

Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS: PRESENÇA NOS RSU E COMPORTAMENTOS DAS FAMÍLIAS FACE AO SEU DESTINO

Sofia Machado de Bettencourt Saramago Monteiro

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil Engenharia Sanitária

Dissertação realizada sob a orientação de:

Prof^a. Doutora Maria da Graça Madeira Martinho

Lisboa, Setembro 2009

A presente dissertação foi realizada no âmbito de um projecto de investigação que se submeteu ao concurso "Prémio VALORMED", edição de 2009, o qual deu origem a mais uma dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente, realizada por Ema Firmino, e intitulada *“Comportamentos e percepção de risco face aos resíduos de embalagens e medicamentos fora de uso.”*

Estiveram ainda envolvidas neste projecto mais duas colegas, Sara Correia e Mónica Pereira, que irão igualmente explorar alguns dos resultados deste projecto para as suas dissertações.

“Deus quer, o homem sonha, a obra nasce.”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos à Prof.^a Doutora Maria Graça Martinho pela sua orientação, apoio e incentivo ao longo de todo o trabalho. Sem o seu apoio, a realização desta dissertação não seria possível.

Agradeço ainda à AMARSUL pela disponibilidade, apoio e contribuição para a realização da campanha de caracterização de resíduos, em especial ao Eng.º Pedro Cabral e ao Eng.º João Alexandre, bem como a toda a equipa de caracterização. Agradeço ainda a disponibilidade e contribuição de todos os utentes das farmácias seleccionadas que aceitaram colaborar respondendo aos questionários.

À Eng.^a. Joana Santos, o meu agradecimento pela sua contribuição para a realização deste estudo.

Quero ainda agradecer às minhas colegas Ema Firmino, Mónica Pereira e Sara Correia, pela paciência e entreaajuda durante a realização deste projecto, em particular pelo apoio e boa disposição durante a realização dos inquéritos e pelo esforço e perseverança durante a campanha de caracterização.

À minha mãe Rita B., pela amizade, paciência e dedicação e por ser o meu suporte, sempre. Ao meu pai, pelo seu esforço e porque sempre me apoiou.

Ao Paulo Contente, pelo seu apoio, paciência e ajuda nos momentos mais difíceis e pela sua constante boa disposição. Aos seus pais, que tanto me ajudaram em tudo e que sempre acreditaram em mim, mesmo quando eu própria duvidei.

À minha família e amigos, e ainda a todos aqueles que de alguma forma fazem parte da minha vida e que me ajudaram a que esta dissertação fosse possível, contribuindo com a sua alegria, amizade ou incentivo, um sincero obrigado.

RESUMO

Nas últimas décadas, o aumento do nível de vida em termos globais traduz-se por um aumento da produção de resíduos, transversal a todas as actividades humanas. Em particular, o aumento do consumo de medicamentos levou a um aumento da produção dos mesmos e consequentemente da produção de resíduos associados aos medicamentos fora de uso e suas embalagens.

A gestão de resíduos de medicamentos assume um carácter particularmente relevante no sentido em que afecta os ecossistemas, trazendo consequências e impactes consideráveis no ambiente e saúde pública. Todos os anos, milhares de medicamentos são produzidos e consumidos em todo o mundo, tendo como consequência a deposição directa no ambiente de elevadas quantidades de resíduos de medicamentos e de embalagens de medicamentos.

A nível nacional, a entidade gestora do SIGREM é a VALORMED, que assegura a existência de um processo de recolha selectiva segura dos resíduos de medicamentos e suas embalagens, tendo em conta a sua especificidade dentro dos resíduos urbanos.

A realização deste estudo pretende aprofundar os conhecimentos existentes nesta área, tendo sido realizados inquéritos por questionário a um conjunto de utentes de farmácias na Península de Setúbal, assim como o acompanhamento da campanha de caracterização física de resíduos, levada a cabo pela AMARSUL.

As conclusões obtidas neste estudo pretendem servir como base para futuras investigações mais abrangentes, que permitam delinear estratégias futuras na gestão dos resíduos de medicamentos.

ABSTRACT

Over the past decades, the improvement of life style all over the world has increased waste production tremendously, which crosses all human activities in general. In particular, the increase of pharmaceutical consumption has taken its production into another level, with repercussions in terms of pharmaceutical wastes.

The management of pharmaceutical wastes is particularly important because it affects ecosystems, with consequences and impacts over the environment and public health. Every year, thousands of pharmaceuticals are produced and consumed all over the world, which increases the number of pharmaceutical wastes introduced in the environment.

In Portugal, the management of pharmaceutical wastes is a responsibility of VALORMED, which provides a selective collection of pharmaceutical wastes, considering its specificity within municipal solid waste.

This study attempts to review currently available information on the occurrence of pharmaceutical wastes in the environment and investigate the potential fate of pharmaceutical waste by applying surveys to pharmacy users. Additionally, a municipal solid waste physical characterization, made by AMARSUL, was accompanied and those results are an approach to trace future strategies in the management of pharmaceutical wastes.

SIMBOLOGIA E ACRÓNIMOS

AIM – Autorização de Introdução no Mercado

AMARSUL – Sistema Multimunicipal de Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Margem Sul

ATC – Anatomical Therapeutic Chemical Code

ATC/DDD – Anatomical, Therapeutical, Chemical classification system with Defined Daily Doses

CIVTRS - Centros Integrados de Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos

EFPIA – European Federation of Pharmaceutical Industry Association

EMEA – Agência Europeia de Avaliação de Avaliação de Medicamentos

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

ETAL- Estações de Tratamento de Águas Lixiviantes

INR - Instituto dos Resíduos

LER - Lista Europeia de Resíduos

MV - Medicamentos veterinários

OMS – Organização Mundial de Saúde

PERSU - Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos

POP - Poluentes Orgânicos Persistentes

PUV - Produtos de uso veterinário

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

RUM - Australia's Return Unwanted Medicines

SIGERU - Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura

SIGRE - Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens

SIGREM - Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos

SIMARSUL – Sistema Multimunicipal de Saneamento de Águas Residuais da Península de Setúbal

SMAUT – Municípios ou empresas gestoras de sistemas multimunicipais ou intermunicipais

SPV - Sociedade Ponto Verde, S.A.

UE – União Europeia

UPCS - Unidades de Prestação de Cuidados de Saúde

Valorfito - Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens de Produtos Fitofarmacêuticos

VALORMED – Sociedade Gestora de Resíduos de Embalagens e Medicamentos, Lda

VC - Valor de Contrapartida

VIM – Valor de Informação e Motivação

VPV - Valor Ponto Verde

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Enquadramento.....	16
1.2. Relevância do tema.....	18
1.3. Âmbitos e objectivos	19
1.4. Estrutura da dissertação	19
2. RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS DE USO HUMANO	21
2.1 Definição e classificação de embalagens e resíduos de medicamentos	21
2.2 Políticas e legislação comunitária e nacional sobre embalagens e resíduos de medicamentos	25
2.2.1. Política comunitária	25
2.2.2. Política e legislação nacional	27
2.3. Sistemas de gestão de embalagens e resíduos de embalagens.....	29
2.3.1. Sistema de consignação <i>versus</i> integrado	29
2.3.2. Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE) ...	30
2.3.3. Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura (Valorfito)	32
2.3.4. Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos (SIGREM).....	32
2.4. Circuito do medicamento de uso humano.....	35
2.4.1. Do fabricante ao consumidor	35
2.4.2 Destinos pós-consumo.....	37
2.5. Impacte dos resíduos de medicamentos no ambiente e na saúde pública	39
2.5.1. Riscos e aspectos toxicológicos associados aos medicamentos	43
2.5.2. Presença de resíduos de medicamentos nos efluentes domésticos e resíduos urbanos.....	50
2.5.3. Consequências da presença de resíduos de medicamentos nos RSU	58
2.6. Medidas de prevenção e tecnologias de valorização e eliminação adequada de resíduos de medicamentos	60
2.6.1. Medidas para a redução da produção de resíduos de medicamentos.	61
2.6.2. Sistemas de recolha e triagem de resíduos de medicamentos	63
2.6.3. Técnicas de processamento para reciclagem e valorização.....	65
2.6.4. Eliminação final.....	65
2.7. Situação nacional relativa à produção e gestão de resíduos de medicamentos	69
2.7.1. Mercado do medicamento em Portugal.....	69

2.7.2. Estimativa da quantidade de resíduos de embalagens e medicamentos produzidos em Portugal	71
2.7.3. Quantidades e tipos de resíduos recolhidos e valorizados no âmbito do SIGREM	72
2.7.4. Presença de resíduos de medicamentos nos efluentes das ETAR e das ETAL e nos RSU a nível nacional	72
2.7.5. Síntese da situação nacional.....	76
3. METODOLOGIA.....	78
3.1. Especificação dos objectivos e premissas a tratar.....	78
3.2 Selecção e descrição do caso de estudo: Península de Setúbal.....	79
3.3 Planeamento e cronograma do trabalho experimental	82
3.4 Instrumentos de análise.....	84
3.4.1 Metodologia e procedimentos para a quantificação e caracterização dos medicamentos e suas embalagens presentes nos RSU	84
3.4.2. Metodologia e procedimentos para a realização do questionário	91
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	94
4.1 Análise de dados.....	130
4.2 Discussão dos resultados	130
5. CONCLUSÕES	130
5.1 Síntese conclusiva	130
5.2 Limitações do estudo e orientações futuras	131
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1. Hierarquia de opções para a gestão dos resíduos de acordo com a nova Directiva-Quadro	26
Figura 2.2. Circuito dos medicamentos, resíduos e fluxos financeiros do sistema da VALORMED para as embalagens e medicamentos de uso humano	35
Figura 2.3. Circuito do medicamento de uso humano	36
Figura 2.4. Possíveis vias de introdução de medicamentos no ambiente	57
Figura 2.5. Possíveis percursos de recolha dos resíduos de medicamentos	65
Figura 2.6. Consumo de medicamentos per capita no mercado total (em €)	70
Figura 2.7. Valor percentual da despesa total em medicamento no PIB	70
Figura 2.8. Valor percentual da despesa em medicamentos na despesa de saúde ...	71
Figura 2.9. Presença de resíduos de medicamentos em ETAR (média das seis ETAR analisadas).....	75
Figura 2.10. Destino de lixiviados	76
Figura 3.1 Concelhos que integram a Península de Setúbal	79
Figura 3.2. Infra-estruturas da AMARSUL para o tratamento e valorização dos RSU produzidos na Península de Setúbal	81
Figura 3.3. Solução técnica do Sistema da SIMARSUL para a drenagem e tratamento das águas residuais urbanas produzidas na Península de Setúbal	82
Figura 3.4. Cronograma da dissertação	83
Figura 3.5. Fotografias tiradas em diferentes fases da campanha de caracterização dos RSU.....	88
Figura 3.6 Campanha de quantificação e caracterização dos medicamentos e embalagens de medicamentos presentes nas amostras de RSU.....	90
Figura 4.1. Percentagem das diferentes categorias de medicamentos relativas à recolha indiferenciada	95
Figura 4.2. Percentagem das diferentes categorias de medicamentos relativas à recolha selectiva	97
Figura 4.3. Percentagem em peso das diferentes categorias face à recolha indiferenciada e recolha selectiva	98

Figura 4.4 Percentagem em número das diferentes categorias face à recolha indiferenciada e recolha selectiva	98
Figura 4.5. Destino dado às embalagens secundárias de cartão.....	99
Figura 4.6. Frequência com que os inquiridos deitam fora os medicamentos que já não usam/necessitam por tipo de destino	104
Figura 4.7. Destino dado aos diferentes tipos de medicamentos	107
Figura 4.8. Destino dado aos medicamentos e suas embalagens	108
Figura 4.9. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens de medicamentos vazias.....	109
Figura 4.10. Percentagem das diferentes categorias de medicamentos relativas às embalagens recolhidas selectivamente	110
Figura 4.11. Percentagem das diferentes categorias de medicamentos relativas ao papel e cartão recolhido selectivamente.....	111
Figura 4.12 Percentagem das diferentes categorias de medicamentos face ao refugo da triagem	115

ÍNDICE TABELAS

Tabela 2.1 Pedidos de AIM de medicamentos	22
Tabela 2.2 Metas mínimas de valorização e reciclagem de resíduos de embalagens para 2011	28
Tabela 2.3 Lista dos medicamentos mais vendidos nos EUA em 2002	40
Tabela 2.4 Categorias de medicamentos encontradas no ambiente	47
Tabela 2.5 Eficiências de remoção de medicamentos e outros compostos obtidas em diferentes ETAR	52
Tabela 2. 6 Medidas de prevenção da produção excessiva de medicamentos	62
Tabela 2.7 Situação nacional relativa aos resíduos de medicamentos	72
Tabela 2.8 Análise de compostos em águas residuais para afluente e efluente	73
Tabela 2.9 Análise de compostos em lamas de ETAR.....	74
Tabela 3.1 Caracterização da Península de Setúbal	80
Tabela 3.2 Catálogo de triagem utilizado nas campanhas de caracterização física dos RSU de acordo com a Portaria nº 187/2007, de 12 de Fevereiro.....	85
Tabela 3.3. Número de amostras efectuadas na campanha de caracterização	86
Tabela 3.4 Datas da realização das campanhas de caracterização física dos RSU e respectivas quantidades amostradas	88
Tabela 3.5 Dimensão e distribuição da amostra de famílias pelos concelhos	93
Tabela 4.1. Quantidade de resíduos de embalagens de medicamentos presentes nos RU caracterizados na campanha	94
Tabela 4.2. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo <i>blisters</i>	100
Tabela 4.3. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo saquetas	100
Tabela 4.4. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo frascos de vidro.....	101
Tabela 4.5. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo bisnagas.	102
Tabela 4.6. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo ampolas de vidro... ..	102
Tabela 4.7. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo frascos/caixas de plástico	103
Tabela 4.8. Destinos dados pelos inquiridos às embalagens do tipo sprays	103
Tabela 4.9. Valores médios obtidos para a escala de frequência relativa à colocação dos medicamentos fora de uso em diferentes destinos	105
Tabela 4.10. Destino dado aos comprimidos fora de uso e suas embalagens	106

Tabela 4.11. Destino dado aos folhetos (bulas) que vem com os medicamentos	113
Tabela 4.12. Folhetos encontrados nas amostras de resíduos analisadas	114
Tabela 4.13. Presença de medicamentos nas embalagens analisadas	116
Tabela 4.14. Presença de medicamentos nas embalagens primárias de acordo com o tipo de recolha	117
Tabela 4.15. Quantidade de embalagens secundárias de cartão contendo no seu interior embalagens primárias com medicamentos	118
Tabela 4.16. Quantidade de comprimidos sólidos presentes nos RU caracterizados na campanha.....	118
Tabela 4.17. Classes de medicamentos mais comuns	119

ANEXOS

ANEXO A - Boletim de registo das campanhas de caracterização	144
ANEXO B - Questionário realizado aos utentes das farmácias	147

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) e a gestão de resíduos de embalagens é, nos dias de hoje, uma das grandes questões da política ambiental, na medida em que esta matéria é transversal a todas as actividades humanas. Mais cedo ou mais tarde, todos os bens materiais disponíveis no mercado são transformados em resíduos e todos os processos industriais geram resíduos (APA, 2008).

Nas últimas décadas, por toda a Europa, a gestão de resíduos tem crescido de forma considerável, com o objectivo prioritário de evitar e reduzir a produção de resíduos e/ou o seu carácter nocivo. A gestão de resíduos deverá evitar também, ou no mínimo reduzir, o risco para a saúde humana e para o ambiente.

A nível nacional, a elaboração do Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos II (PERSU II), instrumento que consubstancia a revisão das estratégias definidas no PERSU e ENRRUBDA, para o período de 2007 a 2016, constitui um desafio inadiável para que o sector possa dispor de orientações e objectivos claros, definindo estratégias de investimento que confirmem coerência, equilíbrio e sustentabilidade à intervenção dos diversos agentes envolvidos (APA, 2009a).

Em termos de produção de resíduos, a tendência nacional tem sido de um aumento da mesma, o que pode ser um sintoma da utilização ineficiente de recursos. A produção excessiva de resíduos está associada a um aumento da libertação de emissões para a atmosfera, poluição de água e solos, bem como ruído que, no seu conjunto, contribuem para um aumento dos problemas ambientais e dos custos económicos associados à sua resolução (APA, 2008).

Em termos nacionais, a produção de RSU varia consoante os diferentes Sistemas de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, sendo que a responsabilidade da gestão dos RSU pertence a estas entidades. De salientar que a produção de RSU é maior nas regiões litorais, dado que a estas áreas correspondem maiores densidades populacionais, assim como uma maior concentração de actividades económicas (APA, 2008).

De entre o conjunto de RSU produzidos anualmente, configuram-se os resíduos de medicamentos e embalagens de medicamentos. Estes correspondem apenas a uma fracção relativamente pequena de RSU (na ordem dos 0,5%); no entanto, o seu carácter perigoso para o ambiente e para a saúde pública justifica a sua análise detalhada.

Todos os anos, milhares de medicamentos são produzidos e consumidos em todo o mundo, tendo como consequência a deposição directa no ambiente de elevadas quantidades de resíduos de medicamentos e de embalagens de medicamentos. Estes poderão ter efeitos nefastos para os habitats e população em geral dado que, apesar de não apresentarem concentrações relativamente elevadas, a sua ocorrência contínua no ambiente pode levar a um vasto conjunto de efeitos fisiológicos ainda hoje desconhecidos. De salientar que, apesar de uma substância individualmente apresentar concentrações muito baixas, esta poderá ter efeitos sinérgicos conjuntamente com outras substâncias que partilhem o mesmo mecanismo de acção, o que representa um risco potencial acrescido muito elevado (Daughton e Ternes, 1999).

A gestão de resíduos de embalagens e medicamentos fora de uso em Portugal é assegurada desde 2001 pela VALORMED, entidade gestora do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens de Medicamentos (SIGREM). A criação deste sistema veio permitir a existência de um processo de recolha selectiva segura dos resíduos de medicamentos e suas embalagens, tendo em conta a sua especificidade dentro dos resíduos urbanos.

Os motivos que levam as pessoas a desfazerem-se dos seus medicamentos são diversos e prendem-se com hábitos sociais, políticas governamentais e práticas correntes. A eliminação incorrecta por parte dos consumidores constitui um grave problema, podendo estes ir parar ao sistema de drenagem de águas residuais convencional, a partir da colocação de resíduos de medicamentos no lavatório/sanita, ou aos RSU, através da deposição destes em caixotes do lixo e posterior encaminhamento para aterros sanitários. A presença destes compostos em Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) ou em aterros constitui um problema tecnológico, no sentido em que a dificuldade de eliminação do conjunto variado de substâncias presentes nos resíduos de medicamentos não é de todo viável (Bound e Voulvoulis, 2005).

Em ambos os casos, os impactes ambientais associados a estas substâncias são diversos, na medida em que estes compostos acabam por ser transferidos para os meios receptores hídricos ou solo.

Neste contexto, é então fundamental, em termos de impactes ambientais e numa tentativa de melhorar o sistema, conhecer as características e quantidades de medicamentos que são depositadas pelos utentes nos RSU e que são posteriormente

depositados para aterro, bem como a frequência com que se eliminam medicamentos fora de uso nos sistemas de colectores de águas residuais urbanas.

1.2. Relevância do tema

A presença de resíduos de medicamentos no ambiente provoca um conjunto de alterações aos sistemas naturais, sendo que os impactes negativos no ambiente e saúde pública são diversos. Estes compostos, pelas suas características, revelam um forte potencial de perigosidade, no sentido em que a acumulação destas substâncias no ambiente pode causar efeitos adversos em diversas espécies. Os resíduos de medicamentos têm a capacidade de induzir um conjunto variado de mecanismos e afectar uma variedade muito grande de espécies. Destaca-se ainda a falta de conhecimentos existente nesta matéria, quer em termos de impactes possíveis associados à presença destes compostos no ambiente, quer ainda sobre os efeitos sinérgicos dos medicamentos e as suas interacções bioquímicas em organismos, em particular organismos aquáticos. Apesar de correntemente a análise de riscos toxicológicos se cingir a um conjunto reduzido de substâncias, é fundamental não subestimar os impactes resultantes da interacção de várias substâncias actuando em conjunto (Daughton e Ternes, 1999).

Como tal, este tipo de resíduos merece uma particular atenção, quer em termos das vias de introdução destes compostos no ambiente, quer em termos de possíveis medidas para a redução/minimização da sua presença. Assim, é importante compreender quais as dificuldades sentidas na gestão e operação de ETAR aquando da presença destes compostos, bem como os tipos de tratamentos possíveis que permitam a sua remoção e as variáveis condicionantes da operação de ETAR para essas situações. Adicionalmente, é também fundamental analisar os problemas de gestão associados aos sistemas de tratamento de resíduos, a capacidade destes sistemas efectuarem uma recolha diferenciada para este tipo de resíduos e de os encaminharem para destino final adequado.

