



Dissertação

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

O desafio dos Veículos em Fim de Vida (VfV): da problemática à solução

Fábio José Carvalho Vieira

Leiria, *Setembro* de 2013



Dissertação

Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

O desafio dos Veículos em Fim de Vida (VfV): da problemática à solução

Fábio José Carvalho Vieira

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação da professora Doutora Sandra Mourato,
Professora da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, *Setembro* de 2013

À Minha Família e a todos que...

Contribuíram para a minha evolução ao longo da vida!

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Aos meus pais, João e Noémia, e irmão, David, que sempre me apoiaram, e de tudo fizeram para evoluir ao longo de toda a minha vida! Muito OBRIGADA ADORO-VOS!

À minha namorada (futura esposa) Rita porque durante a elaboração deste trabalho teve mais um “paciente”. Por me ter ajudado em vários aspetos, pela compreensão, apoio inquestionável, incentivo, dedicação, carinho e espírito de sacrifício demonstrados desde que nos conhecemos (AMO-TE és a melhor do MUNDO!).

À minha restante família por me apoiar sempre que precisei, Carlos e Natália estão na “fila da frente”.

À Professora Doutora Sandra Mourato, quero expressar o meu profundo agradecimento pela orientação da tese. Os seus conselhos, profissionalismo e a confiança depositada no trabalho que executei foram determinantes para o desenvolvimento desta tese.

Ao Diretor do curso MEENA e a todos os professores que de uma ou de outra forma sempre me ajudaram a consolidar os meus conhecimentos.

Quero deixar os meus agradecimentos aos gerentes Sr. Manuel Vicente, Sr. Carlos Rosa e também aos restantes colaboradores da empresa Rodapeças S.A. pela oportunidade dada e pelo apoio demonstrado ao longo deste último ano e que de certa forma me motivaram na elaboração desta dissertação.

Gostaria de agradecer aos meus amigos, pelos momentos de boa disposição e pela amizade revelada.

Por fim agradeço à minha cadela KIKA a companhia e os momentos de descontração que também foram úteis e necessários para elaboração deste trabalho.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo apresentar soluções que transformem a problemática dos Veículos em Fim de Vida (VFV) numa solução económica e ambientalmente sustentada. Como tal, analisou-se através de revisão bibliográfica o ciclo de vida automóvel, desde a sua conceção até ao seu fim de vida, constatando-se que a produção automóvel se apresenta como um sector em constante crescimento. Apesar de se apresentar economicamente saudável, este crescimento acarreta vários desafios a superar, nomeadamente quando o veículo alcança o seu fim de vida, uma vez que os resíduos resultantes dos VFV têm efeitos nefastos para o ambiente, podendo a sua acumulação em depósitos de sucata a céu aberto ou na via pública gerar diversos problemas, sendo que em Portugal, durante o ano de 2012 a entrega de veículos para abate cresceu 11,9% face a 2011 na rede da Sociedade de Gestão de Veículos em Fim de Vida, Lda.

Face ao cenário descrito poder-se-ia prever que os VFV representam um resíduo com custos associados ao seu tratamento e um impacto ambiental negativo, gerando assim uma problemática. No entanto, a presente dissertação apresenta alternativas que, para além de transformarem o VFV num resíduo com um baixo impacto ambiental ainda o tornam economicamente valioso, resultando numa solução de gestão viável.

Analisaram-se os procedimentos de uma empresa licenciada de desmantelamento de VFV, a Rodapeças, com o intuito de conhecer e compreender os seus procedimentos, sugerindo posteriormente alterações que levem a benefícios económicos e ambientais.

De entre as alternativas apresentadas destaca-se o eco-design, a linha de desmantelamento automática e ainda a fragmentação e separação de resíduos. Estas englobam, numa fase inicial, o desenho do veículo a pensar na sua utilização pós vida útil e uma metodologia eficaz no tratamento dos VFV, minimizando custos e aproveitando a maioria dos seus componentes. São, portanto, importantes alternativas para alcançar as metas impostas pela Diretiva 2000/53/CE, de 18 de Setembro, que prevê uma taxa global mínima de 95 % de reutilização/valorização.

Palavras-chave: VFV; Ciclo de vida; inovação nos VFV; problemática e solução VFV.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

The present work aims to present solutions that transform the problem of End of Life Vehicles (ELV) in a solution economically and environmentally sustainable. Through a literature review it was analyzed the automobile life cycle, from its conception to its end of life, it was found that car production is presented as a sector in constant growth. Although it presents itself economically healthy, this growth poses several challenges to overcome, especially when the vehicle reaches the end of its life, because the waste of the ELVs have adverse effects on the environment and its deposition in illegal scraps or thoroughfare generate several problems. In Portugal, during the year 2012 delivery vehicles for slaughter grew 11.9% compared to 2011 in the End of Life Company Vehicle, Lda.

Given the described situation it may be expected that the ELVs represent a waste with costs associated with their treatment and negative environmental impacts, thereby generating a problem. However, this work presents alternatives with the aim of transforming the ELVs a residue with a low environmental impact and still makes it economically valuable, resulting in a viable solution management.

Among the suggested alternatives stands out eco-design, a line of automatic dismantling and further fragmentation and separation of waste. These include, initially, the vehicle design thinking at its end of life and an effective methodology for the treatment of ELVs, minimizing costs and taking advantage of the majority of its components. This, are important alternatives to achieve the targets set by Directive 2000/53/CE of September 18, which provides an overall minimum of 95% reuse / recovery.

Keywords: ELV; life cycle; innovation in ELV, ELV problem and solution.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice de Figuras

FIGURA 2.1 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE VEÍCULOS PASSAGEIROS ENTRE 1997 E 2011 (FONTE: ACEA, 2012).	7
FIGURA 2.2 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE VEÍCULOS COMERCIAIS ENTRE 1999 E 2011 (FONTE: ACEA, 2012).	8
FIGURA 2.3 - DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA PRODUÇÃO DE VEÍCULOS DE PASSAGEIROS EM 2011 (FONTE: ACEA, 2012).	8
FIGURA 2.4 - DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA PRODUÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS EM 2011 (FONTE: ACEA, 2012).	9
FIGURA 2.5 - DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DOS VEÍCULOS REGISTRADOS EM 2011 (FONTE: ACEA, 2012).	9
FIGURA 2.6 - DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA POPULAÇÃO EM 2011 (FONTE: EUROSTAT).	10
FIGURA 2.7 - INDICADORES DE MATERIAIS/COMPONENTES ENVIADOS PARA REUTILIZAÇÃO/RECICLAGEM/VALORIZAÇÃO EM MÉDIA POR CADA VFV RECEBIDO NA REDE VALORCAR EM 2012 (FONTE: VALORCAR, 2013A).	11
FIGURA 2.8 - EVOLUÇÃO DO Nº DE VFV ABATIDOS ANUALMENTE NA REDE VALORCAR E NOUTROS CENTROS LICENCIADOS A NÍVEL NACIONAL (FONTE: VALORCAR, 2013B).	14
FIGURA 2.9 - EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE REUTILIZAÇÃO/RECICLAGEM E DE REUTILIZAÇÃO/VALORIZAÇÃO ALCANÇADAS PELA REDE VALORCAR (FONTE: VALORCAR, 2013B).	16
FIGURA 2.10 - PRINCÍPIOS DA HIERARQUIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS (FONTE: FERNANDES, 2009; DECRETO-LEI N.º 64/2008).	17
FIGURA 2.11 - TRIÂNGULO DE MOTIVAÇÕES DA LOGÍSTICA INVERSA (ADAPTADO DE BRITO, 2003).	19
FIGURA 2.12 - CICLO DE VIDA AUTOMÓVEL E O SEU FLUXO DE MATERIAIS (FONTE: LIRA, 2005).	20

FIGURA 2.13 - ENERGIA ECONOMIZADA NUM PROCESSO DE RECICLAGEM COMPARADO COM O USO DE ENERGIA NO PROCESSAMENTO DE MATERIAIS PUROS (ADAPTADO: LIRA, 2005).....	22
FIGURA 2.14 - COMPONENTES RECICLÁVEIS PROVENIENTES DOS VFV (COMPOSIÇÃO) → MATERIAIS RESULTANTES DA RECICLAGEM. (ADAPTADO: TOYOTA, 2012).....	23
FIGURA 2.15 - PROCESSAMENTO DA CARÇAÇA PROVENIENTE DO VFV NUMA UNIDADE DE FRAGMENTAÇÃO (ADAPTADO: VERMEULEN, <i>ET AL.</i> , 2011).	25
FIGURA 2.16 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE DEPOSIÇÃO EM ATERRO E DA TAXA GLOBAL DA REUTILIZAÇÃO/VALORIZAÇÃO ALCANÇADAS PELA REDE DA VALORCAR (ADAPTADO: VALORCAR, 2013A).	26
FIGURA 3.1 - ESQUEMA DA GESTÃO DO VFV NA EMPRESA RODAPEÇAS S.A.	29
FIGURA 3.2 - VIATURA PRONTO-SOCORRO PARA O TRANSPORTE DO VFV.	30
FIGURA 3.3 - ÁREA RECEÇÃO DE VFV (ZONA EXTERIOR E ZONA INTERIOR DAS INSTALAÇÕES).	31
FIGURA 3.4 - PROCEDIMENTO ADMINISTRATIVO PARA CANCELAMENTO DO REGISTO DE PROPRIEDADE E DA MATRÍCULA (ADAPTADO: VALORCAR, 2013C).	33
FIGURA 3.5 - ÁREA DE ARMAZENAMENTO DE VFV NÃO DESMANTELADOS.....	33
FIGURA 3.6 - ÁREA DE DESCONTAMINAÇÃO DO VFV.	34
FIGURA 3.7 - REMOÇÃO DA BATERIA DO VFV E ARMAZENAMENTO EM CAIXA ESTANQUE... 36	
FIGURA 3.8 - REMOÇÃO DO LÍQUIDO DE REFRIGERAÇÃO DO VFV.	37
FIGURA 3.9 - REMOÇÃO DOS PNEUS DO VFV E SEU ARMAZENAMENTO PARA RECICLAGEM. 38	
FIGURA 3.10 - REMOÇÃO DO ÓLEO DO MOTOR E DA CAIXA DE VELOCIDADES DO VFV.	39
FIGURA 3.11 - REMOÇÃO DO FLUIDO DOS TRAVÕES DA TRASEIRA E DA DIANTEIRA DO VFV.	40
FIGURA 3.12 - ÁREA DE DESMANTELAMENTO DO VFV.	40
FIGURA 3.13 - ARMAZENAMENTO DOS CATALISADORES PROVENIENTES DOS VFV.	41
FIGURA 3.14 - ARMAZENAMENTO DOS PARA-CHOQUES PARA REUTILIZAÇÃO OU RECICLAGEM.	42

FIGURA 3.15 - ARMAZENAMENTO DOS VIDROS PROVENIENTES DO VFV PARA REUTILIZAÇÃO/RECICLAGEM.	43
FIGURA 3.16 - ARMAZENAMENTO DE METAIS FERROSOS PARA RECICLAGEM.	43
FIGURA 3.17 - CARÇA DO VFV.	44
FIGURA 3.18 - PREÇO (€) PAGO POR TONELADA DE CARÇA DO VFV ENVIADA PARA UMA EMPRESA NACIONAL DE FRAGMENTAÇÃO NO ANO DE 2012.	44
FIGURA 3.19 - ESQUEMA DO PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO DA CARÇA PROVENIENTE DOS VFV (ADAPTADO: MEDINA, 2006A).....	45
FIGURA 3.20 - ARMAZENAMENTO DE PEÇAS REUTILIZÁVEIS PARA SEREM VENDIDAS COMO PEÇAS USADAS.	46
FIGURA 3.21 - MOTOR E ALTERNADOR IDENTIFICADO COM ETIQUETA, ARMAZENADO EM PRATELEIRA ADEQUADA.	46
FIGURA 3.22 - PEÇAS REUTILIZÁVEIS EMBALADAS E ROTULADAS PARA EFEITOS DE <i>STOCK</i> . .	47
FIGURA 3.23 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE VFV RECEBIDOS ANUALMENTE NA RODAPEÇAS.	47
FIGURA 3.24 - DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DOS VFV ENTREGUES NA RODAPEÇAS EM 2012.....	48
FIGURA 3.25 - DISTRIBUIÇÃO POR MARCA DOS VFV ENTREGUE NA RODAPEÇAS EM 2012...	49
FIGURA 3.26 - DISTRIBUIÇÃO POR MODELO DOS VFV ENTREGUE NA RODAPEÇAS EM 2012 (TOP 15).	50
FIGURA 3.27 - DISTRIBUIÇÃO POR TIPO DOS VFV ENTREGUE NA RODAPEÇAS EM 2012.	50
FIGURA 3.28 - MATERIAIS ENVIADOS PARA REUTILIZAÇÃO/RECICLAGEM/VALORIZAÇÃO EM % POR CADA VFV RECEBIDO NA RODAPEÇAS.	51
FIGURA 4.1 - RENAULT MODUS. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO ECO-DESIGN, ONDE MEDIANTE A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE ESPECÍFICO FOI POSSÍVEL PROJETAR E CONSTRUIR UM VEÍCULO 95% RECICLÁVEL (MEDINA, 2006B).	54
FIGURA 4.2 - PARTE INICIAL DA LINHA DE DESMANTELAMENTO AUTOMÁTICA (CESVI RECAMBIOS, 2013).	55
FIGURA 4.3 - ANÁLISE DOS COMPONENTES, DESMANTELAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS A RECICLAR PROVENIENTE DOS VFV (CESVI RECAMBIOS, 2013)..	56

FIGURA 4.4 - CATALOGAÇÃO E ARMAZENAMENTO DAS PEÇAS NUM GRANDE ARMAZÉM INTELIGENTE AUTOMÁTICO (CESVI RECAMBIOS, 2013).....	57
FIGURA 4.5 - PROCESSO DA CENTRAL DE TECNOLOGIA AVANÇADA DE FRAGMENTAÇÃO/SEPARAÇÃO (ARN, 2013).	58
FIGURA 4.6 - COMPARAÇÃO DA TAXA DE RECICLAGEM E VALORIZAÇÃO RESULTANTES DO PST E DA FRAGMENTAÇÃO/SEPARAÇÃO TRADICIONAL (ECOTEST, 2011).....	59

Índice de Tabelas

TABELA 2.1 - RELAÇÃO ENTRE A POPULAÇÃO E O REGISTO AUTOMÓVEL MUNDIAL PARA ANO DE 2011 (DADOS: ACEA E EUROSTAT).	10
TABELA 2.2 - METAS ESTABELECIDAS PARA TAXA MÍNIMA REUTILIZAÇÃO/VALORIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO/RECICLAGEM PELA DIRETIVA 2000/53/CE DE 18 DE SETEMBRO DE 2000 (FONTE: DIRETIVA 2000/53/CE).....	15
TABELA 3.1 - SEQUÊNCIA RECOMENDADA PARA AS OPERAÇÕES DE DESPOLUIÇÃO/DESMANTELAMENTO DO VFV (FONTE: VALORCAR, 2013C). ...	35

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Lista de Siglas

ACAP	Associação do Comércio Automóvel de Portugal
ACEA	<i>European Automobile Manufacturers Association</i>
AIMA	Associação dos Industriais de Automóveis
ANAREPRE	Associação Nacional de Recuperadores de Produtos Recicláveis
ARN	<i>Auto Recycling Nederland</i>
CCDRLVT	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
IMTT	Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres
IUC	Imposto Único Circulação
LER	Lista Europeia de Resíduos
MEG	Monoetilenoglicol
NAFTA	<i>North American Free Trade Agreement</i>
PP	Polipropileno
PST	<i>Post Shredder Technology</i>
RFA	Resíduos de Fragmentação Automóvel
RLEC	<i>Reverse Logistics Executive Council</i>
UE	União Europeia
VALORCAR	Sociedade de Gestão de Veículos em Fim de Vida, Lda.
VFV	Veículos em Fim de Vida

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
LISTA DE SIGLAS	XV
ÍNDICE	1
1 INTRODUÇÃO	3
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	5
2 O VEÍCULO: DA PRODUÇÃO AO FIM DE VIDA.....	7
2.1 PRODUÇÃO AUTOMÓVEL	7
2.2 FIM DE VIDA DO VEÍCULO	11
2.2.1 <i>A problemática dos VFV.....</i>	<i>11</i>
2.2.2 <i>Os VFV em Portugal.....</i>	<i>13</i>
2.3 ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO	14
2.4 OS VFV E A SUA SOLUÇÃO.....	17
2.4.1 <i>A logística inversa.....</i>	<i>18</i>
2.4.2 <i>A reutilização</i>	<i>21</i>
2.4.3 <i>A reciclagem.....</i>	<i>21</i>
2.4.4 <i>A valorização.....</i>	<i>24</i>
2.4.5 <i>A eliminação.....</i>	<i>26</i>
3 PROCESSAMENTO DOS VFV NA RODAPEÇAS	27
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	27
3.2 LOGÍSTICA DA GESTÃO DOS VFV NA RODAPEÇAS	28
3.2.1 <i>Transporte.....</i>	<i>30</i>
3.2.2 <i>Receção.....</i>	<i>31</i>
3.2.3 <i>Cancelamento da matrícula.....</i>	<i>31</i>
3.2.4 <i>Armazenamento dos VFV não desmantelados.....</i>	<i>33</i>
3.2.5 <i>Descontaminação.....</i>	<i>34</i>
3.2.6 <i>Desmantelamento.....</i>	<i>40</i>
3.2.7 <i>Envio para fragmentação</i>	<i>45</i>
3.2.8 <i>Reutilização de peças e componentes.....</i>	<i>45</i>
3.3 ESTATÍSTICAS DA RODAPEÇAS NO ANO 2012	47
3.3.1 <i>Nº de VFV recebidos (2009-2012)</i>	<i>47</i>

3.3.2	<i>Distribuição etária dos VFV recebidos</i>	48
3.3.3	<i>Distribuição do nº de VFV pelas marcas automóveis</i>	48
3.3.4	<i>Distribuição dos VFV por modelo</i>	49
3.3.5	<i>Distribuição dos VFV pelo tipo</i>	50
3.3.6	<i>Quantidade total de material enviado pela Rodapeças</i>	51
4	INOVAÇÕES NA GESTÃO DOS VFV	53
4.1	PRODUÇÃO - “ECO-DESIGN - DESIGN FOR RECYCLING AND DISMANTLING”	53
4.2	DESMANTELAMENTO - LINHA DE DESMANTELAMENTO AUTOMÁTICA.....	55
4.3	FRAGMENTAÇÃO E SEPARAÇÃO - CENTRAL DE TECNOLOGIA AVANÇADA DE FRAGMENTAÇÃO	58
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO	61
5.1	CONCLUSÕES	61
5.2	PROPOSTAS DE ATIVIDADES A REALIZAR NO FUTURO	63
	BIBLIOGRAFIA	65

1 Introdução

1.1 Considerações gerais

Atualmente, o sistema de transportes representa um papel fundamental no desenvolvimento socioeconómico, assim como, no bem-estar dos cidadãos que hoje em dia têm a possibilidade de se movimentar livremente. Contudo, o veículo após ser um bem imprescindível para a sociedade, no fim da sua vida útil, poderá transformar-se num resíduo (Rosa, 2009). Nesta fase, o veículo adquire a definição de Veículo em Fim de Vida (VFV), isto é, veículo automóvel que já não cumpre o objetivo para o qual foi produzido, que por sua vez está catalogado na Lista Europeia de Resíduos (LER) como sendo um resíduo perigoso, com o código 16 01 04*, isto é, apresenta características de perigosidade de carácter ambiental e de saúde pública. Sendo assim, é crucial conciliar a necessidade de utilização do transporte rodoviário com a obrigatoriedade de contribuir para a melhoria da gestão dos resíduos resultantes dos VFV.

