveis com o ambiente, com a participação dos responsáveis governamentais e de todos os interessados, para minimizar os efeitos adversos para o ambiente e melhorar a eficiência dos recursos", (Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, Joanesburgo, Setembro 2002).

A União Europeia elegeu o Desenvolvimento Sustentável, numa tentativa de manter a qualidade de vida, o acesso regrado aos recursos naturais e evitar danos permanentes no ambiente, protegendo as futuras gerações. A natureza, assim, deixa de ser um espaço hostil que é preciso dominar fisicamente para se tornar numa representação cultural da sociedade.

O ambiente e o desenvolvimento tornam-se deste modo, dois temas inseparáveis. Mas se, por um lado, esta associação está já presente na consciência e no discurso de todos os cidadãos, a sua prática ainda é geradora de polémica e constitui uma tarefa complexa e plena de desafios. A componente chave do desenvolvimento sustentável é então a mudança de atitudes no sentido das acções ambientais preventivas.

Desde sempre o sector industrial foi considerado um agente fundamental na realização da sustentabilidade uma vez que é o sector onde se consomem mais matérias-primas e geram maiores quantidades de resíduos. Apesar de se ter verificado algum esforço no sentido da aplicação prática das teorias implícitas no conceito do Desenvolvimento Sustentável, a produção global de energia e de matérias-primas em volume continua a aumentar. Torna-se fundamental procurar incorporar na competitividade das empresas a componente ambiental, bem como incentivar o desenvolvimento de um mercado onde as empresas correspondam, de

forma pró-activa, com inovações, adoptando medidas que visem melhorar a sua eficácia ambiental.

A Indústria Automóvel e a problemática dos VFV não fogem à necessidade deste esforço de promoção do Desenvolvimento Sustentável, e da tentativa de aplicação prática ao sector e às diversas actividades nele envolvidas.

4.7.2 Hierarquia da Gestão de Resíduos na Indústria Automóvel

A Indústria Automóvel é geradora de diversos resíduos, que podem ter origem em três fases diferentes: na produção (instalações de produção de componentes e montagem), durante a vida útil do automóvel, (oficinas de manutenção e reparação), e finalmente depois de atingirem o seu fim de vida útil.

Relativamente aos resíduos de manutenção em Portugal foi lançado pela Associação do Comércio Automóvel de Portugal (ACAP), em parceria com outras empresas, um programa de gestão de resíduos (eco-auto) com o objectivo de apoiar, nesta dinâmica, o sector automóvel de acordo com os requisitos legais.

No entanto, destas três fases, a mais preocupante no momento, devido à sua dimensão e ao efeito poluente directo que apresenta, será a fase em que os veículos atingem o fim de vida.

A problemática dos resíduos de fim de vida, de certa forma, tem sido desde já há algum tempo minimizada pelos sucateiros que, durante décadas, integraram o grupo dos pioneiros da reciclagem. No passado, a reciclagem dos componentes de sucata metálica e revenda de peças em segunda mão tornava lucrativo o tratamento de VFV, pelo que vários pequenos negócios se instalaram neste sector de actividade. No entanto, neste momento os sucateiros não têm capacidade de escoamento para o tão elevado número de automóveis, para além de que, apesar das sucatas se encontrarem na lista verde da Organização, Comércio e Desenvolvimento Económico (OCDE), estas actuam ainda de forma muito desorganizada e levantam sérios problemas ambientais. De facto, as sucatas são responsáveis por fortes impactos ambientais negativos devido ao amontoado de VFV em depósitos a céu aberto, que pelo facto dos seus maiores constituintes não serem biodegradáveis podem libertar substâncias tóxicas por lixiviação e percolação, contaminando os lençóis freáticos.

A poluição é apenas um dos aspectos ecológicos a considerar que justificam um sistema de gestão para estes resíduos. A escassez de recursos e a possibilidade de alguns processos de transformação dos metais dispenderem menos energia do que o processo extractivo de

minério, juntamente com o facto de serem escassos os destinos de eliminação viáveis do ponto de vista económico, técnico e ambiental para os resíduos que são gerados, devem também ser considerados como fortes motivações para uma mais controlada e mais eficaz gestão dos resíduos dos VFV.

Com os factos acima descritos sempre presentes e de forma a garantir o melhor nível de protecção ambiental, o sistema de gestão deve assentar nos princípios fundamentais que permitem estabelecer uma hierarquia dos diversos tratamentos e destinos a dar aos resíduos de VFV.

Figura 27 - Hierarquia da gestão de resíduos

A prevenção, pelo facto de ser uma metodologia a montante desempenha em todo este processo uma tarefa fundamental, e tem sido por exemplo, de certa forma, materializada na fase de projecto pela adopção de filosofias *Design for Recycling* e *Design for Dismantling*. Paralelamente, a reutilização aparece na legislação comunitária como a forma que deve ser prioritária face a outras formas de aproveitamento dos resíduos de VFV.

No sentido de se conseguir alcançar a sustentabilidade em relação aos resíduos dos VFV, a legislação comunitária impõe limites mínimos para as taxas de valorização, onde se incluem operações como a reutilização, reciclagem e valorização energética. Assim, a taxa de reutilização e reciclagem deverá aumentar para um mínimo de 80% com mais 5% de valorização energética, até 1 de Janeiro de 2006, de forma a garantir uma diminuição do volume de resíduos a eliminar por deposição em aterro para um máximo de 15%.

Os aterros, qualquer que seja o estado de desenvolvimento desta problemática, são infra-estruturas insubstituíveis para a eliminação duma importante parte dos resíduos, uma vez que existirão sempre resíduos finais para os quais a tecnologia actual não permite encontrar melhor solução.

4.7.3 Constituição de um Veículo em Fim de Vida

Actualmente, na construção de um veículo dominam o aço, ferro, plásticos e metais não ferrosos em percentagens diferentes como representado na figura 28. Cerca de 75% corresponde aos metais ferrosos (aço e ferro) e não ferrosos (alumínio, cobre, latão e zinco, por exemplo). Os restantes 25%, apelidados de resíduos de retalhamento, dizem respeito a vidros, fibras, espuma, plásticos e borrachas. Esta fracção representa até 10% da quantidade total de resíduos perigosos gerados anualmente na Europa.

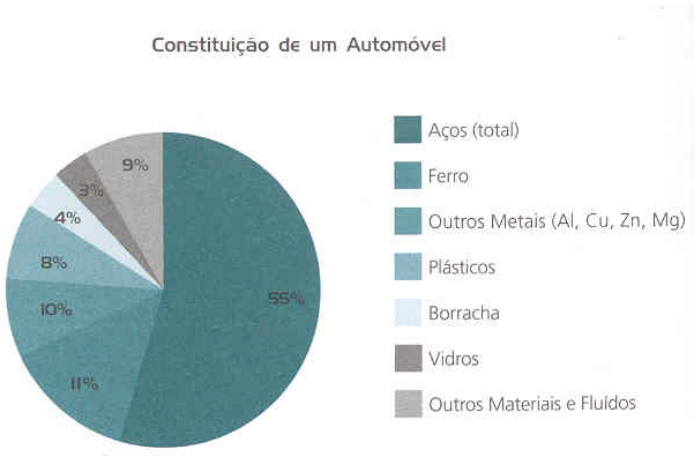

Figura 28 – Constituição média de um automóvel

Os fabricantes, responsabilizados pelo ciclo de vida do produto, terão de ter em conta nos seus novos automóveis que 85% da sua composição tem que ser passível de ser recuperada por reutilização ou reciclagem, sendo que se estima que actualmente apenas 78-80% dos resíduos são recuperados, dos quais a maioria são metais.

Com a nova responsabilidade dos produtores pela recuperação e eliminação dos seus VFV, a produção deixou de estar focada exclusivamente nos processos de fabrico, e começou a prestar atenção ao ciclo de vida do produto, através de uma política integrada, procurando dar mais importância a conceitos como tecnologias limpas e a procedimentos que permitam a recuperação dos resíduos para futuras utilizações.