No contexto da licença atribuída à VALORMED, os objectivos quantitativos de gestão de resíduos de embalagens e medicamentos fora de uso, no final do período de vigência da licença (31 de Dezembro de 2011), têm que respeitar as metas referentes à gestão de resíduos de embalagens usadas. Em 2008, foram recolhidas e valorizadas cerca de 700 t de resíduos de medicamentos e suas embalagens, o que revela um aumento de 10% face ao ano anterior (VALORMED, 2009a). No entanto, estes resultados demonstram a necessidade de se reforçarem as acções de

comunicação e as estratégias de alteração de comportamentos, tendo em vista as metas previstas para 2011. É ainda importante salientar a necessidade do cumprimento de boas práticas na gestão deste tipo de resíduos, garantindo a sua eliminação adequada e segura.

1.3. Âmbitos e objectivos

Perante a problemática associada aos resíduos de medicamentos, e no sentido de conhecer melhor os dados nacionais referentes ao sistema de gestão destes resíduos e os hábitos das famílias portuguesas, face à eliminação deste tipo de resíduos, esta dissertação tem como principais objectivos:

- Analisar os comportamentos das famílias portuguesas no que concerne aos destinos dados a este tipo de resíduos;
- Analisar as quantidades e tipos de resíduos de medicamentos presentes na composição física dos RSU;

Para a realização desta dissertação, a metodologia geral seguida consistiu na selecção de uma amostra de farmácias localizadas na Península de Setúbal, onde foram realizados inquéritos por questionário aos utentes. Foi ainda solicitado o apoio da AMARSUL, a entidade gestora dos resíduos urbanos (RU) na Península de Setúbal, para acompanhar a campanha de caracterização de RU que decorreu no final de Julho de 2009.

1.4. Estrutura da dissertação

Para o cumprimento dos objectivos acima propostos, esta dissertação subdivide-se em cinco capítulos numerados e organizados, seguidamente descritos.

No primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema, abordando a problemática associada à gestão de medicamentos fora de uso e suas embalagens, salientando a relevância e contribuição deste trabalho para um melhor conhecimento da situação nacional e em particular da região em estudo. São assim definidos os objectivos gerais desta dissertação, a metodologia geral utilizada e o modo como esta dissertação está organizada.

O capítulo 2 consiste numa revisão da literatura sobre a gestão de resíduos de medicamentos e suas embalagens, incluindo um enquadramento legislativo da situação comunitária e nacional, bem como do sistema nacional de gestão deste tipo de resíduos. Seguidamente, são destacados os impactes associados à presença de

resíduos de medicamentos no ambiente e saúde pública, bem como as práticas relativas ao destino dado aos resíduos de medicamentos.

No capítulo terceiro, é explicitada a metodologia utilizada neste estudo para atingir os objectivos propostos, detalhando a metodologia utilizada para quantificar e caracterizar os resíduos de medicamentos e suas embalagens presentes nos resíduos urbanos indiferenciados e de recolha selectiva assim como a metodologia necessária para analisar os comportamentos dos consumidores face aos destinos a dar aos resíduos de medicamentos.

O quarto capítulo é referente à análise e discussão de resultados, relativamente aos dados obtidos durante a realização deste estudo, no que se refere aos questionários realizados e à campanha de caracterização de resíduos de medicamentos realizada.

Finalmente, no capítulo 5 é feita uma síntese conclusiva dos resultados obtidos neste trabalho de investigação, acompanhada de uma introspecção sobre as limitações do estudo e linhas futuras de orientação.

2. RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS DE USO HUMANO

2.1 Definição e classificação de embalagens e resíduos de medicamentos

De acordo com o Decreto-Lei nº 176/2006, de 30 de Agosto, um medicamento é

(...) “toda a substância ou associação de substâncias apresentada como possuindo propriedades curativas ou preventivas de doenças em seres humanos ou dos seus sintomas ou que possa ser utilizada ou administrada no ser humano com vista a estabelecer um diagnóstico médico ou, exercendo uma acção farmacológica, imunológica ou metabólica, a restaurar, corrigir ou modificar funções fisiológicas”.

Este documento define ainda um medicamento considerado como,

(...) “um medicamento objecto de autorização de introdução no mercado válida em Portugal com a mesma composição quantitativa e qualitativa em substâncias activas, a mesma forma farmacêutica e as mesmas indicações terapêuticas de um medicamento objecto de importação paralela.”

Para que um medicamento seja colocado no mercado, é necessária uma autorização por parte do INFARMED, chamada Autorização de Introdução no Mercado (AIM). Apenas os medicamentos com AIM poderão ser colocados no mercado e comercializados. O sistema de autorização de introdução no mercado poderá ser efectuado a nível nacional ou em coordenação com os restantes Estados-Membros na União Europeia e Comissão Europeia. Independentemente do procedimento utilizado, todos os medicamentos passam por uma avaliação técnico-científica, de modo que a obtenção de uma AIM garanta a total segurança e eficácia dos medicamentos disponíveis no mercado. O sistema europeu compreende três procedimentos para a concessão de autorização de introdução no mercado de um medicamento em mais do que um Estado-Membro. Assim, a AIM poderá ser validada a partir de um procedimento centralizado, em que passará a ser válida para todos os Estados-Membros. Neste caso o pedido é gerido pela Agência Europeia de Avaliação de Avaliação de Medicamentos (EMA), sendo formado um comité científico de peritos nomeados por cada Estado-Membro. Outra forma de validar uma AIM é o procedimento de reconhecimento mútuo, baseado em decisões nacionais já existentes. Primeiramente é constituída uma AIM num Estado-Membro, sendo posteriormente alargada aos restantes. Finalmente, uma AIM poderá ser validada a partir de um procedimento descentralizado, o que ocorre quando o medicamento em causa não possui AIM em nenhum Estado-Membro. Assim, apesar de o pedido poder ser submetido por vários Estados-Membros, apenas um será o Estado-Membro de

referência, que elaborará um relatório de avaliação, comentado pelos restantes Estados-Membros (INFARMED, 2009a).

Na Tabela 2.1 apresenta-se o número de pedidos de AIM efectuados ao INFARMED em 2007.

Tabela 2.1 Pedidos de AIM de medicamentos (adaptado de INFARMED, 2007)

Ano	Nacional	Reconhecimento Mútuo	Centralizado	Descentralizado	Total
2003	633	123	35	-	791
2004	334	230	54	-	618
2005	328	302	48	-	678
2006	388	189	75	126	778
2007	479	111	72	279	941

O acondicionamento de medicamentos é feito, segundo o Decreto-Lei nº 176/2006, de 30 de Agosto, por dois tipos de embalagens: o “acondicionamento primário”, que inclui o recipiente ou qualquer outra forma de acondicionamento que esteja em contacto directo com o medicamento; e o “acondicionamento secundário”, correspondendo à embalagem exterior em que o acondicionamento primário é colocado. A acompanhar o medicamento é ainda incluído o folheto informativo (*i.e.* bula), com informação escrita destinada ao utilizador.

Numa tentativa de conhecer a quantidade total de medicamentos consumidos e/ou comercializados, a OMS criou em 1975 um sistema de classificação de medicamentos, o ATC/DDD (Anatomical, Therapeutical, Chemical classification system with Defined Daily Doses). Este sistema é representado por um guia metodológico, desde 1990, actualizado anualmente, com o objectivo de servir como uma ferramenta para a análise estatística de utilização de medicamentos e actividades de investigação que promovam uma melhoria do sistema de consumo de medicamentos.

Este guia tem como principais aplicações a identificação de substâncias médicas, independentemente do seu nome comercial, a análise estatística relativa a estas

substâncias, incluindo vendas/comercialização de substâncias em diversos países, bem como o registo de novas substâncias médicas numa base de dados fidedigna.

Deste modo, os medicamentos são subdivididos de acordo com o órgão ou sistema alvo, bem como as suas propriedades químicas, farmacológicas e terapêuticas, distinguindo-se cinco níveis diferentes de classificação, sendo utilizados códigos numéricos. De salientar que não são os produtos que são catalogados mas sim as substâncias que lhes dão origem, independentemente da marca ou forma de comercialização (OMS, 2003).

O Despacho nº 21 844/2004, de 12 de Outubro, transpõe para a legislação portuguesa a classificação farmacoterapêutica de medicamentos, dividindo os medicamentos nas seguintes 20 grupos:

- Grupo 1: medicamentos anti-infecciosos
- Grupo 3: aparelho cardiovascular
- Grupo 4: sangue
- Grupo 5: aparelho respiratório
- Grupo 6: aparelho digestivo
- Grupo 7: aparelho geniturinário
- Grupo 8: hormonas e medicamentos usados no tratamento de doenças endócrinas
- Grupo 9: aparelho locomotor
- Grupo 10: medicação antialérgica
- Grupo 11: nutrição
- Grupo 12: correctivo da volémia e das alterações electrolíticas
- Grupo 13: medicamentos usados em afecções cutâneas
- Grupo 14: medicamentos usados em afecções otorrinolaringológicas
- Grupo 15: medicamentos usados em afecções oculares
- Grupo 16: medicamentos antineoplásicos e imunomoduladores
- Grupo 17: medicamentos usados no tratamento de intoxicações
- Grupo 18: vacinas e imunoglobinas
- Grupo 19: meios de diagnóstico
- Grupo 20: material de penso, hemostáticos locais, gases medicinais e outros produtos

Na legislação portuguesa é ainda feita a correspondência entre as categorias anteriormente descritas e a classificação ATC/OMS de 2004.

De acordo com a Lei-Quadro dos Resíduos (*i.e.* Decreto-Lei nº 178/2006, de 5 de Setembro), são considerados como resíduos “(...) qualquer substância ou objecto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos”. Este documento define ainda resíduo urbano como sendo o “(...) resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações.”

A legislação portuguesa é ambígua na classificação de perigosidade relativamente aos resíduos de medicamentos. Se por um lado, os resíduos de medicamentos produzidos em Unidades de Prestação de Cuidados de Saúde (UPCS) são considerados resíduos perigosos, Grupo IV, de acordo com o Despacho nº 242/96, de 13 de Agosto, sendo por isso obrigatoriamente sujeitos a incineração; por outro lado, de acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), e independentemente da sua proveniência (*i.e.* UPCS ou urbanos), são classificados como não perigosos, à excepção dos medicamentos citotóxicos e citostáticos, podendo por isso ter um tratamento semelhante aos resíduos não perigosos. Esta divergência implica a análise de resíduos de medicamentos nos dois âmbitos, isto é, como resíduos hospitalares ou como resíduos fora das UPCS; no entanto, no âmbito desta dissertação, apenas serão focados os resíduos de medicamentos de proveniência não hospitalar.

A LER, transposta para o direito nacional através da Portaria nº 209/2004, de 3 de Março, constitui um documento de consulta para a classificação de resíduos resultantes das diversas actividades económicas. Nesta lista estão definidos códigos de acordo com os resíduos produzidos, dividindo os resíduos em 20 categorias consoante a actividade onde foram originados, sendo que numa empresa poderá existir mais do que uma actividade. Todos os resíduos considerados perigosos estão assinalados na respectiva lista com um asterisco (*).

De acordo com o Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro¹, as embalagens de medicamentos, à semelhança de outras embalagens quaisquer, podem ser definidas como:

¹ O Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 162/2000, de 27 de Julho, foi alterado pelo Decreto-Lei nº 92/2006, de 25 de Maio, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro, relativa a embalagens e resíduos de embalagens.

“(…) todos e quaisquer produtos feitos de materiais de qualquer natureza utilizados para conter, proteger, movimentar, manusear, entregar e apresentar mercadorias, tanto matérias-primas como produtos transformados, desde o produtor ao utilizador ou consumidor, incluindo todos os artigos descartáveis utilizados para os mesmos fins.”

Ainda de acordo com o mesmo documento legislativo, por resíduos de embalagens entende-se “(…) qualquer embalagem ou material de embalagem abrangido pela definição de resíduo adoptado na legislação em vigor aplicável nesta matéria, excluindo os resíduos de produção”.

É corrente distinguir-se três tipos de embalagens: as embalagens primárias, as secundárias e as terciárias. As embalagens primárias são as que estão em contacto directo com o produto, sendo normalmente responsáveis pela sua conservação e contenção. As embalagens secundárias, também designadas por embalagens de grupo, contêm uma ou várias embalagens primárias e são normalmente responsáveis pela protecção físico-mecânica do produto durante a sua distribuição. Este tipo de embalagens é muitas vezes também uma forma de suporte de informação respeitante ao produto ou marca do produto. As embalagens terciárias, também designadas por embalagens de transporte, agrupam várias embalagens primárias ou secundárias, sendo normalmente importantes para o transporte (e.g. grade plástica para garrafas de bebida) (Dias, 2008).

2.2 Políticas e legislação comunitária e nacional sobre embalagens e resíduos de medicamentos

2.2.1. Política comunitária

No contexto da política comunitária, a UE dispõe de um quadro de gestão coordenada dos resíduos nos diferentes países constituintes, com o objectivo de limitar a produção de resíduos e organizar da melhor forma o seu tratamento e eliminação (Europa, 2007). Assim, em 2008, o Parlamento Europeu aprovou a nova Directiva-Quadro dos Resíduos (Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008), que vem alterar a Directiva 2006/12/CE. Esta última estabelece o enquadramento legal para o tratamento de resíduos na Comunidade Europeia. Deste modo, define conceitos-chave, como o de resíduo, valorização e eliminação, estabelecendo ainda os requisitos essenciais para a gestão de resíduos, nomeadamente a obrigação de um estabelecimento ou empresa que efectue operações de gestão de resíduos ter que estar licenciado ou registado e a obrigação dos Estados-Membros de elaborarem planos de gestão de resíduos. Define

igualmente princípios fundamentais, como a obrigação de tratamento de resíduos de modo a que não haja impactes negativos no ambiente e saúde humana, a hierarquia dos resíduos, bem como, de acordo com o princípio do “poluidor-pagador”, a exigência de que os custos de eliminação de resíduos sejam suportados pelo seu detentor actual, pelos anteriores detentores dos resíduos ou pelos produtores do produto que lhe deu origem.

A Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro de 2008, introduz alterações em matéria de transporte de resíduos de embalagens, bem como novas propostas que terão impactes directos nas metas de reciclagem de resíduos de embalagens, designadamente o conceito de preparação para a reutilização (Embar, 2008). Entende-se por preparação para a reutilização:

“(…) operações de valorização que consistem no controlo, limpeza ou reparação, mediante as quais os produtos ou os componentes de produtos que se tenham tornado resíduos são preparados para serem reutilizados, sem qualquer outro tipo de pré-processamento”.

Nesta nova directiva a hierarquia de opções para a gestão de resíduos deverá respeitar a seguinte ordem: prevenção, preparação para a reutilização, reciclagem (material e orgânica), valorização energética e, por último, eliminação.

Esta hierarquia encontra-se esquematicamente representada na Figura 2.1.



Figura 2.1. Hierarquia de opções para a gestão dos resíduos de acordo com a nova Directiva-Quadro (adaptado de Pinheiro & Carreira, 2008)

Na nova Directiva-Quadro dos resíduos, a preparação para a reutilização e reciclagem dos resíduos urbanos e equiparados deverá atingir os 50% em 2020, sendo a meta para os resíduos de construção e demolição de 70%.

A nível europeu, a gestão de embalagens e resíduos de embalagens é regulamentada pela Directiva nº 94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de

20 de Dezembro, alterada pela Directiva nº 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro. Esta directiva estabelece as metas de valorização e reciclagem para o período entre 2005 a 2011, ao mesmo tempo que pretende clarificar a definição de embalagem bem como salientar a importância da prevenção e promover a utilização dos materiais produzidos a partir de reciclagem de resíduos de embalagens (APA, 2009b).

2.2.2. Política e legislação nacional

Em 1997, numa estratégia para a tomada de passos práticos para a gestão de RSU, surgiu o PERSU, publicado pelo Instituto dos Resíduos (INR). Este plano permitiu não só definir estratégias políticas em matéria de gestão de resíduos urbanos como também os factores condicionantes da mesma. No PERSU é feita uma caracterização da situação de referência em matéria de gestão, produção, tratamento e destino final dos RSU, são apontadas as medidas necessárias para combater os problemas operativos, e propostas estratégias base para cada linha de tratamento (MAOTDR, 2009).

Em Dezembro de 2006, o PERSU foi revisto, tendo sido publicado o PERSU II, com o objectivo de vigorar entre 2007-2016. Este novo documento analisa a situação actual e define os eixos de actuação para o horizonte de 2016.

Em termos nacionais, a gestão de resíduos é regulada pelo Decreto-Lei, nº 178/2006, de 5 de Setembro, também conhecido por Lei-Quadro dos Resíduos, o qual transpõe para o ordenamento jurídico interno a Directiva nº 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, que reúne diversas regulamentações comunitárias sobre resíduos.

A gestão dos resíduos a nível nacional constitui uma responsabilidade do produtor, sendo parte integrante do seu ciclo de vida, exceptuando-se os resíduos urbanos de produção diária não superior a 1 100 L por produtor, que ficam a cargo dos municípios. A gestão de resíduos deverá privilegiar a sua reutilização. Não sendo possível, dever-se-á proceder à sua reciclagem ou a outras formas de valorização, sendo que a eliminação definitiva de resíduos, nomeadamente a sua deposição em aterro, constitui a última opção de gestão. Os produtores de resíduos deverão ainda proceder à separação de resíduos na origem, promovendo a sua valorização por fluxos e fileiras.

Relativamente à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, o Decreto-Lei nº 366A/97, de 20 de Dezembro, transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº

94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Dezembro. Este Decreto-Lei estabelece os princípios e normas aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens, prevenindo a sua produção, incentivando a reutilização de embalagens usadas, reciclagem e outras formas de valorização de resíduos de embalagens, com a finalidade de reduzir a sua eliminação final. Deste modo, pretende garantir o funcionamento do mercado interno, evitando entraves ao comércio e restrições da concorrência.

No entanto, a aplicação legal deste diploma veio demonstrar que algumas das suas disposições estavam desajustadas à realidade, devendo ser alteradas, nomeadamente no que diz respeito aos problemas de aplicação detectados pelos operadores económicos.

Assim, o Decreto-Lei nº 162/2000, de 27 de Julho, apresenta alterações ao nível da responsabilização pela gestão dos resíduos de embalagens, salvaguardando um tratamento equitativo aos embaladores de produtos destinados ao cidadão comum, bem como aos produtores de resíduos de embalagens urbanas e não-urbanas.

Mais tarde, os objectivos quantitativos de valorização e reciclagem de resíduos de embalagens foram revistos pela Directiva nº 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro, tendo sido transpostos para o direito nacional através do Decreto-Lei nº 92/2006, de 25 de Maio. Este Decreto-Lei salienta a importância do princípio da prevenção da produção de resíduos de embalagens, reformula a definição de embalagem, bem como actualiza os objectivos de gestão de resíduos de embalagens.

De acordo com o Decreto-Lei nº 92/2006, de 25 de Maio, Portugal terá que atingir até 2011 uma taxa global de valorização e de reciclagem de resíduos de embalagem de, no mínimo, 60% e 55%, respectivamente, apresentando-se na Tabela 2.2 os valores mínimos de reciclagem a atingir por tipo de material de embalagem.

Tabela 2.2. Metas mínimas de valorização e reciclagem de resíduos de embalagens para 2011

	Meta de Valorização	Meta de Reciclagem Global	Metas mínimas de reciclagem por material				
			Vidro	Papel e Cartão	Metais	Plásticos	Madeira
Até							
31/12/2011	≥ 60% RE	≥ 55% RE	60%	60%	50%	22,5%	15%
RE – resíduos de embalagens							

2.3. Sistemas de gestão de embalagens e resíduos de embalagens

2.3.1. Sistema de consignação *versus* integrado

A gestão de embalagens e resíduos de embalagens é, de acordo com o Decreto-Lei nº 366-A/97, de 20 de Dezembro, alterado pelos Decretos-Lei nº 162/2000, de 27 de Julho e 92/2006, de 25 de Maio, da co-responsabilidade dos operadores económicos responsáveis pela colocação de produtos embalados no mercado nacional (embaladores e importadores), que podem optar por submeter a sua gestão a um dos seguintes sistemas:

- Sistema de consignação, no qual o consumidor da embalagem paga um determinado valor de depósito no acto da compra, o qual lhe é devolvido aquando da entrega da embalagem utilizada;
- Sistema integrado, onde o consumidor da embalagem é informado, através da marcação existente na embalagem, onde colocar a embalagem utilizada enquanto resíduo.

A gestão e o funcionamento de cada um dos sistemas referidos são regulados pela Portaria nº 29-B/98, de 15 de Janeiro, que estabelece as regras de funcionamento dos sistemas de consignação aplicáveis às embalagens reutilizáveis e não reutilizáveis, bem como as do sistema integrado aplicável apenas às embalagens não reutilizáveis.