De encontro a esta linha de pensamento, atualmente um dos fundamentos mais importantes na indústria automóvel, consiste na supressão da palavra desperdício (entendido como material que não tem valor). Como tal, esta dissertação irá incidir neste desafio de transformar um potencial resíduo num bem que gera riqueza, ou seja, orientar a problemática dos VFV para uma solução económica e ambientalmente sustentável.

Esta problemática deve ser percecionada através de duas perspetivas complementares, ou seja, promovendo a otimização de recursos e processos, minimizando assim a produção de resíduos. Por outro lado é também importante tratar os resíduos na perspetiva da sua valorização, transformando-os em novos produtos com valor acrescentado.

Com o objetivo de ir ao encontro desses objetivos a União Europeia (UE) publicou a Diretiva nº 2000/53/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Setembro, sendo transposta para Portugal pelo Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto que foi alterado pelo Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril. Estes obrigam a que, no máximo, até 1 de Janeiro de 2015, a reutilização e valorização de todos os VFV seja aumentada para um mínimo de 95%, em massa, em média, por veículo e por ano. Dentro do mesmo período, a reutilização e reciclagem devem ser aumentadas para um mínimo de 85% em massa, em

média, por veículo e por ano, permitindo apenas um nível máximo de 5%, em massa, para deposição em aterro.

De forma a alcançar essas metas é fundamental perceber diversas vertentes quando se analisa um VFV, começando nomeadamente na produção dos veículos, ou seja, uniformizar materiais utilizados, tornando-os recicláveis. Assim como, a importância do desmantelamento, o qual deverá ser projetado na produção automóvel, para que a reutilização de materiais seja efetuada de uma forma eficiente. Todavia nem sempre será possível reutilizar ou reciclar os materiais, verificando-se a valorização energética como uma alternativa importante à deposição em aterro.

1.2 Objetivos

A dissertação tem como objetivo apresentar soluções que transformem a problemática dos resíduos provenientes dos VFV numa solução económica e ambientalmente sustentada, indo também de encontro à hierarquia de gestão dos resíduos, ou seja, dando prioridade à reutilização, reciclagem e valorização energética, diminuindo ao máximo a deposição em aterro.

Podemos assim verificar que os VFV não constituem um resíduo, mas antes um recurso do ponto de vista ambiental e económico, contribuindo desta forma para o cumprimento da Diretiva nº 2000/53/CE e para auxiliar as empresas que operam nesta área de atividade a tomar e suportar decisões/ações bem direcionadas, com vista a um desenvolvimento sustentável.

Com a finalidade de concretizar o objetivo desta dissertação de uma forma prática foi analisada uma unidade empresarial de recolha, receção, armazenamento, descontaminação e desmantelamento de VFV, licenciada pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDRLVT), Rodapeças – Pneus e Peças, S.A., situada em Pombal, de modo a conhecer as práticas envolvidas nas operações de gestão dos VFV e analisá-las criticamente.

1.3 Organização do texto

Com vista a apresentar esta dissertação de uma forma clara organizou-se o texto em dois grandes capítulos, designadamente o capítulo número 2 que analisa o veículo desde a sua produção ao seu fim de vida e o capítulo número 3 referente às práticas desenvolvidas na empresa Rodapeças.

De forma a perceber a importância da gestão dos VFV analisou-se primeiramente, no capítulo número 2, a produção automóvel e a consequente problemática dos VFV, centralizando a mesma para Portugal. Neste mesmo capítulo será ainda abordada a legislação que regula a gestão dos VFV na UE e, mais concretamente, em Portugal. Por fim, e de forma a apresentar soluções de gestão da problemática respeitante aos VFV será descrita a logística inversa, a reutilização, a reciclagem, a valorização e a eliminação.

O capítulo 3 referente às práticas desenvolvidas na empresa Rodapeças inicia-se com a apresentação da mesma, seguindo-se a sua logística de gestão dos VFV, tais como transporte, receção, cancelamento de matrícula, armazenamento dos VFV não desmantelados, descontaminação, desmantelamento, envio para fragmentação e ainda a reutilização de peças e componentes dos VFV. São ainda referenciadas neste capítulo as estatísticas da Rodapeças relativamente ao ano de 2012, nomeadamente o número de VFV recebidos desde 2009, distribuição por grupo etário, marca, modelo e tipo de cada VFV recebido, bem como a quantidade total de material enviado para processamento noutras empresas.

Finalmente no capítulo 4 são apresentadas as inovações na área da gestão dos VFV como possíveis mais-valias a implementar na empresa Rodapeças. E serão tecidas, no capítulo 5 as conclusões decorrentes desta dissertação e ainda propostas de trabalhos a realizar no futuro.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

2 O veículo: da produção ao fim de vida

2.1 Produção Automóvel

Para o bem-estar e no desenvolvimento da comunidade existe cada vez mais a crescente necessidade de mobilidade, tanto por motivos de lazer, quanto por questões de trabalho contribuindo assim, para o aumento da produção de automóveis e conseqüentemente para o número de veículos em circulação.

A produção automóvel apresenta-se como um sector em constante crescimento desde 2002, e segundo a *European Automobile Manufacturers Association (ACEA)*, apesar de uma descida de 0,9 e 9,4% nos anos de 2008 e 2009, respetivamente, seguiu-se em 2010 uma recuperação de 22% na produção, com um aumento crescente de 2,9% no ano seguinte, chegando assim a cerca de 60 milhões de unidades de veículos de passageiros produzidos em 2011, como se verifica na figura 2.1.

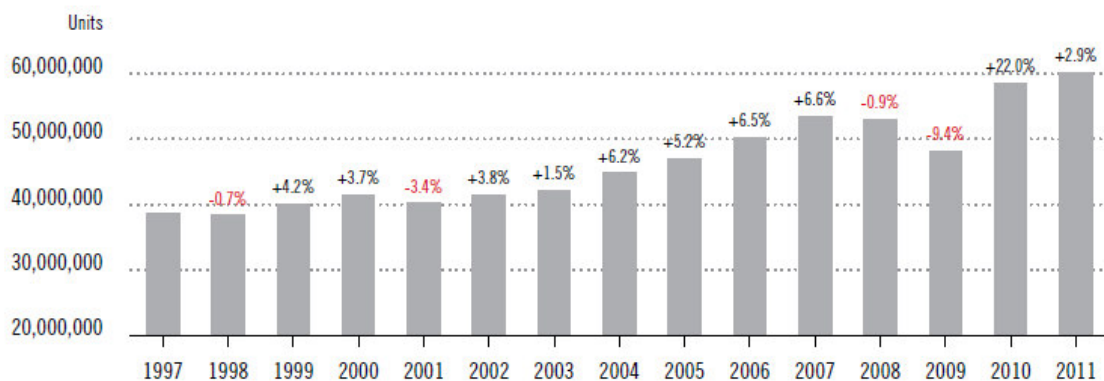


Figura 2.1 - Produção mundial de veículos passageiros entre 1997 e 2011 (Fonte: ACEA, 2012).

No que concerne à produção de veículos comerciais houve também um aumento desde 2002, como a figura 2.2 demonstra, com quedas de 1,6% nos anos de 2005 e 2006, seguindo-se uma ligeira recuperação em 2007, no entanto, a partir de 2008 a tendência é similar à produção de veículos de passageiros, isto é, houve uma quebra de produção seguida de uma recuperação crescente a partir de 2010, com cerca de 20 milhões de unidades a serem produzidas em 2011 em todo o mundo.

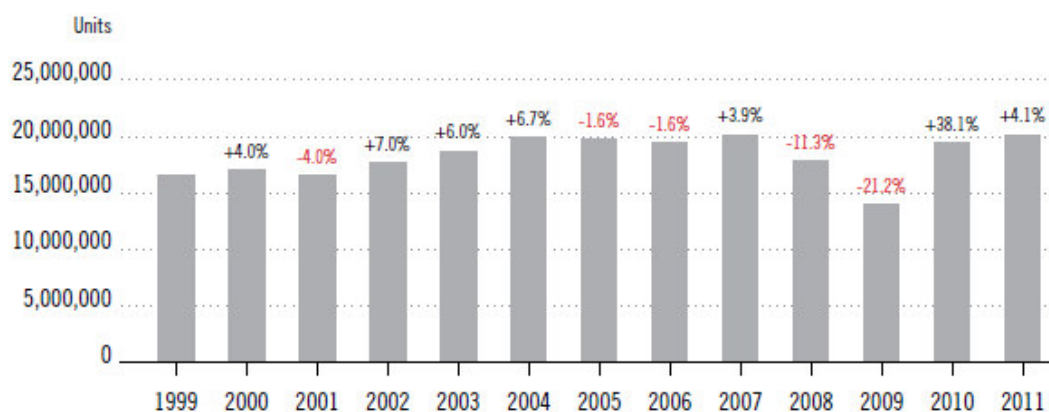


Figura 2.2 - Produção mundial de veículos comerciais entre 1999 e 2011 (Fonte: ACEA, 2012).

Através da figura 2.3 verifica-se que em 2011 a União Europeia (UE) representa a maior fração da produção mundial de veículos de passageiros (26,2%), seguindo-se a China com 24,2% e o Japão com 11,9%.

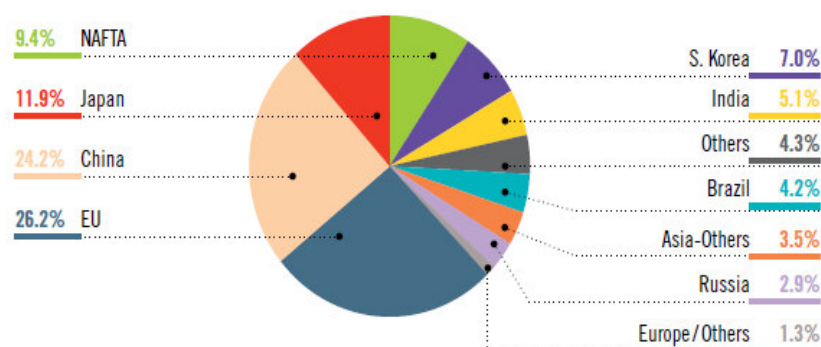


Figura 2.3 - Distribuição mundial da produção de veículos de passageiros em 2011 (Fonte: ACEA, 2012).

Quanto aos veículos comerciais o bloco económico *North American Free Trade Agreement* (NAFTA) apresenta-se como o maior produtor com 39%, ao qual se segue a China e de seguida a UE com 19,5% e 9,9%, respetivamente, como se verifica na figura 2.4.

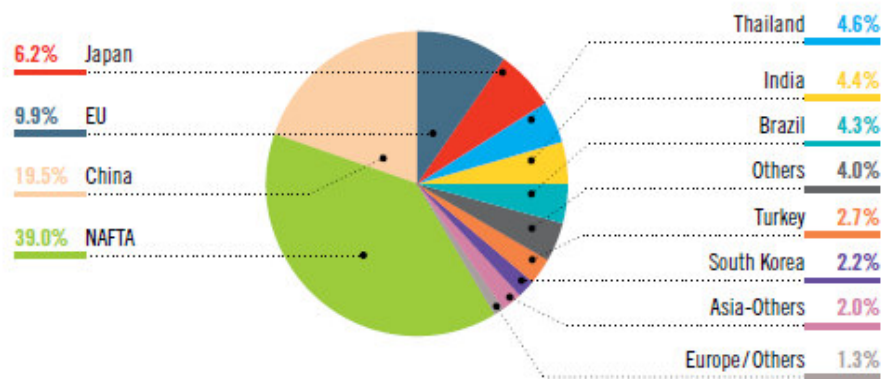


Figura 2.4 - Distribuição mundial da produção de veículos comerciais em 2011 (Fonte: ACEA, 2012).

Considerando que o local de produção de veículos poderá diferir do local de registo e circulação dos mesmos, é fulcral analisar o registo mundial de veículos. Assim, através da figura 2.5, verifica-se que é no continente Asiático que circula o maior número de veículos (38,6%), seguindo-se o continente Americano com 25,6% e a UE com 25,2% para o ano de 2011.

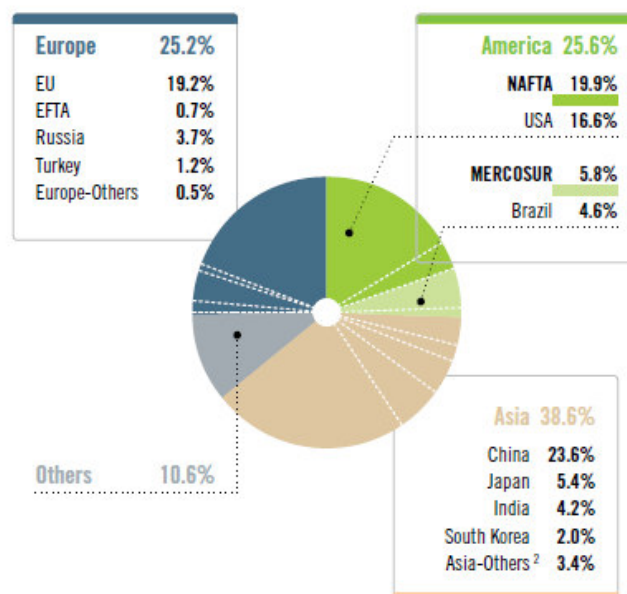
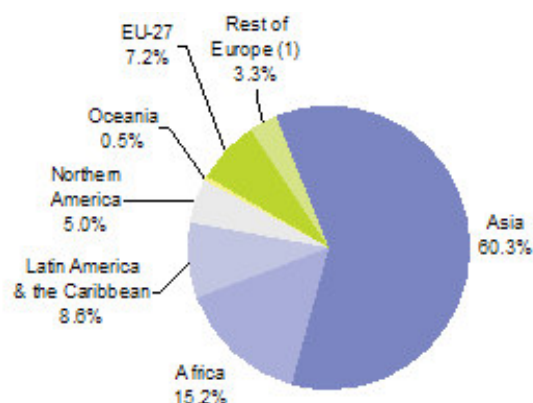


Figura 2.5 - Distribuição mundial dos veículos registados em 2011 (Fonte: ACEA, 2012).

Analisando a população mundial, através da figura 2.6 verifica-se que é efetivamente na Ásia que existe, também um maior número de pessoas (60,3%), assim como de veículos em circulação (38,6%) (ver figura 2.5). Contudo verifica-se que o continente Americano

representa 13,6% da população mundial representando um registo automóvel mundial de 25,6%, sendo que a Europa com apenas 10,5% da população mundial apresenta um registo de veículos de 25,2%.



(1) Albania, Andorra, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Faeroe Islands, Iceland, Liechtenstein, the former Yugoslav Republic of Macedonia, Moldova, Montenegro, Norway, Russia, Serbia, Switzerland and Ukraine.

Figura 2.6 - Distribuição mundial da população em 2011 (Fonte: Eurostat).

Relacionando a população mundial com o registo automóvel, através da tabela 2.1 claramente se verifica que é no continente Europeu que existe um maior número de registo de veículos por número de habitantes, com mais do dobro (2,4) de veículos registados comparativamente com a população mundial.

Continente	População Mundial	Registo Automóvel	Registo Automóvel / População Mundial
Asiático	60,3 %	38,6 %	0,64
Americano	13,6 %	25,6 %	1,88
Europeu	10,5 %	25,2 %	2,4

Tabela 2.1 - Relação entre a população e o registo automóvel mundial para ano de 2011 (Dados: ACEA e EUROSTAT).

2.2 Fim de vida do veículo

O gradual aumento da produção e da circulação automóvel mundial e, em particular, na Europa é economicamente saudável, no entanto, durante o seu tempo de vida útil, um veículo representa uma fonte de poluição atmosférica (por exemplo, através da emissão de gases de efeito de estufa) e poluição sonora (através do aumento do ruído nos locais em que circula). Contribui ainda para a construção de infraestruturas de forma a tornar a sua circulação viável que, por sua vez, também acarretam um impacto ambiental na fauna e flora circundantes. Por último, no seu fim de vida, um veículo também representa um potencial resíduo poluente, assim a nível ambiental a gestão dos VFV acarreta uma série de questões e desafios a superar, sendo urgente reconhecer a dimensão e a importância da sua gestão.

2.2.1 A problemática dos VFV

Os VFV são compostos por diversos materiais, como se pode verificar através da figura 2.7, em 2012 cada VFV que chegou à Valorcar foi composto na sua maioria por metais (82,2%), seguindo-se os componentes não metálicos (4,5%), pneus (4%), vidros (1%), baterias (1,5%), entre outros.

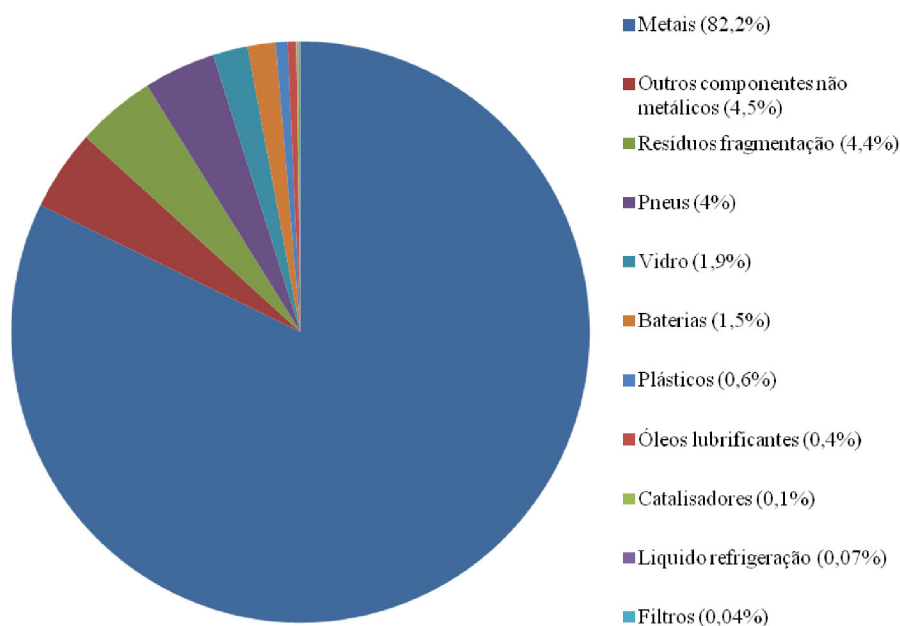


Figura 2.7 - Indicadores de materiais/componentes enviados para reutilização/reciclagem/valorização em média por cada VFV recebido na rede Valorcar em 2012 (Fonte: Valorcar, 2013a).