Actualmente os principais impactos decorrentes do processamento dos VFV têm origem na fracção de inertes, designados por resíduos de retalhamento, para os quais ainda não há solução. De facto estima-se que esta fracção, que representa cerca de 20% a 25% dos resíduos dos VFV, seja depositada em aterro, contaminando em muitos casos o solo e os lençóis freáticos. Do ponto de vista económico, a não valorização de uma importante fracção dos VFV constitui uma perda líquida, sendo desperdiçados recursos valiosos, ao que acresce o facto de que a deposição em aterro constitui um encargo.

Esta valorização de resíduos pode inclusive representar uma importante fonte de rendimento caso sejam adoptadas medidas dispostas a promover o desenvolvimento de infra-estruturas que garantam a logística do processo.

Apesar de Portugal começar apenas agora a pensar nesta problemática, há países, como a Holanda, que já atingiram no ano de 2001, as metas propostas pela directiva para o ano de 2006. Nesse ano, na Holanda, foram reciclados mais de 85% em peso de resíduos fragmentados dos VFV, pretendendo a *Auto Recycling Nederland* (ARN) atingir o objectivo de reciclar 95% em peso até ao ano de 2007, ou seja, atingir nesse ano o objectivo proposto pela legislação para 2015.

4.7.4 Taxa de Valorização

O artigo 7.2 da Directiva 53/2000 relativa aos resíduos dos VFV, estabelece as quantidades mínimas de resíduos a reutilizar, reciclar e valorizar energeticamente, impondo ainda como data limite para que se alcancem estas metas o dia 1 de Janeiro de 2006.

As taxas de valorização serão assim o elemento de controlo a que a UE recorrerá para verificar quem cumpriu ou não a legislação. Deste modo é primordial que se estabeleçam de uma forma detalhada, as regras necessárias para conferir que todos os Estados Membros cumprem da mesma forma os objectivos de valorização dos VFV. Estas regras devem ter em consideração todos os factores como, a disponibilidade de dados e a quantidade de resíduos exportados e importados, mas sobretudo o facto de que a percentagem da reciclabilidade dos VFV nas diferentes regiões da Europa será função das estruturas, práticas e tecnologias existentes, assim como da capacidade de dinamizar novos mercados de material reciclado. Acima de tudo, para se poder calcular a taxa de valorização de uma forma idêntica e

homogénea nos diferentes Estados Membros torna-se necessário estabelecer regras e procedimentos comuns.

Uma forma aceitável de definir a taxa de valorização passa por estabelecer uma relação entre a quantidade de material valorizado de uma dada aplicação e a quantidade de material usado para essa mesma aplicação na altura da produção. Assim, desde logo se torna necessário determinar a forma de calcular o denominador da taxa, isto é, o número de VFV e o seu peso individual. Este denominador para os cálculos de taxas de reutilização e reciclagem está definido na directiva, mais concretamente no artigo 7.2, como sendo o peso de um automóvel médio.

A parte mais complicada será porém, a definição da melhor forma de calcular a massa de VFV que é recuperada na operação de desmantelamento, o que inclui a despoluição e as peças que são desmanteladas para reutilização, a quantidade de carcaças exportada, e a massa de VFV que é recuperada nas actividades de fragmentação, tendo como destino final a reciclagem, a valorização energética e a deposição em aterro.

Na maioria dos casos Europeus o peso dos materiais retirados na despoluição, dos materiais que são enviados para reciclagem e do desmantelamento da carcaça é determinado por notas de medição no desmantelador que são enviadas para o operador que se segue na cadeia de reciclagem. O peso das peças que são reutilizadas não é presentemente determinado com a mesma fiabilidade que a taxa de reciclagem, porque requer que cada peça seja pesada individualmente, o que tornaria o processo mais lento e dispendioso. Contudo se os desmanteladores tiverem todos os outros dados, que têm de ser calculados com uma certa precisão, pode-se calcular a quantidade de peças vendidas em segunda mão subtraindo ao *input* os diferentes *outputs*.

De um modo geral, depois do desmantelamento as carcaças podem ter dois destinos, sendo nomeadamente, enviadas para fragmentação ou então exportadas. Assim, de forma a evitar uma extensiva monitorização e a necessidade de efectuar mais cálculos e medições, é recomendado que as taxas de valorização das carcaças exportadas sejam contabilizadas no primeiro sistema de valorização de resíduos dos VFV, isto é, no país exportador.

O *input* de matéria para os fragmentadores deve estar disponível tendo como base as notas dos desmanteladores. A parte mais difícil de contabilizar é o *output* deste processo, uma vez que os fragmentadores podem receber diferentes resíduos para alem dos VFV como os equipamentos eléctricos e de electrónica entre outro tipo de sucata. Uma forma de procurar ultrapassar este problema, e permitir o cálculo mais fiável das taxas de valorização, poderá passar pela realização de campanhas entre os fragmentadores que promovam medições regulares e em exclusivo dos resíduos de VFV, onde se contabilizem assim as relações entre os diferentes outputs, as suas alterações ao longo do tempo e as variações entre regiões.

A responsabilidade do cálculo da taxa de recuperação em Portugal deverá pertencer à sociedade gestora. Esta terá de entregar um relatório anual de actividades ao Instituto Nacional de Resíduos (INR) demonstrando as acções levadas a cabo para se atingirem os objectivos propostos na legislação. Este relatório deverá identificar todos os passos e identidades participantes neste processo.

O que ressalta de essencial das reflexões que devem ser feitas sobre a forma de cálculo e os procedimentos necessários para garantir um cálculo da taxa de valorização de uma forma homogénea no espaço Europeu, é a imperatividade da implementação de um bom sistema de gestão de informação correctamente articulado com um sistema de logística inversa eficaz e suficientemente ágil que interligue os vários elos da cadeia.

4.7.5 Reutilização

A reutilização de peças e componentes retirados dos VFV deve ser o tratamento preferencial na gestão dos resíduos automóveis. De facto, o prolongamento do ciclo de vida dos materiais e a sua reutilização representam benefícios ambientais e económicos óbvios. Benefícios esses que se traduzem tanto ao nível da redução de consumo de energia e exploração de materiais, como na possibilidade de se obter uma redução de custos de eliminação que significam poupanças para as empresas e para os consumidores.

A reutilização tem no entanto algumas desvantagens, como é o caso da necessidade de infra-estruturas de recondicionamento, como lavagem e limpeza e de equipamentos para testar a segurança, pois apesar dos componentes reutilizáveis deverem ser comercializados como componentes em segunda mão, devem ainda assim estar no devido respeito pelas regras de segurança. Essas infra-estruturas e equipamentos são activos que representam um

investimento que pode não ser facilmente rentável face aos benefícios ambientais da reutilização.

Projectar um produto ou componente pensando na eventualidade da sua reutilização futura, pode também implicar uma maior utilização das matérias-primas no produto original, uma vez que este poderá ter que ser concebido com maior robustez. Assim torna-se necessário estudar e decidir em que casos se justifica recorrer à reutilização de componentes, de forma a que não se corra o risco de, na ânsia de se obterem taxas de reutilização elevadas, comprometer o objectivo final de garantir um menor consumo de energia e de matérias-primas.

Estima-se que neste momento já 10 a 20% dos VFV apresentam peças com potencial de reutilização. Muitos dos desmanteladores e centros de recolha já têm ou preparam-se para ter, caso seja economicamente viável, armazéns para as peças que podem ser vendidas em segunda mão. A figura 29 mostra um exemplo de um armazém de peças que mais tarde podem ser comercializadas.

Figura 29 - Armazém de peças usadas (BMW Group Environmental Report 1999/2000)

A taxa de reutilização e respectiva venda de peças usadas deve variar em cada centro de recolha, uma vez que, vários factores influenciam esta actividade. Desde logo, o tipo de peças e componentes armazenados depende do nível de popularidade dos diferentes modelos de

automóveis que variam consoante a região Europeia em causa, bem como com a idade média dos veículos em circulação.