As embalagens reutilizáveis são aquelas que, depois de sofrerem algumas operações (e.g. lavagem), voltam a poder ser utilizadas para as mesmas funções, fazendo várias viagens ou rotações ao longo do seu ciclo de vida. As embalagens não reutilizáveis incluem todas as restantes, concebidas para serem utilizadas apenas uma vez.

A opção por um sistema de consignação para as embalagens reutilizáveis tem como principais objectivos reduzir a produção de resíduos, uma vez que a reutilização de embalagens aumenta o seu tempo de vida útil. Como exemplo referem-se algumas garrafas de cerveja. No entanto, este sistema tem vindo a ser cada vez menos uma opção em Portugal.

Para as embalagens não reutilizáveis apenas existe actualmente um sistema de consignação. Trata-se de algumas garrafas de água de PET² da marca “Água do Marão”. Este sistema, em vigor desde 2000, consiste no retorno das embalagens

² PET- Politereftalato de Etileno

vazias do local de consumo e seu encaminhamento para reciclagem, através de uma logística inversa. No entanto, estas embalagens são apenas comercializadas em restaurantes e estabelecimentos hoteleiros, ou similares, e para consumo no local, sendo que as restantes embalagens comercializadas pela marca, nomeadamente vendidas noutros locais (e.g. supermercados), são abrangidas pelo Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE), gerido pela Sociedade Ponto Verde, S.A. (SPV).

Para além do SIGRE, existem actualmente mais dois sistemas integrados aplicados à gestão de embalagens não reutilizáveis e seus resíduos, designadamente:

- O Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos (SIGREM), gerido pela VALORMED - Sociedade Gestora de Resíduos de Embalagens e Medicamentos, Lda.;
- O Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens de Produtos Fitofarmacêuticos (Valorfito), gerido pelo SIGERU - Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura, Lda.

2.3.2. Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE)

A SPV é uma entidade privada sem fins lucrativos, fundada em Novembro de 1996, com actuação em todo o território nacional, exceptuando-se apenas algumas zonas do arquipélago açoriano (SPV, 2009). Com o objectivo de gerir o SIGRE, a SPV foi licenciada a 1 de Outubro de 1997 pelos Ministérios da Economia e do Ambiente, tendo sido emitida uma nova licença em 2004, válida até 31 de Dezembro de 2011 (APA, 2009b).

O seu principal objectivo é promover a recolha selectiva, retoma e reciclagem de resíduos de embalagens, actuando a nível nacional. De acordo com a legislação comunitária, transposta para o regime jurídico nacional, a gestão e encaminhamento para destino final dos resíduos de embalagens é da responsabilidade dos operadores económicos que colocam as embalagens no mercado. No entanto, esta responsabilidade pode ser delegada para uma entidade devidamente licenciada para o efeito. Actualmente, a SPV está licenciada para assegurar para a gestão de todas as embalagens não reutilizáveis colocadas no mercado nacional, de forma a cumprir os objectivos nacionais de valorização e reciclagem de embalagens.

A licença da SPV abrange não só os resíduos de embalagens de origem urbana como também os resíduos de origem industrial, de comércio, serviços e agrícola, de

natureza perigosa ou não-perigosa, e que tenham pago o Valor Ponto Verde (VPV), desde que não sejam abrangidos por outros sistemas de gestão (integrado ou de consignação). O VPV corresponde à cobrança de um “EcoValor”, pago pelos embaladores e importadores, de forma a gerar receitas que permitam a sustentabilidade do sistema. Para compensar os custos adicionais com a recolha selectiva e triagem dos resíduos de embalagens urbanas, da responsabilidade dos SMAUT³, a SPV garante o pagamento de um Valor de Contrapartida (VC) por tonelada, e por tipo de material, retomada dos SMUAT.

Segundo a nova licença aprovada para a SPV, os resíduos de embalagens não urbanos, provenientes do fluxo de comércio e serviços ou do fluxo industrial deverão seguir um modelo de gestão integrada. Assim, quando o valor de mercado é positivo, a SPV não deverá intervir no circuito de gestão destes resíduos de embalagens. Quando o valor de mercado é negativo, a entidade gestora deverá assegurar que os custos sejam cobertos, através da atribuição do Valor de Informação e Motivação (VIM), dado aos operadores de gestão (APA, 2009b).

O Subsistema Verdoreca, licenciado em 8 de Setembro de 1999, é gerido pela SPV e foi criado para os estabelecimentos que comercializam refrigerantes, cervejas e águas embaladas, destinadas a consumo imediato, em embalagens não reutilizáveis (de tara perdida). A criação deste subsistema vem no seguimento da publicação da Portaria 29-B/98, de 15 de Janeiro, que estabelece que estes estabelecimentos (chamados estabelecimentos HORECA) têm, desde 1 de Janeiro de 1999, duas opções de comercialização dos seus produtos: em embalagens reutilizáveis (de tara recuperável) é sempre permitido; em embalagens não-reutilizáveis (de tara perdida), poderão comercializar os mesmos se aderirem a um sistema de recolha selectiva que garanta a reciclagem das embalagens usadas, como é o caso da VERDORECA (APA, 2009b).

Este sistema tem como objectivo “(...) reciclar a totalidade dos resíduos em que se transformam as embalagens após o seu consumo, contribuindo para a diminuição da colocação dos mesmos em aterro” (SPV, 2009b). A adesão dos estabelecimentos ao subsistema é voluntária e gratuita.

³ SMAUT – Municípios ou empresas gestoras de sistemas multimunicipais ou intermunicipais

2.3.3. Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura (Valorfito)

A SIGERU - Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura, Lda., foi licenciada pelos Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Economia e da Inovação, em 2 de Maio de 2006, com o objectivo de implementar e gerir o Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura (Valorfito) (VALORFITO, 2009).

De acordo com a Portaria nº 209/2004, de 3 de Março, esta entidade gestora tem como responsabilidade a gestão das embalagens primárias provenientes do fluxo não urbano de produtos fitofarmacêuticos com capacidade inferior a 250 L, o que inclui as embalagens em contacto directo com os produtos fitofarmacêuticos considerados como resíduos perigosos pela LER. De fora ficam as embalagens secundárias e terciárias de produtos fitofarmacêuticos, bem como as restantes embalagens de produtos agrícolas, tais como adubos e fertilizantes.

Para a gestão dos produtos fitofarmacêuticos, os produtores pagam à entidade gestora um Ecovalor que garanta a gestão adequada das embalagens colocadas no mercado (APA, 2009b).

2.3.4. Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens e Medicamentos (SIGREM)

A VALORMED – Sociedade Gestora de Resíduos de Embalagens e Medicamentos, Lda., foi licenciada pela primeira vez em 2000 pelos Ministérios do Ambiente e do Ordenamento do Território e da Economia, para a gestão do SIGREM. Esta sociedade é constituída pelas principais instituições representativas dos operadores económicos envolvidos da gestão de medicamentos e indústria farmacêutica.

De acordo com a nova licença, concedida em Fevereiro de 2007 e que vigora até 31 de Dezembro de 2011, o âmbito da VALORMED foi alargado não só para os resíduos de embalagens de medicamentos e produtos equiparados recolhidos em farmácias comunitárias, mas também aqueles separados em farmácias hospitalares, resíduos de embalagens de venda provenientes das devoluções das farmácias e distribuidores, bem como resíduos de embalagens de medicamento e produtos de uso veterinário. Neste sentido, a VALORMED assegura a gestão dos seguintes resíduos, independentemente da sua perigosidade:

a) Resíduos de embalagens de serviço e resíduos de embalagens primárias, secundárias e terciárias, contendo medicamentos e outros produtos fora de uso, nomeadamente, medicamentos homeopáticos, produtos dietéticos, dermo-cosméticos, produtos de puericultura, e resíduos de produtos veterinários vendidos nas farmácias para os animais domésticos, que tenham sido vendidos ao público, nomeadamente em farmácias comunitárias, parafarmácias ou grandes superfícies, e nelas recolhidos;

b) Resíduos de embalagens primárias, secundárias e terciárias resultantes do processo e actividade da indústria farmacêutica e da distribuição, nomeadamente embalagens de matérias-primas, embalagens resultantes das operações de produção e enchimento, embalagens de transporte, bem como resíduos de embalagens de venda provenientes das devoluções das farmácias e dos distribuidores; estão abrangidas todas as tipologias de embalagens (*i.e.* primárias, secundárias ou terciárias), nomeadamente: resíduos de embalagens de matérias-primas e produtos adquiridos pela indústria farmacêutica, resíduos de embalagens e materiais de embalagem gerados nas operações de produção e enchimento, resíduos de embalagens de transporte gerados na actividade das empresas distribuidoras, resíduos de embalagens de venda provenientes de devoluções das farmácias ou dos distribuidores, nos casos em que estas devoluções ocorrem em conformidade com os procedimentos, prazos, e condições estabelecidas entre os operadores económicos envolvidos;

c) Resíduos de embalagens primárias, secundárias e terciárias, isentos de medicamentos e de outros produtos produzidos nas farmácias hospitalares e classificados no Grupo II, excluindo as embalagens que saem das farmácias para as enfermarias e salas de tratamento; os resíduos de embalagens gerados nas farmácias hospitalares não têm contacto directo com os pacientes dos hospitais, podendo assim ser classificados segundo o código LER (capítulo 15 – resíduos de embalagens, sub-capítulo 15 01 – embalagens) (VALORMED, 2009b);

d) Resíduos de embalagens de medicamentos e de produtos de uso veterinário não doméstico, contendo ou não resíduos desses produtos e medicamentos, inclui resíduos de embalagens de medicamentos veterinários (MV) e produtos de uso veterinário (PUV), utilizados em explorações pecuárias. Este sub-sistema abrange resíduos de embalagens de PUV que sejam comercializados pelos circuitos e operadores que comercializam MV. A adesão e declaração de PUV é uma opção das empresas, como forma de evitar que a empresa seja obrigada a aderir a mais do que um sistema integrado de gestão. Segundo o Decreto-Lei 239/97, a natureza ou composição semelhante e quantidade permite que os resíduos de embalagens

abrangidos por este subsistema possam ser equiparados a resíduos urbanos. Este tipo de resíduos não é considerado perigoso, dado que constituem embalagens vazias e que não contêm substâncias perigosas com concentrações acima dos limites estabelecidos legalmente. Este sistema permite uma recolha diferenciada deste tipo de resíduos dos restantes resíduos agrícolas, não envolvendo a separação na origem dos vários materiais de embalagens.

Os biocidas de uso veterinário, ou seja, o conjunto de substâncias que inibem o desenvolvimento ou destroem organismos nocivos, designadamente detergentes, desinfectantes e repelentes de uso veterinário, são considerados pelo código LER resíduos perigosos, pelo que não podem ser incluídos no Sistema de Recolha de Embalagens de Medicamentos e Produtos de Uso Veterinário. No entanto, existe uma grande controvérsia relativamente à recolha destes produtos, dado que são produtos com benefícios para a protecção da saúde (humana e animal) e para o ambiente, mas com riscos potenciais, pelo que a respectiva colocação no mercado poderá requerer um processo de registo ou autorização (VALORMED, 2009c).

A deposição dos resíduos de embalagens e medicamentos fora de uso é da responsabilidade dos consumidores, que os deverão entregar nas farmácias. Nas farmácias estes resíduos são colocados em contentores próprios fornecidos pela VALORMED, sendo posteriormente recolhidos pelas empresas distribuidoras do sector e encaminhados para instalações nacionais de incineração de resíduos urbanos com recuperação de energia (*i.e.* VALORSUL e LIPOR).

Em Março deste ano, a VALORMED inaugurou uma unidade de triagem em parceria com a PL Farma, assegurando assim uma triagem correcta dos diversos materiais recolhidos pelas farmácias em todo o país. Esta unidade específica de triagem efectua a separação dos diversos materiais recolhidos, nomeadamente papel, cartão, vidro e blisters, separando-os para posterior reciclagem de acordo com os objectivos previstos na Licença concedida à VALORMED (APA, 2009b).

Na Figura 2.2 apresenta-se um esquema exemplificativo dos circuitos dos medicamentos, resíduos e fluxos financeiros do sistema gerido pela VALORMED para os medicamentos de uso humano.

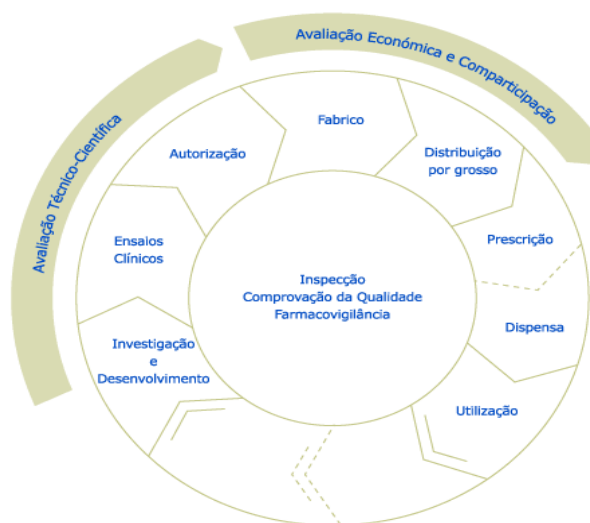


Figura 2.3. Circuito do medicamento de uso humano (INFARMED, 2009b)

O primeiro passo para a colocação de um medicamento no mercado é o da investigação e desenvolvimento. Este passo exige meios tecnológicos de pesquisa científica rigorosa, que inclui muitas vezes parcerias entre indústrias, meios académicos e o próprio INFARMED. Posteriormente, seguem-se um conjunto de ensaios clínicos. Para que a realização destes ensaios seja efectuada respeitando as regras europeias de aplicação de boas práticas clínicas na condução de ensaios clínicos de medicamentos para uso humano, foi criado o Decreto-Lei nº 46/2004, de 19 de Agosto, que transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva 2001/20/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de Abril. Segue-se um pedido para uma autorização por parte do INFARMED, a AIM, cujo procedimento foi descrito anteriormente. Todas as actualizações e alterações ao medicamento necessitam também de ser autorizados pelo INFARMED, seguindo os procedimentos padronizados segundo as Alterações aos Termos da AIM.

Após a validação da AIM, o medicamento pode ser fabricado. As entidades titulares de instalações que se dedicam ao fabrico de medicamentos e produtos de saúde estão sujeitas a um conjunto de legislação, que rege o licenciamento industrial, nomeadamente o Decreto-Lei nº69/2003, de 10 de Abril, o Decreto Regulamentar nº 8/2003, de 11 de Abril, e a Portaria nº 464/2003, de 6 de Junho, sendo o Ministério da Economia e Inovação a entidade coordenadora do licenciamento industrial.

Seguidamente, o medicamento é distribuído por grosso, sendo a sua comercialização sujeita aos requisitos legais de acordo com o Decreto-Lei nº

176/2006, de 30 de Agosto, cumprindo as boas práticas de distribuição. Esta actividade está sujeita à autorização por parte do INFARMED. Finalmente, o medicamento é prescrito por um médico, dispensado numa farmácia e utilizado pelo consumidor.

Em paralelo, é desenvolvida uma avaliação técnico-científica, cujo objectivo é garantir a qualidade, segurança e eficácia dos medicamentos colocados no mercado, bem como os medicamentos utilizados em ensaios clínicos. Esta avaliação segue critérios rigorosos e normas orientadoras, nomeadamente as publicadas no Eudralex, EMEA e ICH, tendo por linha de base a legislação aplicável. É ainda efectuada uma avaliação económica e comparticipação, que visam fundamentar a decisão de comparticipação por parte do Estado em relação ao preço dos medicamentos, consoante a sua avaliação nas vertentes fármaco-terapêutica e económica (INFARMED, 2009b).

2.4.2 Destinos pós-consumo

Após adquiridos pelos consumidores, os medicamentos podem seguir diversas vias. De uma forma geral, parte dos medicamentos são consumidos, sendo a restante parte guardada, devolvida a terceiros ou descartada, de diversas formas.

Após o consumo de um medicamento, uma parte significativa do mesmo passa através dos processos metabólicos corporais sem ser alterado, dependendo da sua estrutura química e do seu mecanismo de acção. Deste modo, os resíduos de medicamentos são excretados pelo corpo humano, podendo ir parar às ETAR ou directamente ao meio aquático, nos casos em que esta se encontra inoperacional ou é inexistente. A capacidade de resposta de ETAR a esta situação é limitada, verificando-se que muitos dos compostos que chegam às ETAR são descarregados nos meios aquáticos para onde a ETAR encaminha o seu efluente final (Bound e Voulvoulis, 2005).

Apesar do objectivo final de um medicamento ser a sua ingestão, verifica-se que nem sempre isto acontece ou que nem sempre os medicamentos são consumidos até ao final. Frequentemente, os medicamentos não são tomados de acordo com a prescrição médica, sendo que a forma de descarte dos medicamentos depende não só das práticas de prescrição mas também dos comportamentos pessoais.

Segundo Ruhoy e Daughton (2007), existem duas razões principais para que os medicamentos não sejam descartados imediatamente após o seu consumo: acumulação dos medicamentos em casa, sem que o consumidor se dê conta que

passaram o seu prazo de validade; e armazenamento propositado, resultante de não saber como descartar o medicamento em questão.

Os motivos que levam as pessoas a seleccionar diferentes destinos para os seus medicamentos fora de uso são de natureza diversa. Algumas desfazem-se dos medicamentos imediatamente após o seu consumo, enquanto outras tendem a manter os medicamentos até fazerem uma limpeza geral dos mesmos (Bound e Voulvoulis, 2005b).

Num estudo conduzido por Kuspis e Krenzelok (1996) sobre práticas de descarte de medicamentos nos Estados Unidos da América, os autores concluíram que dos 500 inquiridos, apenas 1,4% tinha devolvido os medicamentos à farmácia, 54% eliminaram-nos para o caixote do lixo convencional e 35,4% para a sanita ou lavatório, 7,2% não eliminaram nenhum tipo de medicação e apenas 2% relatou ter consumido toda a medicação antes de expirar o seu prazo de validade.

Um outro inquérito mais recente, realizado por Seehusen e Edwards (2006), também nos EUA, a uma amostra de 301 indivíduos (militares e seus familiares utentes de uma farmácia de um centro médico militar), revelou os seguintes resultados relativos ao destino dado aos medicamentos fora de uso:

1. Guardam em casa – 54,2%
2. Despejam para a sanita - 53,8%
3. Enxaguam e despejam para o lavatório – 35,2%
4. Devolvem nas farmácias - 22,9%
5. Devolvem a uma entidade médica - 14,0%
6. Dão a familiares/amigos - 11,0%

Nesse mesmo estudo, os inquiridos consideraram como aceitável os seguintes destinos:

1. Devolver nas farmácias - 66,7%;
2. Devolver a uma entidade médica - 53,0%;
3. Despejar para a sanita - 35,7%;
4. Despejar para o lavatório – 21,0%;
5. Guardar em casa – 15,0%;
6. Dar a familiares/amigos - 2,7%.

Estes resultados revelam que existe uma diferença entre os comportamentos das pessoas e aquilo que consideram ser os comportamentos mais correctos. Neste

estudo, Seebusen e Edwards não são muito claros relativamente o tipo de perguntas incluídas no questionário (*i.e.* abertas ou fechadas), desconhecendo-se se a opção caixote do lixo não foi perguntada ou se de facto ninguém deu este tipo de resposta. De qualquer forma, é provável que os autores tenham intencionalmente desvalorizado esta opção, possivelmente considerando que desde que sejam tomadas as devidas precauções, os riscos associados à deposição de resíduos de medicamentos no caixote do lixo são menores do que a sua deposição em sistemas de águas residuais.

Os autores encontraram uma forte associação positiva entre os comportamentos de devolução dos medicamentos nas farmácias e o grau de educação/informação prévia sobre o destino correcto a dar aos medicamentos e as visitas frequentes à farmácia.

2.5. Impacte dos resíduos de medicamentos no ambiente e na saúde pública

Durante as últimas décadas, os impactes da poluição química têm-se limitado, de uma forma geral, aos chamados “poluentes prioritários”, com especial atenção aos tóxicos/carcinogénicos, pesticidas e químicos industriais com carácter persistente no ambiente. Este espectro de químicos é, no entanto, apenas uma pequena parte do grande *puzzle* na consideração de factores de risco para o ambiente.

Outro grupo muito importante nesta consideração, mas que tem recebido comparativamente pouca atenção por parte da comunidade científica, são os resíduos de medicamentos, incluindo medicamentos humanos e veterinários. Estes compostos têm sido introduzidos continuamente no ambiente por diversas vias, principalmente por via aquática, através de águas residuais tratadas e não tratadas.