Os resíduos resultantes de um VFV têm efeitos nefastos para o ambiente, podendo a sua acumulação em depósitos de sucata a céu aberto ou na via pública gerar diversos problemas.

Como forma de resolver a problemática dos VFV é fundamental avaliar diversas vertentes, tais como social, económica e ambiental (Smith *et al.*, 2004):

1. Problemática social

Um VFV abandonado na via pública para além de gerar um impacto visual negativo leva à destruição da mesma e a um ambiente descuidado. Representam também um potencial perigo, uma vez que os seus componentes poderão ser uma fonte de ignição para incêndios e atrair atos de vandalismo.

Os metais e vidros podem ainda representar um problema de saúde pública, uma vez que, após a sua degradação poderão provocar lesões na população, levando ainda a problemas relacionados com a ferrugem que se forma durante a exposição continuada do veículo num local inapropriado durante meses, anos e até décadas.

2. Problemática económica

A logística de tratamento dos VFV rege-se por medidas impostas tanto pela UE como pelo próprio país. Assim, o seu tratamento é complexo e acarreta custos elevados para que os materiais resultantes não representem um perigo ambiental.

3. Problemática ambiental

A nível ambiental os VFV acarretam repercussões na paisagem, assim como, focos de poluição. Para além disso, existe um desperdício de recursos, já que a maioria dos materiais podem ser reutilizados e/ou reciclados.

Vários dos componentes supramencionados podem contaminar os solos e lençóis freáticos através de lixiviação, entre eles, os óleos lubrificantes, filtros de óleo, líquido de refrigeração, baterias e ainda os metais.

De forma a tornar a problemática dos VFV num desafio superável, é fundamental efetuar uma gestão otimizada dos resíduos resultantes dos veículos que chegam ao seu fim de vida, podendo transformar os mesmos num recurso economicamente lucrativo, inibindo assim a potencial poluição ambiental e problemática social.

2.2.2 Os VFV em Portugal

Em Agosto de 2003, foi criada a empresa VALORCAR - Sociedade de Gestão de Veículos em Fim de Vida, Lda., tendo por base o Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto e em resultado dos esforços dos fabricantes automóveis, representados pela Associação do Comércio Automóvel de Portugal (ACAP) e pela Associação dos Industriais de Automóveis (AIMA), em conjugação com os operadores de reciclagem, representados pela Associação Nacional de Recuperadores de Produtos Recicláveis (ANAREPRE).

A Valorcar é uma entidade sem fins lucrativos, e tem como missão organizar e gerir a receção, o tratamento e a valorização dos VFV, maximizando o desempenho ambiental, económico e social da sua gestão em Portugal.

Durante o ano de 2012 foram entregues para abate nos centros da rede Valorcar um total de 56 815 VFV, valor que corresponde a um crescimento de 11,9% face a 2011, como se pode verificar na figura 2.8 (Valorcar, 2013b).

Existem empresas licenciadas para o abate de VFV que não se encontram integradas na rede Valorcar, por não se terem candidatado ou por não terem sido aprovadas no âmbito de um processo de seleção de operadores. Não obstante, de acordo com o previsto na alínea b) do n.º 8 do artigo 17.º do Decreto-Lei n.º 196/2003, conforme alterado pelo Decreto-Lei n.º 64/2008, estas empresas podem laborar mas estão obrigadas a enviar à Valorcar cópia de todos os certificados de destruição emitidos (Valorcar, 2013a).

Segundo os dados da Valorcar, no ano de 2012 foram abatidos 70669 VFV em empresas de desmantelamento que pertencem à rede da Valorcar e em outros centros licenciados, como se verifica na figura 2.8, tendo uma média de 5889 VFV abatidos por mês a nível nacional.



Figura 2.8 - Evolução do nº de VFV abatidos anualmente na Rede Valorcar e noutros centros licenciados a nível nacional (Fonte: Valorcar, 2013b).

Conclui-se assim que existe uma tendência crescente de VFV abatidos em Portugal, desde 2006, com uma queda significativa em 2011, contudo isolada, uma vez que em 2012 houve novamente um aumento de VFV abatidos, relativamente ao ano anterior.

Assim, é fundamental e imprescindível a otimização da reutilização, reciclagem e valorização dos VFV, de forma a transformar um VFV numa fonte de rendimento e não num resíduo potencialmente perigoso a nível ambiental.

2.3 Enquadramento legislativo

Como forma de minimizar os perigos ambientais dos VFV foi desenvolvida uma legislação pela União Europeia sobre o fluxo de resíduos específicos dos mesmos, através da Diretiva 2000/53/CE, de 18 de Setembro. Em Portugal, a Diretiva 2000/53/CE foi transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto, que abrange veículos da classe M1 (veículos a motor destinados ao transporte de passageiros com oito lugares sentados, no máximo, além do lugar do condutor) e N1 (destinados ao transporte de mercadorias de massa máxima não superior a 3,5 toneladas) (Diretiva 2000/53/CE).

A tabela 2.2 resume as metas impostas pela Diretiva 2000/53/CE, na qual se verifica que os Estados-Membros terão de adotar as medidas necessárias para que, no máximo, até 1 de Janeiro de 2015, a reutilização e valorização de todos os VFV seja aumentada para um mínimo de 95 % da sua massa, em média, por veículo e por ano. Dentro do mesmo período, a reutilização e reciclagem deve ser aumentada para um mínimo de 85 % em

massa, em média, por veículo e por ano. É ainda possível verificar através da tabela x que a Diretiva 2000/53/CE teve como objetivo um aumento gradual da taxa mínima de reutilização/valorização e reutilização/reciclagem (Diretiva 2000/53/CE).

Taxa Mínima	Até 1 de Janeiro de 2006		Até 1 de Janeiro de 2015
	Para veículos produzidos até 1980	Para veículos produzidos a partir 1980	
Reutilização/Valorização	75 %	85 %	95 %
Reutilização/Reciclagem	70 %	80 %	85 %

Tabela 2.2 - Metas estabelecidas para taxa mínima Reutilização/Valorização e Reutilização/Reciclagem pela Diretiva 2000/53/CE de 18 de Setembro de 2000 (Fonte: Diretiva 2000/53/CE).

O Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto foi alterado pelo Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril, o qual foi assim elaborado de forma a estabelecer o regime jurídico da gestão de veículos e de VFV, enquadrando os Decretos-Leis n.º 292 -A/2000 e 292 -B/2000, de 15 de Novembro, relativos ao incentivo fiscal ao abate de veículos ligeiros em fim de vida e às regras e procedimento a seguir na emissão de certificados de destruição qualificada de VFV, respetivamente (Decreto-Lei n.º 64/2008).

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril, assegura-se a articulação com os demais diplomas relevantes em matéria de gestão de VFV, designadamente com o regime geral da gestão de resíduos, no que respeita aos procedimentos de licenciamento simplificado e de prestação de informação através do Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER), bem como com o Decreto - Lei n.º 33/2007, de 15 de Fevereiro, diploma que veio simplificar o procedimento de concessão do incentivo fiscal ao abate a VFV, alterando o Decreto -Lei n.º 292 -A/2000, de 15 de Novembro (Decreto-Lei n.º 64/2008).

De forma melhorar a gestão dos VFV o Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril, constitui como princípios fundamentais (Decreto-Lei n.º 64/2008):

- Prevenção da produção, tanto em quantidade como em perigosidade;
- Reutilização, Reciclagem e outras formas de valorização;

- Melhoria das condições de eliminação final e da respetiva monitorização.

O Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril tem ainda como objetivos (Decreto-Lei n.º 64/2008):

- Reduzir a quantidade de resíduos a eliminar provenientes de veículos e de VFV;

- Melhorar continuamente o desempenho ambiental de todos os operadores intervenientes no ciclo de vida dos veículos e, sobretudo, dos operadores diretamente envolvidos no tratamento de VFV.

Analisando os dados da Valorcar de 2012, verifica-se na figura 2.9 que nesse ano a rede obteve uma taxa de reutilização/valorização de 90,1%, faltando assim 4,9% para alcançar a meta estabelecida pelo Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril. No que concerne à reutilização/reciclagem a Valorcar registou uma taxa de 85%, alcançando assim a meta de 85%, imposta para 2015 (Valorcar, 2013a; Decreto-Lei n.º 64/2008).

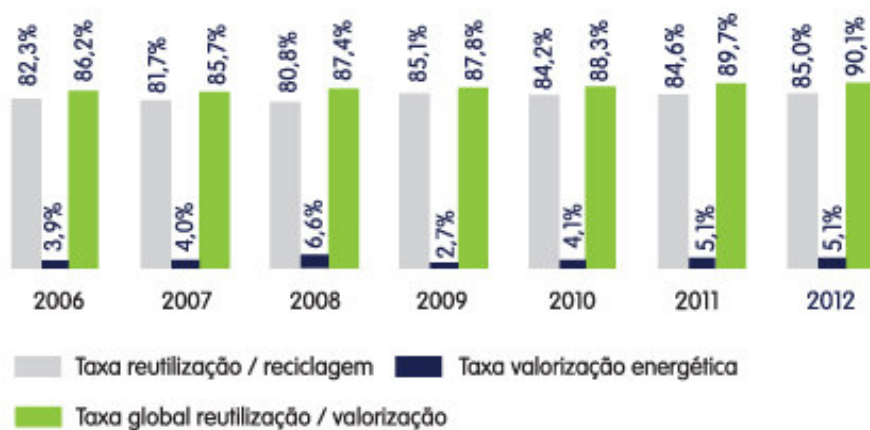


Figura 2.9 - Evolução das taxas de reutilização/reciclagem e de reutilização/valorização alcançadas pela rede Valorcar (Fonte: Valorcar, 2013b).

Comparando o ano 2011 com o ano de 2012, verificou-se um saldo positivo de 0,4% tanto na taxa de reutilização/valorização, que passou de 89,7% para 90,1%, quanto na taxa de reutilização/reciclagem, que subiu de 84,6% para 85,0%.

Conclui-se assim que as metas impostas para 2015 de 95% na taxa de reutilização/valorização ainda não foram alcançadas em 2012, no entanto ficaram apenas a uma distância curta de 4,9%. Em relação à taxa de reutilização/reciclagem a meta de 85%

para 2015 foi atingida no ano de 2012 pela Valorcar, que fez uma taxa de 85%.

Deste modo, Portugal apresenta bons resultados relativamente às metas impostas pela legislação comunitária e nacional no que concerne à gestão dos VFV. É contudo ainda necessário otimizar a valorização energética, para que em 2015, ou mesmo antes, seja alcançada a meta desejada de 95% de reutilização/valorização.

2.4 Os VFV e a sua solução

No capítulo 2.2 verificou-se que os VFV poderiam abranger diversas problemáticas, a nível ambiental social e também económico, tornando-se fulcral a gestão dos mesmos. Assim, abordando a problemática dos VFV como um desafio a superar, é possível transformar um veículo que chegou ao seu fim de vida numa fonte de rendimento, ao invés de o considerarmos como um resíduo potencialmente perigoso, utilizando-o a favor do ambiente, da economia e da comunidade através da reutilização, reciclagem e valorização energética.

De forma a seguir os princípios da gestão dos VFV segundo o Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril, é fundamental seguir a hierarquia de gestão de resíduos que o mesmo refere, como demonstra a figura 2.10.

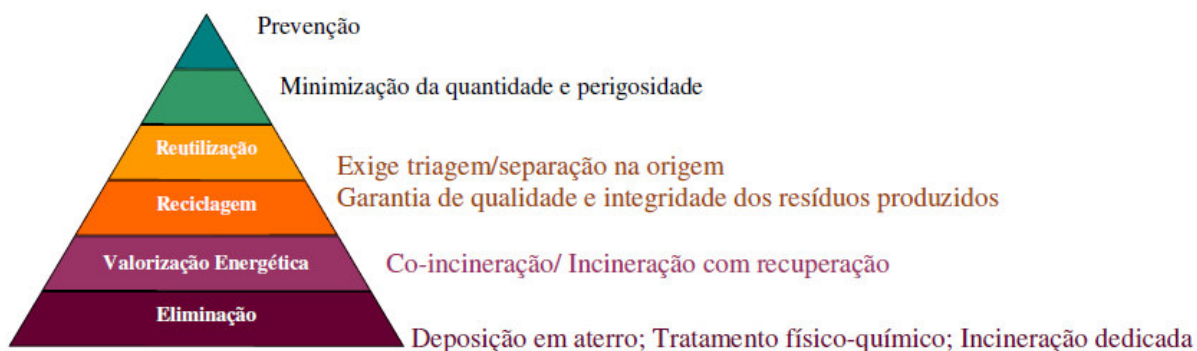


Figura 2.10 - Princípios da hierarquia da gestão de resíduos (Fonte: Fernandes, 2009; Decreto-Lei n.º 64/2008).

Tendo em conta a hierarquia de gestão de resíduos o ideal será, sempre que possível, prevenir e minimizar a quantidade de resíduos produzidos. Assim como, melhorar a produção automóvel, com vista a diminuir a perigosidade dos resíduos gerados (Saman, 2012).

Após se esgotarem as possibilidades apresentadas anteriormente o objetivo seguinte será a reutilização dos materiais que apesar de fazerem parte de um VFV ainda poderão ser utilizadas, uma vez que se encontram num bom estado de conservação e representam segurança para nova utilização.

2.4.1 A logística inversa

O conceito de logística inversa surgiu em 1970 (Lagarinhos *et al.*, 2013), no entanto já Ballou (1993) demonstrou a preocupação com a geração de resíduos sólidos em função do aumento da população e industrialização.

A logística inversa é definida pelo *Reverse Logistics Executive Council* (RLEC) como o processo de planeamento, implementação e controlo da eficácia e custo efetivo de matérias-primas e produto final, desde o seu ponto de origem ao seu consumo, redirecionando o seu destino final comum para outra cadeia de produção, com o objetivo de valorizar ou eliminar de forma adequada um produto em fim de vida (RLEC, 2013).

Como tal, a logística inversa promove o melhoramento dos recursos disponíveis, otimizando matérias-primas e energia, reduzindo a deposição em aterro. Tal processo é possível utilizando o princípio da hierarquia da gestão de resíduos, recorrendo primariamente à reutilização de produtos, reciclagem e no final à sua valorização energética, levando conseqüentemente a uma redução eficaz da eliminação.

Através da figura 2.11 verificam-se 3 motivações principais que levam à logística inversa, sendo as mesmas de carácter social, legislativo e/ou económico (Brito, 2003). A razão económica é de fácil compreensão, uma vez que colocando em prática a logística inversa há uma recuperação de recursos pelos fabricantes. As motivações de carácter legislativo são claras no que concerne aos VFV, uma vez que o Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril é imperativo ao promover o aumento das taxas de Reutilização/Valorização e Reutilização/Reciclagem. No que respeita às motivações de responsabilidade social é evidente que de forma a promover o bem-estar social é importante promover um ambiente

auto-sustentável, caso contrário chegaríamos a um esgotamento de energia e de matérias-primas.



Figura 2.11 - Triângulo de Motivações da Logística Inversa (Adaptado de Brito, 2003).

Através da figura 2.12 podemos constatar, que no seu começo de vida o veículo é vendido dos produtores aos distribuidores, que por sua vez o transacionam para o utilizador, este por sua vez poderá vendê-lo em segunda mão a outros utilizadores (1) ou poderá devolvê-lo aos importadores/distribuidores (2). Quando o veículo alcança o seu fim de vida poderá ser entregue em centros de recolha certificados (3a) ou em centros de desmantelamento (3b), podendo ainda os importadores ou distribuidores serem centros de recolha (3c), no entanto os centros de recolha e os distribuidores não estão autorizados a efetuar qualquer operação de desmantelamento, tendo de enviar as VFV para centros de desmantelamento licenciados (4a) e (4b), respetivamente. (Lira, 2005)

Durante o seu tempo de vida útil o veículo é ainda submetido a processos de manutenção e reparação, nos quais são retiradas peças, que caso se encontrem em condições poderão ser reutilizadas e reintegradas (5). Os restantes componentes automóveis poderão ser reciclados e/ou utilizados para valorização energética (6a,6b,6c). Quando chegam aos operadores de fragmentação dividem-se em metais ferrosos, não ferrosos e numa fração leve de fragmentação (Lira, 2005).

As partes ferrosas são vendidas à indústria metalúrgica que as funde para reutilização (7a), sendo as partes não ferrosas enviadas para unidades de reprocessamento (7b). A fração leve da fragmentação poderá ser utilizada como combustível para caldeiras de inceneração (7a) ou em último recurso enviada para aterro (7b) (Lira, 2005).

As unidades de reprocessamento separam os materiais que recebem dos operados de fragmentação em materiais que não podem ser reaproveitados que são colocados em aterro (8a) e materiais susceptíveis de reprocessamento que são transformados em matérias-primas e enviados para produção, fechando o ciclo automóvel (8b) (Lira, 2005).

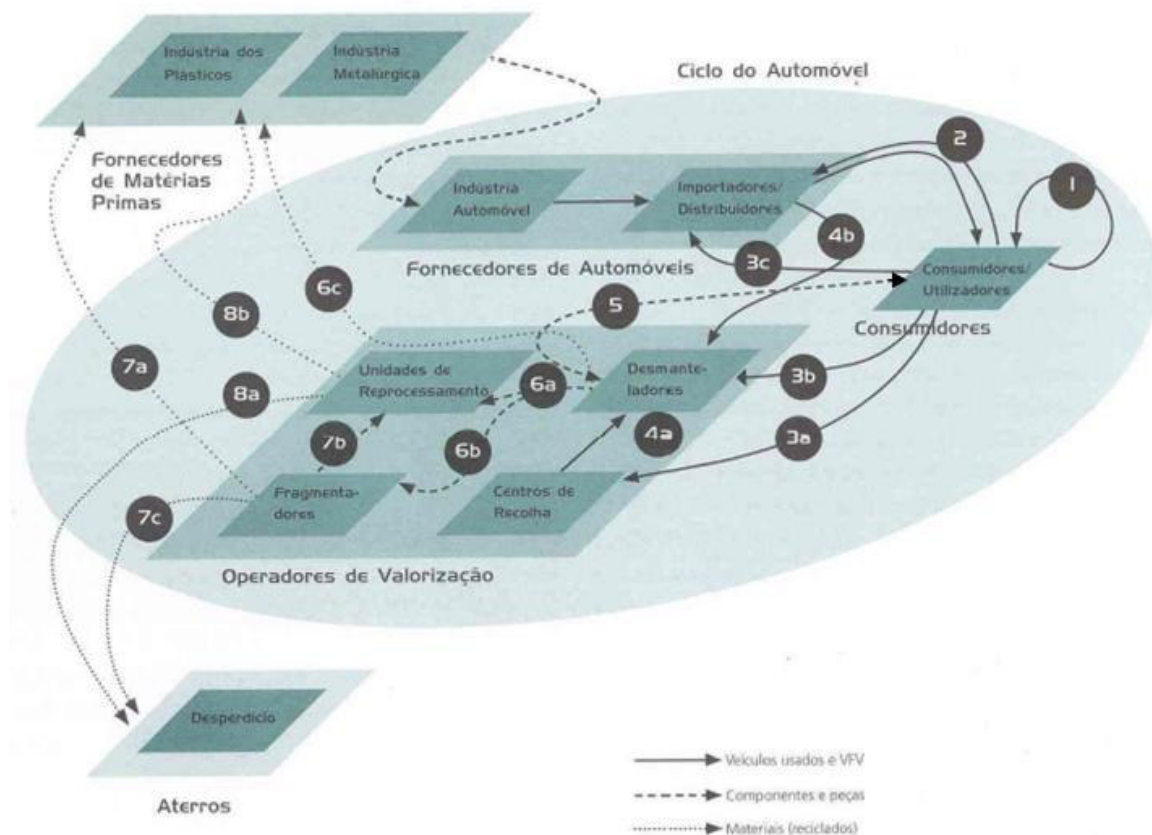


Figura 2.12 - Ciclo de vida automóvel e o seu fluxo de materiais (Fonte: Lira, 2005).