Um problema sério que pode impedir o alcançar de taxas de reutilização mais elevadas, tem a ver com a natural desconfiança por parte dos clientes em relação às peças usadas, uma vez que quem paga uma reparação automóvel não está à partida predisposto a pagar por uma peça reutilizada. As diferenças de custo entre as peças novas e as peças reutilizadas terão que ser apelativas de modo a ultrapassar este problema, cabendo do mesmo modo também aos diversos intervenientes do sector promover a sensibilização dos proprietários esclarecendo-os em relação às vantagens das peças reutilizadas.

A reutilização enfrenta ainda outro obstáculo que é a falta de interesse por parte das OEM em promover esta solução. De facto, uma das principais fontes de rendimento das OEM diz respeito às actividades de reparação e manutenção automóvel, e mais concretamente à venda de peças de substituição, pelo que naturalmente estas não estarão muito interessadas em promover a venda de peças reutilizadas. Aliás, em grande parte motivadas pelo combate à tendência para o recurso à reutilização, as OEM têm vindo a apoiar uma tendência recente que passa pela diminuição até ao essencial das actividades de desmantelamento, promovendo-se a fragmentação e apostando na separação dos seus resíduos. Ainda assim, sempre que for possível, a reutilização deve ser feita em virtude das vantagens a si associadas e já descritas neste documento.

Uma forma de dinamizar a gestão de peças usadas e procurar ultrapassar as diferenças entre a procura e a oferta agilizando o processo em si, passa pelo recurso a sistemas informáticos de gestão de informação. Um exemplo de um sistema deste género é a criação de bases de dados com informação relativa às peças a reutilizar, que permita a sua consulta pelos utilizadores via internet. A solução poderia incluir o preenchimento pelos centros de recolha de fichas de desmantelamento, para cada VFV, identificando-se cada peça retirada e armazenada, e até mesmo sempre que possível, recorrer a sistemas de códigos de barras para agilizar o processo. Este tipo de sistema é já utilizado em alguns países da Europa, como documenta o exemplo da figura 30, que diz respeito a uma ficha de desmantelamento de um desses sistemas.

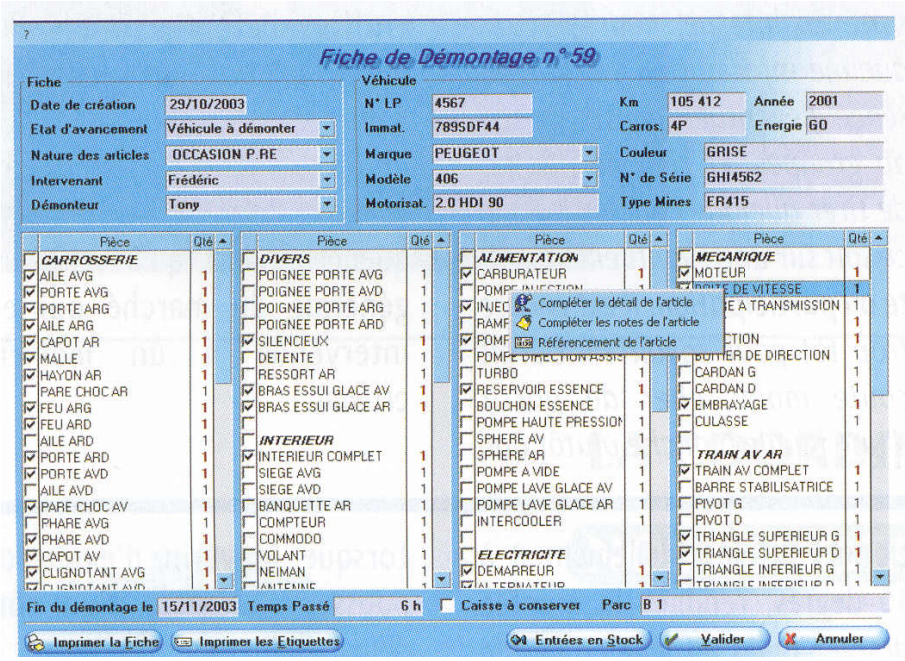

Figura 30 – Exemplo de ficha de desmantelamento (Revista Auto Recyclage nº 49)

4.7.6 Reciclagem

Em virtude das apertadas normas de segurança e elevados padrões de qualidade pelos quais se rege a Indústria Automóvel, de uma forma geral, muitas peças retiradas dos VFV não apresentam uma reutilização economicamente viável. Para estes casos, a solução deverá passar pela sua reciclagem.

Quando se refere o termo reciclagem a percepção que ela encerra não é isenta de polémica. De facto, por detrás de um aparente consenso quanto à sua definição surgem distintas concepções de reciclagem.

A reciclagem, que se encontra definida no Decreto-lei nº 196/2003, como o reprocessamento de materiais resultantes de VFV com o fim para que foram concebidos ou para outros fins, com exclusão da valorização energética, pode ser de 3 tipos diferentes. A reciclagem de metais que não perdem qualidades quando sujeitos a reprocessamento, recebe a designação de reciclagem primária, sendo o resultado final do processo um produto novo idêntico ao produto utilizado. A reciclagem que tem como resultado final um produto idêntico, mas com menos exigências de propriedades físicas ou químicas e menor valor no mercado, como é o caso dos plásticos ou das espumas, que podem ser reciclados mas perdem qualidades comparativamente com o produto novo, é usualmente designada por reciclagem secundária.

Finalmente a reciclagem terciária, que consiste na conversão do produto em componentes químicos fundamentais ou combustíveis através da pirólise, hidrólise ou gaseificação. Este tipo de reciclagem é especialmente utilizado no caso dos resíduos de fragmentação. A reciclagem primária e secundária podem também ser designadas por reciclagem mecânica enquanto que a terciária é designada por reciclagem química.

A reciclagem aumenta o tempo de vida dos materiais maximizando o valor extraído das matérias-primas e deste modo optimizando o uso de recursos naturais, e poupa ainda energia no processo comparativamente com o processamento de materiais virgens, como representado na figura 31.

Material	Economia energética
Metais Ferrosos	74%
Alumínio	95%
Cobre	85%
Zinco	60%
Plásticos	80%
Chumbo	65%

Figura 31 - Energia economizada num processo de reciclagem comparado com o uso de energia no processamento de materiais puros (adaptado de www.brookes.ac.uk)

4.7.6.1 A relação entre reciclagem e complexidade dos veículos

A reciclagem de materiais está directamente relacionada com os custos não só financeiros mas também ambientais, de produzir novos materiais. Isto implica que para criar um sistema economicamente sustentável o custo do material reciclado não pode exceder o custo deste material virgem. Contrariamente ao pretendido o preço dos materiais novos aumenta a uma velocidade mais lenta que os custos da reciclagem em relação à crescente complexidade dos produtos, o que em grande parte dos casos, torna premente a necessidade de subsidiar esta reciclagem. A figura 32 mostra de uma forma esquemática a evolução dos custos de reciclagem em função da complexidade do material.

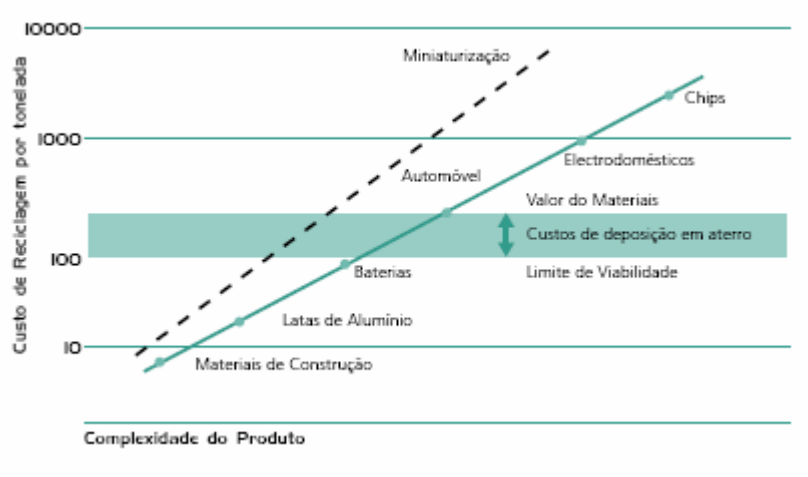

Figura 32 - Relação entre os custos e a complexidade do material (adaptado de T.P.R. de Jong et al.)