A contínua introdução indiscriminada e não controlada de resíduos de medicamentos no meio aquático é particularmente problemática na medida em que poderá ter efeitos indetectáveis nos organismos aquáticos. Estes efeitos acumulam-se lentamente, promovendo alterações que passarão despercebidas até que o nível de efeitos cumulativos seja de tal forma grande que seja impossível a sua reversibilidade. Outra grande questão é o facto de, nestes casos, não ser possível dissociar as alterações resultantes da adaptação natural e sucessão ecológica daquelas derivadas da presença de resíduos de medicamentos (Daughton e Ternes, 1999).

Por oposição aos poluentes convencionais, de carácter persistente, nem todos os resíduos de medicamentos têm carácter persistente no ambiente. No entanto, a sua introdução contínua em particular no meio aquático, ainda que em doses relativamente

pequenas (ng-µg/L), toma este carácter já que permite perpetuar a sua existência ao longo de todo o ciclo de vida dos organismos (Daughton e Ternes, 1999).

Ano após ano, grandes quantidades de resíduos de medicamentos são vendidos e consumidos um pouco por todo o mundo. Entre 1999 e 2002, a venda de medicamentos aumentou aproximadamente 25%, para 424 mil milhões de dólares. Em 2002, aproximadamente 51% dos medicamentos vendidos foram nos EUA e Canadá, 25% na Europa, 12% no Japão, 8% na África, Austrália e Ásia (sem incluir o Japão) e 4% na América Latina (European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations, 2003 *vide* Xia *et al*, 2005).

Na Tabela 2.3 apresenta-se uma listagem dos medicamentos mais vendidos nos EUA em 2002. Aproximadamente 60% são medicamentos sem prescrição médica (over-the-counter), a maioria aliviadores de dores, constipações e gripes e alergias.

Tabela 2.3. Lista dos medicamentos mais vendidos nos EUA em 2002
(adaptado de Xia *et al*, 2005)

Composto activo	Nome da marca de comercialização	Utilização
Medicamentos de prescrição médica		
Hidrocodone	Hydrocodone w/APAP	Analgésico, antitussígeno, antipirético
Acetaminofeno		
Atorvastatina	Lipitor	Hipolipemiante (reduzidor de lípidos no sangue)
Atenolol	Atenolol	Selector beta (cardioselector) Agente bloqueador adrenoreceptor
Levotiroxina	Shynthroid	Thyroid hormones
Estrona	Premarin	Estrogénio (hormona feminina)

(continua)

Tabela 2.3. Lista dos medicamentos mais vendidos nos EUA em 2002 (*continuação*)

Equilin		
17 α -Dihidroequilin		
17 α -Estradiol		
Equilenin		
Azitromicina	Zithromax	Antibiótico
Furosemida	Furosemide	Diurético (tratamento de hipertensão, falha congénita do coração e edemas)
Amoxicillin	Amoxicillin	Bactericida de Gram positivas e Gram negativas
Amlodipina	Norvasc	Bactericida de Gram positivas e Gram negativas, tratamento de tensão alta e angina (diurético)
Besilato		
Hidroclorotiasida	Hydrochloro-thiazide	Diurético e anti-hipertensão
Medicamentos sem prescrição médica (over-the-counter)		
Acetaminofeno	Anacin, Excedrin, Panadol, Tylenol	Analgésico, anti-inflamatório
Ibuprofeno	Advil, Motrin IB, Nuprin	Analgésico, anti-inflamatório, antipirético
Aspirina	Anacin, Ascriptin, Bayer, Bufferin, Ecotrin, Excedin tablets	Analgésico, anti-inflamatório
Dextrometorfano	Benylin cough syrup	Alívio tosse
Difenildramina	Benadryl	Anti-histamínico, febres e tosse
Loratadina	Claritin	Anti-histamínico
Omeprazol	Prilosec	Tratamento da doença do refluxo gastroesofágico

A maioria dos medicamentos é desenhada para serem não-bioacumulativos e, deste modo, serem eliminados do corpo humano ou animal pouco depois do seu consumo. Uma vez administrados, o metabolismo dos medicamentos introduz funcionalidades hidrofílicas, na molécula do fármaco, de modo a facilitar a excreção através da urina ou das fezes.

Diversos estudos demonstram os potenciais efeitos negativos de resíduos de medicamentos em seres humanos e animais. No entanto, os seus impactes no ambiente são ainda um tema recente que carece de investigações mais aprofundadas (Boxall, 2004).

A ocorrência de resíduos de medicamentos no ambiente é um tema já anteriormente abordado, tendo sido inicialmente detectada a sua ocorrência há aproximadamente 30 anos (Daughton, 2003). Não obstante, apenas nos anos '90 foram desenvolvidas novas metodologias e técnicas que permitiram investigações mais eficazes e concretas relativamente à presença deste tipo de resíduos no meio aquático e terrestre, nomeadamente o desenvolvimento de novos métodos de detecção, bem como testes de toxicidade, levando este tema a uma nova dimensão (Bound e Voulvoulis, 2005b). Para estes autores, apesar da crescente informação sobre a sua ocorrência em águas residuais e águas de abastecimento, quer a nível europeu quer em estudos americanos, existe ainda muito pouca informação sobre os seus efeitos no ambiente.

A eliminação de resíduos de medicamentos de forma conveniente constitui, nos dias de hoje, um grave problema ambiental, que engloba ainda o sistema social e financeiro. Muitos países, incluindo os EUA, adoptaram durante vários anos políticas de descarte de medicamentos pelo sistema convencional de esgotos. Esta prática foi apoiada por uma propaganda que promovia a protecção das crianças relativamente a envenenamentos, evitando deste modo o acesso a medicamentos, bem como o envenenamento de animais domésticos.

No entanto, Musson e Townsend (2009) referem que estudos recentes comprovaram que a maioria dos tratamentos efectuados em ETAR é incapaz de remover estes compostos, sendo por isso transferidos para os meios receptores hídricos ou para o solo. A libertação destes compostos no ambiente levou à preocupação geral por parte da comunidade científica, sendo que em muitos países foram adoptadas outras práticas de descarte de medicamentos, que incluem a sua introdução no sistema dos RSU.

Num estudo conduzido por Musson *et al.* (2007), entre 2003 e 2004 nos EUA, os autores constataram que quase metade dos inquiridos indicou que já tinham utilizado o caixote do lixo como método de descarte de medicamentos, quase o mesmo número de pessoas que o tinha feito através do sistema de esgotos. No entanto, os estudos efectuados sobre os efeitos no ambiente revelam-se muito mais direccionados para a problemática da introdução destes compostos no meio aquático do que relativamente à presença destes compostos em aterros sanitários ou solos.

2.5.1. Riscos e aspectos toxicológicos associados aos medicamentos

Dado o número e quantidade de medicamentos produzidos e utilizados em todo o mundo, e tendo em consideração o vasto conjunto de efeitos fisiológicos que poderão advir da sua utilização, os estudos efectuados nesta área são relativamente poucos e revelam-se pouco aprofundados no que diz respeito à ocorrência destas substâncias no ambiente, aos impactes nos organismos e na avaliação de impactes destas substâncias no ambiente. Milhares de novos medicamentos são aprovados todos os anos, indo parar ao mercado, disponíveis para consumo; no entanto, a literatura sobre este tema engloba apenas uma pequena parte destas substâncias (Daughton e Ternes, 1999).

Quando estas substâncias são encontradas no ambiente, em particular no caso de águas residuais ou águas superficiais, geralmente apresentam concentrações relativamente reduzidas, na ordem das ppt-ppb (partes por trilião - partes por bilião). Apesar de estas concentrações não serem susceptíveis de causar consequências agudas, não é de todo conhecido se os receptores de organismos aquáticos são ou não sensíveis a estas concentrações. Deverá ainda ser reconhecido que, apesar de uma substância individualmente apresentar valores de concentração muito baixos, esta poderá ter efeitos sinérgicos conjuntamente com outras substâncias que partilhem o mesmo mecanismo de acção, o que representa um risco potencial acrescido muito elevado (Daughton e Ternes, 1999).

Provavelmente, o primeiro caso documentado de introdução de medicamentos de prescrição médica no ambiente remonta aos anos '80, num estudo da autoria de Garrison *et al* (1976, *vide* Daughton e Ternes, 1999). Estes autores identificaram o ácido clofíbrico, a substância metabólica activa de uma grande variedade de reguladores de lípidos no sangue e também muito utilizado em herbicidas, em concentrações de 0,8-2,0 µg/L em águas residuais não tratadas e efluentes de ETAR que operam em sistemas de lamas activadas. Identificaram também a cafeína e a

nicotina como sendo os dois compostos mais prevalentes em afluentes e efluentes de ETAR operando em sistemas de lamas activadas, neste caso sem qualquer ligação com o ácido clofíbrico em nenhuma das amostras analisadas.

Paralelamente, Hignite *et al* (1977, *vide* Daughton e Ternes, 1999) relataram o aparecimento de ácido salicílico⁴ e ácido clofíbrico em afluentes e efluentes de ETAR municipais em Kansas City, Missouri (EUA). O ácido clofíbrico foi detectado no efluente desta estação numa média de 2,1 kg/dia, ao longo de um período de monitorização de 10 meses, com variações entre os 0,76-2,92 kg/dia. Do mesmo modo, o ácido salicílico foi detectado com uma concentração média de 8,6 kg/dia, variando entre 0,55-28,7 kg/dia. Estes autores observaram ainda que, para o caso do ácido clofíbrico, as variações de concentração entre o afluente e o efluente eram de apenas 20%, o que mostra a dificuldade de remoção deste composto numa ETAR. Para o ácido salicílico, no entanto, a concentração do afluente era de uma ordem de grandeza superior à do efluente, o que revela uma maior capacidade por parte da ETAR para remover esta substância.

Este e outros estudos realizados nos finais da década de '70 comprovaram a introdução de medicamentos nos meios aquáticos através da descarga de águas residuais, levando a uma acumulação destas substâncias e a potenciais efeitos nocivos nos organismos aquáticos (Daughton e Ternes, 1999).

Na consideração dos aspectos toxicológicos e ocorrências no ambiente, a comunidade científica debate-se com algumas questões de avaliação do risco ecológico relativamente aos resíduos de medicamentos. A primeira prende-se com a relevância de definir testes de toxicidade para espécies-alvo, de modo a poder prever ou extrapolar os impactes dos resíduos de medicamentos ao nível dos sistemas mais complexos de comunidades ou ecossistemas. No entanto, será possível prever/antecipar alterações em sistemas complexos e multifuncionais apenas com

⁴ O **ácido salicílico** é Beta-Hidroxiácido (β -Hidroxiácido) com propriedades queratolíticas (esfoliantes) e antimicrobianas, o que significa que afina a camada espessada da pele e age evitando a contaminação por bactérias e fungos oportunistas. É um [ácido](#) utilizado no tratamento de pele hiperqueratótica, isto é, super espessada, em condições de descamação como: caspa, dermatite seborréica, ictiose, psoríase e acne. É caracterizado ainda por ser um regularizador da oleosidade e também um anti-inflamatório potencial. Tem aplicações na fabricação de [aspirina](#) na indústria medicinal, produção de salicilatos na indústria química, iniciador e agente solubilizante na manufatura de colorantes e pastas de impressão na indústria têxtil, preservante na indústria alimentar (depende da legislação) e ingrediente em numerosas preparações medicinais e cosméticas (Wikipédia, 2009)

base no conhecimento de um pequeno grupo de componentes? Alguns autores consideram que esta forma de abordagem é limitativa e que conduz apenas a um conjunto pré-definido de respostas (Daughton e Ternes, 1999).

Outra questão relaciona-se com a avaliação de efeitos fisiológicos nas populações ou em níveis mais complexos. Cientistas questionam-se se será possível conhecer primeiro o espectro de possíveis efeitos fisiológicos, dada a multiplicidade de organismos e mecanismos de acção, antes de avaliar as causas das alterações a nível populacional ou superior. Na consideração dos resíduos de medicamentos, Daughton e Ternes (1999) interrogam-se sobre se será possível detectar/quantificar o risco da presença de poluentes nos diferentes meios ambientais através da utilização de testes de toxicidade, sabendo que estes não abrangem a totalidade do espectro de mecanismos de acção, alguns deles bastante subtilis.

Apesar da maioria dos medicamentos utilizados nos dias de hoje serem desenhados para atingir uma determinada via metabólica, quer em seres humanos quer em animais, estes podem ter um conjunto de efeitos adversos nos sistemas metabólicos de organismos não-alvo, especialmente invertebrados. Alguns destes organismos partilham alguns receptores com os humanos; no entanto, os efeitos nestes organismos são, muitas vezes, desconhecidos. Além disso, muitos medicamentos têm modos de acção que nem sempre são totalmente conhecidos, mesmo para organismos-alvo, o que faz com que a previsão dos seus efeitos sobre outras espécies seja, nestes casos, impossível (Daughton e Ternes, 1999).

Outra questão relaciona-se com a multiplicidade de testes a efectuar. Dada a variedade de mecanismos de acção e de efeitos secundários, torna-se visivelmente impraticável efectuar testes de toxicidade diferentes para englobar, por exemplo, a totalidade dos organismos envolvidos num processo de tratamento de águas residuais (Daughton e Ternes, 1999).

A comunidade científica só nos últimos anos reconheceu a necessidade de incluir os medicamentos no conjunto de compostos químicos que poderão causar efeitos adversos em espécies não-alvo. O primeiro requerimento para que os medicamentos introduzidos no mercado fossem obrigatoriamente alvo de um conjunto de testes de ecotoxicidade ocorreu em 1995, tendo sido implementado na Alemanha de acordo com as Normas 92/18 EWG da UE (Henschel *et al*, 1997 *vide* Daughton e Ternes, 1999). Desde então têm sido desenvolvidos vários estudos neste sentido mas que, em última análise, englobam apenas uma pequena parte do total, dada a multiplicidade de efeitos fisiológicos, bem como a variedade de organismos terrestres e aquáticos, cujos

efeitos vão desde alterações subtis a variações genéticas, com consequências muitas vezes não imediatas e que apenas se manifestam após longos períodos de tempo (Daughton e Ternes, 1999).

Esta amplitude de mecanismos e variedade de organismos foi já reconhecida pelo National Research Council, num relatório sobre disruptores endócrinos (National Research Council, 1999). Apesar de, para esta classe de poluentes, o espectro de análise ser bastante alargado, incluindo um conjunto vasto de substâncias, os disruptores endócrinos representam apenas uma parte do conjunto total de resíduos de medicamentos. Assim, segundo Daughton e Ternes (1999), a metodologia de análise de risco para medicamentos através da utilização de testes de toxicidade passa pela plena compreensão dos constituintes químicos e dos seus modos de acção, para os diferentes medicamentos, sendo que estes autores consideram as abordagens utilizadas nos dias de hoje não sendo suficientemente compreensivas.

Coloca-se ainda outra questão relativamente aos medicamentos. A sua maioria são misturas racémicas, isto é, misturas de vários isómeros do mesmo composto. No entanto, para uma substância activa específica, apenas um dos isómeros é o responsável pelos efeitos terapêuticos desejados; os restantes são na melhor das hipóteses inactivos, ou pior ainda, responsáveis pela maioria dos efeitos secundários dos respectivos medicamentos. Neste sentido, a nova tendência da indústria farmacêutica, apoiada pela americana FDA, será produzir medicamentos contendo apenas isómeros puros. Esta metodologia poderá, não só, reduzir os efeitos secundários como ainda reduzir a dosagem total dos medicamentos em pelo menos 50% (Rogers, 1998 *vide* Daughton e Ternes, 1999). Além dos factores de ordem médica, este procedimento iria reduzir de forma significativa a quantidade de resíduos de medicamentos introduzidos no ambiente em pelo menos metade, e o uso de ingredientes activos seria também reduzido em 50%. No entanto, a tendência de os medicamentos serem mais específicos poderá dificultar a monitorização ambiental, devido à redução dos níveis de detecção (Daughton e Ternes, 1999).

Por último, destaca-se ainda a falta de conhecimento sobre os efeitos sinérgicos dos medicamentos e suas interacções bioquímicas em organismos aquáticos. Apesar da análise de riscos toxicológicos de resíduos de medicamentos se cingir normalmente a apenas um conjunto reduzido de substâncias, é fundamental não subestimar o impacte resultante da interacção de várias substâncias actuando em conjunto. Assim, é possível que o comportamento de uma substância seja radicalmente alterado na presença de outra ou outras (Boxall, 2004).

É comum distinguírem-se diferentes classes de medicamentos, consoante as suas indicações terapêuticas e farmacológicas. No entanto, existem diversas classificações farmacoterapêuticas utilizadas por diversos países, nem sempre coincidentes entre si.

Neste sentido, o Despacho n.º 6914/98, de 24 de Março, do Secretário de Estado da Saúde, publicado no Diário da República, 2.ª série, n.º 97, de 27 de Abril de 1998, que aprovou a classificação farmacoterapêutica dos medicamentos, visou uma primeira aproximação da classificação oficial em Portugal à classificação ATC (Anatomical Therapeutic Chemical Code) da OMS. Posteriormente, foi cirado o Despacho nº 21 844/2004, de 12 de Outubro, com a finalidade de aprovar uma nova classificação farmacoterapêutica oficial, estabelecendo uma correspondência com a classificação ATC, o que permite facilitar o manuseamento de ambas pelos profissionais de saúde, bem como simplificar os processos de AIM e de instrumentos normativos relativamente a participações do Estado no preço dos medicamentos. Esta normalização constitui ainda um instrumento essencial ao desenvolvimento de sistemas de informação para as actividades dos profissionais de saúde e para o sistema de saúde, quer em termos nacionais quer no desenvolvimento de bases de dados de medicamentos na UE.

Sendo a lista de medicamentos referida na legislação demasiado extensa, optou-se por sintetizar na Tabela 2.4 alguns exemplos da ocorrência no ambiente das 9 categorias de medicamentos, indicadas no artigo publicado por Heberer (2002), baseando-se o conteúdo desta tabela na revisão bibliográfica que o autor fez sobre o assunto.

Tabela 2.4 Categorias de medicamentos encontradas no ambiente
(adaptado de Heberer, 2002).