Para que o tratamento dos VFV seja orientado para a logística inversa é imperativo que o passo de desmantelamento seja iniciado, ou seja, que os consumidores sejam responsáveis e cumpram a legislação, entregando os seus VFV em centros certificados, caso contrário compromete-se numa fase chave o novo redirecionamento para a cadeia de abastecimento, com o objetivo de os valorizar ou eliminar de forma adequada. É ainda importante que sejam otimizados processos de desmantelamento para que a deposição em aterro seja minimizada, uma vez que não contribui para o processo de logística inversa, nem para o fecho do ciclo automóvel, sendo a taxa de eliminação máxima de 5% em aterro até 2015 uma meta importante (Decreto-Lei n.º 64/2008).

2.4.2 A reutilização

Sendo a reutilização um fator importante a nível ambiental, uma vez que otimiza a utilização de materiais e recursos. É também relevante e fundamental garantir a segurança dos materiais reutilizados (Shu, 1996). Esta última define-se como a probabilidade de uma peça executar a sua função em determinadas condições durante um período de tempo definido (Rausand *et al.*, 2004).

A reutilização de um material usado poderá ser efetuada através de reutilização direta, quando o mesmo pode ser diretamente reutilizado, levando assim à redução no consumo de energia, emissões e custos. Porém, alguns materiais necessitam de um processamento, por exemplo, lavagem, limpeza e acondicionamento, de forma a serem comercializados nas melhores condições (Wahab, *et al.*, 2008).

De forma a otimizar a reutilização de materiais, sugerem-se como estratégias de vanguarda o aumento da segurança e durabilidade dos materiais, através de sistemas de previsão do potencial de reutilização e tempo de vida útil dos componentes, estudados em diversos aparelhos. Assim como na melhoria do *design* e produção de componentes automóveis que permite a identificação dos materiais passíveis de reutilização (Takata *et al.*, 2003).

A reutilização de materiais automóveis pode, como tal, constituir um importante aproveitamento de recursos, tanto de materiais como de energia. Para além disso, representa um sector importante a nível económico, uma vez que o desmantelamento dos componentes automóveis acarreta custos, que por sua vez são diluídos na sua venda.

2.4.3 A reciclagem

Muitas das peças provenientes dos VFV não apresentam uma reutilização viável, devido a questões económicas e/ou de segurança. Neste caso, a reciclagem apresenta-se como a solução seguinte, segundo os princípios da hierarquia da gestão de resíduos, presente no Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril. Como tal, os componentes que não podem ser reutilizados poderão ser reciclados, reaproveitando os componentes com valor energético (Wahab, *et al.*, 2008).

A fim de otimizar e melhorar a reciclagem dos componentes de um veículo é de uma importância relevante, na sua produção, ter em consideração a reciclabilidade dos materiais

que o constituem. Uma vez que ao adotar processos de produção com materiais recicláveis o veículo quando chega ao seu fim de vida torna-se económica e ambientalmente valioso (Saman, 2010). É também indispensável que os materiais recicláveis possuam um *design* que promova a sua reciclagem (Lashlem, *et al.*, 2013), para que os processos de desmantelamento sejam minimizados, simples e eficazes. Como tal, é de extrema importância que na produção seja projetado e planeado o fim de vida do produto, para que os custos de desmantelamento sejam reduzidos e otimizados. A grande variedade de plásticos utilizados na produção de um veículo é, neste momento, um dos grandes obstáculos uma vez que leva a dificuldades na sua separação. Por conseguinte a uniformização dos materiais utilizados durante a produção será um ponto a melhorar, sempre que possível.

A importância da uniformização dos materiais constituintes dos automóveis levará assim a um aumento da sua reciclabilidade. Esta, por sua vez, é fundamental pois poupa recursos, aumentando o tempo de vida dos materiais e diminuindo o gasto energético, comparativamente com processamento da matéria-prima inicial, como se pode confirmar através da figura 2.13, onde se verifica que existe uma poupança energética máxima de 95%, no caso do alumínio e mínima de 60% no caso do zinco. Ou seja, com a reciclagem a optimização energética representa sempre mais de metade da energia consumida, comparativamente com a matéria-prima inicial.

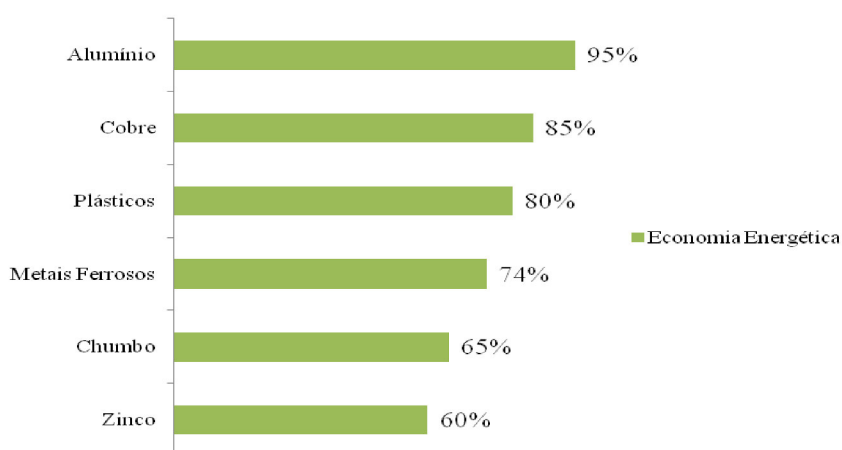


Figura 2.13 - Energia economizada num processo de reciclagem comparado com o uso de energia no processamento de materiais puros (Adaptado: Lira, 2005).

Analisando a figura 2.14 é possível verificar a diversidade de materiais passíveis de reciclagem, que constituem um veículo, sendo possível reaproveitar esta matéria e utilizá-la

numa diversidade de produtos, incluindo não só material automóvel, mas também caixas, combustível alternativo, asfalto, telhas, azulejos, entre outros.



Figura 2.14 - Componentes recicláveis provenientes dos VFV (composição) → Materiais resultantes da reciclagem. (Adaptado: Toyota, 2012)

Pode-se assim concluir que reciclando os constituintes automóveis é possível reaproveitar materiais e utilizá-los na produção de uma diversidade de artigos, para além de se minimizar o consumo de energia, comparativamente com as matérias-primas virgens.

2.4.4 A valorização

Após se esgotarem as possibilidades de reciclagem de materiais provenientes dos VFV, a valorização apresenta-se como a próxima alternativa viável, a nível económico e ambiental, seguindo assim a hierarquia da gestão de resíduos.

Como tal, à semelhança de outros resíduos passíveis de valorização, os VFV não devem ser encarados como um “desperdício” que é necessário eliminar. Devem sim, ser considerados como um recurso, dado que constituem matéria-prima que pode ser utilizada como fonte de energia (Fonseca, 2011).

De forma a utilizar os materiais provenientes dos VFV como uma fonte de energia, a carcaça dos mesmos terá de ser submetida a um processo de fragmentação. Originando após diversas operações unitárias de separação vários componentes de diferentes dimensões, como metais ferrosos (aço) e não ferrosos (cobre, alumínio, magnésio, etc.) e ainda resíduos de fragmentação automóvel (RFA), como por exemplo plásticos, borracha, fibras, resíduos metálicos de pequena dimensão (Freire, 2008), como se verifica na figura 2.15. Os metais ferrosos e não ferrosos são enviados para siderurgias e fundições, respetivamente, de forma a proceder à sua reciclagem. Ao passo que os RFA são a matéria-prima utilizada na valorização energética.

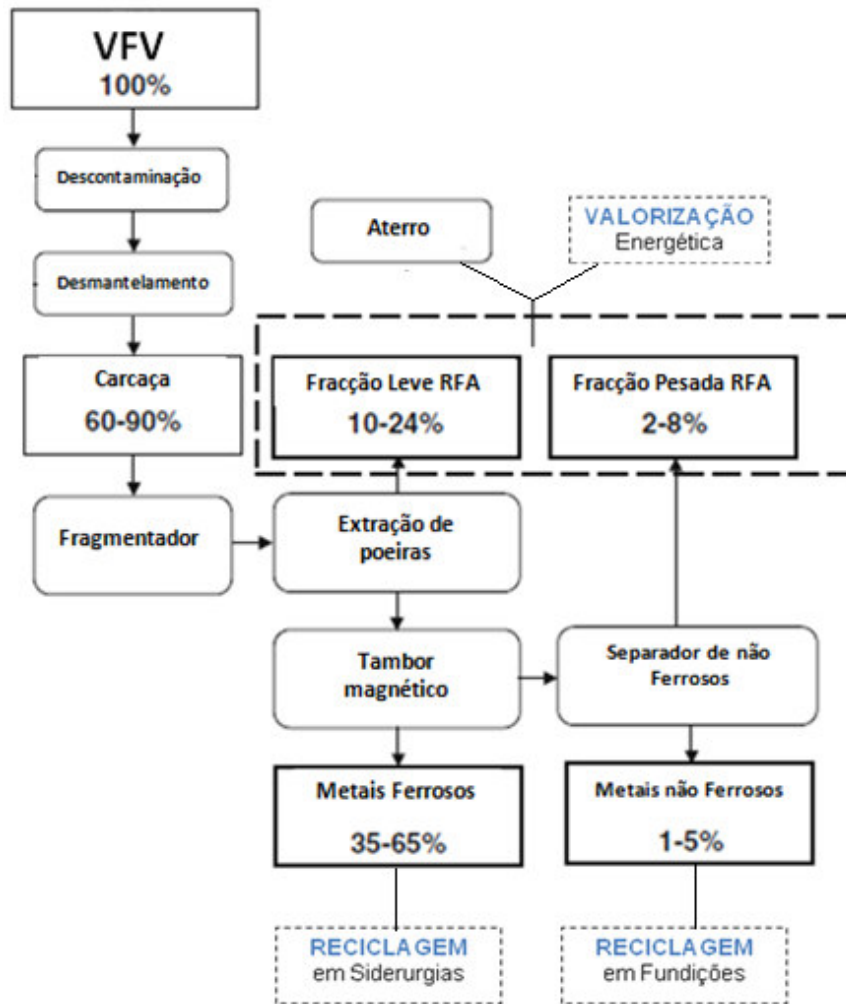


Figura 2.15 - Processamento da carcaça proveniente do VFV numa unidade de fragmentação

(Adaptado: Vermeulen, *et al.*, 2011).

Quando um resíduo atinge mais de 5MJ/kg é favorável a sua aplicação em processos de valorização energética, esta permite a substituição de combustíveis fósseis pelos mesmos, assim os RFA podem apresentar-se como uma alternativa viável, uma vez que apresentam poderes caloríficos na ordem dos 20 MJ/kg (Fonseca, 2011).

Sakai *et al.*, (2013) referenciaram como sendo os processos mais eficientes de conversão termoquímica de RFA a gasificação, a pirólise e a combustão. Por sua vez, a coincineração com outros fluxos de resíduos (grelha do forno, câmara de combustão em leito fluidizado, forno rotativo, forno de cimento utilização direta), apresenta-se como a aplicação energética direta mais viável.

Em Portugal, apesar da possível valorização energética de RFA ainda continua a existir a sua deposição em aterro, como se pode verificar no capítulo seguinte, estando assim a

4,9% do limite máximo de 5% de deposição em aterro para o ano de 2015, de acordo com as metas comunitárias.

Como tal, é imperativo utilizar os RFA como um recurso energético viável, ao invés de os desperdiçar e depositar em aterro, pois, para além de não contribuírem com o seu potencial energético ocupam espaço em aterro.

2.4.5 A eliminação

A deposição em aterro não deverá ser considerada uma solução no tratamento dos VFV, uma vez que contribui para um desperdício de energia e materiais provenientes dos VFV, para além disso, necessita da ocupação de terrenos, poluindo por sua vez os mesmos.

Como se pode constatar pela figura 2.16, ainda não se alcançou a meta comunitária para o ano de 2015 que estabelece um limite máximo de 5% de deposição em aterro. Contudo, é possível constatar que tem vindo a diminuir consideravelmente, não obstante é ainda necessário encaminhar esforços para a redução da deposição em aterro.

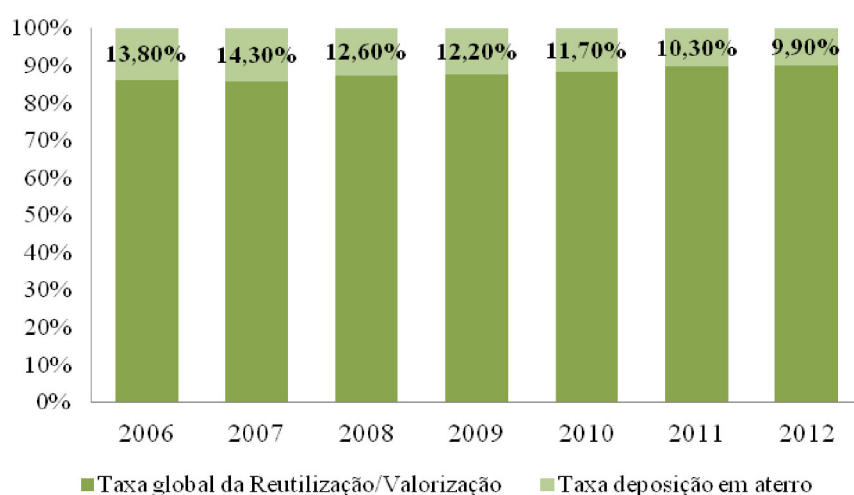


Figura 2.16 - Evolução da taxa de deposição em aterro e da taxa global da Reutilização/Valorização alcançadas pela rede da Valorcar (Adaptado: Valorcar, 2013a).

Um dos principais desafios relacionados com a diminuição da deposição em aterro é a grande variabilidade de plásticos utilizados na produção automóvel. No entanto, uma alternativa válida à deposição em aterro de RFA poderá passar pela sua utilização na constituição de compósitos, reforçados com outros materiais, como fibra de vidro, os mesmos podem ser aplicados, por exemplo na indústria da construção civil (Bodzay *et al.*, 2012).

3 Processamento dos VFV na Rodapeças

De forma a concretizar o objetivo do trabalho, foi analisada uma unidade empresarial de recolha, receção, armazenamento, descontaminação e desmantelamento de VFV, licenciada pela CCDRLVT, Rodapeças – Pneus e Peças, S.A., situada em Pombal, de modo a conhecer as práticas envolvidas nas operações de gestão dos VFV.

3.1 Apresentação da empresa

A empresa Rodapeças – Pneus e Peças S.A. que foi constituída no dia 1 de junho de 1990, apresenta-se como um distribuidor primordial de peças auto (novas e usadas), na zona centro do país, abrangendo um grande número de clientes através das suas 5 lojas. Para além disso, a sua logística de entrega de peças e o serviço subcontratado por empresas especializadas, permite que a Rodapeças tenha clientes em todas as regiões de Portugal. O negócio das peças usadas é considerado pela Rodapeças, como um fator diferenciador de outros distribuidores de peças no sector e, é tratado com o maior rigor e profissionalismo. As peças usadas são limpas, verificadas, catalogadas e colocadas em prateleiras, apresentando uma garantia de qualidade a um custo menor para o cliente, permitindo ainda um reaproveitamento de recursos a nível ambiental. Para além das peças, desde o início da sua atividade, que a Rodapeças é também um distribuidor de pneus, prestando um serviço de longa data a este nível.

Numa perspetiva de consolidação do negócio na zona centro do país, a Rodapeças obtém o desejado alvará de licenciamento para desmantelamento de viaturas acidentadas e em fim de vida, no Cabeço-Carriço e, mais tarde o alvará para desmantelamento na filial das Caldas da Rainha.

A empresa Derasa - Desmantelamento e Reciclagem Auto, LDA., localizada na filial das Caldas da Rainha, licenciada pela CCDRLVT a 24 de Novembro de 2011 resulta de um *spin off* da empresa Rodapeças – Pneus e Peças, S.A. para proceder ao armazenamento, descontaminação e o desmantelamento de VFV, bem como, a reciclagem/valorização dos componentes resultantes dos VFV.

Quando uma viatura chega ao seu fim de vida o seu detentor/proprietário entrega-a para abate nos centros de receção e/ou desmantelamento devidamente autorizados, como é o caso da Rodapeças S.A. Só assim o VFV será gerido de uma forma adequada do ponto de vista ambiental e o certificado de destruição emitido. Este documento é indispensável para que o registo de propriedade e matrícula sejam cancelados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT) e, conseqüentemente, desvinculado do Imposto Único de Circulação (IUC) cobrado pelas Finanças.

Assim sendo, o proprietário é motivado a participar no esquema legal de processamento do VFV sob pena de vir a ter que pagar o imposto. Caso opte por outro tipo de soluções, o que acontece quando o veículo é abandonado ou entregue a centros não licenciados, o titular do registo continuará a pagar o respetivo IUC (Fonseca, 2011).

3.2 Logística da gestão dos VFV na Rodapeças

Uma vez já no centro de desmantelamento, os VFV são sujeitos ao processo de descontaminação e desmantelamento, iniciando-se o ciclo de gestão do VFV. Estes processos visam, por um lado, a remoção de todos os componentes e substâncias que conferem características de perigosidade, e por outro, a remoção de peças e componentes passíveis de reutilização e reciclagem.

A figura 3.1 representa o atual esquema de gestão dos VFV a vigorar na empresa Rodapeças S.A.