A figura 32 mostra que face ao grau de complexidade dos automóveis, a sua rentabilidade em termos de reciclagem se situa no ponto limite.

À medida que a complexidade do material vai aumentando, o desafio de criar técnicas capazes de os reciclar também aumenta. A reciclabilidade dos VFV e a sua viabilidade económica está dependente de encontrar projectos técnicos economicamente viáveis por si, capazes de separar, identificar e ordenar os materiais de forma eficaz e rápida.

Neste momento qualquer tecnologia desenvolvida para responder a este desafio, tem que ter o mínimo de riscos possível, isto é, têm de provar a sua viabilidade a uma escala industrial e dependendo sempre da existência de mercado para os produtos e materiais resultantes.

4.7.6.2 Reciclagem dos Metais

A percentagem de metais na constituição de um automóvel tem vindo a decrescer nas últimas décadas, situando-se hoje, em média, à volta dos 75%. Este decréscimo de percentagem de metais no automóvel tem tido como consequência a redução dos valores de reciclabilidade dos VFV, como demonstra o gráfico da figura 33.

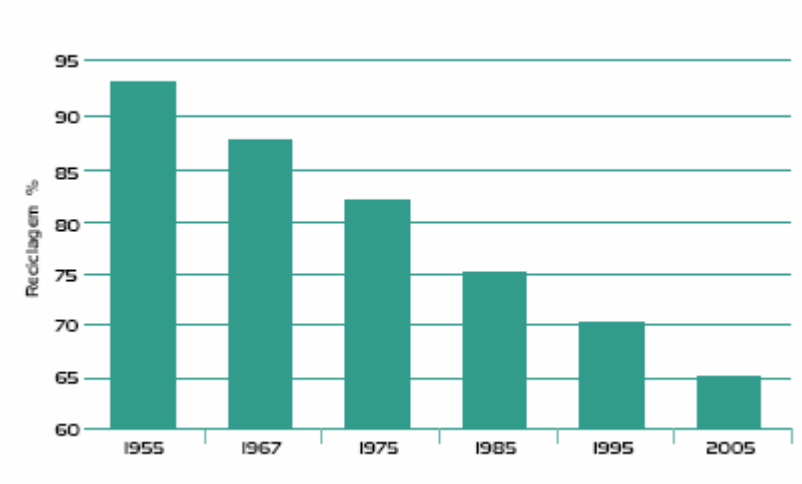

Figura 33 - Reciclabilidade dos VFV desde 1955 a 2005 (adaptado de T.P.R. de Jong et al.)

Estes materiais são aqueles onde se verifica uma maior reciclagem e aproveitamento e, muito embora, possam verificar-se alterações nos métodos utilizados, é aquele que requer menor intervenção imediata. De facto, de uma forma geral, na globalidade dos países europeus, 95% deste material, incluindo alumínio, cobre e zinco é já actualmente recuperado por refundição.

Os metais ferrosos reciclados podem ser utilizados em todas as indústrias, nomeadamente, na própria indústria automóvel, onde dão origem por exemplo a novas peças de motor, na produção de aço para a indústria da construção civil ou na produção de diferentes ligas ferrosas. Os metais não ferrosos têm um valor elevado no mercado, facto que torna a sua reciclagem bastante lucrativa. Estes metais, como por exemplo, o alumínio, magnésio, zinco ou metais preciosos como platina, depois de refundidos também podem dar origem a novas peças de automóvel como as panelas catalíticas, podendo ainda ser utilizados para outros fins diversos.

A reciclagem dos resíduos metálicos tem diminuído ao longo dos anos devido a um conjunto de factores, que na sua globalidade tornam o negócio menos atractivo, e onde se incluem o aumento de utilização de peças não metálicas no fabrico de automóveis, a queda do preço do aço e o aumento do preço de eliminação dos restantes detritos. Com todos estes pressupostos a rentabilidade da reciclagem de VFV apresenta agora maior incerteza do que no passado.

Apesar da taxa de reciclagem em Portugal depender maioritariamente dos metais ferrosos, existem outros fluxos de resíduos de VFV que tem solução de tratamento e que são já objecto

de regulamentação a nível comunitário e nacional, como é o caso dos óleos usados, das baterias (acumuladores de chumbo), e dos pneus.

4.7.6.3 A problemática da reciclagem dos plásticos

A percentagem de plásticos e materiais compósitos utilizados na produção dos automóveis aumentou consideravelmente nestes últimos 20 anos. A quantidade de plásticos presentes na constituição de um automóvel varia de modelo para modelo, dependendo da idade, peso, estilo e fabricante, correspondendo no entanto, em média, a 10-15% do seu peso.

A utilização do plástico na produção automóvel tem como objectivo reduzir o peso dos veículos e a consequente redução de consumo de combustível e de emissões de CO_2. Estima-se que 100 kg de plásticos substituam 200 a 300 kg dos materiais alternativos. Mas, se por um lado queremos diminuir o consumo de combustíveis e consequentes impactos no ambiente, também existe o objectivo de aumentar as taxas de reciclagem dos automóveis depois do seu fim de vida útil. De facto, apesar de todas as vantagens que o recurso aos plásticos garante na fase de utilização, ao permitir menores consumos de combustíveis e menores emissões de CO2, estes materiais trazem grandes desvantagens na fase pós utilização, uma vez que contrariamente ao que sucede com os metais, alguns plásticos não são tão susceptíveis de serem reciclados.

O *trade-off* entre estes dois objectivos deve estar sempre presente, sendo que, no entanto, algumas investigações e estudos demonstram que o impacto negativo no ambiente é muito maior na fase de utilização (www.plastics-in-elv.org). A figura 34 ilustra o resultado de um estudo em que se conclui que a fase de utilização dos automóveis é claramente aquela que representa maior consumo de energia, pelo que se poderia então concluir que o objectivo da redução do consumo deverá recolher a maior atenção.

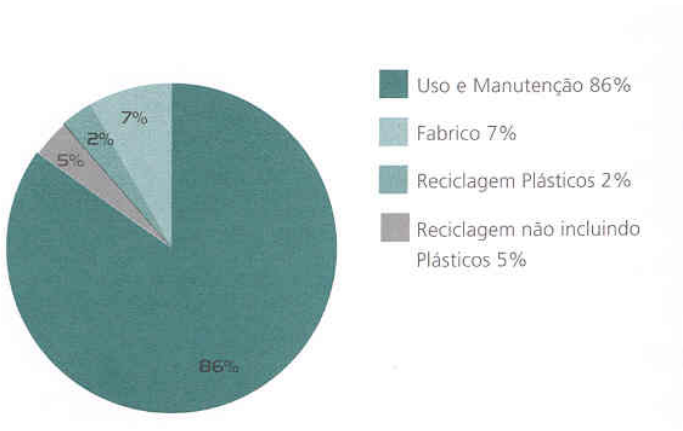

Figura 34 - Consumo de energia nas várias fases do ciclo de vida de um automóvel (adaptado de Plastics in Automotive Exteriors, EPN Conference,)

Interessa concluir assumindo que os plásticos são indispensáveis na construção de um automóvel, e que o esforço deverá ser colocado no desenvolvimento de formas eficazes de os reciclar, e não tanto na aposta em reduzir a utilização de plásticos na produção dos automóveis.

4.7.6.4 Reciclagem de resíduos de fragmentação

De um processo de fragmentação de VFV, tipicamente resultam três fracções: os metais ferrosos, uma mistura de metais não ferrosos, e uma terceira normalmente designada por fracção leve ou ASR (*Automotive Residue Shredding*), constituída por plásticos na sua maioria.

De uma forma geral, em qualquer parte do mundo, a fracção leve é enviada para aterro, com as honrosas excepções da Suiça e do Japão, ou em alternativa é incinerada para redução do seu tamanho. Motivada principalmente pela subida dos preços da deposição em aterro em países como a Holanda, Alemanha ou Áustria, mas também pela necessidade de se atingirem as metas de reciclagem, surgiu recentemente a tentativa de implementar a reciclagem desta fracção leve. De facto, esta não deverá ser menosprezada, uma vez que apesar de representar apenas uma pequena parte dos fluxos de saída do processo de fragmentação, estima-se que em 2006 existam cerca de 2,5 milhões de toneladas de ASR.