Categorias de medicamentos	Presença de medicamentos no ambiente
Analgésicos e anti-inflamatórios	Inclui um vasto grupo de analgésicos, anti-inflamatórios e/ou antipiréticos. São adquiridos com ou sem prescrição médica, sendo os mais conhecidos o acetaminofeno (paracetamol) e o ácido acetilsalicílico (aspirina), bem como o diclofenac ou o ibuprofeno. Ternes (1999 <i>vide</i> Heberer) documentou valores de diclofenac, indometacina, ibuprofeno, naproxeno, cetoprofeno e fenazona em efluentes de ETAR com concentrações acima de 1 µg/L. À excepção do cetoprofeno, os restantes compostos foram também encontrados em águas superficiais em concentrações mais

(*continua*)

Tabela 2.4 Categorias de medicamentos encontradas no ambiente (*continuação*)

Analgésicos e anti-inflamatórios	reduzidas. Este autor documentou ainda a presença de ácido acetilsalicílico em concentrações abaixo de 1µg/L em efluentes de ETAR, bem como concentrações em rios abaixo de 0,14 µg/L.
Antibióticos/bacteriostáticos (drogas antibacteriais)	A presença de antibióticos no ambiente é desde há muito relatada em vários estudos científicos. Compostos como, por exemplo, sulfametoxazol, sulfametoxina, diferentes sulfonamidas, dehidro-eritromicina, foram detectados em ETAR, águas residuais e águas subterrâneas. O elevado uso de antibióticos (muitas vezes de forma indiscriminada), associado à sua consequente libertação no ambiente, é a principal causa do aumento da resistência bacteriana, exacerbado pelo facto de que esta resistência ser mantida mesmo na ausência de antibiótico, ou seja, este fenómeno é irreversível. Assim, a ocorrência natural de resistência a antibióticos nas populações bacterianas é muito superior à esperada, o que poderá causar graves problemas de saúde pública e ambientais, sendo que este facto poderá ainda, ser considerado um indicador da potencial presença de outros resíduos de medicamentos no ambiente.
Antiepilépticos	Heberer (2002) salienta a presença do antiepiléptico carbamazepina em amostras de ETAR municipais e águas superficiais em diferentes estudos. Outro epiléptico, a primidona, foi também detectado em amostras de efluentes de ETAR e águas superficiais em concentrações superiores a 635 ng/L na Alemanha.
Beta-bloqueadores	Vários beta-bloqueadores, tais como metoprolol, propanolol, betaxolol, bisoprolol e nadolol, foram detectados em efluentes de ETAR municipais em concentrações superiores a µg/L. Destes, apenas o metoprolol, propanolol e bisoprolol foram encontrados em amostras de águas superficiais, em concentrações reduzidas. No entanto, Sacher (2001 <i>vide</i> Heberer 2002) documentou a presença de sotalol em concentrações máximas de 560 ng/L em três amostras de águas subterrâneas em Baden-Wurttemberg, Alemanha.
Reguladores de lipídios no sangue	O ácido clofibríco, um metabolito activo dos reguladores dos lipídios, foi um dos primeiros compostos a ser documentado como um resíduo de medicamento presente em afluentes e efluentes de ETAR, e continua a ser um dos compostos mais frequentemente analisados em estudos de monitorização de resíduos de medicamentos. Também já foi identificado em afluentes e efluentes de ETAR bem como em águas subterrâneas.
Meios de contraste	Sendo utilizadas como um meio de diagnóstico médico, a maioria das imagens de raio-X contém pelo menos um dos seguintes compostos:

(*continua*)

Tabela 2.4 Categorias de medicamentos encontradas no ambiente (*continuação*)

Meios de contraste	diatrizoato, iohexol, iopamidol, iopromida e iomeprol. Estes compostos foram detectados em concentrações na ordem dos µg/L em efluentes de ETAR e em amostras de águas superficiais. Estes compostos são relativamente persistentes no meio aquático e são facilmente lixiviados para aquíferos subaquáticos.
Drogas citostáticas	Drogas citostáticas são frequentemente utilizadas em quimioterapias, sendo resíduos produzidos quase exclusivamente em UPCS. Estes compostos foram já detectados esporadicamente em águas residuais. Actuando como agentes não específicos, têm o potencial de agir quer como poluentes agudos quer como poluentes crónicos, sendo considerados mutagénicos/carcinogénicos/teratogénicos. O facto de compostos como iofosfamida e ciclofosfamida terem sido já documentados em efluentes na ordem dos µg/L indica que estes compostos são capazes de atingir o ambiente.
Contraceptivos orais	Os esteróides sintéticos são frequentemente prescritos como contraceptivos orais, bem como medicamento de crescimento veterinário ou para melhoria de condição física em atletas. A presença da hormona 17α-etinilestradiol em águas e águas residuais foi detectada em vários estudos, embora em concentrações relativamente baixas (<7ng/L). Adicionalmente aos esteróides sintéticos, tem-se verificado a ocorrência de hormonas estrogénio, bem como um novo tipo de disruptores endócrinos denominado agentes hormonais activos (HAAs), nos quais se incluem muitos dos poluentes industriais como as dioxinas e furanos, os PCB, os pesticidas orgânicos, os ftalatos e bisfenol-A. Alguns autores referem que os vários tóxicos que partilham um mesmo modo de acção, mesmo presentes em concentrações reduzidas, poderão ter efeitos sinérgicos.
Outros	Outros medicamentos, como os broncodilatadores salbutamol e terbutalina e o clenbuterol e fenoterol foram detectados em concentrações <20 ng/L em efluentes de ETAR. Foram ainda detectados em águas superficiais variados compostos, em concentrações na ordem dos ng/L como cimetidina e ramitidina, diltiazem, enalapril, metformina (antidiabético) ou o antidepressivo fluoxetina.

2.5.2. Presença de resíduos de medicamentos nos efluentes domésticos e resíduos urbanos

Na análise da problemática dos resíduos de medicamentos, é fundamental perceber quais as vias fundamentais de entrada destes compostos no ambiente. No entanto, esta temática tem sido pouco investigada, dado que tradicionalmente as drogas e os medicamentos não eram vistos como potenciais poluentes ambientais. Deste modo, as origens e vias de entrada de medicamentos no ambiente carecem ainda de estudos analíticos mais aprofundados, tendo nos últimos anos sido publicados vários estudos fundamentais nesta área (e.g. Velagaleti, 1997, Halling-Sørensen *et al.* 1998 e Ternes *et al.*, 1999 *vide* Daughton e Ternes, 1999).

Apenas um espectro reduzido de medicamentos tem sido analisado de modo a determinar a sua ocorrência no ambiente. Deste modo, algumas classes de medicamentos/drogas têm vindo, nos últimos anos, a ser largamente utilizados sem qualquer conhecimento sobre os seus possíveis impactes no ambiente. Um exemplo é o medicamento para a impotência sexual, como o caso do *Viagra*.

A fonte mais directa e importante de introdução destes poluentes no ambiente aquático são as ETAR. Os afluentes de ETAR domésticas e industriais seguem normalmente um conjunto de tratamentos que incluem o pré-tratamento, tratamento primário, secundário e, em alguns casos, o tratamento terciário, dos quais resultam lamas e efluente final. Durante o tratamento de águas residuais, os resíduos de medicamentos podem sofrer uma degradação microbiana de substâncias em compostos de menor peso molecular e/ou a acumulação de material removido por coagulação/floculação, dividindo-se assim entre a fracção dissolvida e os sólidos presentes na ETAR (lamas primárias e secundárias). Assim, a descarga deste tipo de resíduos no ambiente será efectuada não só pelo efluente da ETAR contaminado, mas também pela descarga de lamas em excesso, que muitas vezes é aplicada em terrenos agrícolas. Vários estudos identificaram a presença destes compostos em lamas de ETAR (Suárez *et al.*, 2008; Kinney *et al.*, 2006).

Apesar dos microrganismos em ETAR terem sido expostos nos últimos anos à presença de resíduos de medicamentos, a sua capacidade de remoção destes compostos é limitada (Daughton e Ternes, 1999). Este fenómeno deve-se primeiramente ao facto de estes microrganismos estarem sujeitos a concentrações muito baixas, dado que a introdução destes compostos diariamente no ambiente é muito pequena e variável, dependendo da população servida pela ETAR e de outros factores externos tais como época do ano. Assim, os limites mínimos de afinidade

enzimática poderão nem sequer ser atingidos, o que implica que a capacidade de eliminação destes resíduos por parte dos microrganismos poderá ser nula. A título de exemplo, destaca-se um estudo realizado por Ternes (1998) numa ETAR situada perto de Frankfurt/Main (Alemanha) o qual revelou que a concentração de um conjunto de medicamentos analisados variava entre 10 a 100 g, o que corresponde a eficiências de remoção na ordem dos 10% a 100%, mas com valores médios na ordem dos 60%.

Outro grande factor responsável pela limitada degradação por parte dos microrganismos é a introdução em larga escala de novos medicamentos no mercado todos os anos, alguns dos quais de categorias químicas completamente novas. Este fenómeno induz uma variação tão significativa no tipo de medicamentos que são recebidos à entrada da ETAR que a capacidade de remoção destes compostos poderá ser nula: a concentração de resíduos de medicamentos que entra numa ETAR é igual à que sai, e é descarregada nos meios hídricos (Daughton e Ternes, 1999).

Adicionalmente, a estrutura química de alguns destes compostos é bastante complexa e forte, como no caso da substância iopromida utilizada como meio de contraste de raios-X, o que dificulta a acção por parte dos microrganismos (Bourin *et al*, 1997 *vide* Suárez *et al*, 2008).

A remoção de compostos em ETAR depende ainda de fenómenos externos. Num estudo realizado por Ternes (1998) este autor afirma que, para alturas do ano mais húmidas, a taxa de remoção de certos compostos numa ETAR de Frankfurt é reduzida drasticamente, como por exemplo para a maioria dos anti-inflamatórios não-esteróides. Este autor evidencia, desta forma, que o modo de operação ou as condições climáticas afectam directamente as taxas de remoção de resíduos de medicamentos por parte das ETAR.

Na consideração dos padrões de remoção de compostos nas ETAR, é importante ter em conta diferentes características físico-químicas, tais como acidez, lipofilia, volatilidade e potencial de sorção, que inclui absorção e adsorção. Para desenvolver um balanço de massas geral que englobe os diferentes tipos de ETAR, é necessário reunir informação não só sobre a presença de micropoluentes na fase aquosa, mas também na fracção sorvida (*i.e.* fracção adsorvida e absorvida) nos sólidos. Deste modo, é possível apresentar novas estratégias de configuração de ETAR, que incluem alteração das condições de operação (*e.g.* tempo de retenção hidráulico ou idade das lamas), a implementação de novas tecnologias (*e. g.* reactores de biomembranas) ou ainda passos de pós-tratamento (*e.g.* oxidação, membranas), no sentido de melhorar a

eficiência de remoção destes compostos, evitando o ambiente como destino final (Suárez *et al*, 2008).

Na tabela 2.5 apresenta-se para um conjunto de substâncias as respectivas eficiências de remoção total médias obtidas em diferentes ETAR.

Tabela 2.5 Eficiências de remoção de medicamentos e outros compostos obtidas em diferentes ETAR (adaptado de Suárez *et al*, 2008)

Medicamentos e outros compostos	Tipologia	Eficiências de remoção (%)
Galaxolide	Fragrância	64-85
Tonalide	Fragrância	63-90
Celestolide	Fragrância	≈80
Diclofenac	Anti-inflamatório	59-75
Estrona (E1)	Estrogénios	0-99
17β-Estradiol (E2)	Estrogénios	30-100
17α-Etinilestradiol (EE2)	Estrogénios	0-98
Ibuprofeno	Anti-inflamatório	60-95
Carbamazepina	Antiepiléptico	0-45

Suárez *et al*. (2008) referem que as eficiências de remoção para o diclofenac, ibuprofeno e fragrâncias são bastante similares para várias ETAR em diversos pontos do globo (e.g. Alemanha, Brasil, Espanha, Suíça ou Japão), o que indica que a configuração específica de cada estação parece não ser um parâmetro relevante na remoção destes compostos. No entanto, outros compostos como as hormonas E1 e E2, apresentam valores muito discrepantes entre os diferentes estudos analisados pelos autores. Para estes compostos, uns estudos revelam uma remoção não significativa ao longo da ETAR e outros valores de remoção na ordem dos 80% ou superiores.

No pré-tratamento, que consiste na remoção de sólidos suspensos e gorduras utilizando unidades de flotação e sedimentação, o principal fenómeno de remoção de resíduos de medicamentos é a sorção. Apesar de se verificar alguma degradação, apenas substâncias com elevada sorção são passíveis de serem removidas. Estudos mostram que compostos como fragrâncias são substancialmente removidas (15%-51%) (Simonich *et al*, 2002; Carballa *et al*, 2004) ao passo que resíduos de medicamentos como iopromida se mantêm na fase aquosa.

Carballa *et al* (2004) demonstraram que durante o tratamento primário a adição de coagulantes (sais de ferro e alumínio) aumenta a remoção de substâncias com elevada sorção, tais como fragrâncias e diclofenac, até valores na ordem dos 50%-70%. Paralelamente, a presença de catiões trivalentes pode aumentar a eliminação de compostos ácidos, como o naproxeno, através de processos de interacção iónica ou quelantizante.

Considerando o tratamento secundário, estudos revelam que as diferenças nas condições de operação induzem diferenças significativas na remoção de compostos. Assim, segundo Tauxe-Wuersch (2005 *vide* Suárez *et al*, 2008), o tempo de retenção hidráulico afecta a eliminação dos compostos ibuprofeno e cetoprofeno, no sentido em que menores tempos de retenção correspondem a menores percentagens de remoção. Considerando o tempo de retenção das lamas (idade das lamas), valores superiores têm demonstrado um aumento na remoção de compostos nas ETAR (Clara *et al*, 2005 *vide* Suárez *et al*, 2008), apesar de este parâmetro se tornar insignificante ao ser atingida uma idade de lamas igual ou superior a 25-30 dias. Relativamente às condições redox, valores díspares de remoção têm sido observados para condições aeróbias, anóxicas e anaeróbias (Joss *et al*, 2004 *vide* Suárez *et al*, 2008). A temperatura poderá ainda exercer alguma influência, no sentido em que, segundo Ternes (1998), temperaturas mais elevadas poderão influenciar a remoção de compostos no sentido positivo, *i.e.*, aumentando a sua remoção.

Apesar do elevado custo de aplicação, os processos de pós-tratamento, tais como a ozonização, filtração por membranas ou adsorção por carvão activado poderão ser um complemento fundamental para completar a remoção de resíduos de medicamentos em ETAR. Em termos gerais, apenas uma pequena gama de ETAR aplica processos de ozonização; no entanto, têm-se revelado como uma forma muito eficaz de remoção de resíduos de medicamentos, nomeadamente na remoção de hormonas (Huber *et al*, 2003; Suárez *et al*, 2007). Snyder *et al* (2007) reportaram a passagem de resíduos de medicamentos em processos de ultrafiltração e microfiltração, revelando que a larga maioria destes compostos não era retida

aquando da sua aplicação. No entanto, estes autores salientam a importância da utilização de nanofiltração e de osmose inversa para a remoção de resíduos de medicamentos em ETAR, bem como a combinação de um ou mais processos de tratamento.

As ETAR contribuem também de forma significativa para a introdução de resíduos de medicamentos por via terrestre. A maioria das lamas de ETAR tem como destino final a deposição em aterros sanitários ou a sua utilização na agricultura, o que poderá aumentar grandemente as concentrações de contaminantes no solo e, de forma indirecta, poderá contaminar as águas superficiais e subterrâneas.

Aproximadamente 6,9 milhões de toneladas de biosólidos (peso seco) foram produzidas em 1998 nos EUA, sendo que se estima um total de produção na ordem dos 8,2 milhões de toneladas (peso seco) para 2010 (USEPA, 1999 *vide* Xia *et al*, 2005). A aplicação de biosólidos no solo, contendo contaminantes sorvidos nos biosólidos, pode ao longo do tempo aumentar a concentração dos mesmos no solo, providenciando um reservatório para poluentes que poderão eventualmente contaminar o meio aquático através de lixiviados ou fugas (Xia *et al*, 2005). O conjunto de análises laboratoriais e estudos em larga escala sobre tratamento de águas residuais apontam para a sorção para lamas como sendo o principal processo de remoção de alguns resíduos de medicamentos em ETAR (Suárez *et al*, 2008).

Vários autores documentaram a presença de resíduos de medicamentos em lamas, quer lamas primárias quer lamas secundárias, evidenciando as conclusões acima descritas sobre a remoção destes compostos em ETAR.

Neste sentido, Rogers documentou a presença de resíduos de medicamentos em lamas de ETAR, ao avaliar a biodegradabilidade dos mesmos (Rogers, 1996 *vide* Jones-Lepp & Stevens, 2007). Em 2003, investigações conduzidas na Grã-Bretanha analisaram lamas de 14 ETAR, procurando não só os resíduos tradicionais (PAH, PCB, naftalenos policlorotrifenis, PCA) mas outros, como algumas fragrâncias, tendo concluído a sua existência na maioria dos casos. Kim *et al* (2005 *vide* Jones-Lepp e Stevens, 2007) desenvolveram um estudo sobre a remoção do antibiótico tetraciclina durante o tratamento de águas residuais, concluindo que uma parte significativa deste composto era sorvida para as lamas, ficando biodisponível quando aplicada no solo. Outros autores tais como la Farre *et al*, 2001; La Guardia *et al*, 2001; Pryor *et al*, 2002; Petrovic *et al*, 2003 e Telscher *et al*, 2005 (*vide* Jones-Lepp e Stevens, 2007)

documentaram também a existência destes compostos em lamas de ETAR europeias e nos EUA.

Kahn *et al* (2002 *vide* Jones-Lepp & Stevens, 2007) documentaram a presença de seis tipos de resíduos de medicamentos em lamas primárias e secundárias de ETAR: paracetamol, naproxeno, ácido salicílico, gemfibrozil, ibuprofeno e carbamazepina. As concentrações analisadas variavam entre concentrações em peso seco não detectáveis (gemfibrozil) até 0,01 µg/kg, no caso da carbamazepina. Göbel *et al* (2005 *vide* Jones-Lepp e Stevens, 2007) analisou a presença de vários antibióticos, incluindo sulfonamidas (sulfapiridina, sulfametoxazol), macrolídeos (azitromicina, roxitromicina, claritromicina) e trimetopim em amostras de lamas seca de ETAR, concluindo que a concentração destes compostos variava de concentrações não detectáveis até 197 µg/kg no caso da sulfapiridina, 113 µg/kg de sulfametoxazol, 133 µg/kg trimetoprim, 158 µg/kg azitromicina, 63 µg/kg claritromicina e 131 µg/kg roxitromicina. Finalmente, Kinney *et al* (2006b *vide* Jones-Lepp e Stevens 2007) documentaram a análise de 9 tipos de lamas diferentes, procurando 16 tipos diferentes de resíduos de medicamentos. As suas conclusões revelaram a presença de compostos como carbamazepina, fluoxetina e difenidramina nas amostras analisadas.

Outra forma de introdução de resíduos de medicamentos no ambiente é através da deposição destes em aterros sanitários. Na generalidade, quase 70% dos resíduos sólidos urbanos é colocado em aterro (OECD, 2001 *vide* Slack *et al*, 2005). Estes podem receber resíduos de medicamentos directamente através dos RSU ou resíduos industriais, ou ainda indirectamente através da deposição de lamas de ETAR. Segundo Slack *et al* (2005), a introdução directa de resíduos de medicamentos nos RSU está, em parte, relacionada com políticas de eliminação de resíduos de medicamentos, distintas nos diversos países, que direccionam as pessoas a eliminar estes resíduos pelo sistema de águas residuais convencional ou introduzindo-os no caixote de lixo. A deposição destes resíduos no caixote do lixo encaminha-os para os aterros sanitários, onde se verificam ocorrências da sua presença.

Holm *et al* (1995) chamaram a atenção para este problema ao serem dos primeiros a analisar a presença destes compostos nos lixiviados de um aterro sanitário na Dinamarca. A introdução contínua de grandes quantidades de sulfonamidas (antibióticos) e barbitúricos derivados de resíduos orgânicos domésticos e de indústrias farmacêuticas, depositados no aterro durante um período de 45 anos, levou ao seu aparecimento nos lixiviados, com concentrações elevadas.

Segundo estes autores, os compostos analisados contabilizavam 5% do total de carbono orgânico não-volátil do aterro. A distribuição vertical dos compostos apresentou variações significativas, verificando-se uma descida significativa da concentração dos compostos identificados com a distância ao aterro, apesar de alguns valores de pontos de amostragem diferirem bastante desta tendência. A uma distância de 150m do aterro, os aquíferos não apresentaram concentrações detectáveis de nenhum composto analisado (sulfanilamida, sulfaguanidina, sulfadiazina, sulfadimidina, sulfametizol, carbono orgânico não-volátil e cloreto), o que poderá estar relacionado com fenómenos de diluição, absorção ou atenuação por parte de microrganismos. Os resultados destes autores mostram ainda uma grande atenuação de resíduos de medicamentos em condições anaeróbias; no entanto, não ficam esclarecidas quais as condições de oxidação-redução em que estes compostos são degradados.

A análise dos lixiviados de um aterro permite identificar os compostos derivados de resíduos de origem doméstica, podendo estes conter elementos orgânicos ou inorgânicos. Do conjunto de compostos usualmente encontrados, salientam-se os compostos orgânicos xenobióticos e os metais pesados, pelas suas características perigosas. Efectivamente, estes compostos são passíveis de serem tóxicos, corrosivos, inflamáveis, carcinogénicos ou mutagénicos, entre outros, podendo ainda ser considerados biocumulativos e/ou persistentes (Slack *et al*, 2005).

No entanto, a composição do lixiviado de um aterro não é apenas determinada pelo tipo de resíduos nele depositados. As condições existentes no próprio aterro, concretamente no corpo de resíduos, condicionam as emissões de um aterro e, consequentemente, o seu lixiviado. As transformações químicas e biológicas dos resíduos, assim como as interações com plantas e outros seres vivos, condicionadas pelas variadas fases redox que ocorrem ao longo dos anos de vida de um aterro têm um papel determinante nas emissões de um aterro, pelo que a análise de lixiviados deverá ser um processo de monitorização contínua que acompanhe o tempo de vida do mesmo. Esta monitorização, acompanhada por uma plena compreensão dos processos que ocorrem num aterro, permite assim delinear quais os possíveis fenómenos de degradação dos resíduos no aterro e as possíveis emissões que daí resultem (Slack *et al*, 2005).

Do conjunto de substâncias presentes num aterro, destaca-se o azoto amoniacal que, apesar de não ser considerado uma substância perigosa, tem o potencial de actuar como um poluente ambiental, produzido a partir de aterros sanitários contendo resíduos putrescíveis, o que aumenta as preocupações com a gestão dos mesmos.

Efectivamente, esta substância é comumente descrita como o mais frequente poluente de águas subterrâneas, cuja origem poderá estar nos aterros (Slack *et al*, 2005).

Outro factor a considerar na análise de lixiviados é o conjunto de alterações químicas ou biológicas que ocorrem nas diferentes substâncias e que podem levar à transformação de uma substância aparentemente inócua para um potencial poluente ambiental. Um exemplo deste fenómeno de transformação é o tetracloreto de carbono, originado do PVC (Slack *et al*, 2005).