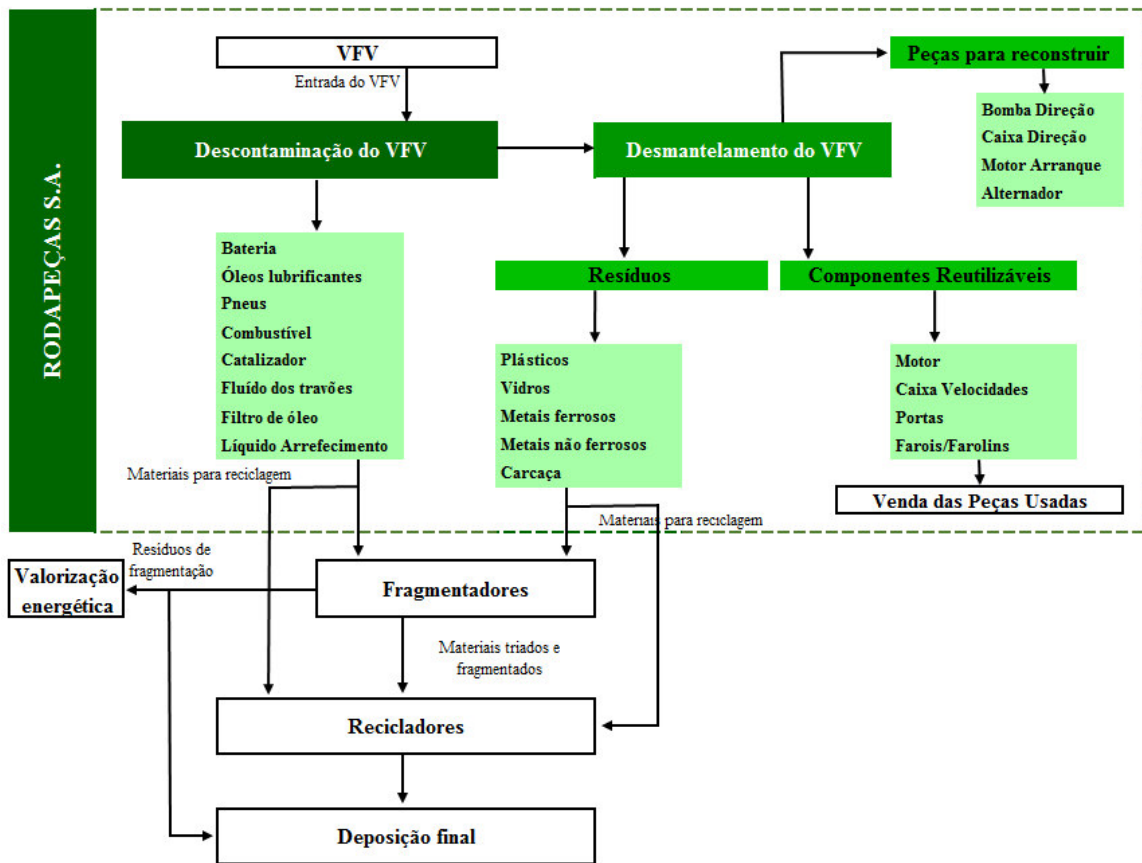


Figura 3.1 - Esquema da Gestão do VFV na empresa Rodapeças S.A.

Como a figura 3.1 demonstra, após o procedimento administrativo da entrega VFV, inicia-se a fase de descontaminação do VFV, (onde existem apenas 15 dias úteis para efetuar esta operação), os componentes e materiais considerados perigosos são removidos e armazenados devidamente, antes de serem reencaminhados para outras entidades, como empresas de fragmentação e reciclagem.

Após a operação de descontaminação estar concluída segue-se a fase de desmontamento na qual são escolhidos e peritados os componentes passíveis de reconstrução e reutilização, estes últimos são limpos, verificados, catalogados e colocados em prateleiras, para posteriormente serem vendidos.

Relativamente aos resíduos resultantes do desmontamento são devidamente armazenados e encaminhados para empresas de fragmentação ou reciclagem autorizadas.

Existe ainda a possibilidade de reconstrução de peças que quando não se encontram em condições de serem diretamente reutilizadas são vendidas a empresas que as reconstruem e

colocam novamente em circulação, permitindo assim otimizar recursos materiais e energéticos, levando a uma maior valia ambiental, uma vez que estas peças se enquadram numa das primeiras linhas da hierarquia da gestão de resíduos, a reutilização.

O veículo já sob a forma de carcaça é encaminhado para as empresas de fragmentação, nestas instalações é triturado, dando origem a três frações: os metais ferrosos e não ferrosos e os RFA. Depois de serem devidamente separados, ambos os tipos de metais são vendidos para reciclagem, ao passo que os RFA são preferencialmente valorizados energeticamente ou numa alternativa menos viável, a nível ambiental, depositados em aterros.

Os procedimentos utilizados pela Rodapeças S.A. na gestão dos VFV serão descritos, com maior detalhe, nas subsecções seguintes.

3.2.1 Transporte

O transporte do VFV poderá ser assegurado, caso seja necessário, pela Rodapeças, sendo o ato de recolher e transportar VFV até às instalações dos centros licenciados para abate igualmente realizado de acordo com requisitos específicos é, por exemplo, legalmente proibido alterar a forma física dos VFV durante a sua carga, transporte e descarga.

Assim, com o objetivo de minimizar a ocorrência de danos, o transporte do VFV é efetuado com recurso a um veículo pronto-socorro (figura 3.2).



Figura 3.2 - Viatura Pronto-Socorro para o transporte do VFV.

O transporte é uma operação crucial na gestão de um VFV já que, quando efetuado em condições deficientes pode condicionar, ou mesmo inviabilizar as operações de

despoluição/desmantelamento que deverão ser posteriormente executadas nas instalações dos centros de abate (Valorcar, 2013c).

3.2.2 Receção

Após a realização da operação de transporte para as instalações prossegue-se o ciclo de gestão do VFV através da receção do mesmo, que inclui duas áreas distintas, como se verificar na figura 3.3.



Figura 3.3 - Área receção de VFV (zona exterior e zona interior das instalações).

Existe assim uma zona exterior, que se encontra na entrada das instalações, destinada ao estacionamento do VFV, enquanto o seu proprietário/detentor cumpre a sua entrega na zona interior, localizada no edifício administrativo, destinada ao cumprimento do processo de entrega do VFV.

3.2.3 Cancelamento da matrícula

O regime jurídico da gestão de VFV encontra-se estabelecido no Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril. De acordo com o disposto no artigo 17.º deste diploma, o cancelamento da matrícula de um VFV encontra-se condicionado à exibição, junto do IMTT, de um certificado de destruição emitido por um operador de desmantelamento autorizado, de modelo aprovado pelo Despacho n.º 9276/2004, de 16 de Abril.

Assim, o proprietário de um VFV deve entregá-lo num centro de desmantelamento autorizado, como é o caso da Rodapeças S.A. sendo esta última a entidade que promove o pedido de cancelamento da matrícula do veículo junto do IMTT.

Na zona interior das instalações da empresa existe um responsável pelo procedimento administrativo que emite o certificado de destruição do VFV.

Como se pode verificar através da figura 3.4. o procedimento inicia-se quando os documentos da viatura (livrete e título de registo de propriedade ou o certificado de matrícula), e os documentos do proprietário/detentor (fotocópias do bilhete de identidade e do cartão de contribuinte ou cartão de cidadão), são entregues à Rodapeças que emite, por sua vez, o certificado de destruição.

Em seguida, a Rodapeças envia os documentos recebidos e o duplicado do certificado de destruição para o IMTT, para que a matrícula e o registo de propriedade do veículo sejam cancelados. Por sua vez, o IMTT comunica o cancelamento às Finanças, de modo, a suspender o IUC.

O original do certificado é entregue ao proprietário/detentor do VFV, este adquire o comprovativo no qual se declara que entregou o veículo para abate num centro licenciado.

Ainda, e de acordo com o previsto na alínea b) do n.º 8 do artigo 17.º do Decreto-Lei n.º 196/2003, conforme alterado pelo Decreto-Lei n.º 64/2008, a Rodapeças envia cópia do certificado de destruição à Valorcar.

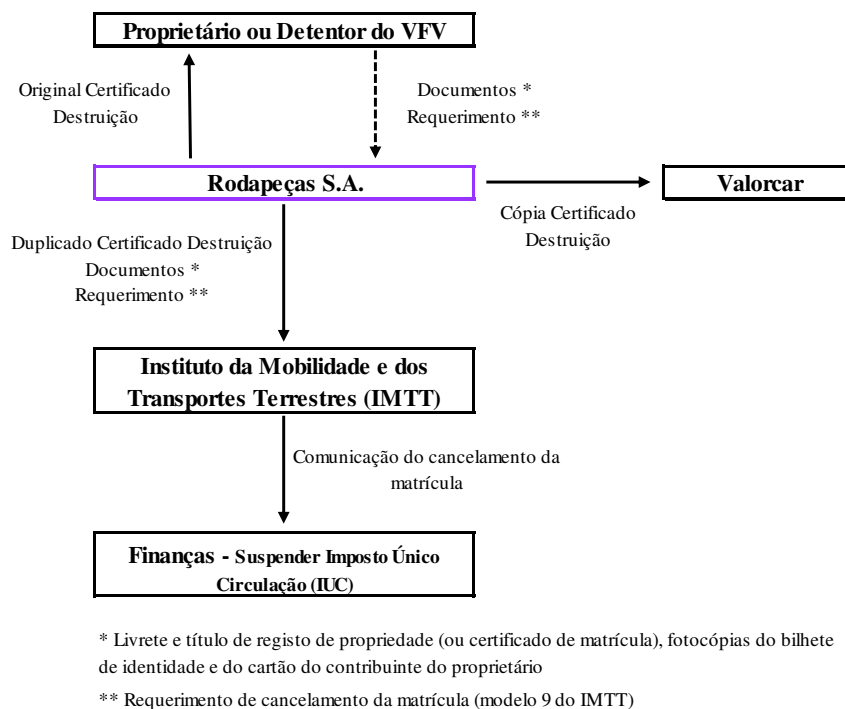


Figura 3.4 - Procedimento administrativo para cancelamento do registo de propriedade e da matrícula (Adaptado: Valorcar, 2013c).

3.2.4 Armazenamento dos VFV não desmantelados

A zona de armazenamento de VFV não desmantelados está a céu aberto e possui uma área suficientemente grande que permite a fácil circulação de empilhadores. O armazenamento de VFV nesta área totalmente impermeabilizada é realizado na horizontal para evitar o derrame de fluidos e/ou danos em componentes passíveis de reutilização (figura 3.5).



Figura 3.5 - Área de armazenamento de VFV não desmantelados.

3.2.5 Descontaminação

Na área de descontaminação do VFV está instalada uma unidade de despoluição e o respectivo equipamento complementar, o mesmo permite realizar todas as operações de remoção dos materiais e componentes dos VFV, em condições de segurança. A nível ambiental a etapa de despoluição é de extrema importância uma vez que são removidos os fluidos e os componentes perigosos do VFV, transformando-o assim, num resíduo não perigoso.

Segundo a Valorcar, a descontaminação deve ser completada num prazo máximo de 15 dias úteis após a receção do VFV e deve ser realizada com recurso a equipamentos concebidos especificamente para este efeito, que permitem uma maior eficiência no processo de tratamento do VFV (Valorcar, 2013c).

A área da descontaminação localiza-se num armazém coberto dotado de ventilação, de meios de combate a incêndio e bem iluminado (figura 3.6).



Figura 3.6 - Área de descontaminação do VFV.

As etapas de despoluição/desmantelamento do VFV obedecem a uma sequência recomendada pela Valorcar, de forma a realizar todas as operações de remoção em condições de segurança dos materiais e componentes dos VFV (tabela 3.1).

Passos	Posição do VFV	Operação
Colocação do veículo na zona adjacente à unidade de despoluição		
1º	Ao nível do solo	Remoção da bateria.
2º	Ao nível do solo	Remoção dos componentes identificados como contendo mercúrio, quando existam.
3º	Ao nível do solo	Remoção do fluido do ar condicionado, quando exista.
4º	Ao nível do solo	Remoção do depósito de GPL, quando exista.
5º	Ao nível do solo	Remoção dos tampões dos depósitos do combustível e do óleo do motor: Aspiração do fluido dos travões, do líquido de arrefecimento e do óleo da direção assistida (quando exista) dos respetivos reservatórios, deixando-os destapados.
6º	Ao nível do solo	Remoção dos 5 pneus.
Colocação do veículo na estrutura de suporte da unidade de despoluição		
7º	Elevada	Remoção do combustível.
8º	Elevada	Remoção do líquido de arrefecimento.
9º	Elevada	Remoção do óleo do motor.
10º	Elevada	Remoção do óleo da caixa de velocidades.
11º	Elevada	Remoção do óleo dos amortecedores.
12º	Elevada	Remoção do fluido dos travões.
13º	Elevada	Remoção do filtro do óleo.
14º	Elevada	Remoção do catalisador, quando exista.
Remoção do veículo da estrutura de suporte da unidade de despoluição		
15º	Ao nível do solo	Neutralização dos componentes pirotécnicos, quando existam.
16º	Ao nível do solo ou em elevadores	Remoção de peças reutilizáveis.
17º	Ao nível do solo	Remoção dos para-choques (exceto os de metal ou fibra).
18º	Ao nível do solo	Remoção dos vidros.
19º	Ao nível do solo	Armazenamento, processamento e encaminhamento da carcaça.

Tabela 3.1 - Sequência recomendada para as operações de despoluição/desmantelamento do VFV
(Fonte: Valorcar, 2013c).

Resíduos provenientes da descontaminação

A **bateria** (Código LER: 16 06 01* Acumuladores de chumbo – Resíduo perigoso) é obrigatoriamente retirada do VFV por se tratar de um componente considerado corrosivo (figura 3.7).

As baterias mais utilizadas nos veículos convencionais são de chumbo-ácido: Chumbo (63,3%); PP - Polipropileno (5,1%); e líquido eletrolítico (solução de ácido sulfúrico). Após remoção pode ser reutilizada para o mesmo fim ou reciclada. O processo de reciclagem mais utilizado consiste na extração do eletrólito e posterior trituração da bateria, com vista à separação dos seus constituintes:

- O ácido sulfúrico é neutralizado com soda cáustica (e depois encaminhado para tratamento numa Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) ou convertido em sulfato de sódio (que pode ser utilizado no fabrico de detergentes, vidro ou têxteis);
- O chumbo é fundido, separado de impurezas e utilizado no fabrico de novas baterias;

- O PP é processado por extrusão e utilizado, por exemplo, no fabrico de novas caixas de baterias, tubos de rega ou vasos para plantas (Valorcar, 2013c).



Figura 3.7 - Remoção da bateria do VFV e armazenamento em caixa estanque.

De seguida, caso a viatura possua ar condicionado ou se trate de uma viatura a Gás de Petróleo Liquefeito (GPL), é nesta fase que se procede à remoção do seu fluido ou do seu depósito de combustível.

Para remoção do **líquido de arrefecimento** ou refrigeração (Código LER: 16 01 14* Fluidos anticongelantes contendo substâncias perigosas; 16 01 15 Fluidos anticongelantes não abrangidos em 16 01 14), é necessária a perfuração do circuito, sendo o líquido aspirado e encaminhado para o respetivo recipiente de armazenagem (figura 3.8).

Tratando-se de um componente considerado tóxico, tem igualmente que ser retirado do VFV, sendo a sua composição essencialmente água, monoetilenoglicol (MEG) e aditivos. O líquido de arrefecimento pode ser recuperado através de destilação e utilizado na produção de novo líquido de refrigeração (reciclagem). No entanto, a viabilidade deste processo encontra-se fortemente dependente do teor de MEG presente na mistura (percentagem superior a 30%) (Valorcar, 2013c).



Figura 3.8 - Remoção do líquido de refrigeração do VFV.

A necessidade de remoção dos **pneus** (Código LER 16 01 03 Pneus usados) prende-se com o facto de se tratar de um componente com potencial para reutilização/reciclagem (figura 3.9). São compostos por borracha/elastómeros (47%), negro de fumo ou sílica (22%), aço (17%), têxtil (6%), óxido de zinco (1%), enxofre (1%) e aditivos (6%). Os pneus podem ser alvo de reutilização para o mesmo fim ou noutras utilizações (por exemplo, obras de construção civil, molhes marítimos, recauchutagem, reciclagem ou valorização energética) (Valorcar, 2013c).

O método de reciclagem mais utilizado envolve a trituração, com conseqüente separação do granulado nas frações borracha, aço e têxtil, a que correspondem os seguintes destinos:

- O aço é fundido em siderurgias, sendo posteriormente utilizado como matéria-prima para o fabrico de, por exemplo, vigas para a construção civil;
- O têxtil é valorizado energeticamente ou depositado em aterro;
- O granulado de borracha é utilizado para betume modificado com borracha, relvados sintéticos ou pavimentos de parques infantis.

Os pneus são também valorizados energeticamente, por coincineração ou pirólise (têm um poder calorífico líquido de 32 a 34 MJ/kg, sendo que uma tonelada de pneus é equivalente à mesma quantidade de carvão de boa qualidade ou a 0,7 toneladas de fuelóleo) (Valorcar, 2013c).



Figura 3.9 - Remoção dos pneus do VFV e seu armazenamento para reciclagem.

Com recurso a um empilhador, o VFV é colocado no elevador com o intuito de ser elevado onde são removidos os diferentes fluidos, como é o caso dos **filtros** e **combustível**.

O **filtro de óleo** (Código LER: 16 01 07* Filtros de óleo), contendo óleo lubrificante no seu interior, tem também de ser removido. Tendo o corpo exterior em metal e o interior em papel, a sua valorização consiste na remoção do óleo contido no interior do filtro, o qual é submetido ao mesmo processo de valorização referido para os óleos lubrificantes. O corpo metálico do filtro é fragmentado e encaminhado para reciclagem em siderurgias, onde é fundido e posteriormente utilizado como matéria-prima para o fabrico de artigos metálicos (Valorcar, 2013c).

O **combustível** (Códigos LER: 13 07 01* Fuelóleo e Gasóleo e 13 07 02* Gasolina) é obrigatoriamente retirado do VFV por se tratar de um componente considerado nocivo e inflamável. Normalmente após filtração/decantação, a gasolina e o gasóleo são reutilizados para o mesmo fim (em empilhadores) ou para outros fins (por exemplo na máquina da lavagem de peças reutilizáveis).

O óleo do motor e da caixa de velocidades, os chamados **óleos lubrificantes** (Código LER: 13 02 08* Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação) são obrigatoriamente retirados do VFV por se tratar de componentes considerados tóxicos e inflamáveis. Estes drenam por gravidade para uma aparadeira sendo conduzidos para um contentor estanque de 1000 litros identificado pelo código LER respetivo (figura 3.10).

De forma a proceder à sua valorização, os óleos lubrificantes usados passam por um processo de tratamento prévio destinado a eliminar águas e impurezas resultantes da

contaminação física e das reações químicas que ocorrem durante a sua utilização. Este tratamento pode envolver operações de evaporação/condensação, filtragem, desidratação e centrifugação (Valorcar, 2013c).