Um estudo da *United States Recycled Recovery Plastics* revelou que os ASR são normalmente constituídos por 15 a 27% de plásticos, 18 a 22% de borrachas, 3 a 10% de metais, e o restante por resíduos inertes tais como papel, tecidos, pós, ferrugem e óleos.

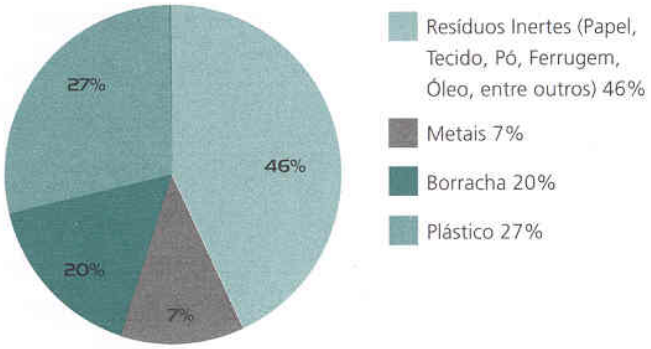

Figura 35 - Constituição dos resíduos de fragmentação (adaptado de Plastics in Automotive Exteriors, EPN Conference)

No sentido de tornar possível a recuperação e a reciclagem da fracção leve dos resíduos de fragmentação têm vindo a ser desenvolvidas diferentes tecnologias de separação e reciclagem. Entre os mais avançados e difundidos sistemas de separação e reciclagem existentes actualmente destacam-se o processo Salyp, o sistema Twinrec e o sistema Von Roll RCP.

Todos estes processos e sistemas são apresentados como possuindo elevadas taxas de sucesso na correcta separação e reciclagem dos ASR, pelo que será de prever que no futuro, esta fracção de resíduos possa contribuir para o alcance das metas impostas pela legislação.

No Livro Técnico "Directório VFV: Processamento Integrado de VFV" que resultou do trabalho desenvolvido no estágio, é possível encontrar uma descrição mais pormenorizada sobre cada um dos processos de reciclagem de ASR atrás referidos.

4.7.7 Valorização energética

Enquanto não existirem métodos de reciclagem de materiais não metálicos consistentes e validados, a combustão com recuperação de energia será uma alternativa aceitável e economicamente viável, uma vez que esta é, na hierarquia da valorização de resíduos, uma solução melhor que a simples eliminação.

A valorização energética consiste na utilização de resíduos de combustíveis como meio de produção de energia. É um processo em que se consegue por combustão, libertar de forma utilizável, a energia química contida nas fracções do VFV.

Uma vez que os plásticos são compostos maioritariamente por carbono e hidrogénio podem ser queimados quase da mesma forma que o fuel ou os óleos, estimando-se assim que os resíduos dos fragmentadores apresentem um valor calorífico de 13-20 Mj/kg (www.icpa.org.ar).

O recurso à incineração dos resíduos da fragmentação torna praticável o aproveitamento da temperatura gerada pela combustão em fornos industriais, em processos térmicos de fabrico, de cimento, cal ou papel. Desta forma eliminam-se resíduos para os quais não exista, ou não se encontre outra solução de valorização, reduzindo consideravelmente o volume (90%), dos materiais a depositar em aterro.

No entanto, a valorização energética apresenta alguns inconvenientes. Sendo os resíduos de VFV uma mistura heterogénea onde predomina o plástico, a borracha e a espuma, produtos de combustão fácil, a sua incineração gera impactos operacionais e ambientais que se devem avaliar. Assim, desde logo, essa combustão deve ser feita em condições controladas e em instalações próprias para o efeito. Uma outra condição que se deve ter em atenção neste tratamento tem a ver com o destino a dar às cinzas resultantes, constituídas principalmente por metais pesados, de forma que a recuperação da energia seja efectuada sem prejuízo para o solo e águas.

Um estudo da Universidade de Delft, na Holanda, comparou a reciclagem com a valorização energética da fracção plástica dos VFV, tendo demonstrado que a poupança de energia através da reciclagem pode ser 10 vezes superior. Refira-se ainda que os países que deram prioridade à valorização, quando a reciclagem era passível de ser executada tecnicamente e economicamente, foram sujeitos a pesadas multas por parte da Comissão Europeia.

4.7.8 Deposição em aterro

Os aterros são infra-estruturas que existirão sempre, uma vez que não há nenhum processo que permita recuperar os resíduos a 100%, devendo no entanto, evitar-se ao máximo recorrer a este tipo de solução.

A deposição em aterro ainda é muito utilizada especialmente por oficinas, quer sejam das próprias OEM, quer sejam pequenas oficinas reparadoras, apesar dos custos associados à deposição em aterro serem significativos (correntemente cerca de 32 € por tonelada). As peças de veículos entregues nos aterros são trituradas ou compactadas numa tentativa de ocupar menos espaço. Do total de resíduos de VFV entregues estima-se que 50% são plásticos, existindo ainda uma percentagem considerável de resíduos passíveis de reciclagem como é o caso dos metais.

A instalação e funcionamento de aterros são neste momento uma prioridade em Portugal, especialmente no caso dos aterros para resíduos industriais perigosos. Está previsto na Directiva que o depósito em aterro de resíduos perigosos será proibido em conjunto com os resíduos não perigosos, o que resultará numa redução da capacidade de depósito em aterro de resíduos perigosos (como é o caso dos resíduos de retalhamento).

Apesar dos aterros serem sempre elementos indispensáveis num sistema eficaz de gestão de resíduos, não se deve perder de vista, o principal objectivo que passa por reduzir ao mínimo o recurso à deposição em aterro, que deverá ser apenas a última opção a ter em conta nos princípios de gestão de resíduos que a Directiva comunitária impõe.

4.8 Aproveitamento de plásticos e compósitos

Como foi já referido noutros sub-capítulos deste documento, a resolução da problemática dos VFV, e mais concretamente o fecho do ciclo do automóvel, através do aproveitamento integral dos seus resíduos encontra nos plásticos o seu maior obstáculo. Tal facto não se deve propriamente a questões técnicas relacionadas com o seu reprocessamento, uma vez que de uma forma geral todos os plásticos podem ser reprocessados, uns mais facilmente outros menos. Uma das soluções poderá passar pelo aproveitamento dos plásticos usados na Indústria Automóvel para outras aplicações como a construção civil.

No Livro Técnico publicado no âmbito do projecto VFV, objecto do estágio realizado, foi incluído um capítulo relativo ao aproveitamento de plásticos e compósitos, que resultou do trabalho de investigação do Prof. António Ferreira, docente e investigador da Universidade do

Porto. Nesse capítulo são apresentadas algumas reflexões sobre o aproveitamento de plásticos e plásticos reforçados com fibras (compósitos) resultantes dos veículos em fim de vida.

Em traços gerais o trabalho desenvolvido pelo Prof. António Ferreira procurou demonstrar o potencial da aplicação dos plásticos reciclados com origem na Indústria Automóvel, nomeadamente em outros sectores como o da Construção Civil. Depois de serem referidas algumas das dificuldades que os plásticos reciclados poderão encontrar na sua incorporação de novo na Indústria Automóvel, o trabalho desenvolvido procurou demonstrar que em comparação com outros materiais utilizados na Construção Civil, os plásticos reciclados poderão constituir uma excelente alternativa. O estudo incidiu mais concretamente sobre a possibilidade dos materiais plásticos, isoladamente ou em conjunto com outros resíduos, serem incorporados em betões poliméricos, um material de construção recente com aplicações inovadoras para construção civil e obras públicas.