Para além dos efluentes domésticos, a introdução de resíduos de medicamentos no ambiente poderá ainda provir de origem animal. Grandes quantidades de medicamentos são utilizadas nos procedimentos normais de exploração de centros de produção animal, nomeadamente na sua alimentação. A aquicultura, em particular, utiliza analgésicos e anti-infecciosos que são depositados directamente na água, sendo que a contaminação dos meios aquáticos é assim gravemente afectada, com consequências directas para o ambiente e para a saúde pública (Daughton e Ternes, 1999).

Na Figura 2.4 apresenta-se um resumo esquemático das diferentes vias de introdução de medicamentos no ambiente.

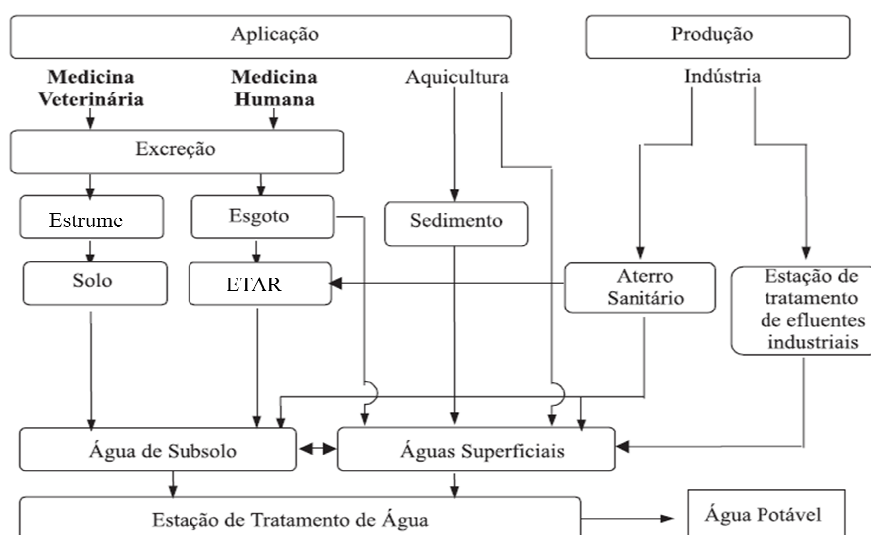


Figura 2.4. Possíveis vias de introdução de medicamentos no ambiente (adaptado de Bila e Dezotti, 2003).

2.5.3. Consequências da presença de resíduos de medicamentos nos RSU

Ao longo dos anos, a OMS em coordenação com governos e autoridades nacionais e europeias tem desenvolvido um conjunto de normas e leis relativamente à deposição de RSU, aplicáveis em termos locais e globais. Neste sentido, os esforços da OMS vão no sentido de: criar legislação específica relativamente a resíduos perigosos; controlar a poluição nomeadamente em relação à deposição de RSU em aterro ou incineração (Wills, 1995 vide Ayomoh *et al*, 2008); e aplicar o princípio do poluidor-pagador, de modo que o poluidor seja responsabilizado financeiramente pelos resíduos que produz (Geraghty, 2003 vide Ayomoh *et al*, 2008).

Em 2007, a produção total de RSU em Portugal foi de 5 007 mil toneladas, sendo 4 700 mil toneladas pertencentes a Portugal Continental (IRAR, 2007). Os destinos finais dos RSU de recolha indiferenciada incluem a sua valorização orgânica (compostagem), valorização energética (incineração) ou deposição em aterro.

A valorização orgânica de RSU, concretamente a sua compostagem, apresenta-se como uma alternativa à incineração e à sua deposição em aterro muito atraente, no sentido em que a compostagem de RSU permite a sua redução de volume, bem como a eliminação parcial de organismos patogénicos, convertendo os RSU num produto organicamente rico e capaz de ser colocado no solo. A aplicação de composto no solo poderá trazer várias vantagens: aumentar a fertilidade do solo, ao introduzir nutrientes como N, P e K; aumentar o crescimento das plantas; melhorar a estrutura do solo bem como a sua capacidade de retenção de água e infiltração; e diminuir a erosão do solo (Khaleel *et al*, 1981; Hoitink *et al*, 1986; Iglesias-Jimenez *et al*, 1993; Amlinger *et al*, 2003; Litterick *et al*, 2004; vide Bruun *et al*, 2006). Os benefícios da colocação de composto em terrenos agrícolas poderão ser vários, mas esta aplicação deve ser feita de forma cuidada, tendo em consideração que o composto é apenas aplicado no solo após a sua caracterização e garantidas as condições de segurança (Moldes *et al*, 2007). A aplicação de composto no solo acarreta os mesmos riscos que a aplicação de lamas de ETAR em solos: a presença de resíduos de medicamentos no composto irá aumentar a sua concentração no solo ao longo do tempo, formando um reservatório de poluentes que poderão contaminar águas subterrâneas através dos lixiviados (Xia *et al*, 2005).

A incineração de RSU é vista como outra solução para a eliminação de RSU. No entanto, esta metodologia é apontada como uma das causas de introdução de

dioxinas no ar (Xia *et al*, 2005). A introdução destes compostos na atmosfera é particularmente perigosa dado que as dioxinas são consideradas POP (Poluentes Orgânicos Persistentes) visto serem compostos organoclorados tóxicos e carcinogénicos e estão, como tal, sujeitas à Convenção de Estocolmo, que regula a produção e utilização de substâncias tóxicas produzidas pelo homem. Alguns autores defendem, no entanto, que a produção destes compostos acontece apenas em incineradores antigos e sem controlo, sendo que a emissão de gases provenientes da incineração de RSU tem diminuído significativamente à medida que as tecnologias de limpeza dos gases emitidos são melhoradas, ao longo dos anos (Xia *et al*, 2005).

Adicionalmente, aproximadamente um quarto dos RSU incinerados é transformado em cinzas, que necessitarão de tratamento adequado, sendo usualmente depositadas em aterros. Estas cinzas não sofrem grandes alterações biodegradativas, pelo que poderão contribuir grandemente para a contaminação adicional de lixiviados num aterro, em especial se estas contiverem substâncias poluentes como metais pesados (Xia *et al*, 2005).

A deposição em aterro de RSU é outro dos métodos de deposição final de resíduos, tendo sido o principal destino final de RSU em vários países, incluindo Portugal, nas últimas décadas. A composição dos resíduos depositados está dependente dos hábitos de consumo da população, bem como dos sistemas de gestão de resíduos de cada região. Deste modo, a água da chuva que cai sobre o aterro, bem como a água introduzida propositadamente no mesmo, transportam substratos e compostos através do corpo de resíduos, resultando em lixiviados com composições distintas consoante o tipo de resíduos depositado. O excesso de lixiviado é colectado na base do aterro, por uma ETAL, que poderá efectuar um tratamento preliminar e posterior encaminhamento para o meio receptor, ou encaminhar os lixiviados directamente para uma ETAR (Sormunen *et al*, 2008).

A qualidade dos lixiviados está dependente da idade do aterro sanitário e dos estados de degradação dos resíduos do aterro, podendo os lixiviados conter quantidades variadas de matéria orgânica, macrocomponentes inorgânicos e pequenas quantidades de metais pesados, bem como outros compostos orgânicos ou inorgânicos (Sormunen *et al*, 2008). A presença de resíduos de medicamentos nos RSU poderá levar ao aparecimento destes compostos nos lixiviados de aterros que, mesmo sendo tratados na ETAL, nem sempre são eliminados completamente e, como tal, serão descarregados nos meios aquáticos ou nos solos, no caso da utilização

destas águas para rega. Os impactes da introdução destes compostos no meio aquático e nos solos foram descritos anteriormente neste capítulo.

Sendo esta forma de deposição final de RSU uma das causas de impactes significativos no ambiente, a União Europeia prevê exigências técnicas estritas para a sua deposição, numa tentativa de evitar os efeitos negativos sobre o ambiente da deposição de resíduos em aterro. Assim, numa tentativa de prevenir e/ou reduzir os impactes negativos resultantes desta deposição, foi criada a Directiva 1999/31/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 26 de Abril, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei nº152/2002, de 23 de Maio.

2.6. Medidas de prevenção e tecnologias de valorização e eliminação adequada de resíduos de medicamentos

O consumo de medicamentos excessivo por parte da sociedade, considerada uma sociedade de consumo, tem aumentado a produção de resíduos de medicamentos de forma significativa. Neste contexto, torna-se importante perceber quais as tecnologias de minimização deste tipo de resíduos, que permitam evitar a sua produção excessiva, os processos de valorização de resíduos de medicamentos e a sua eliminação adequada.

Para isso, é fundamental analisar a situação portuguesa em termos de valorização e eliminação de resíduos de medicamentos. De acordo com a política comunitária e nacional, a licença da VALORMED obriga esta entidade a reciclar, até 31 de Dezembro de 2011, entre 55% e 80% dos resíduos recolhidos, seguindo a hierarquia europeia dos 3 R's: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. A incineração de resíduos é efectuada por duas unidades de incineração de resíduos sólidos urbanos, concretamente a ValorSul e a Lipor. A queima de resíduos de medicamentos é responsável pelo aumento das emissões de CO₂ para a atmosfera, pelo que a opção de reciclagem de parte destes resíduos (nomeadamente as embalagens de papel e cartão) apresenta-se como uma opção mais rentável e amiga do ambiente.

Segundo um estudo efectuado para a VALORMED (VALORMED, 2009e)⁵ em 2005 os fabricantes, armazenistas, distribuidores e importadores de medicamentos produziram 4202 t de resíduos de medicamentos, na sua maioria embalagens de papel e cartão (especificamente 2804 t). Na gestão dos resíduos gerados pelos fabricantes, verificou-se uma reciclagem de 84% dos resíduos, tendo sido 11%

⁵ Este estudo foi realizado pela Business Unlimited, uma empresa de estudos de mercado, a pedido da VALORMED, tendo sido consultadas 300 empresas da fileira do medicamento a nível nacional, o que representa 68% dos fabricantes nacionais, 67% dos importadores de medicamentos e 100% dos armazenistas e distribuidores por grosso.

depositados em aterro, 3% incinerados sem valorização energética e 2% incinerados com valorização energética. Relativamente aos armazenistas e distribuidores, verificou-se uma reciclagem do total de resíduos produzidos (100%), tendo os importadores reciclado 99% dos seus resíduos de medicamentos. Em relação aos produtores, as percentagens de reciclagem não são descritas, sendo apenas mencionado que os resultados são inferiores aos anteriores, pelo facto de serem os únicos intervenientes a produzir misturas de embalagens, assim como embalagens contaminadas.

No ano 2007, a VALORMED recolheu 638 t de resíduos de medicamentos, tendo aumentado para 703 t no ano passado (VALORMED, 2009a). De salientar que esta recolha engloba apenas a recolha total em farmácias, o que corresponde apenas aos armazenistas e distribuidores, excluindo-se produtores e fabricantes. Apesar dos valores apresentados pela VALORMED, a APA chama a atenção para o não cumprimento das metas nacionais referidas na licença da VALORMED. Esta entidade alerta para o incumprimento da licença da VALORMED, referindo que a VALORMED é obrigada a reciclar parte dos resíduos de medicamentos ao invés de os enviar para valorização energética (Geraldes, 2008). Assim, desde Novembro de 2008 que todos os contentores recolhidos em farmácias estão a ser armazenados, estimando-se um peso de 85,2 t. Deste modo, pretende-se efectuar uma triagem do material, encaminhando para reciclagem todos os materiais passíveis de serem reciclados, sendo o restante encaminhado para incineração (VALORMED, 2009e).

Apesar dos esforços de reciclagem e valorização energética dos resíduos de medicamentos, é de extrema importância a actuação na origem, evitando a produção de resíduos de medicamentos em vez de se pensar apenas na sua correcta eliminação.

2.6.1. Medidas para a redução da produção de resíduos de medicamentos

No sector do medicamento, o papel da economia é fulcral: quanto maior a procura de medicamentos por parte dos cidadãos, maior a produção dos mesmos por parte das empresas produtoras e consequentemente maior a produção de resíduos de medicamentos. Neste sentido, vários estudos apontam para um consumo de medicamentos excessivo relativamente às necessidades dos consumidores, *i. e.*, as pessoas tendem a comprar medicamentos de um modo superior às suas necessidades, mesmo que estes não sejam depois utilizados/consumidos. Os medicamentos tendem a acumular-se, quer sejam sobras de medicamentos ou

medicamentos não utilizados, animais ou veterinários, após terem sido postos de parte, armazenados ou esquecidos, um pouco por todo o mundo (Ruhoy e Daughton, 2008).

Vários factores contribuem para a acumulação de medicamentos por parte dos consumidores quer sejam estes profissionais de saúde, fisiatras, pacientes, veterinários ou farmacêuticos. Entre eles, destacam-se os seguintes: expiração do prazo de validade, não adesão do paciente, prescrição excessiva da dose ou compra excessiva da dose de medicamento. Os pacientes muitas vezes não acabam a sua medicação devido, entre outras razões, à intolerância de efeitos secundários, inconvenientes na dosagem, alterações de terapia, esquecimento e muitas vezes má percepção da gravidade da sua doença, o que leva conseqüentemente à produção de resíduos de medicamentos (Ruhoy e Daughton, 2008).

Neste sentido, é importante prevenir a produção excessiva de medicamentos, que pode ser promovida através de um conjunto de medidas práticas tomadas quer pelos profissionais de saúde quer pelos consumidores. A Tabela 2.6 refere algumas destas medidas, bem como as suas conseqüências na redução da produção de medicamentos.

Tabela 2.6. Medidas de prevenção da produção excessiva de medicamentos (adaptado de Ruhoy e Daughton, 2008)

Medidas de aplicação	Consequências
Dosagem única	Aplicação de doses únicas que minimizem a quantidade de medicamentos dispensados. Melhora a adesão por parte dos pacientes (e como tal, os resultados finais obtidos) bem como garante o seu consumo (diminuindo assim o desperdício).
Versão experimental	Permite a gestão de tratamentos ineficazes, efeitos adversos ou complicações. Necessário antes da prescrição de medicações multi-mensais.
Pequenas quantidades de medicamentos sem prescrição médica (over-the-counter)	Menores probabilidades de expirar prazo de validade. Permite aos consumidores experimentarem a medicação antes de comprarem grandes quantidades de medicamentos.

(continua)

Tabela 2.6. Medidas de prevenção da produção excessiva de medicamentos (*continuação*)

Monitorização mais apertada dos pacientes	Melhoria no processo de tratamento, com menores consumos de medicamentos
Implementação de medidas de concordância	Permite envolver os pacientes no seu processo de tratamento, fazendo-os concordar com a medicação prescrita. Acções incluem escolha de medicamentos de modo a minimizar efeitos secundários (e explicações claras sobre os mesmos), minimizar número de medicamentos por paciente, simplificação de regimes de toma, permitir aos pacientes ajustamentos aos regimes terapêuticos (e.g. automedicação)
Amostras grátis e doações	Acesso dos pacientes ao medicamento antes mesmo de ser necessário a sua utilização
Redução dos incentivos para compras excessivas	Implementação de procedimentos incentivem farmácias e laboratórios a dispensar menores quantidades de medicamentos.

2.6.2. Sistemas de recolha e triagem de resíduos de medicamentos

A preocupação progressiva sobre a presença de resíduos de medicamentos no ambiente levou alguns países a aderirem a sistemas de recolha de medicamentos não usados, eliminando-os de uma forma correcta (Ruhoy e Daughton, 2008). Segundo a Directiva 2004/27/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 31 de Março, os Estados-Membros deverão assegurar que existem sistemas de recolha apropriados para a colocação de medicamentos não usados ou expirados. Em 2007, um estudo levado a cabo pela EFPIA (European Federation of Pharmaceutical Industry Association) analisou 27 Estados-Membros bem como a Noruega, de forma a determinar como estavam a ser implementados os programas de recolha de medicamentos. Este estudo concluiu que, dos 28 países inquiridos, 20 tinham adoptado um sistema de recolha de medicamentos, a maioria (11) com base na entrega destes em farmácias. No entanto, foram encontradas algumas diferenças entre os produtos passíveis de serem recolhidos: em alguns países, é possível entregar também seringas e alguns tipos de drogas ilícitas. Dos sistemas de recolha analisados, 8 dos países são exclusivos para resíduos de medicamentos de origem doméstica, sendo que algumas nações aceitam a recolha de resíduos de enfermarias (7 programas), hospitais (4 programas) e farmácias (8 programas). Os sistemas de financiamento destes programas variam bastante consoante os países em questão,

desde fundos governamentais a apoios da indústria farmacêutica (Glassmeyer *et al*, 2009).

Outros países para além da União Europeia adoptaram programas de recolha de medicamentos, entre eles os EUA, Austrália e Canadá. O sistema de recolha de medicamentos nos EUA é bastante complexo, dependendo grandemente das políticas estatais e da existência de programas de recolha a nível local. Existem assim, em alguns estados, programas de recolha de medicamentos que permitem à população local a devolução de medicamentos não desejados para eliminação adequada. Estes programas, sendo relativamente recentes nos EUA, incluem eventos pontuais, campanhas de recolha de medicamentos ou dias de recolha regulares. Na maioria dos casos, os programas existentes são iniciados a nível municipal, em particular em comunidades rurais (e.g., Monroe County, Indiana). Este programas levaram a uma preocupação por parte dos Departamentos do Ambiente de modo a serem criadas legislações, regulamentos e guias para garantir a deposição segura e legal de resíduos de medicamentos. No entanto, a definição destas políticas tem-se revelado um desafio, no sentido em que é necessário enquadrar estas políticas nas já existentes leis federais, bem como nas leis específicas de cada estado (Glassmeyer *et al*, 2009).

Na Austrália, o programa de recolha de medicamentos foi criado em Julho de 1998. O programa RUM (Australia's Return Unwanted Medicines) é um programa nacional, permanente, financiado pelo governo, que garante a recolha de medicamentos não utilizados ou fora do prazo de validade pelas farmácias comunitárias. Este sistema tem-se mostrado muito eficaz, dada a sua simplicidade e facilidade. Os consumidores são incentivados a depositar os seus medicamentos em qualquer farmácia, sendo estes recolhidos pelos farmacêuticos para a deposição num contentor específico, que é depois encaminhado para local adequado.

O sistema canadiano, denominado ENVIRx, surgiu em 1996, patrocinado pelas farmácias e indústrias farmacêuticas, no sentido de garantir a recolha de medicamentos não utilizados para farmácias. Estes são posteriormente encaminhados para incineração. Este programa aceita todo o tipo de medicamentos prescritos, bem como medicamentos não sujeitos a prescrição médica, produtos herbais, suplementos vitamínicos e minerais, sendo excluídos os restantes produtos de cuidado pessoal (Glassmeyer *et al*, 2009).

2.6.3. Técnicas de processamento para reciclagem e valorização

De um modo geral, os resíduos de medicamentos podem seguir dois caminhos, consoante os caminhos de recolha a que estão sujeitos: recolha indiferenciada, correspondendo à recolha e transporte de resíduos para a estação de transferência ou tratamento; recolha selectiva, *i.e.*, recolha e transporte de resíduos para a estação de triagem. Os resíduos que são recolhidos selectivamente passam posteriormente por um processo de triagem, retoma e reciclagem, dando início a um novo ciclo de vida de materiais. Os restantes resíduos seguem um processo de tratamento, valorização e por fim são colocados no seu destino final. A Figura 2.5 exemplifica os caminhos possíveis seguidos pelos RSU (adaptado de IRAR, 2009):



fornece um conjunto de tratamentos e formas de descarte menos seguras, mas no entanto aceitáveis do ponto de vista de riscos relativos, quando comparados com o risco do descarte impróprio de medicamentos no ambiente.

Deste modo, segundo a OMS, o descarte não adequado de medicamentos no ambiente poderá acarretar riscos para a saúde, tais como:

- A contaminação de águas para consumo humano, através de lixiviados de aterros. Por este motivo, os aterros deverão estar situados e ser construídos de modo a minimizar as escorrências de lixiviados para aquíferos, águas superficiais ou sistemas de abastecimento de água;
- Antibióticos não biodegradáveis, antineoplásticos e desinfetantes não deverão ser despejados para o sistema de águas residuais, pois podem eliminar bactérias necessárias para o tratamento de águas residuais. Os antineoplásticos não deverão ser encaminhados para cursos de água, dado que podem prejudicar a vida aquática ou contaminar águas para consumo humano. Do mesmo modo, grandes quantidades de desinfetante não deverão ser descarregadas para os sistemas de tratamento de águas residuais, podendo no entanto ser introduzidas em pequenas quantidades, desde que bem diluídas;
- A queima de medicamentos a baixas temperaturas ou em espaços abertos resulta na libertação de poluentes tóxicos para a atmosfera, pelo que deverá ser evitada;
- Formas de descarte/eliminação insuficientes de medicamentos poderão levar a que estas drogas, já com prazos de validade expirados, sejam reintroduzidas no mercado/mercado negro.