Os óleos após “ purificados” podem ser encaminhados para:

- Valorização energética em caldeiras industriais;
- Produção de um combustível, semelhante ao gasóleo, que é consumido em motores utilizados para produzir energia elétrica (reciclagem);
- Produção de óleos base na destilação a vácuo e num tratamento final com hidrogénio (regeneração) (Valorcar, 2013c).

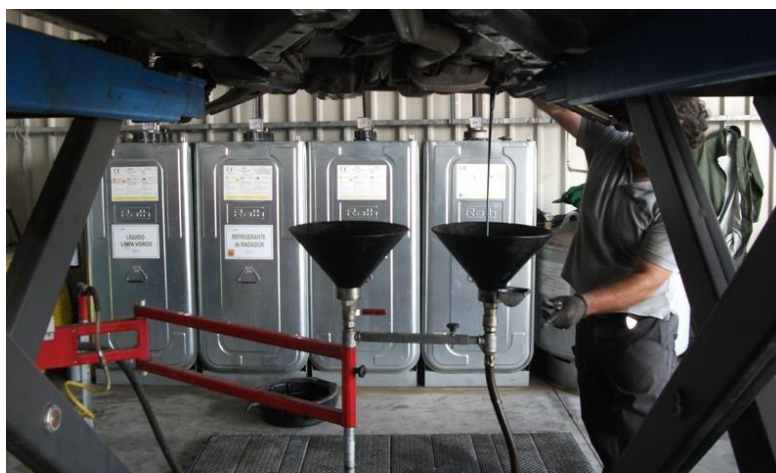


Figura 3.10 - Remoção do óleo do motor e da caixa de velocidades do VFV.

Tratando-se de um produto considerado tóxico, corrosivo e inflamável, o **fluido dos travões** (Código LER: 16 01 13* Fluido dos travões) é removido da traseira e da dianteira do VFV, por aspiração (figura 3.11), e encaminhado para o respetivo recipiente. Na sua composição apresentam fluido hidráulico, constituído por uma mistura de vários tipos de glicóis, antioxidantes e inibidores de corrosão, a sua valorização pode ser efetuada de forma semelhante à dos óleos lubrificantes.



Figura 3.11 - Remoção do fluido dos travões da traseira e da dianteira do VFV.

3.2.6 Desmantelamento

Para que o VFV seja efetivamente desmantelado terá de passar pelas várias fases anteriormente descritas que visam a proteção ambiental.

O processo de desmantelamento deverá ser realizado em locais homologados onde, além de salvaguardadas as condições ambientais e de segurança dos seus trabalhadores, possam ser recolhidos, tratados e armazenados todos os líquidos e detritos provenientes do VFV (figura 3.12) (Valorcar, 2013c).

Nestas circunstâncias, a remoção é efetuada com recurso a métodos oficinais não destrutivos, esta deve ser completada no prazo máximo de 1 ano após receção do VFV, de acordo com a Valorcar.

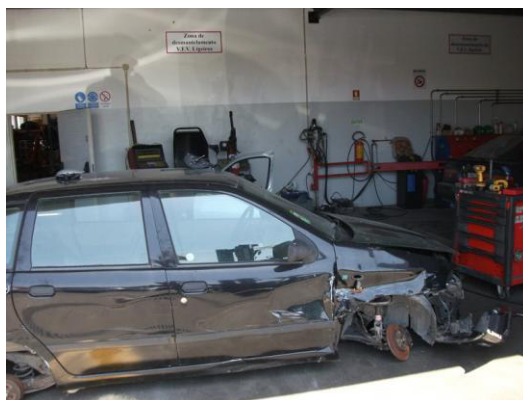


Figura 3.12 - Área de desmantelamento do VFV.

Resíduos provenientes do desmantelamento

O **catalisador** (Código LER: 16 08 01 Catalisadores usados contendo ouro, prata, rênio, ródio, paládio, irídio ou platina (exceto 16 08 07)) é um dos componentes com maior potencial para reutilização/reciclagem sendo esse o principal fator determinante da sua remoção, e não a sua perigosidade. Estes são armazenados em caixas devidamente identificadas com o respetivo código LER (figura 3.13). Possui um corpo em aço, envolvendo um substrato de cerâmica que se encontra coberto por uma película ativa, esta é constituída por uma mistura de óxidos raros, polvilhada por pequenas quantidades de metais preciosos, tais como Platina, Ródio e Paládio. (Valorcar, 2013c).

Pode ser reutilizado para o mesmo fim ou reciclado, consistindo o processo de reciclagem mais utilizado na abertura do corpo de aço e na remoção do material cerâmico:

- O aço é fundido em siderurgias, sendo posteriormente utilizado como matéria-prima;
- O material cerâmico é submetido a um processo de depuração que inclui, entre outras etapas a trituração e a fusão, estas permitem separar os metais preciosos que são posteriormente utilizados, por exemplo, no fabrico de novos catalisadores (Valorcar, 2013c).



Figura 3.13 - Armazenamento dos catalisadores provenientes dos VFV.

Na categoria dos componentes de remoção obrigatória, inserem-se os airbags e os pretensores dos cintos de segurança, tratando-se de **componentes pirotécnicos**, que necessitam de um equipamento específico para a deflagração controlada dos respetivos acionadores pirotécnicos.

No processo de desmantelamento são removidos os **pára-choques** (Código LER: 16 01 19 Plástico) por se tratar de um componente com potencial para reutilização/reciclagem (figura 3.14). Os mesmos são constituídos por metal, fibra de vidro ou plástico, podendo ser reutilizados para o mesmo fim ou reciclados.

No caso da reciclagem, os para-choques são previamente triados, sendo-lhes retirados todos os componentes não plásticos (por exemplo parafusos, molas e reforços metálicos) que possam comprometer o seu processamento posterior. Já nos recicladores ou fragmentadores estes são triturados, para que o granulado resultante possa ser usado (sozinho ou conjuntamente com matéria-prima e/ou aditivos) no fabrico de novos produtos plásticos (por exemplo mobiliário urbano) (Valorcar, 2013c).



Figura 3.14 - Armazenamento dos para-choques para reutilização ou reciclagem.

O **vidro** (Código LER: 16 01 20 Vidro) é igualmente retirado dos VFV, por se tratar de um componente com potencial para reutilização/reciclagem. Podem ser reutilizados isoladamente ou integrados num outro componente, sendo os restantes colocados no contentor respetivo para serem alvo de reciclagem (figura 3.15). A sua formulação é à base de sódio, cal e sílica. O processo preconizado em Portugal para a reciclagem destes vidros compreende as seguintes fases: trituração, triagem manual, separação dos metais (ferro, alumínio, cobre), separação de materiais de baixa densidade (papel, plástico, madeira, borracha), separação de cerâmica, porcelana e pedras, diminuição granulométrica (moagem), separação granulométrica (crivagem) e secagem (Valorcar, 2013c).



Figura 3.15 - Armazenamento dos vidros provenientes do VFV para reutilização/reciclagem.

A necessidade de remoção dos **metais ferrosos** (Código LER 16 01 17 Metais ferrosos) e dos **metais não ferrosos** (Código LER 16 01 18 Metais não ferrosos) prende-se com o facto de se tratar de componentes com potencial para reciclagem, uma vez que o metal pode ser reciclado indefinidamente (figura 3.16). Os metais ferrosos e não ferrosos são fundidos em siderurgias e fundições, respetivamente, sendo posteriormente utilizados como matéria-prima (Valorcar, 2013c).



Figura 3.16 - Armazenamento de metais ferrosos para reciclagem.

A **carcaça** (Código LER: 16 01 06 Veículos em fim de vida esvaziados de líquidos e outros componentes perigosos) designa-se como a carroçaria do VFV depois de esta ter sido submetida às operações de descontaminação e desmantelamento (figura 3.17).

Constituída, essencialmente por metais ferrosos (como o aço) e, em menor proporção, por metais não ferrosos (como o cobre e o alumínio), contem ainda outros componentes que

não foram desmantelados por não ser legalmente obrigatório e a respetiva valorização não ser técnica ou economicamente viável (tais como restos de borrachas, plásticos e espumas).



Figura 3.17 - Carcaça do VFV.

As carcaças são posteriormente enviadas para empresas que procedem à sua fragmentação. Apesar de representarem um resíduo as carcaças apresentam-se como um potencial ambiental, já que representam uma fonte de matéria-prima válida, ou seja, os metais. Constituem ainda um potencial económico considerável, como se pode verificar através da figura 3.18, uma vez que foram em 2012 valorizadas no mercado económico português entre 180 a 210€ a tonelada.

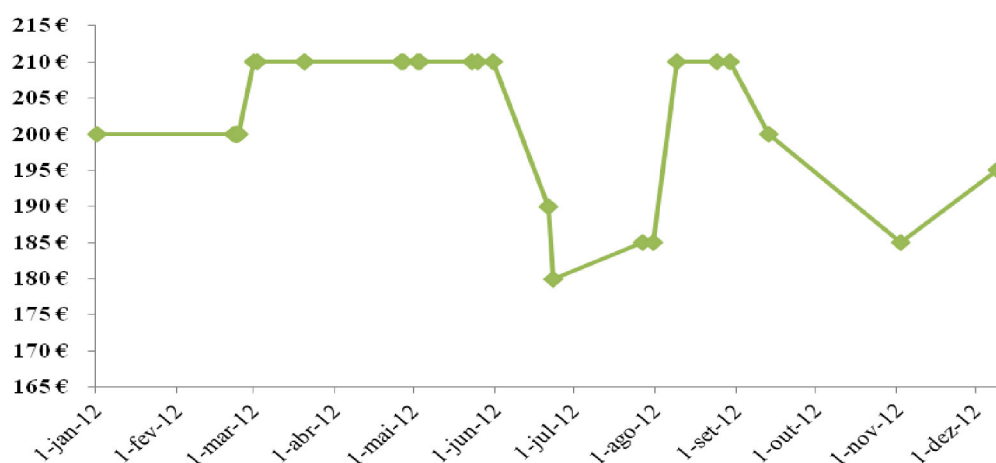


Figura 3.18 - Preço (€) pago por tonelada de carcaça do VFV enviada para uma empresa nacional de fragmentação no ano de 2012.

3.2.7 Envio para fragmentação

Nas empresas de fragmentação as carcaças são recebidas e colocadas em fragmentadores, nestes passam, numa fase inicial, pelo moinho de martelos com o objetivo de formar pequenos pedaços fragmentados. Após a redução da carcaça em fragmentos, os metais ferrosos e não ferrosos são separados através da passagem por um campo magnético. Durante e após esta operação as partículas de menor densidade são aspiradas, dando origem aos RFA, como se verifica na figura 3.19.

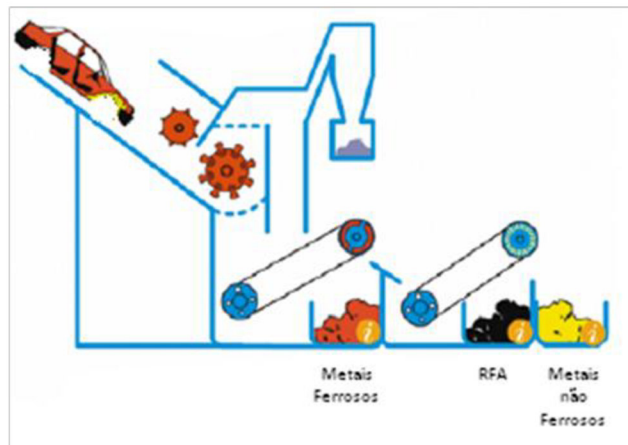


Figura 3.19 - Esquema do processo de fragmentação da carcaça proveniente dos VFV (Adaptado: Medina, 2006a).

Depois de serem devidamente separados os metais ferrosos são enviados para siderurgias e os metais não ferrosos enviados para fundições, onde se procede à sua reciclagem, uma vez que os metais são os componentes resultantes dos VFV com uma reciclabilidade quase infinita.

Os RFA são depositados em aterro ou valorizados energeticamente através de co-incineração em fornos de cimento (Valorcar, 2013c).

3.2.8 Reutilização de peças e componentes

A reutilização de peças e componentes dos VFV constitui uma das práticas ambientalmente mais nobres do ponto de vista da hierarquia de gestão dos resíduos. Peças como faróis, farolins traseiros, espelhos, caixas de velocidades, portas, tampas da mala,

entre outras, podem ver o seu período de vida útil prolongados, caso ainda se encontrem em condições técnicas adequadas (figura 3.20).



Figura 3.20 - Armazenamento de peças reutilizáveis para serem vendidas como peças usadas.

Os motores e seus componentes são lavados através de equipamentos específicos e devidamente etiquetados e armazenados em prateleiras próprias (figura 3.21).



Figura 3.21 - Motor e alternador identificado com etiqueta, armazenado em prateleira adequada.

A catalogação das peças e a sua rotulagem é absolutamente fundamental neste processo para efeitos de *stock* (figura 3.22).



Figura 3.22 - Peças reutilizáveis embaladas e rotuladas para efeitos de stock.

3.3 Estatísticas da Rodapeças no ano 2012

3.3.1 Nº de VFV recebidos (2009-2012)

Durante o ano de 2012 foram entregues para abate nas instalações da Rodapeças um total de 452 VFV, valor que corresponde a um crescimento de 34,52% face ao ano de 2011, como se pode verificar na figura 3.23.

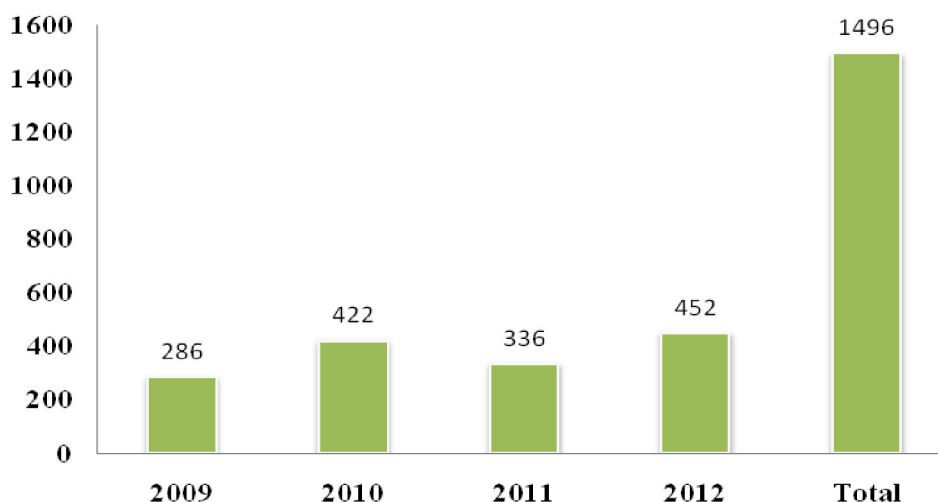


Figura 3.23 - Evolução do número de VFV recebidos anualmente na Rodapeças.

Verifica-se assim que os proprietários das viaturas que alcançaram o seu fim de vida estão cada vez mais empenhados em entregar o seu VFV num centro licenciado, de forma a obterem o certificado de destruição, com o intuito de verem legalizado o processo referente ao cancelamento da matrícula. Este fenómeno pode ser explicado pela crescente

divulgação, a nível da comunicação social, das consequências financeiras decorrentes do não cancelamento do IUC pelas finanças.

3.3.2 Distribuição etária dos VFV recebidos

Como se pode verificar na figura 3.24 registou-se um largo espectro de idades dos VFV recebidos com uma diferença de 40 anos. A maioria dos veículos que terminaram o seu fim de vida, entregues no ano de 2012, têm entre os 15 e os 24 anos, o que representa uma média de 18 anos.

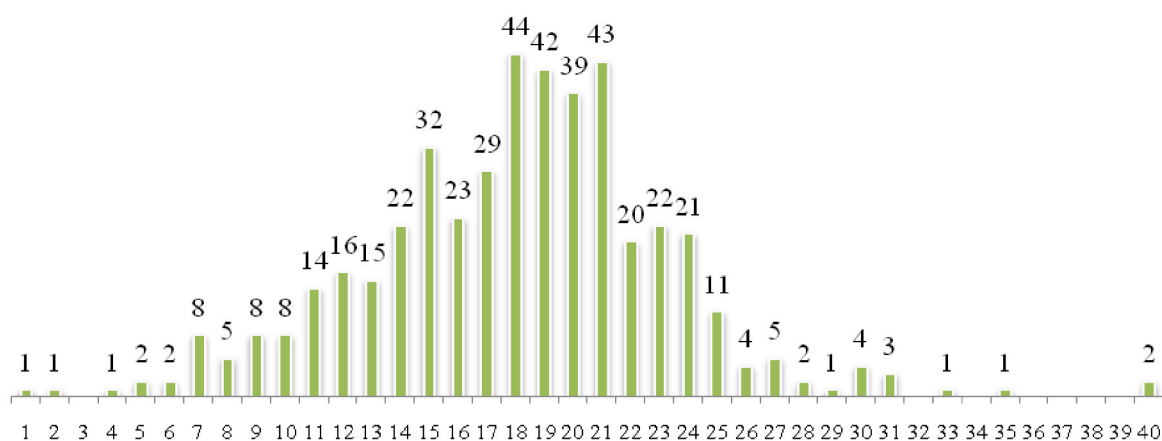


Figura 3.24 - Distribuição etária dos VFV entregues na Rodapeças em 2012.

3.3.3 Distribuição do nº de VFV pelas marcas automóveis

No decorrer do ano de 2012 foram recebidas pela Rodapeças 29 marcas automóveis, podendo-se constatar, através da figura 3.25, que as marcas Renault, Opel, Ford e Fiat se apresentam como aquelas com um maior número de VFV entregues para abate.