Genericamente o trabalho concluiu que o aproveitamento dos plásticos e compósitos da Indústria Automóvel encontra elevado potencial, em termos de aplicação como material inerte nos betões poliméricos, não existindo quaisquer questões técnicas que possam inviabilizar esta sua utilização. As conclusões deste trabalho de investigação permitem pensar que a solução para as dificuldades que possam surgir em termos da reintrodução dos materiais plásticos e compósitos no processo produtivo da Indústria Automóvel, por motivos ligados às exigentes especificações de qualidade deste sector, poderá passar precisamente pela seu redireccionamento para outras aplicações e sectores da indústria.

4.9 Conclusões

4.9.1 Processamento de VFV: que futuro?

A estratégia ideal em termos da problemática dos VFV deveria passar pelo privilégio das operações de desmantelamento, em virtude da sua importância para que se consigam taxas de reutilização elevadas. Seria assim de esperar que se verificassem desenvolvimentos no sentido de uma maior sistematização dos processos envolvidos no desmantelamento.

Como já foi referido, esta tendência desejável chegou a ser uma orientação comum dos principais construtores mundiais de automóveis. A instituição da metodologia *Design for Recycling* e a implementação da legislação sobre VFV que obriga à disponibilização de um Manual de Desmantelamento pelo construtor, para cada veículo, seriam à partida factores que justificariam um aumento das taxas de reutilização e a necessária sistematização dos processos de desmantelamento. A publicação do software IDIS deveria também ter contribuído para que as actividades de desmantelamento tivessem proliferado de forma mais significativa. A criação de linhas de desmantelamento automatizadas é sem dúvida já uma realidade apesar de a sua difusão ficar ainda aquém do que seria desejável. Estas instalações e esta aposta na sistematização e automatização dos processos de desmantelamento não se verifica ainda em Portugal, que dispõe apenas de um número muito reduzido de empresas que têm vindo a investir nesse sentido. Este grau mais elevado de automatização do desmantelamento oferece assim ainda um elevado potencial em termos de exploração de oportunidades no nosso país.

Recentemente, no entanto surgiu uma outra tendência que procura defender a fragmentação do VFV com o mínimo de pré-desmantelamento e que pode tornar menos oportuno e rentável o investimento em estruturas de desmantelamento em linha automatizadas.

Como facilmente se compreende, por detrás desta nova linha de orientação para o processamento de VFV, estão os construtores de automóveis, que procuram desta forma combater o mais do que provável aparecimento de um mercado paralelo de peças usadas, se a opção pelo desmantelamento fosse privilegiada. Uma vez que grande parte dos lucros dos construtores são obtidos precisamente no mercado de peças de substituição e reparação, não será certamente fácil combater esta nova tendência para evitar o desmantelamento.

No congresso do *International Automobile Recycling Congress*, realizado em Genéve na Suiça no ano de 2003, foi possível constatar o aparecimento de vários novos processos de fragmentação integrados que confirmam esta nova tendência.

De qualquer forma refira-se que o processo de desmantelamento será sempre necessário e imprescindível devido à obrigatoriedade de despoluição dos VFV.

Em Portugal os dados recolhidos apontam para que mais de 100 e 150 mil veículos atinjam anualmente o seu fim de vida, o que poderá motivar o aparecimento em todo o país de centros

de desmantelamento capazes de os processar. Actualmente existem mais de 25 marcas de veículos em circulação, correspondendo a mais de 205 modelos lançados nos últimos 9 anos. No entanto, é de referir que este tipo de unidades poderão vir a receber veículos com mais de 9 anos o que aumenta o número total de diferentes marcas e modelos a processar. As diferenças de processamento existentes entre as várias marcas e dentro de cada marca entre os vários modelos, tornam o processo ainda mais complexo. Apenas com investimentos em estruturas de desmantelamento com maior grau de automatização e sistematização de processos será possível dar resposta a estas necessidades.

Contudo, em relação ao fluxo de matéria-prima a situação revela-se ainda algo complicada, sobretudo devido ao número de veículos que são abandonados, que se estima representem no mínimo cerca de 7% do número total de VFV anuais e também devido ao número de veículos que são vendidos ou entregues a sucateiros não licenciados, arrastando-se a sua vida ainda durante mais algum tempo, enquanto vão ficando depositados desordenadamente nas suas instalações sem que entrem no ciclo de reciclagem dos VFV. Este problema poderá ser solucionado com a entrada em vigor da nova legislação que responsabiliza o último proprietário de um automóvel pelo seu devido encaminhamento para as estruturas de processamento de VFV e seu consequente abate. As empresas envolvidas no sector, contudo, manifestam a sua desconfiança em relação a uma possível solução do problema através da aplicação da legislação tal como esta está prevista. As opiniões recolhidas vão no sentido de que apenas com uma intensa acção de fiscalização e o estabelecimento de multas de valores muito elevados será possível contrariar este cenário.

Refira-se contudo novamente, a importância que terá a clarificação das novas tendências em termos de processamento de VFV. Nomeadamente a aposta em operações de fragmentação com o mínimo de desmantelamento prévio, que poderá comprometer investimentos em estruturas de desmantelamentos em linha automatizadas, apenas justificáveis para níveis elevados de processamento. Neste caso, a grande oportunidade poderá passar precisamente pelo investimento nas novas tecnologias de fragmentação e separação integradas, algumas das quais foram referidas ao longo deste documento e se encontram aprofundadas no Livro Técnico que resultou do trabalho desenvolvido ao longo do estágio. Deste modo, o objectivo não seria a venda dos componentes e peças, mas sim a venda dos materiais envolvidos na construção de um automóvel, devidamente separados e reciclados.

4.9.2 Viabilidade da reciclagem de materiais

Para que a Cadeia de Deposição de uma forma integral, e em última instância a actividade de reciclagem com o objectivo da recuperação de matérias-primas para nova introdução no ciclo produtivo, possa ser desenvolvida de forma consistente e sustentável, esta terá que ser sempre encarada como uma actividade económica e como tal, deverá ser lucrativa. É preciso, portanto, definir e alinhar estratégias para as indústrias envolvidas, que viabilizem essa actividade e permitam o desenvolvimento da Cadeia de Deposição de forma sustentada.

A visão mais comum dos construtores de automóvel, bem como de outros especialistas é que, do ponto de vista meramente técnico, quase todos os materiais são susceptíveis de reciclar, mas enquadrando esta questão com os problemas de ordem económica e de organização encontram-se entraves à sua plena concretização. A par do desenvolvimento das técnicas de reciclagem, convém não descurar a importância das actividades de Logística Inversa e mais propriamente a sua maior integração, e sobretudo garantir que os produtos reciclados tenham um reencaminhamento garantido para o fluxo produtivo do automóvel ou mesmo para novos fluxos produtivos.

Existem, por exemplo, materiais provenientes dos veículos que têm mercados secundários pouco desenvolvidos, ou que são difíceis de isolar e separar, apresentando por esses motivos uma procura reduzida e custos de processamento elevados sem retorno suficiente. Estes factos tornam a sua reciclagem uma incerteza em termos de viabilidade prática.

Desde logo, as diferentes medidas nacionais dos países membros relativas aos VFV devem ser harmonizadas, para evitar distorções de concorrência dentro da Comunidade, garantir o correcto funcionamento do mercado interno e minimizar o impacto ambiental negativo daqueles veículos.

Além desta questão base, é necessário que os processos de reciclagem vão sofrendo constantes desenvolvimentos, que acompanhem os materiais que estão em constante evolução tecnológica. Este importante passo, especialmente no caso particular dos plásticos e dos polímeros, só faz sentido no entanto, se existirem soluções para o uso e aplicação dos materiais reciclados. É por isso muito importante o incentivo ao desenvolvimento dos mercados de materiais reciclados.

De facto, dos materiais retirados dos VFV, os metais ferrosos e não ferrosos são já na sua grande maioria reciclados e devidamente aproveitados. O grande obstáculo que terá ser resolvido no caminho para as metas impostas pela nova legislação, tem essencialmente a ver com a reciclagem dos plásticos. Isto acontece, não propriamente pela possibilidade em termos técnicos de estes serem reciclados, ou de o serem em condições que possibilitem a sua reutilização, mas sim no encaminhamento dos plásticos depois de reciclados.