Como métodos de descarte de medicamentos, a OMS recomenda uma separação dos mesmos por categorias, minimizando custos excessivos ou métodos complexos de descarte. No entanto, algumas linhas gerais aplicam-se à maioria dos medicamentos, das quais se salientam (OMS, 1999):

- Entrega ao detentor ou produtor: sempre que possível, deverão ser aplicadas práticas de devolução de medicamentos ao produtor, em particular medicamentos que representem problemas de descarte, como os antineoplásticos. De referir que o transporte transfronteiriço de medicamentos não é abrangido por nenhuma legislação específica; no entanto, os medicamentos fora de validade são considerados resíduos

perigosos e como tal seguem as normas da *Basel Convention of the Transfrontier Shipment of Hazardous Waste*;

- Deposição em aterro: constitui a forma mais antiga e mais comum de deposição de resíduos sólidos. A deposição em aterro refere-se, neste caso, apenas à deposição directa de resíduos num terreno sem qualquer tratamento prévio ou preparação. Distinguem-se três tipos:

1. Lixeiras abertas não controladas e não planeadas, que deverá ser o último recurso na colocação de medicamentos não usados ou fora de validade. Estes deverão preferencialmente ser descartados após imobilização por encapsulação ou inertização. Como último recurso, se não for possível imobilizar estes resíduos, estes deverão ser cobertos rapidamente com grandes quantidades de RSU de forma a prevenir eventuais remeximentos. De salientar que a colocação de resíduos de medicamentos em lixeiras deste tipo com insuficiente isolamento de aquíferos ou outros cursos de água constitui um potencial risco de poluição, que pode levar à contaminação de águas para consumo humano;
2. Aterros sanitários com alguma protecção, isto é, aterros com algumas protecções planeadas de modo a evitar perdas de substâncias para aquíferos;
3. Aterros sanitários totalmente planeados e construídos, com isolamento que garanta a protecção de aquíferos e cursos de água e que, por esse motivo, constituem assim uma via segura para a colocação de RSU e também de resíduos de medicamentos;

- Imobilização de resíduos – encapsulamento: envolve a imobilização dos resíduos de medicamentos em blocos sólidos com selagem plástica ou metálica, devendo esta estar previamente limpa e lavada. Os resíduos de medicamentos deverão ocupar até 75% da capacidade máxima total, sendo o restante enchido com material como cimento, mistura de cimento e cal, espuma ou areia betuminosa, nas proporções de 15:15:5 (em termos de peso). Os blocos sólidos deverão ser colocados na base do aterro e cobertos com RSU;

- Imobilização de resíduos – inertização: corresponde a uma variante do encapsulamento e envolve a remoção de materiais como embalagens, papel, cartão e plásticos dos resíduos de medicamentos. Os comprimidos deverão ser removidos da cápsula (blister), sendo depois misturados com água (5% em peso ou mais, de modo a formar uma massa consistente), cimento (15% em peso) e cal (15% em peso),

formando uma pasta homogénea. Esta pasta deverá ser transportada, no estado líquido, por um camião transportador de cimento até um aterro e decantado no sistema de resíduos urbanos. A pasta posteriormente solidifica como uma massa dispersa nos RSU. Este processo é relativamente simples e requer equipamento pouco especializado;

- Águas residuais: alguns medicamentos líquidos podem ser diluídos com água e enviados para o esgoto em pequenas quantidades e durante períodos de tempo relativamente curtos sem perigo para o ambiente ou saúde pública. No entanto, salienta-se a importância de um hidrogeólogo ou um engenheiro sanitário em situações de avaria/reparação de estações de tratamento;

- Queima em contentores abertos: os resíduos de medicamentos não deverão ser queimados a baixas temperaturas em contentores abertos, dado o perigo de emissão de poluentes tóxicos para a atmosfera. Salienta-se o exemplo do PVC. No entanto, embalagens de papel e cartão, quando não recicladas, poderão ser queimadas;

- Incineração a temperaturas médias: em casos onde não seja possível a incineração de resíduos a altas temperaturas, a queima dos mesmos em antigos incineradores municipais a temperaturas médias e como medida interna deverá ser encorajada em oposição à deposição destes resíduos em aterro. Nestes casos, recomenda-se ainda a diluição dos resíduos de medicamentos com grandes quantidades de RSU (aproximadamente 1:1000). No entanto, estes incineradores não são indicados para a queima de compostos halogenados de forma segura;

- Incineração a altas temperaturas, aproveitando indústrias existentes: deverá ser incentivada para indústrias que utilizam tecnologias de altas temperaturas, como cimenteiras, centrais de produção de electricidade a carvão ou fundições/fornos e que normalmente utilizam fornalhas com temperaturas acima dos 850°C, com elevados tempos de retenção e exaustor de dispersão de gases. Esta poderá ser uma alternativa viável para países onde não é economicamente viável a construção de uma unidade de incineração dedicada. As cimenteiras estão particularmente bem adaptadas para a queima de medicamentos fora de validade, compostos químicos, óleos usados e pneus, dado que as condições de queima permitem a desintegração de todos os compostos orgânicos presentes nos resíduos. Adicionalmente, os potenciais produtos tóxicos da combustão ficam adsorvidos na cinza do cimento ou são removidos nos equipamentos de permuta de calor. Sugere-se que a quantidade de resíduos de medicamentos introduzidos na fornalha não ultrapasse 5% do total;

- Decomposição química: se não for possível utilizar um incinerador, a opção de decomposição química poderá ser usada de acordo com as recomendações do fabricante, seguindo posteriormente para aterro. Este método não é recomendado a menos que existam regras específicas sobre a metodologia de decomposição química a utilizar. Este método pode, no entanto, ser prático para a eliminação de pequenas quantidades de antineoplásticos (até aproximadamente 50kg).

2.7. Situação nacional relativa à produção e gestão de resíduos de medicamentos

Anualmente, a produção de resíduos na União Europeia atinge valores na ordem dos 1,1 mil milhões de toneladas de resíduos, dos quais 250 milhões correspondem a resíduos urbanos. Apesar dos esforços, comunitários e nacionais, de prevenção da produção de resíduos e da sua reutilização e reciclagem, estas medidas não são totalmente eficazes, uma vez que uma quantidade muito significativa dos resíduos produzidos acaba em aterros (IRAR, 2008).

Em 2007, Portugal gerou cerca de 5 milhões de toneladas de resíduos urbanos, dos quais 65% foram encaminhados para aterro (IRAR, 2008). Assim, a avaliação da situação nacional relativamente ao consumo de medicamentos torna-se uma emergente preocupação governamental. De seguida, descreve-se a situação nacional relativa à produção e gestão de resíduos de medicamentos em Portugal.

2.7.1. Mercado do medicamento em Portugal

O consumo de medicamentos em Portugal tem sido alvo de vários estudos por parte da Indústria Farmacêutica, bem como do Ministério da Saúde. Assim, em 2002, um estudo realizado pelo Prof. Jorge Vasconcellos e Sá (Apifarma, 2002) releva que o consumo de medicamentos *per capita* até à data era o terceiro menor da Europa (estando apenas a Grécia e a Espanha abaixo), com Portugal situado 6,4% abaixo da média europeia. Este estudo salienta ainda que, para o ano de 2002, em termos de comparticipação, a percentagem paga pelos doentes está 92% acima da média europeia, sendo o Estado português o terceiro país da Europa que menos comparticipa o consumo de medicamentos. Os gastos da Saúde *per capita* em Portugal são 31% abaixo da média europeia, sendo os níveis de satisfação dos doentes 64% abaixo da média da Europa.

Dados do Ministério da Saúde revelam a tendência de crescimento do consumo de medicamentos *per capita* no mercado total, em Portugal continental, entre 2002 e 2007. Efectivamente, a despesa *per capita*, que no ano 2002 se situava nos 288€, aumentou para 325,2€ em 2007. Os resultados podem ser observados na Figura 2.6 (Alto Comissariado Saúde, 2009):

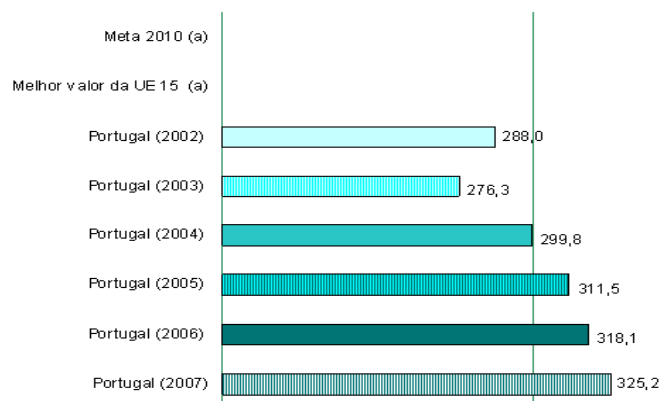
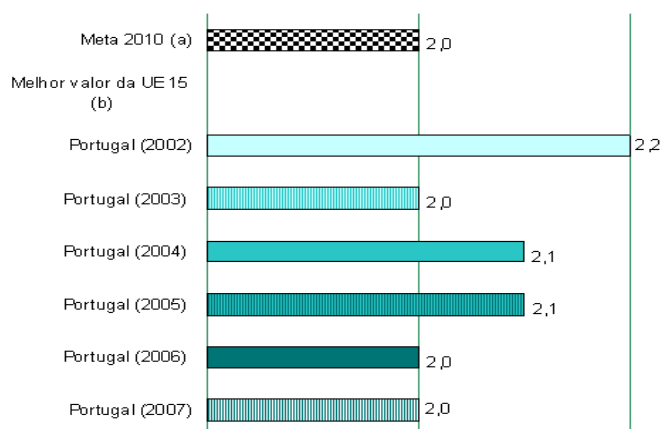


Figura 2.6. Consumo de medicamentos per capita no mercado total (em €)
(adaptado de Alto Comissariado Saúde, 2009)

A despesa total em medicamentos face ao valor total do PIB, para Portugal continental, tem vindo a diminuir, estando situada em 2,0% em 2007. Os resultados podem ser observados na Figura 2.7 (Alto Comissariado Saúde, 2009):



situando-se nos 17,9% em 2007, como pode ser analisado pela Figura 2.8 (Alto Comissariado Saúde, 2009):

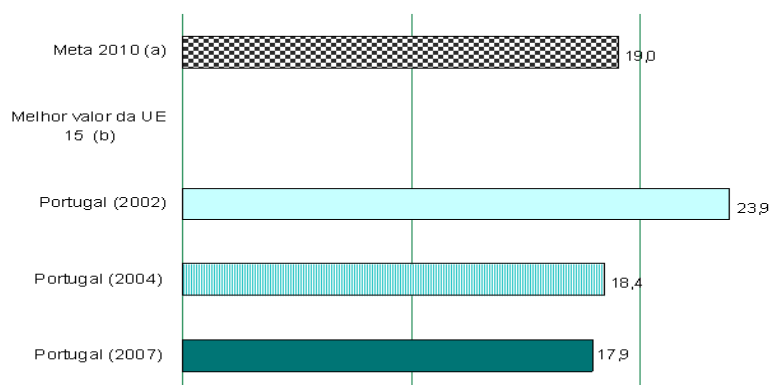


Figura 2.8. Valor percentual da despesa em medicamentos na despesa de saúde
(adaptado de Alto Comissariado Saúde, 2009)

2.7.2. Estimativa da quantidade de resíduos de embalagens de medicamentos produzidos em Portugal

Para a análise da situação nacional relativa aos resíduos de medicamentos, é fundamental ter noção das quantidades de resíduos de embalagens de medicamentos produzidas nos últimos anos, possibilitando assim a previsão da quantidade para os anos seguintes. Deste modo, na Tabela 2.7 vêem expressos os dados relativos aos anos de 2006, 2007 e 2008, para os embaladores aderentes, farmácias aderentes, nº de embalagens declaradas, resíduos recolhidos e resíduos valorizados (adaptado de VALORMED, 2008).

Tabela 2.7 Situação nacional relativa aos resíduos de medicamentos

Indicadores	31 Dez 06	Evolução (06-07)	31 Dez 07	Evolução (07-08)	31 Dez 08
Embaladores aderentes	173	14,5%	198	7,1%	212
Farmácias aderentes	2744	0,1%	2748	0,1%	2749
Nº embalagens declaradas	300 080 692	-4,2%	287 309 059	8,2%	310 984 147
Resíduos recolhidos (valores reportados pelas farmácias)	578 t	10,3%	638 t	10,2%	703
Resíduos valorizados (*)	578 t	10,3%	638 t	-3,1%	618

* No final do ano de 2008 estavam armazenadas 85 toneladas, aguardando a implementação do sistema de triagem.

2.7.3. Quantidades e tipos de resíduos recolhidos e valorizados no âmbito do SIGREM

À data de elaboração desta dissertação, não foi possível apurar as quantidades exactas de resíduos recolhidos e valorizados no âmbito do SIGREM, dado que desde Novembro de 2008 que a VALORMED armazena todos os contentores recolhidos em farmácias. Sabe-se, no entanto, que no final de 2008 estavam armazenados 12 700 contentores, com um peso estimado de 82,5 t, sendo que desde Março deste ano que está em curso o processo de triagem deste material. De salientar que os resíduos recolhidos provêm exclusivamente da recolha selectiva em farmácias e incluem resíduos de embalagens de medicamentos e resíduos de medicamentos fora de uso.

Deste modo, de acordo com a VALORMED, “sendo o destino final das recolhas a valorização energética em contentores devidamente selados, conforme procedimento expresso no Caderno de Encargos, não é possível identificar quantidades retomadas e valorizadas segregadas por tipo de material” (VALORMED, 200

região de Lisboa, entre eles compostos farmacêuticos ácidos activos e neutros e esteróides, para além de algumas fragrâncias. Foram analisadas as percentagens de remoção destes compostos com processos de lamas activadas e leitos percoladores. Os resultados vêm expressos nas Tabelas 2.8 e 2.9, para lamas activadas e leitos percoladores:

Tabela 2.8 Análise de compostos em águas residuais para afluente e efluente (adaptado de Salgado *et al*, 2009)

Composto analisado	Concentração média (ng/L)		Eficiência de remoção
	Afluente	Efluente	
Dimetil fenazona	324	97	70%
Cafeína	571	20	96%
Fluoxetina	11	nd	100%
Cetoprofeno	612	39	94%
Fluorbiprofeno	165	87	47%
Ácido clofíbrico	363	256	29%
Ibuprofeno	1012	195	81%
Galaxolide	1473	276	81%
Tonalide	389	105	73%
Cashmeran	1209	141	88%

*nd – não detectado

Tabela 2.9 Análise de compostos em lamas de ETAR (adaptado de Salgado *et al*, 2009)

Composto analisado	Concentração média (ng/g)	Intervalo (ng/g)
Dimetil fenazona	187	Nd-653
Cafeína	68	Nd-325
Fluoxetina	Nd	Nd
Cetoprofeno	10	Nd-38
Fluorbiprofeno	32	Nd-128
Ácido clofíbrico	711	Nd-4559
Ibuprofeno	11	Nd-79
Galaxolide	3973	110-22650
Tonalide	1132	50-5970
Cashmeran	489	50-1870

*nd – não detectado

As conclusões deste estudo apontam para a presença de compostos, quer no afluente como no efluente da ETAR, tais como ácido clofíbrico, ibuprofeno, galaxolide, tonalide e cashmeran, indicando a dificuldade de remoção destes compostos pelos processos de lamas activadas e leitos percoladores. Em particular, os compostos ácido clofíbrico e flurbiprofeno apresentam taxas de remoção muito pequenas em comparação com os restantes compostos. Os compostos referidos apresentam ainda concentrações elevadas na análise das lamas, sugerindo que a sorção para as lamas tem um papel fundamental na remoção de compostos numa ETAR.

Um outro estudo de Salgado *et al* (2006) analisou a presença dos mesmos compostos em seis ETAR na região de Lisboa, tendo obtido resultados idênticos. Os resultados vêm expressos na Figura 2.9.

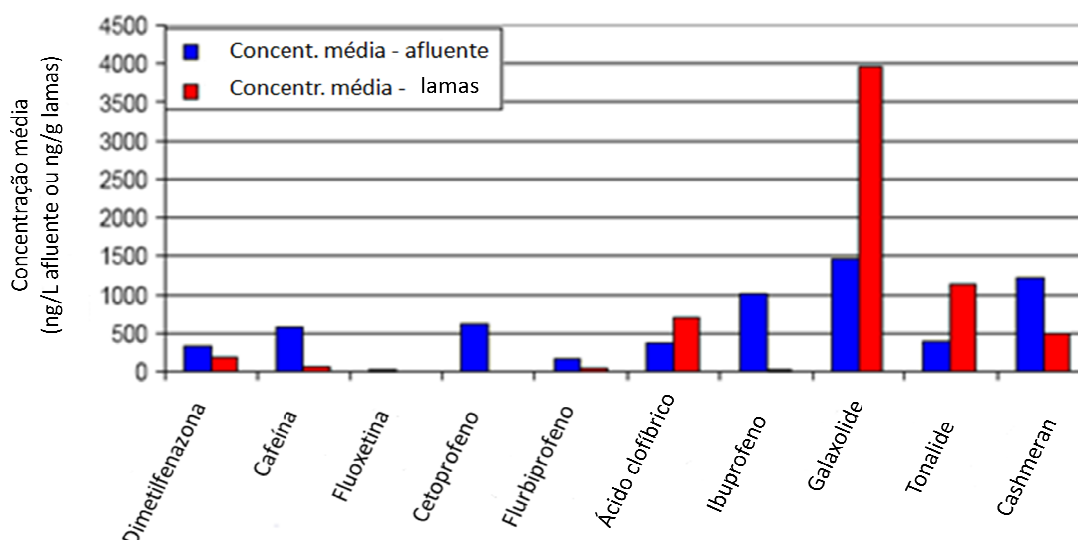
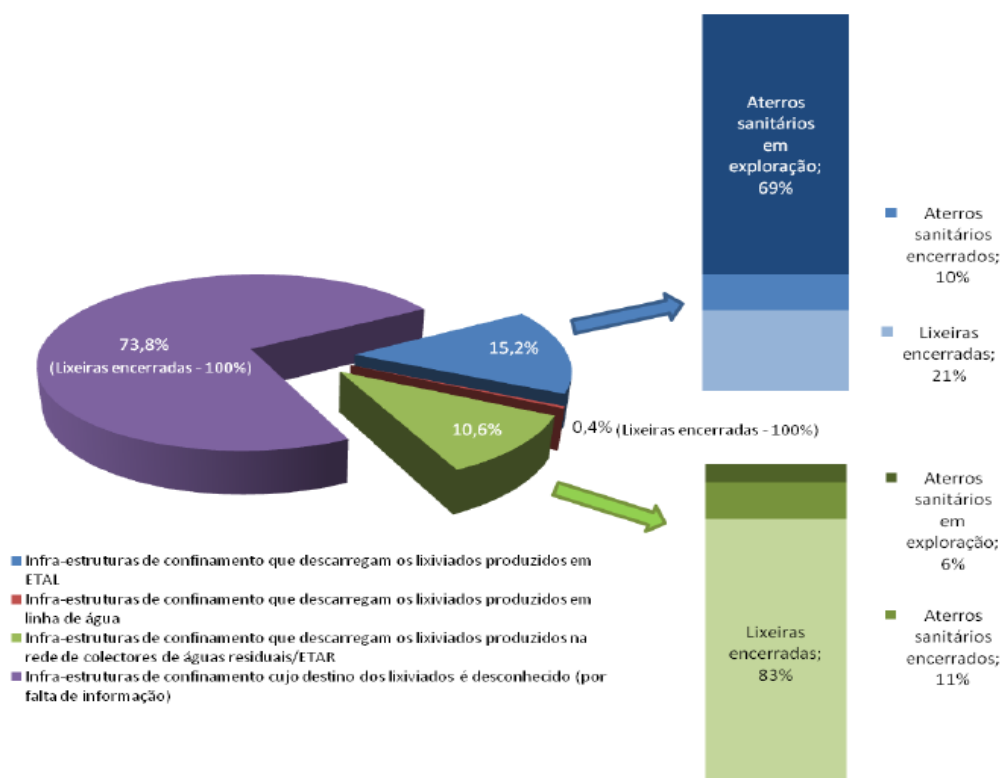


Figura 2.9. Presença de resíduos de medicamentos em ETAR (média das seis ETAR analisadas) (adaptado de Salgado *et al*, 2006)

Este estudo conclui ainda que, em laboratório, o ácido clofíbrico é parcialmente biodegradado, sendo que no entanto os seus metabolitos são fortemente adsorvidos pela biomassa.

Em termos de aterros sanitários, a presença de resíduos de medicamentos revela-se nos lixiviados e nas ETAL associadas aos aterros. Para o território nacional, um estudo do IRAR documenta a existência de 34 ater

A Figura 2.10 mostra a distribuição percentual do destino dos lixiviados (IRAR, 2008):



activas, o que constitui um claro indicador do tipo de resíduos de medicamentos que são esperados encontrar.