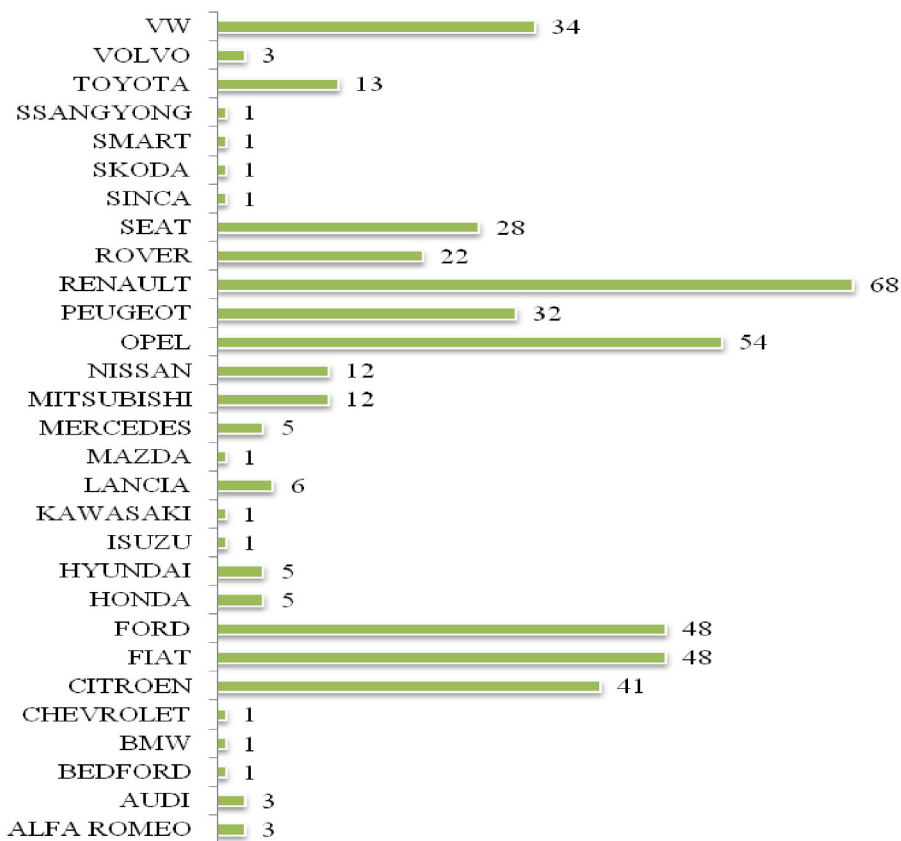


Figura 3.25 - Distribuição por marca dos VFV entregue na Rodapeças em 2012.

3.3.4 Distribuição dos VFV por modelo

O Opel corsa foi o modelo com mais unidades entregues para abate na Rodapeças, atingindo cerca de 8,8% do volume total de VFV. Na figura 3.26 está representada o TOP 15 dos modelos entregues para abate, destacando-se o modelo anteriormente referido, mas também os modelos Ford Fiesta e Renault Clio, respetivamente.

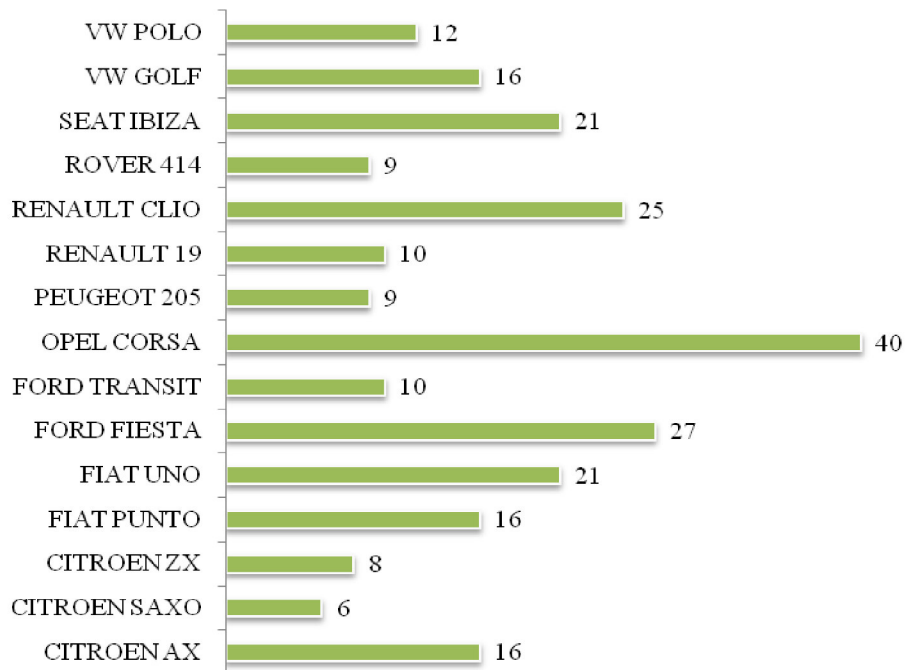


Figura 3.26 - Distribuição por modelo dos VFV entregue na Rodapeças em 2012 (TOP 15).

3.3.5 Distribuição dos VFV pelo tipo

Quanto ao indicador relativo ao tipo de veículo recebido para abate, foi claramente dominado por VFV do tipo passageiros (com os expressivos 352 VFV), seguindo-se o de mercadorias (90 VFV), o misto (9 VFV) e por fim, 1 motociclo (figura 3.27).



Figura 3.27 - Distribuição por tipo dos VFV entregue na Rodapeças em 2012.

3.3.6 Quantidade total de material enviado pela Rodapeças

A figura 3.28 representa a percentagem de materiais enviados em média por cada VFV, no ano de 2012, pela Rodapeças para reutilização, reciclagem ou valorização, considerando que cada VFV tem, em média, 1014 kg.

Pode-se verificar que cada VFV é constituído na sua maioria por metais (cerca de 80%), indo assim de encontro aos dados fornecidos pela Valorcar para o mesmo, referenciados no capítulo 2.

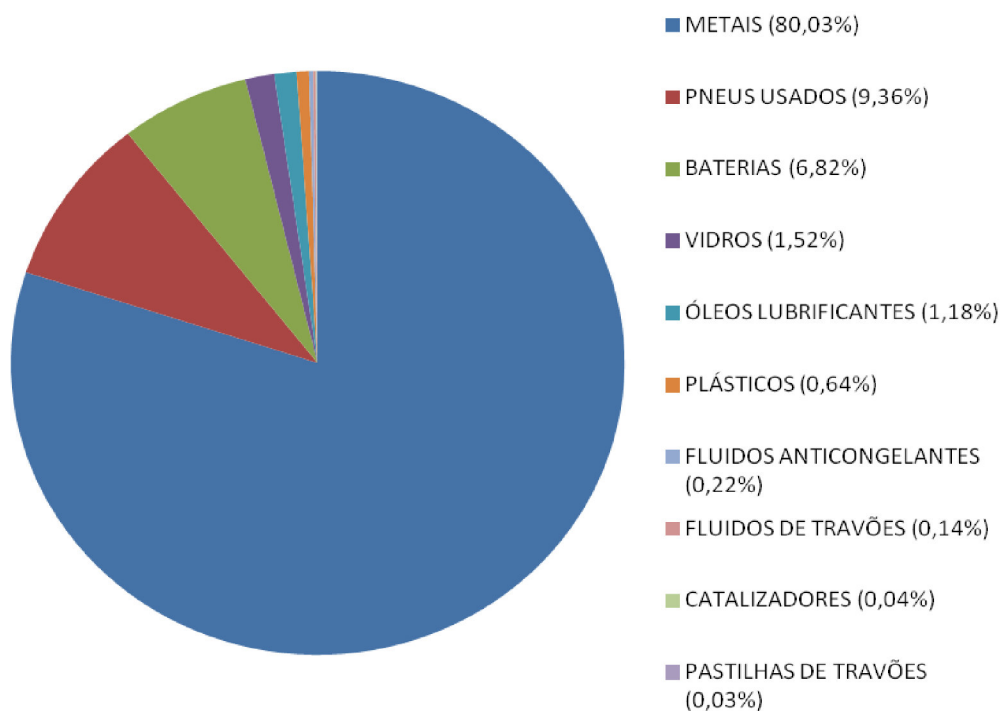


Figura 3.28 - Materiais enviados para reutilização/reciclagem/valorização em % por cada VFV recebido na Rodapeças.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4 Inovações na gestão dos VFV

Como se constatou nos capítulos anteriores a gestão dos VFV apresenta ainda alguns desafios a superar, uma vez que ainda não foram alcançadas as metas impostas até 2015.

O desafio inicia-se na inovação e melhoramento da produção automóvel e continua até ao fim de vida do veículo, que engloba a parte do desmantelamento eficaz, cujo objetivo passará por promover primeiramente a reutilização dos materiais, seguindo-se a sua reciclagem. Por fim, a separação dos resíduos de fragmentação também se apresenta como uma etapa fundamental para se alcançarem as referidas metas.

Como tal, de seguida apresentam-se estratégias e modelos de tecnologia de ponta nos 3 pontos-chave desta gestão, nomeadamente na produção (através do “eco-design - design for recycling and dismantling”), no processo de desmantelamento (através de uma linha de desmantelamento automática) e durante a fragmentação e a separação de resíduos (através de uma central de tecnologia avançada de fragmentação).

4.1 Produção - “Eco-Design - Design for Recycling and Dismantling”

Durante a produção automóvel é necessário ter em conta o final de vida de um veículo, uma vez que tanto os materiais que o constituem como a sua estrutura influenciam a reutilização e reciclagem dos seus componentes.

Assim os construtores automóveis ao projetarem um veículo terão de ter em conta o seu eco-design que passa em primeiro lugar pela escolha adequada dos materiais, os mesmos devem ser recicláveis, livres de substâncias tóxicas e homogéneos. Após a adequada escolha de materiais é ainda necessário desenhar um veículo fácil de desmantelar e que promova a reutilização dos seus componentes. (Medina, 2006b)

A figura 4.1 representa o Renault Modus que ganhou o Eco Design Award, este modelo concentra-se no uso de materiais reciclados (num total de 18 kg de plástico reciclado), uso de substâncias não tóxicas e ainda na promoção da capacidade de reciclagem no final de vida do veículo, como o uso do polipropileno, altamente reciclável. Houve ainda a

preocupação com o uso de materiais homogêneos, simplificando a triagem e reutilização dos mesmos. Desta forma a Renault para além de construir um veículo que é concebido a partir de material reciclado concebeu um automóvel 95% reciclável.

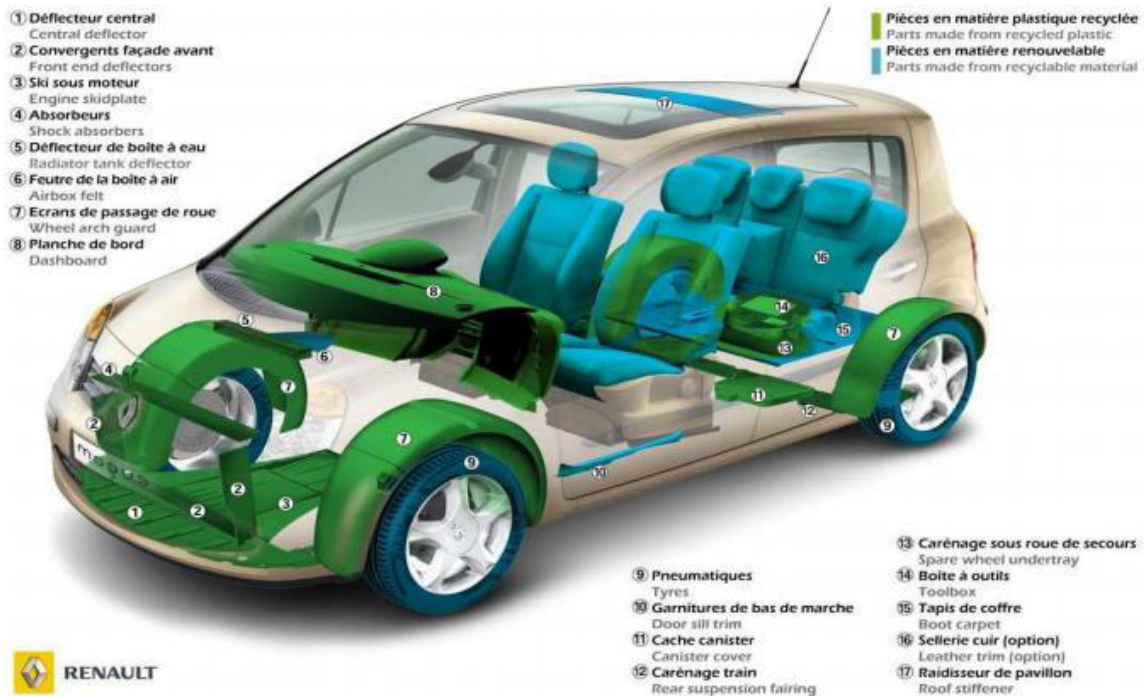


Figura 4.1 - Renault Modus. Exemplo de aplicação do eco-design, onde mediante a utilização de software específico foi possível projetar e construir um veículo 95% reciclável (Medina, 2006b).

O Eco-design representa, desta forma, uma importante estratégia na construção de veículos, uma vez que são projetados e construídos com materiais reciclados que podem, por sua vez, ser novamente reciclados, reduzindo impactes ambientais.

Pode ainda ser relevante a elaboração de um manual de desmantelamento por parte do construtor de cada veículo, que englobaria as partes passíveis de reutilização e reciclagem, de forma a sistematizar e simplificar o processo.

4.2 Desmantelamento - linha de desmantelamento automática

De forma a proceder ao aumento da reutilização de peças é imprescindível oferecer aos compradores um produto que mantenha os padrões de qualidade e segurança, no entanto, só será possível alcançar este objetivo seguindo determinados critérios. Como tal, é fundamental otimizar os processos utilizados pelos centros de desmantelamento, inovando e desenvolvendo uma linha de desmantelamento contínua e automatizada.

Com o objetivo de verificar em campo um processo que englobe as características anteriores efetuou-se uma visita à Cesvi Recambios, localizada em Ávila, Espanha. De seguida, são descritas as etapas mais importantes desta linha e as suas principais inovações.

A linha de desmantelamento inicia-se com um processo de plataformas guiado e automático onde o veículo é colocado através do empilhador (1), de seguida o VFV segue para a área de descontaminação (2), onde são retirados os líquidos e elementos contaminantes (3), designadamente o combustível, óleos, anticongelante, bateria, entre outros, de seguida armazenados em contentores próprios para o efeito (4) e posteriormente recolhidos por operados autorizados para a gestão de resíduos (figura 4.2).

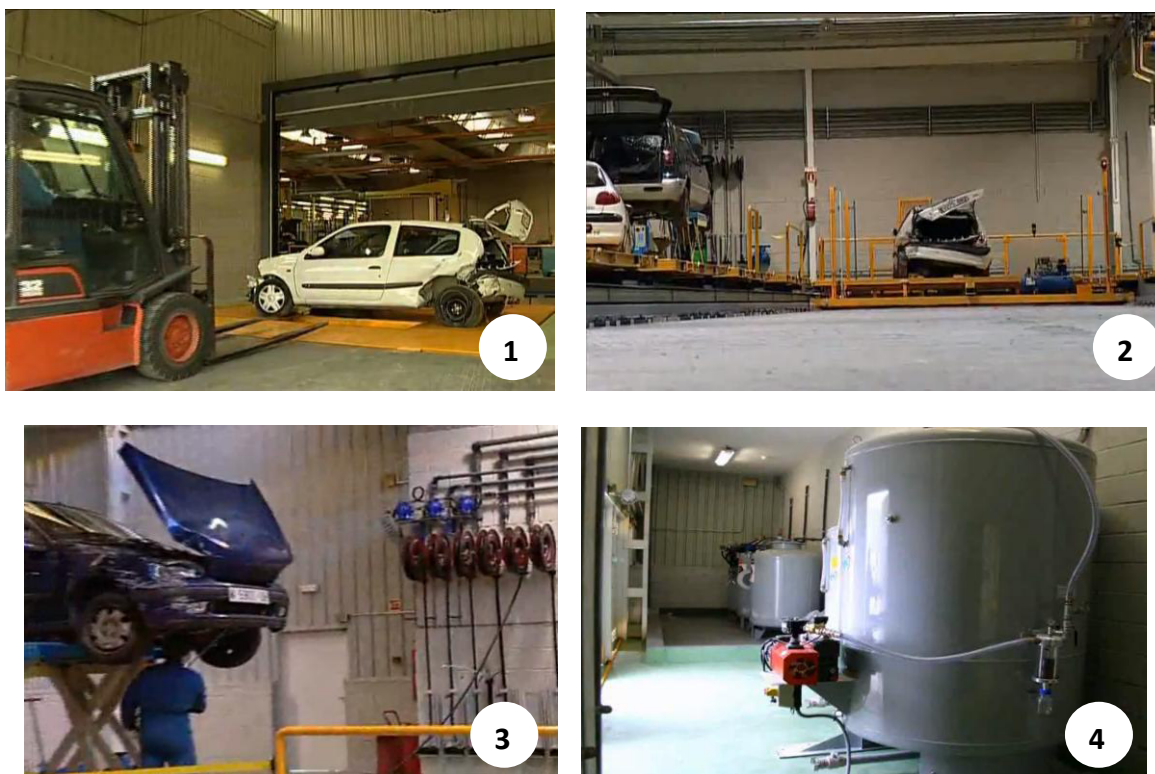


Figura 4.2 - Parte inicial da linha de desmantelamento automática (Cesvi Recambios, 2013).

Após a descontaminação a plataforma automática envia o veículo para a área do desmantelamento, onde é efetuada a análise das peças passíveis de reutilização (5), as quais são limpas e submetidas a vários testes de verificação da qualidade do seu funcionamento e conservação, após o seu desmantelamento (6,7). São ainda separados os diversos componentes do veículo que não apresentam condições para reutilização, sendo armazenados em contentores e posteriormente enviados para reciclagem (8) (figura 4.3).

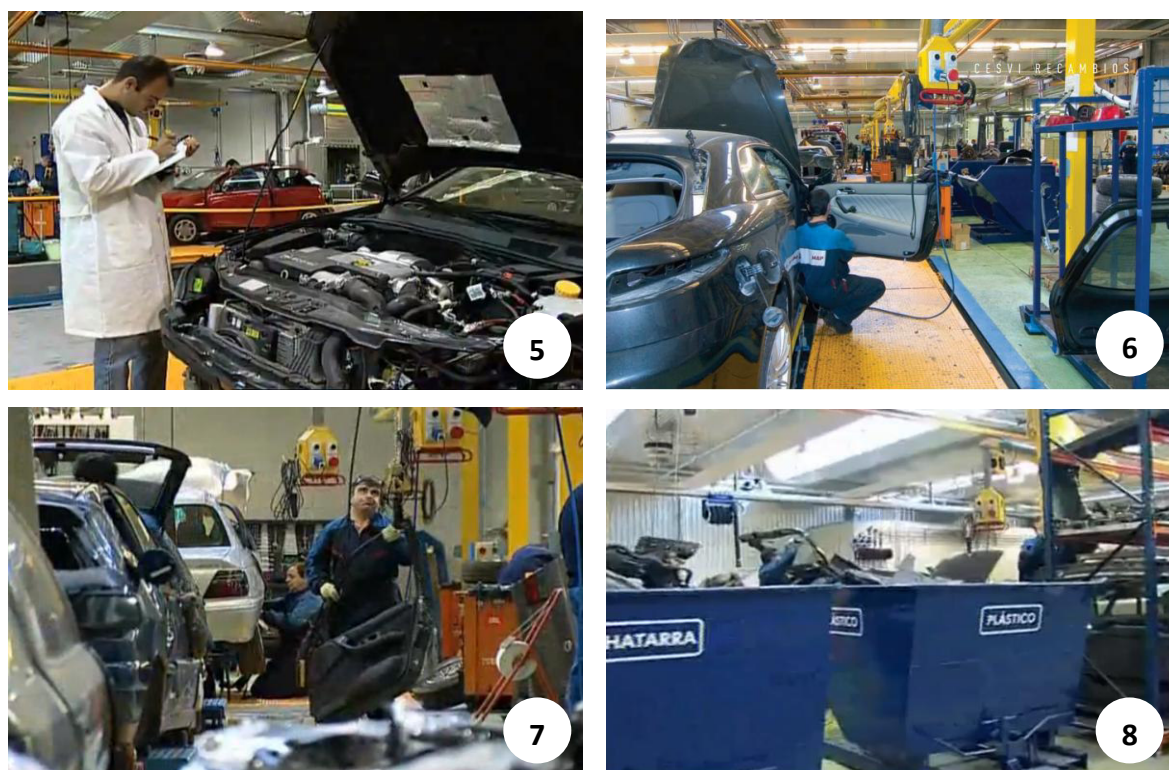


Figura 4.3 - Análise dos componentes, desmantelamento e armazenamento dos materiais a reciclar proveniente dos VFV (Cesvi Recambios, 2013).