Ainda em relação à reciclagem dos plásticos e apesar desta questão ter sido já devidamente abordada em capítulos anteriores desta publicação, convém referir de novo, que apesar de ser possível a sua reciclagem, o que acontece é que estes materiais depois de reprocessados apresentam menor qualidade em alguns aspectos, (propriedades mecânicas, cores, etc), do que os materiais virgens. Este facto não elimina a possibilidade da sua utilização como matéria-prima para outras aplicações, mas apenas o poderá fazer em termos de reintrodução no ciclo produtivo automóvel, em virtude das exigentes normas e padrões de segurança e qualidade pelas quais se rege este sector. A solução poderá assim passar pela sua utilização em outras aplicações, de outros sectores, como por exemplo o sector da construção civil.

A partir do momento em que a aplicação dos materiais reciclados esteja mais generalizada geram-se condições para o próprio desenvolvimento do sector da reciclagem, evitando-se a eliminação de resíduos passíveis de valorização. Foi com este propósito que foi desenvolvido pelo investigador do INEGI, o Professor António Ferreira, o trabalho referido no capítulo 4.8 sobre aproveitamento dos plásticos e compósitos dos VFV, e que tal como foi referido, pode ser consultado mais em detalhe no Livro “Directório VFV: Processamento Integrado de VFV”.

Embora o volume de plástico reciclado tenha aumentado, não é ainda suficiente comparado com o aumento de plásticos utilizados na construção de um automóvel, situação que não permite ainda alcançar as metas e objectivos impostos pela legislação.

Isto acontece porque não há espaço no mercado para os plásticos reciclados, essencialmente porque existe falta de informação sobre qual o mercado de recursos recicláveis e consequentemente qual o seu valor nesse mercado. Estes factores são naturalmente considerados entraves à expansão deste negócio.

Qualquer entidade produtiva, com uma estrutura organizativa, tecnologia, equipamentos indispensáveis e recursos humanos qualificados, dependerá sempre do mercado existente para os seus produtos. São as flutuações do mercado que definem as características dos produtos necessários, afectando directamente o desenvolvimento da empresa e indirectamente condicionando o desenvolvimento das tecnologias de produção por ela utilizadas.

Torna-se portanto necessário desenvolver a Cadeia de Deposição, sobretudo fazê-lo de uma forma mais integrada, e implementar uma estrutura integrada de processamento dos resíduos plásticos e de elastómeros dos VFV, fundamentada nos vários princípios de uma gestão de resíduos (prevenção, recolha, tratamento, reutilização e valorização). Só assim se poderá tentar garantir uma quantidade e qualidade que permita aos materiais reciclados entrar num mercado mais competitivo. O sucesso dependerá de uma maior integração e esforço conjugado dos operadores de toda a Cadeia de Deposição e das entidades que gerem em cada país o processamento dos VFV.

Será fundamental de igual modo, como já foi referido, procurar formas de utilização alternativas dos plásticos reciclados sem que a sua re-introdução no mercado tenha forçosamente que passar pela sua indústria de origem, neste caso a automóvel. A divulgação e o desenvolvimento das potencialidades de aplicações alternativas dos plásticos retirados dos VFV, desempenha um papel fundamental na dinamização da estrutura de processamento dos VFV e no caminho a percorrer até às metas e objectivos impostos pela legislação. O fecho do ciclo poderá assim ser alcançado com o reencaminhamento dos materiais reciclados, para outros ciclos produtivos que não necessariamente o do automóvel.

A inovação constante na eficiência de utilização de materiais virgens é mais uma dificuldade que se apresenta à reciclagem, facto que relembra mais uma vez que a chave de sucesso para a reciclagem é a existência de mercados alternativos para estes materiais.

Desta forma várias medidas devem ser tomadas, tais como, a substituição do uso de matérias-primas virgens em algumas aplicações, a obrigatoriedade de utilização de materiais reciclados na produção de veículos novos como está indicada na Directiva, a implementação de melhorias nas tecnologias de selecção e a identificação explícita de materiais, em particular dos plásticos.

Uma medida que poderá também contribuir para aumentar a taxa de reciclagem, permitindo a estes materiais competir num mercado mais vasto, poderá ser a criação de uma bolsa de resíduos. Este instrumento pode ser especialmente usado para os resíduos de maiores dimensões, retirados no desmantelamento e tem como objectivo dinamizar a sua comercialização.

A criação da bolsa de resíduos poderá contribuir para o fecho dos ciclos transformando os resíduos em matéria-prima e diminuindo a produção de lixo através da reintegração dos resíduos no ciclo económico fazendo uso da reutilização ou reciclagem. A legislação nacional de resíduos já está a ser revista, de modo a enquadrar as bolsas de resíduos. A designação de bolsa de resíduos, já foi adoptada por vários países, nos quais assume formas variadas.

material em bolsa (particulares)		quantidade m3
		0 m3
Bateias	Bateias	0 m3
Linha Castanha		0 m3
Linha Castanha	Televisões	0 m3
Linha Cinzenta	Computadores	0 m3
Linha Cinzenta	Hardware diverso	0 m3
Madeira		0 m3
Madeira	Desperdícios	200 m3
Madeira	Outros	1000 m3
PEAD	Grades de frutas e bebidas	0 m3
PEAD	Mesas e cadeiras de Lazlim	0 m3
PEAD	Tubagens	0 m3
polipropileno	PP papeleiras	0 m3
PVC's	Cabelagens	0 m3
PVC's	Esferas de canela	0 m3
PVC's	Tubagens diversas	0 m3

Figura 36 - Aspecto da Bolsa de Resíduos da LIPOR para materiais em bolsa (www.lipor.pt)

A figura 36 ilustra um exemplo de uma bolsa de resíduos, que é neste caso a da LIPOR.

A sociedade civil de uma forma genérica tem também um papel importante a desempenhar no sucesso do fecho dos ciclos dos produtos e consequentemente na luta pela preservação da qualidade ambiental do nosso planeta. Uma maior consciencialização ambiental e sensibilização para estas questões poderá contribuir para que todos nós possamos, por exemplo, aceitar com maior facilidade pagar um preço mais elevado por um determinado produto que inclua matéria-prima reciclada, que exclua substâncias perigosas da sua constituição ou preferir comprar um produto reciclado mesmo que não tenha a mesma qualidade ou a mesma aparência.

Parece complicado, mas se o Homem chegou ao grau de desenvolvimento tecnológico e de conhecimento dos dias de hoje, enfrentando as mais diversas adversidades, usando como principal arma a capacidade única que o distingue das demais espécies, que é a de pensar e agir racionalmente, a única solução que resta é continuar a acreditar e contribuir com a nossa quota-parte para o que julgamos ser o bem comum.

5. Outras actividades desenvolvidas

A colaboração do estagiário com o INEGI, não se cingiu ao Projecto VFV, tendo sido desenvolvidas outras actividades ainda que com menor grau de envolvência.

O projecto RELTEC – Rede Lusófona Tecnológica e de Apoio à Internacionalização das Empresas, foi um dos projectos paralelos em que foi pedida a participação do estagiário. O projecto tinha como objectivo a criação de uma Rede que se propunha prestar apoio tecnológico e na internacionalização das empresas, instituições e outras entidades. Para o efeito foi seleccionado um conjunto de parceiros estratégicos em cada um dos países lusófonos escolhidos.

As tarefas desenvolvidas pelo estagiário passaram essencialmente pela definição dos textos e conteúdos do *website* que servia de suporte à Rede Reltec, bem como pela coordenação e preparação dos *Workshops* que tinham como objectivo permitir às empresas um primeiro contacto com a Rede e apresentar as funcionalidades do *website*. Foram também desenvolvidos pelo estagiário alguns contactos com os parceiros da Rede nos países lusófonos, tendo em vista as Missões Tecnológicas a desenvolver nesses países. Entre as actividades desenvolvidas pelo estagiário no âmbito do Projecto RELTEC, saliente-se ainda a apresentação de um dos *Workshops* às empresas participantes.