Após certificadas, as peças são catalogadas informaticamente por marca, modelo e tipo de peça (9), sendo de seguida identificadas (10), transportadas (11) e armazenadas (12, 13), pela plataforma automática, num grande armazém inteligente que posteriormente as localiza e identifica rapidamente (14) (figura 4.4).

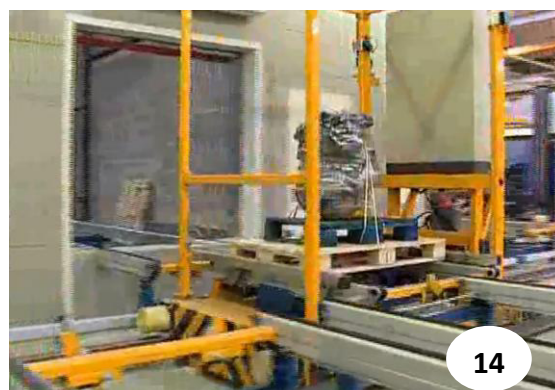
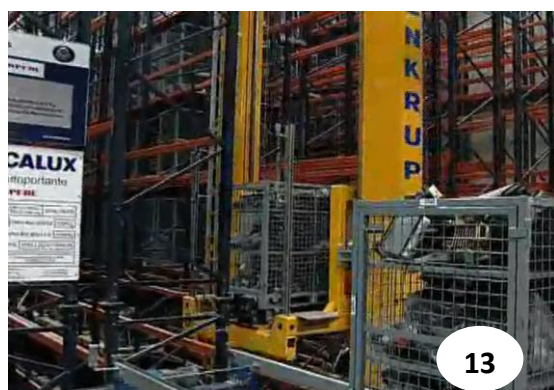


Figura 4.4 - Catalogação e armazenamento das peças num grande armazém inteligente automático (Cesvi Recambios, 2013).

A linha de desmantelamento automática supramencionada apresenta vantagens tanto a nível ambiental como económico, entre elas:

- Metodologia eficaz que minimiza os possíveis danos ambientais;
- Processo automático que diminui os erros operacionais e acidentes laborais;
- Maior segurança ambiental e operacional.
- Rapidez e eficácia no processo de desmantelamento;

- Identifica e localiza, de forma correta e rápida, as peças armazenadas;
- Evita perdas de tempo e custos desnecessários;
- Fornece uma resposta rápida e imediata ao cliente.
- Processo ergonómico.

Por conseguinte, esta linha de desmantelamento automática apresenta-se como uma alternativa viável a implementar nos centros de desmantelamento, como por exemplo, a unidade de desmantelamento analisada, Rodapeças. A referida linha, após implementada na empresa apresentaria vantagens a nível ambiental, para além disso, permitiria uma melhor gestão das peças reutilizadas e levaria ainda a benefícios económicos, uma vez que automatiza processos, diminuiu perdas de tempo e permite um *stock* de peças atrativo e competitivo.

4.3 Fragmentação e Separação - central de tecnologia avançada de fragmentação

Com o objetivo de diminuir a deposição em aterro dos RFA é necessário, para além de inovar no *eco-design* e na automatização do processo de desmantelamento é ainda fundamental melhorar a fragmentação e a separação eficaz desses resíduos.

Assim, o processo descrito na figura 4.5, isto é, a central de tecnologia avançada de fragmentação/separação - Post Shredder Technology (PST) apresenta-se como uma solução eficaz na separação dos RFA.

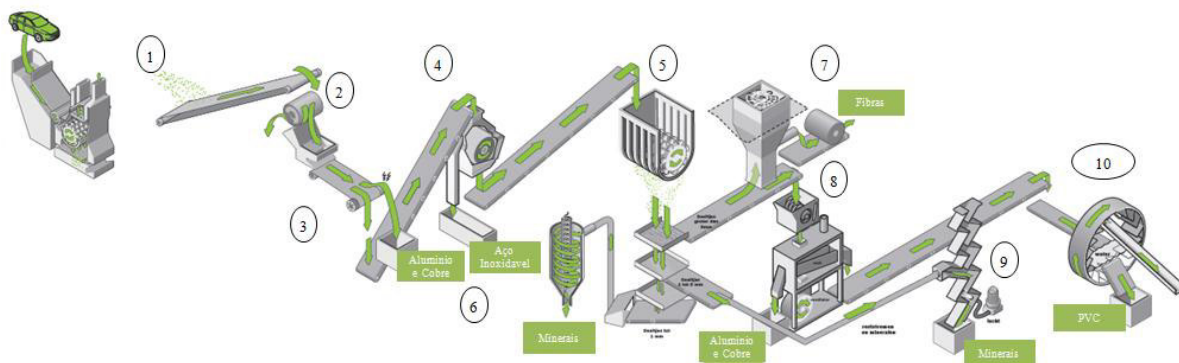


Figura 4.5 - Processo da central de tecnologia avançada de fragmentação/separação (ARN, 2013).

As carcaças após recebidas e colocadas em fragmentadores, geram resíduos de menor dimensão, estes são posteriormente submetidos a um processo de tecnologia avançada de separação, através dos 10 passos seguintes (ARN, 2013):

1. Os resíduos são triturados;
2. Através de um ímã rotativo os metais ferrosos são separados;
3. Separação de metais não ferrosos, tais como alumínio e cobre;
4. Através de aspiração é separado o aço inoxidável.
5. O restante é finamente moído num moinho de martelos e em seguida peneirado.
6. A fração menor (minerais) é removida pela técnica de fibras de poeira e micro separação de ar;
7. As partículas maiores que 5 milímetros são aglomeradas, formando uma fração fibrosa;
8. As restantes partículas são moídas e separadas através de densidade, resultando os metais não-ferrosos;
9. O ar é soprado num classificador em ziguezague;
10. Os plásticos são então separados uns dos outros por densidade.

O PST apresenta-se como um processo inovador uma vez que permite a separação dos diferentes tipos de plásticos, ao contrário da fragmentação tradicional, levando assim a uma maior percentagem de materiais reciclados, como se pode verificar na figura 4.6.



Figura 4.6 - Comparação da taxa de reciclagem e valorização resultantes do PST e da fragmentação/separação tradicional (Ecotest, 2011).

Deste modo, segundo a hierarquia da gestão de resíduos o PST apresenta-se como uma alternativa preferencial, comparativamente ao processo de fragmentação tradicional, uma

vez que diminui a deposição em aterro, em 5%, direcionando esses resíduos para reciclagem, ou seja, aumentando em 5% a reciclagem de materiais, permite também alcançar as metas impostas até 2015.

Esta tecnologia avançada de fragmentação/separação é pioneira e realizada na Europa apenas na Holanda pela empresa Auto Recycling Nederland (ARN), permitindo um melhor aproveitamento e reciclagem dos RFA (ARN, 2013).

Assim, o ideal será adotar em Portugal a mesma tecnologia, uma vez que para além de benefícios ambientais conduz também a benefícios económicos, uma vez que na reciclagem existe uma poupança energética máxima de 95%, no caso do alumínio e mínima de 60% no caso do zinco, como já referenciado no capítulo 2.

)

5 Conclusões e propostas de trabalho futuro

5.1 Conclusões

Ao longo desta dissertação foram analisadas as diferentes fases do ciclo de vida automóvel, com objetivo de minimizar o impacto que o fim de vida de um veículo poderá causar no ambiente. Concluindo-se que desde a sua produção até ao seu fim de vida é fundamental adotar estratégias, para que seja um ciclo fechado, utilizando, por exemplo, estratégias da logística inversa.

No desenvolvimento e produção automóvel é fulcral planear o seu fim de vida, preocupando-se tanto com a sua composição como com o seu *design*, de forma a reutilizar e reciclar a maioria dos materiais constituintes e ainda a desenvolver um *design* adequado para a reciclagem e desmantelamento.

Durante a vida útil do veículo há ainda desgaste e substituição de diversas peças, estas deverão também ser utilizadas para reciclagem, originando outros componentes tanto para a indústria automóvel como para outras utilizações.

Por fim, o veículo termina a sua vida útil, reutilizando-se os materiais em bom estado de conservação, aqueles que se encontram danificados ou não se apresentam como uma alternativa reutilizável deverão ser reciclados, segundo a hierarquia de gestão de resíduos. Existem ainda a possibilidade de utilizar os resíduos não passíveis de reciclagem como um recurso energético, em alternativa à sua deposição em aterro.

O ciclo de vida apresenta-se como a alternativa que promove a reutilização de recursos materiais e energéticos, levando a um menor impacto ambiental. No entanto, hoje em dia ainda existem alguns desafios a superar em cada uma das fases deste ciclo, começando no planeamento dos materiais a utilizar que deverão ser uniformizados, nomeadamente os plásticos, uma vez que existe uma grande diversidade destes materiais, que leva à sua difícil reciclabilidade. O desmantelamento também deverá ser facilitado através do seu planeamento, sendo de extrema importância promover o *design* adequado para o mesmo, podendo ainda ser relevante a elaboração de um manual de desmantelamento por parte do construtor de cada veículo, assim como, a sistematização deste processo. Estes fatores são

fundamentais para que seja possível uma elevada reutilização dos materiais constituintes de um VFV.

No entanto, os fatores anteriormente referidos promovem a reutilização de peças usadas, levando ao surgimento ou alargamento de um mercado de peças usadas (reutilizadas), que apesar de gerar um novo sector de negócio, ambientalmente favorável, não se apresenta benéfico para os construtores de automóveis, uma vez que grande parte dos seus lucros são obtidos no mercado de peças novas de substituição e reparação. Como tal, para combater esta tendência será relevante o surgimento de legislação que promova a disponibilização de um manual de desmantelamento, assim como de um *design* adequado ao mesmo.

Como forma de alcançar as metas impostas pela Diretiva 2000/53/CE é ainda importante inovar na tecnologia utilizada tanto no *design*, como referido anteriormente, como durante o desmantelamento e fragmentação/separação de resíduos. Assim o ideal seria utilizar uma linha de desmantelamento automática, com o intuito de minimizar danos ambientais e permitir uma melhor gestão dos materiais reutilizados, gerando assim um ganho económico. Não havendo possibilidade de reutilizar todos os materiais, é também importante adotar estratégias de gestão de resíduos que aumentem a reciclagem e diminuam a deposição em aterro, sendo a tecnologia avançada de fragmentação/separação (PST) uma alternativa que promove os critérios mencionados e, portanto, um método de fragmentação a adotar, por exemplo, em Portugal.

Após um estudo exaustivo de análise bibliográfica e de um caso prático de estudo, acerca do veículo, desde a sua produção até ao seu fim de vida, conclui-se que um VFV quando gerido correta e eficazmente representa uma mais-valia ambiental e económica, ao invés de um perigo ambiental e um custo acrescido após a vida útil. Como tal, gerindo um veículo desde a sua produção até ao seu fim de vida de forma correta e com tecnologia adequada podemos concluir que um VFV que à partida, se apresenta como um problema, engloba inúmeras soluções viáveis que o transformam num produto economicamente valioso e com um impacte ambiental mínimo.

5.2 Propostas de atividades a realizar no futuro

O trabalho desenvolvido nesta dissertação deve ser alvo de prosseguimento, nomeadamente nos seguintes aspectos:

- Análise económica para cada uma das inovações propostas, que apresentaria as seguintes vantagens:

Permitir a análise das vantagens a nível económico quando implementadas na prática;

Perceber qual o tempo de recuperação do investimento realizado face aos cenários tradicionais;

Fornecer informação com termo de comparação que permitirá o aumento da implementação por parte de investidores.

- Investigação na área do *eco-design*, nomeadamente nas vantagens durante os procedimentos de desmantelamento e na recuperação económica que advém da utilização de materiais reciclados.

- Desenvolvimento de novos materiais durante a produção dos veículos que se enquadrem no conceito do *eco-design*, ou seja, uniformizar materiais utilizados, tornando-os recicláveis para que apresentem vantagens económicas e de qualidade.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Bibliografia

I. Referências bibliográficas

- Ballou, R. H., 1993, Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física, Atlas, São Paulo.
- Bodzay, B., Fejos M., Bocz K., Toldy A., Ronkay F., Marosi Gy., 2012, Upgrading of recycled polypropylene by preparing flame retarded layered composite, Express Polymer Letters, Vol. 6, N. 11, 895-902.
- Brito M., Dekker R., 2003, A Framework for Reverse Logistics, Erasmus University Rotterdam.
- Fonseca, A., 2011, Impactes Ambientais da Integração vs. Eliminação de Resíduos de VFV, Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Freire, M., 2008, Valorização energética da fração combustível dos Resíduos de fragmentação automóvel – estudo de cinzas – Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Ciência e Engenharia de materiais.
- Lagarinhos C., Tenório J., 2013, Reverse logistics for post-consumer tires in Brazil, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, EPUSP.
- Lashlem A.A., Wahab D.A., Abdullah S. and Che Haron C.H., 2013, A review on End-of-life Vehicle Desing Process and Management, Journal of Applied Sciences, vol. 13, issue 5, pp. 654-66.
- Lira, M., 2005, Veículos em fim de vida: Cadeia de Deposição e Logística Inversa no INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Medina H., 2006a, Eco-concepção para a qualidade da reciclagem do aço e do alumínio automotivos, Série Inovação e Qualidade ISSN 1980-2978 ISBN 85-7227-240-7SIQ-01, CETEM/MCT – Centro de Tecnologia Mineral.
- Medina, H., 2006b, Eco-Design for Clean Technologies and Recycling: Some lessons from automotive industry. VII International Conference on Clean Technologies 18-22.
- Rausand M., A. Hoyland, 2004, System Reliability Theory: Models, Statistical Methods and Applications, John Wiley & Sons, New Jersey.

- Rosa, J., 2009, *Gestão de Veículos em Fim de Vida: Do Contexto Internacional à Realidade Portuguesa*, Lisboa.
- Sakai, S., Yoshida H., Hiratsuka J., Vandecasteele C., *et al.*, 2013, An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems. This article is published with open access at Springerlink.com.
- Saman M., 2010, Strategic Guidance Model for Product Development in Relation with Recycling Aspects for Automotive Products.
- Saman M., 2012, *Design for End-of-Life Value Framework for Vehicles Design and Development Process* Department of Manufacturing and Industrial Engineering, Faculty of Mechanical Engineering University Technology Malaysia.
- Shu, L.H., 1996, Reliability modeling in *design* for remanufacture, Proceedings of the 1996 ASME *Design Technical Conferences and Computers in Engineering Conference*, Irvine CA, 1-11.
- Smith, M., Jacobson, J., Webb, B., 2004, Abandoned Vehicles in England: Impact of End of Life Directive and New Initiatives, on Likely Future Trends, Resources Conservation and Recycling, 41, 177 – 189.
- Takata S., Kimura T., 2003, Life Cycle Simulation System for Life Cycle Process Planning, *Annals of CIRP* 52/1 (2003) 37-40.
- Vermeulen I., Van Caneghem J., Block C., Baeyens J., Vandecasteele C., 2011, Automotive shredder residue (ASR): reviewing its production from end-of-life vehicles (ELVs) and its recycling, energy or chemicals' valorization. *J Hazard Mater* 190:8-27.
- Wahab, D.A., Amelia L., Hooi N.K., Che Haron C.H., 2008, Azhari Department of Mechanical and Materials Engineering, Faculty of Engineering, University Kebangsaan Malaysia.

II. Sites na internet consultados

ACEA – European Automobile Manufacturers Association, 2010, *The Automobile Industry Pocket Guide*, no endereço (Acedido em Junho de 2013):

http://www.acea.be/images/uploads/files/2010924_Pocket_Guide_2nd_edition.pdf

ACEA – European Automobile Manufacturers Association, 2011, *The Automobile Industry Pocket Guide*, no endereço (Acedido em Junho de 2013):

http://www.acea.be/images/uploads/files/20110921_Pocket_Guide_3rd_edition.pdf

ACEA – European Automobile Manufacturers Association, 2012, *The Automobile Industry Pocket Guide*, no endereço (Acedido em Junho de 2013):

http://www.acea.be/images/uploads/files/ACEA_POCKET_GUIDE_2012_UPDATED.pdf

ARN - Auto Recycling Nederland, 2013, no endereço (Acedido em Agosto de 2013):

<http://www.arn.nl/>

Cesvi Recambios, 2013, no endereço (Acedido em Agosto de 2013):

http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036541

Ecotest, 2011, no endereço (Acedido em Agosto de 2013):

<http://www.ecotest.nu/wp-content/uploads/2011/10/Case-Ecotest-Car-Recycling-EN-DEF.pdf>

Eurostat, 2013, no endereço (Acedido em Maio de 2013):

<http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/>

RLEC – *Reverse Logistics Executive Council*, 2013, no endereço (Acedido em Julho de 2013):

<http://www.rlec.org/glossary.html>

Toyota, 2012, *Vehicle recycling* no endereço (Acedido em Agosto de 2013):

http://www.toyota-global.com/sustainability/report/_pdf/vr_all.pdf

Valorcar, 2013a, *Relatório de Atividade VFV 2012* no endereço (Acedido em Março de 2013):

http://www.valorcar.pt/core/components/manageLibFiles/uploads/D/RelatorioAtividades2012_VFV_FINAL.pdf

Valorcar, 2013b, *Indicadores dos VFV nos anos anteriores* no endereço (Acedido em Março de 2013):

<http://www.valorcar.pt/indicadores/vfv/anteriores.html>

Valorcar, 2013c, *Guia de Desmantelamento de VFV (2ª versão)* no endereço (Acedido em Março de 2013):

http://www.valorcar.pt/core/components/manageLibFiles/uploads/D/Guia%20de%20desmantelamento%20online_03.pdf

III. Legislação

Decreto-Lei n.º 292-A/2000, de 15 de Novembro de 2000

Decreto-Lei n.º 196/2003, de 23 de Agosto de 2003

Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro de 2006

Decreto-Lei n.º 33/2007, de 15 de Fevereiro de 2007

Decreto-Lei n.º 64/2008, de 8 de Abril de 2008

Diretiva 2000/53/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 18 de Setembro de 2000