6. Conclusões

Como foi referido no capítulo introdutório, o estágio aqui descrito pode ser de certa forma dividido em duas fases. Uma primeira fase inserida no projecto VFV, e uma outra posterior, que resultou do interesse do estagiário em aprofundar o estudo e trabalho realizado durante o estágio. Assim, o objectivo principal deste estágio foi em parte o desenvolvimento do Projecto Veículos em Fim de Vida, findo o qual, e dado o convite por parte do INEGI para a continuação da colaboração do estagiário, foi então acordada a sua extensão para a área da Logística Inversa, dado o interesse mútuo existente em relação a esta temática. Nesta segunda parte do estágio, o objectivo passava pela investigação sobre o tema da Logística Inversa devidamente enquadrado na questão abordada pelo Projecto VFV, a Cadeia de Deposição do automóvel.

Em termos de resultados da primeira fase do estágio, a que respeitou ao desenvolvimento do Projecto VFV, crê-se que estes foram bastante positivos. De facto, o Livro Técnico que resultou do estudo realizado durante esse período de tempo, apresenta-se como um documento que caracteriza a situação da Cadeia de Deposição do automóvel em Portugal, servindo de ponto de congregação da informação mais relevante do sector, anteriormente muito dispersa e de difícil acesso. A qualidade do Livro Técnico recebeu recentemente o reconhecimento da Direcção do INEGI, com a sua disponibilização para venda como parte integrante das Edições INEGI. Integrado no Projecto VFV, foi ainda realizado um Seminário Final para o qual foram convidadas todas as empresas e entidades mais relevantes do sector, o qual teve como um dos oradores o estagiário, que apresentou o trabalho realizado durante o estágio, e anunciou as conclusões do estudo. O sucesso do Seminário ficou bem patente na forma interessada como as empresas contactaram o INEGI, quer logo após a sua apresentação, quer em momentos posteriores, solicitando o esclarecimento de dúvidas e o apoio para determinadas questões relacionadas com o tema, e no fundo com a sua actividade profissional. Ainda na sequência deste Seminário, o INEGI viria a ser convidado pela ANECRA a dar uma breve aula de

formação a alguns dos seus associado, tendo sido o estagiário um dos oradores da referida formação. Ainda em relação à ANECRA, saliente-se a publicação de um artigo, da co-responsabilidade do estagiário, na sua revista mensal, relativo à problemática dos VFV e ao potencial do aproveitamento dos plásticos. Esse artigo pode ser consultado no Anexo E deste documento.

Em relação à segunda fase do estágio, pensa-se que os seus objectivos foram amplamente alcançados, pois a ligação entre as questões dos Veículos em Fim de Vida e respectiva Cadeia de Deposição, e a temática da Logística Inversa e de forma mais geral dos Ciclos Fechados, foi bem explicada e as suas questões difusamente abordadas nos pontos mais relevantes. Procurou-se fazer uma abordagem que começasse por caracterizar de forma mais genérica, as questões muito discutidas hoje em dia, relativas aos Ciclos Fechados dos produtos, resultado da extensão da Responsabilidade do Produtor aos ciclos de vida integrais dos seus produtos, para depois evoluir para a temática da Logística Inversa, cuja importância tem crescido nos últimos tempos, apresentando-a como fundamental para o fecho dos ciclos.

De uma forma global, o estágio realizado resultou numa experiência muito positiva, tendo permitido o desenvolvimento de um conjunto de competências variado, como a capacidade de gestão de projecto e das suas múltiplas tarefas - desde a investigação sobre os temas, o desenvolvimento integral e edição de um Livro Técnico desde o seu primeiro momento, a definição do formato do convite para o Seminário Final, o envio dos convites às empresas, a construção do *website* e definição dos seus conteúdos, etc – bem como, a capacidade de comunicação e realização de apresentações públicas.

7. Bibliografia

H. Dyckhoff, R. Lackes, J. Reese, (2004), Supply Chain Management and Reverse Logistics, Springer

D. Rogers, R. Tibben-Lembcke, (1999), Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices, Reverse Logistics Executive Council

H. Krikke, J. Bloemhof-Ruwaard, L. Van Wassenhove, (2001), Design of Closed Loop Supply Chains: a production and return network for refrigerators, ERIM

H. Krikke, C. Pappis, G. Tsoulfas and J. Bloemhof-Ruwaard, (2001) Design Principles for Closed Loop Supply Chains: Optimizing Economic, Logistic and Environmental Performance, ERIM

H.M. le Blanc, M.G.C. van Krieken, H.A.Fleuren, H.R. Krikke, (2004), Collector Managed Inventory, a Proactive Planning Approach to the Collection of Liquids Coming From End-Of-Life-Vehicles, Tilburg University

J. van Hillegersberg, R. Zuidwijk, J. van Nunen, D. van Eijk, (2001), Communications of the ACM, Supporting Return Flows in The Supply Chain, Vol.44, Nº6

M. de Brito, R. Dekker, (2003), A Framework for Reverse Logistics, ERIM

M. de Brito, R. Dekker, S. Flapper, (2003), Reverse Logistics, a Review of Case Studies, ERIM

M. Fleischmann, J. van Nunen, B. Gräve, R. Gapp, (2004), Reverse Logistics – Capturing Value in the Extended Value Chain, ERIM

Deborah Bayles, (2001), Send it Back: The Role of Reverse Logistics

R. Roy and R. C. Whelan, (2002), Successful recycling through value-chain collaboration, Long Range Planning

B. Toktay, E. van der Laan, M. de Brito, (2003), Managing Product Returns: the Role of Forecasting, ERIM

P.Deutz, (2003), Environmental Regulation as a driver for change in the value chain: EU End of Life Vehicles and its impact on the automotive value chain, Hull University

EPR case study: Ford/Visteon, (1999)

H. le Blank, M. van Krieken, H. Krikke, H. Fleuren, (2004), Advanced Planning Concepts in the Closed Loop Container Network of ARN, Tilburg University

K. Sander, S. Schilling, S. Zangl, J. Lohse, (2002), Report compiled for the Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection of the Commission of the European Communities Rules on compliance with Article 7.2 of Directive 2000/53/EC, Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH

Proceedings International Automobile Recycling Congress, Geneva (2003)

P. Ferrão, A. Mendes, M. Jordão, (2003), Uma Bolsa de Resíduos para Portugal, Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Mecânica

N. Mariz, (1997), Projecto de um sistema de recolha selectiva de resíduos de veículos automóveis

S. Mutz, T. Pretz, A. Weingart, E. van Looy, (2002), Possibilities and Use of Automatic Picking within the Automobile Recycling Industry, TMS – 131st Annual Meeting, Seattle, USA

P. Deutz (2002), The End of Life Vehicle Directive, the University of Hull, Department of Geography,

H. Krähling, (2003), Towards Sustainable Plastics Recovery Electronics Recycling Summit

T.P.R. Jong, J. Zimmerman, M.B. Mesina, H.U.R. Kattendidt, W.L. Dalmijn, M.A. Reuter, (2003), Car recycling and automation: future developments

Recovery Options for Plastic Parts from End-of-Life Vehicles: an Eco-Efficiency Assessment, (2003), Final Report, APME, Brussels

S. Ladeira, (2002), Modelo técnico-económico da infra-estrutura nacional de processamento de Veículos em fim de vida útil, projecto de termodinâmica aplicada

D. Gomes, H. Medina, (2001), Estudo sobre a reciclagem na indústria automotiva e a sua inserção em um ambiente virtual de ensino, UFRJ

Revistas Recycling international

Revista Auto Recyclage nº 49 de Novembro - Dezembro 2003

BMW Group Enviromental Report 1999/2000

Websites

http://ecosfera.publico.pt

www.plastics-in-elv.org

www.bir.org

www.acap.pt

www.naturlink.pt

www.agiltec.pt

www.plastics-in-elv.org

www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG

http://europa.eu.int

www.salyp.com

www.icpa.org.ar

www.ambienteonline.pt

www.cetem.gov.br

http://automotor.xl.pt

www.metsominerals.com

www.igm.pt

www.fe.up.pt

www.norauto.pt

www.salypnet.com

www.solvay.com