Os estudos existentes sobre resíduos de medicamentos, em termos nacionais, cingem-se maioritariamente à presença destes compostos em afluentes, efluentes e lamas de ETAR, focando essencialmente a taxa de remoção destes compostos. No entanto, existe muito pouca informação sobre a presença destes compostos em lixiviados de aterros e quais os impactes da introdução destes compostos no ambiente, seja por via da deposição de lamas de ETAR contaminadas em terrenos agrícolas seja por descarga para o meio hídrico de águas residuais e lixiviados contendo resíduos de medicamentos.

Neste sentido, esta dissertação pretende encontrar respostas para algumas destas questões, constituindo uma base para estudos futuros em termos nacionais sobre a problemática dos resíduos de medicamentos. Com este estudo pretende-se conhecer o comportamento dos consumidores face à eliminação de resíduos de medicamentos, bem como analisar a presença destes compostos em lixiviados, servindo de base para estudos nacionais de cariz mais amplo que possam permitir caracterizar a situação nacional face aos resíduos de medicamentos.

3. METODOLOGIA

3.1. Especificação dos objectivos e premissas a tratar

O objectivo geral desta dissertação é avaliar a presença de resíduos de medicamentos nos RSU e os comportamentos das famílias portuguesas face ao seu destino. Neste sentido, pretende-se dar resposta a três grandes questões:

1. De que forma um medicamento se torna um resíduo, ou seja, qual o percurso do medicamento até se tornar um resíduo?
2. O que acontece aos resíduos de medicamentos: quais os seus destinos e quais os impactes no ambiente e saúde pública derivados dos destinos que lhes são dados?
3. Qual a situação nacional acerca dos medicamentos, quer em termos de recolha e gestão no âmbito do SIGREM, quer em relação aos medicamentos que aparecem nos aterros sanitários e ETAR?

Deste modo, pretende-se averiguar quais os grandes grupos de medicamentos e os consumos anuais existentes em Portugal, que estimativas em termos nacionais existem sobre a quantidade e tipo de resíduos de medicamentos produzidos anualmente, bem como os impacte resultante da presença destes compostos no ambiente e os destinos dados pelas famílias portuguesas face a este tipo de resíduos. Adicionalmente, pretende-se analisar as quantidades e tipos de resíduos de medicamentos presentes na composição física dos RSU, bem como os que são recolhidos e geridos no âmbito do SIGREM.

Face a estas questões, coloca-se uma questão final: são ou não os resíduos de medicamentos um problema a nível nacional? Esta dissertação pretende assim ser um ponto de apoio na resposta a esta questão, permitindo analisar a situação dos medicamentos em termos nacionais e comunitários.

Para algumas destas questões, as respostas serão dados com base na revisão bibliográfica efectuada, em função dos documentos analisados, relatórios, artigos e estudos efectuados por outros autores (parte teórica). Para outras questões, tais como os destinos dados aos medicamentos fora de uso e suas embalagens pelas famílias portuguesas, bem como sobre as quantidades e tipos de resíduos de medicamentos presentes na composição física dos RSU, as respostas serão baseadas nos resultados obtidos na parte prática desta dissertação, que incluem a realização de um questionário a uma amostra de famílias residentes na Península de

3.2 Selecção e descrição do caso de estudo: Península de Setúbal

De acordo com os objectivos propostos, e com base nos recursos humanos e financeiros disponíveis, optou-se por seleccionar a Península de Setúbal como região para o caso de estudo. Esta escolha baseia-se em dois motivos principais: a localização da FCT/UNL nesta região e o facto de estar a decorrer um projecto de investigação levado a cabo pela mesma Faculdade, pelo Departamento de Química, onde se pretende identificar a presença de compostos de medicamentos nas ETAR desta Península.

A Península de Setúbal é uma sub-região estatística (NUTS III) da Região de Lisboa e que abrange uma área de 1 518 km², integrando nove municípios: Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal (Figura 3.1). É limitada a Norte pelo estuário do Tejo e a Sul pelo estuário do Sado.

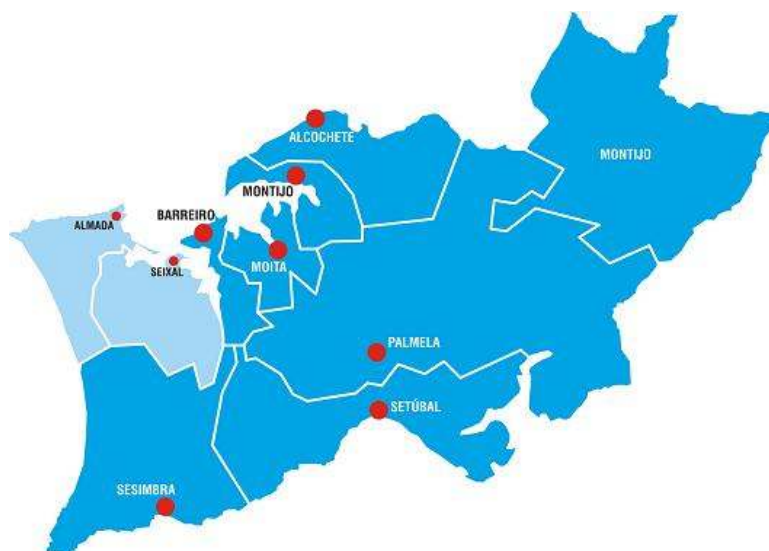


Figura 3.1 Concelhos que integram a Península de Setúbal

Tabela 3.1 Caracterização da Península de Setúbal (SPD, 2005)

Concelhos	Área (km ²)	Freguesias (nº)	População residente em 2001	Densidade populacional (hab/km ²)
Alcochete	94,5	3	13 010	145,8
Barreiro	31,8	8	79 012	2 488,2
Moita	55,3	6	67 449	1 245,7
Montijo	340,8	8	36 168	117,2
Palmela	462,9	5	53 353	120,4
Sesimbra	195	3	37 567	205,8
Setúbal	172	8	113 934	680,8
Almada	70,2	11	160 825	2 333,4
Seixal	95,5	6	150 271	1 650,5
Totais	1 518	58	711 589	---

Os resíduos urbanos indiferenciados produzidos na Península de Setúbal são recolhidos pelas próprias Câmaras Municipais, enquanto que os resíduos da recolha selectiva são recolhidos pela AMARSUL – Sistema Multimunicipal de Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Margem Sul, que assegura o tratamento de RSU da Península de Setúbal.

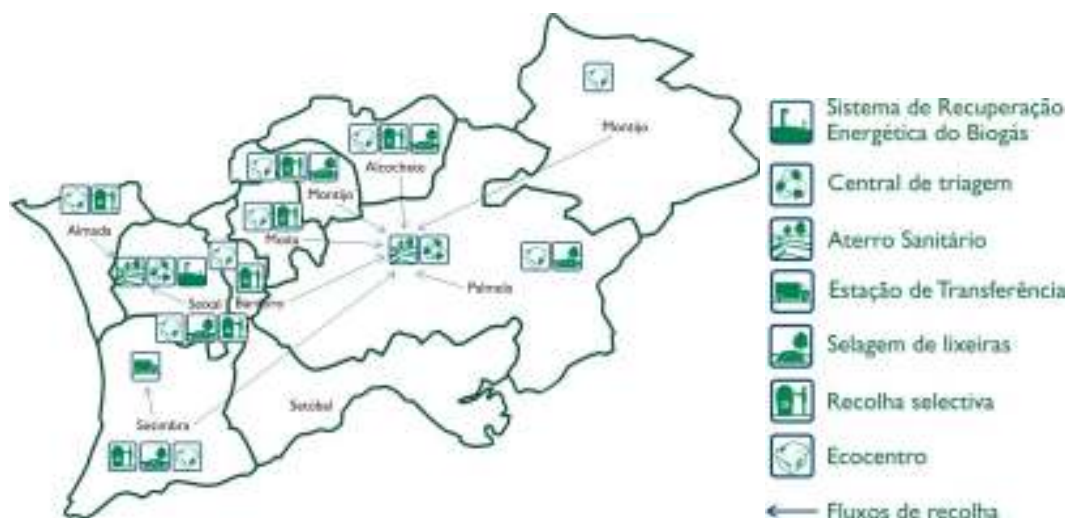


Figura 3.2. Infra-estruturas da AMARSUL para o tratamento e valorização dos RSU produzidos na Península de Setúbal (AMARSUL, 2009)

De acordo com os dados disponibilizados pela APA (2008), no ano de 2006 a produção de RSU foi de 359 512 toneladas. Destas, 25 605 toneladas foram recolhidas selectivamente e 333 907 toneladas foram provenientes das recolhas indiferenciadas, tendo sido depositadas em aterro 331 676 toneladas (99%) e 2.231 toneladas valorizadas organicamente (1%).

No que concerne às águas residuais urbanas produzidas na Península de Setúbal, o seu tratamento é efectuado pela SIMARSUL – Sistema Multimunicipal de Saneamento de Águas Residuais da Península de Setúbal, constituída por 27 subsistemas de drenagem e tratamento (SIMARSUL, 2009). Actualmente, para o tratamento das águas residuais, o sistema dispõe de 14 ETAR, estando prevista a construção de outras 13.



3.4 Instrumentos de análise

Para a concretização dos objectivos propostos relativos ao conhecimento dos comportamentos das famílias residentes na Península de Setúbal face aos seus medicamentos, recorreu-se a dois instrumentos de análise. Um directo, por medição da quantidade e tipo de resíduos de medicamentos e embalagens de medicamentos colocados nos contentores de resíduos e nos ecopontos; e outro indirecto, através da realização de um inquérito por questionário aplicado a uma amostra de famílias utentes das farmácias da Península de Setúbal.

Nos pontos que se seguem descreve-se a metodologia e os procedimentos seguidos em cada um.

3.4.1 Metodologia e procedimentos para a quantificação e caracterização dos medicamentos e suas embalagens presentes nos RSU

A quantificação e caracterização dos medicamentos e suas embalagens presentes nos RSU tiveram por base o acompanhamento da campanha de caracterização física dos RSU, realizada pela AMARSUL, a qual seguiu as especificações técnicas que constam no Anexo II da Portaria nº187/2007, de 12 de Fevereiro⁶ (PERSU II). Nestas campanhas, o tipo de amostragem é aleatória simples, sendo a campanha anual de caracterização composta por dois períodos de amostragem, um no Outono-Inverno e outro na Primavera-Verão. O número mínimo de amostras para a caracterização física deve ser 21 para os resíduos indiferenciados, 5 para a recolha selectiva de papel/cartão, 10 para embalagens de plástico/metal/cartão de alimentos líquidos e 2 para o vidro. A unidade de amostragem recomendada é de 350 kg para os indiferenciados e 250 kg para os restantes fluxos.

A preparação da amostra é efectuada a partir da técnica do quarteio, cujos procedimentos são descritos seguidamente (Branco, 2005):

- Misturar os resíduos com a pá carregadora, efectuando diversos revolvimentos;
- Seguidamente, espalhar os resíduos de forma a constituir um "disco" grosseiro com uma altura até cerca de 50 centímetros;
- Dividir este "disco" em quatro partes, sensivelmente iguais e rejeitar dois quartos opostos;
- Misturar os quartos restantes;
- Repetir esta sequência de operações até se atingir o peso pretendido para a unidade de amostragem (*i.e.* 350 kg).

Obtida a amostra, o procedimento de triagem consiste na colocação da amostra numa mesa de triagem com malha de 20mm, permitindo assim a queda de finos. São assim separados os diferentes resíduos de acordo com as suas categorias e subcategorias, como indicado na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 Catálogo de triagem utilizado nas campanhas de caracterização física dos RSU de acordo com a Portaria nº 187/2007, de 12 de Fevereiro

Categoria	Subcategoria	Categoria	Subcategoria
Orgânicos	Alimentares	Metais	Embalagem usada ferrosa
	Jardins		Outros ferrosos
	Outros		Embalagem usada não ferrosa
Papel/cartão	Embalagem usada		Outros não ferrosos
	Outros	Madeira	Embal

De salientar que a categoria “outros”, sub-categoria “outros” inclui determinados fluxos de resíduos presentes nos RSU e que, pela sua especificidade ou quantidade reduzida, não se enquadram em nenhuma outra categoria. Exemplos disso são as pilhas e baterias, os pequenos equipamentos eléctricos e electrónicos, as embalagens compósitas e os produtos químicos. Os medicamentos e algumas embalagens de medicamentos, que normalmente surgem em pequenas quantidades nas amostras de RSU, são também colocados nesta categoria, pelo que se verifica que não existe muita informação sobre a quantidade e o tipo de medicamentos e embalagens de medicamentos que aparecem nos RSU. Deste modo, para dar a conhecer os valores reais de medicamentos e embalagens de medicamentos que surgem nas amostras de RSU, a campanha de caracterização foi baseada num catálogo de triagem detalhado, que incluía a categoria “medicamentos e embalagens de medicamentos”.

Solicitou-se à AMARSUL autorização para acompanhar a sua campanha de caracterização física dos RSU, que decorreu no final de Julho de 2009, analisando os resíduos de medicamentos e embalagens de medicamentos. Foram caracterizados todos os fluxos do conjunto de amostras de RSU programadas pela AMARSUL, com excepção das amostras relativas à recolha selectiva de vidro, por se considerar ser um destino raro para os resíduos em questão e pela dificuldade de análise das amostras, associado ao tipo de material.

As campanhas realizaram-se nas instalações da AMARSUL do Seixal (amostras de Almada e Seixal) e em Palmela (amostras que abrangem os restantes concelhos). Foram analisadas as amostras de resíduos urbanos dos diversos concelhos, distribuídas proporcionalmente à produção anual estimada de resíduos afecta a cada instalação de tratamento. A campanha de caracterização foi planeada de acordo com o número de amostras a realizar, num total de 26, tendo sido efectuado o número de amostras referido na Tabela 3.3:

<

De acordo com os dados obtidos nas campanhas de caracterização da AMARSUL, foram amostrados um total de 7 891 kg de resíduos urbanos, dos quais 3 982 kg correspondem à recolha indiferenciada (50,5%) e 3 909 kg correspondem a amostras de recolha selectiva (49,5%), sendo que destes, 680 kg correspondem à amostragem dos refugos da triagem (8,6%), neste caso considerados separadamente.

O planeamento da campanha e as respectivas quantidades amostradas vêm descritos na Tabela 3.4:

Tabela 3.4 Datas da realização das campanhas de caracterização física dos RSU e respectivas quantidades amostradas

Amostra	Circuito (origem)	Data/Manhã (M) – Tarde (T)	Quantidade amostrada (kg)
Resíduos de Almada e Seixal			
Embalagens porta-a-porta	Recolha de 20-07-2009	27-07-2009 M	277,0
Embalagens porta-a-porta	Recolha de 22-07-2009	27-07-2009 M	228,2
Embalagens porta-a-porta	Recolha de 22-07-2009	27-07-2009 T	136,0
Papel/Cartão, porta-a-porta + R. selectiva	Aleatoriamente	28-07-2009 M	265,0

Tabela 3.4 Datas da realização das campanhas de caracterização física dos RSU e respectivas quantidades amostradas (continuação)

RSU indiferenciados	Setúbal	05-08-2009 T	355,0
RSU indiferenciados	Palmela	06-08-2009 M	364,0
RSU indiferenciados	Sesimbra	06-08-2009 T	372,0
RSU indiferenciados	Palmela	07-08-2009 M	386,0
RSU indiferenciados	Moita	07-08-2009 T	355,0
Embalagens	Aleatoriamente	10-08-2009 M	250,0
Embalagens	Aleatoriamente	10-08-2009 T	250,0
Refugo Triagem	Aleatoriamente	11-08-2009 M	340,0
Embalagens	Aleatoriamente	11-08-2009 T	250,0
Total			7890,9

Na Figura 3.5 apresentam-se algumas fotografias que ilustram o aspecto de uma amostra de RSU de recolha indiferenciada, bem como os equipamentos utilizados. A triagem foi efectuada por 6 operadores, tendo sido os resíduos colocados numa mesa de triagem com malha de 20 mm. Os resíduos



Figura 3.5. Fotografias tiradas em diferentes fases da campanha de caracterização dos RSU

De referir que os resultados desta campanha não são representativos da produção anual de RSU e, consequentemente, de resíduos de medicamentos e embalagens de medicamentos, dado que não integram os valores obtidos na campanha de Inverno-Primavera, que decorreu anteriormente a este projecto de investigação. Não obstante, os resultados obtidos servem como base de referência para analisar o tipo de resíduos que as famílias portuguesas colocam no caixote do lixo, complementada pela informação obtida nos questionários.

O acompanhamento da campanha de caracterização física dos RSU da AM



Figura 3.6 Campanha de quantificação e caracterização dos medicamentos e

por categorias (cartão, *blisters*, saquetas, frascos de vidro, bisnagas, ampolas de vidro, frascos/caixas de plástico, sprays, seringas, outros e folhetos).

Para estimar a quantidade de resíduos de medicamentos e embalagens presentes nas amostras de cada tipo de resíduo (r), por categoria de embalagem de medicamentos (c), foi realizado o somatório de todos os pesos de amostras de cada tipo de resíduo (r), bem como os pesos de todas as categorias de embalagens encontradas. Para cada tipo de resíduo amostrado, foi posteriormente calculada a percentagem total de embalagens de medicamentos no total dos resíduos amostrados. A distribuição percentual de embalagens presentes por tipo de categoria (c) foi calculada para cada tipo de resíduo amostrado, dividindo o somatório de embalagens de cada categoria (c) encontradas nas amostras de cada tipo resíduo urbano (r) pelo somatório do total de embalagens de medicamentos encontradas nas amostras de resíduos em questão (r).

Sobre o registo e contabilização dos medicamentos encontrados dentro das embalagens de medicamentos, realizou-se uma análise quantitativa e qualitativa dos medicamentos encontrados.

3.4.2. Metodologia e procedimentos para a realização do questionário

Os comportamentos das famílias residentes na Península de Setúbal relativamente aos medicamentos e embalagens de medicamentos foram igualmente medidos de uma forma indirecta através de um inquérito por questionário. Este questionário, cuja cópia se apresenta no Anexo B inclui mais questões para além daquelas objecto de pesquisa da presente dissertação, tendo sido utilizadas para a presente

Tendo em consideração os recursos e tempo disponível para a realização deste projecto de investigação, optou-se por considerar uma amostra de famílias utentes das farmácias da Península de Setúbal e fixar uma dimensão amostral de 281 utentes/famílias, tendo em conta a estrutura e tipo de amostragem proposto. O questionário foi efectuado a 601 utentes, dos quais responderam 281, o que representa uma taxa de resposta de 46,8%. Dos questionários realizados, apenas dois ficaram incompletos, mas foram integrados na amostra por terem várias questões preenchidas.

Para um nível de confiança de 95% a dimensão proposta de 281 utentes/famílias corresponde a uma margem de erro de aproximadamente $\pm 5,9\%$ para uma amostra probabilística.

Tendo-se optado por uma amostra de famílias utentes das farmácias da Península de Setúbal, o procedimento de recolha de informação (aplicação de um questionário a estes utentes) foi realizado tendo por base uma selecção aleatória de farmácias dentro de cada concelho. Dentro de cada localidade, considerando o número de farmácias existentes e por um processo aleatório, seleccionou-se um número proporcional à dimensão amostral da população, considerando como critério uma média de 10 utentes/famílias por farmácia, o que perfaz um total de 32 farmácias.

Deste modo, para cada concelho da zona da Península de Setúbal, seguindo a estratificação proposta em função da relação peso no universo e para um total de 281 utentes/famílias “recrutadas”, obteve-se o dimensionamento amostral apresentado na T

Tabela 3.5 Dimensão e distribuição da amostra de famílias pelos concelhos

Concelho	Freguesia	Total
1. Alcochete	Alcochete (5)	5
2. Almada	Almada (12), Caparica (12), Costa da Caparica (6), Cova da Piedade (12), Sobreda (5), Laranjeiro (11), Feijó (11)	68
3. Barreiro	Barreiro (5), Lavradio (6), Santo André (5), Verderena (6), Alto do Seixalinho (10)	32
4. Moita	Baixa da Banheira (12), Moita (8), Vale da Amoreira (5)	
5. Montijo	Montijo (16)	16
6. Palmela	Palmela (9), Pinhal Novo (11)	20
7. Seixal	Amora (23), Arrentela (7), Corroios (21)	51
8. Sesimbra	Castelo (7), Quinta do Conde (7)	14
9. Setúbal	Santa Maria da Graça (5), São Julião (10), São Sebastião (30)	45

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise de dados

Como referido no capítulo anterior, durante a campanha de caracterização física dos RSU foram amostrados um total de 7 891 kg de resíduos urbanos, 3 982 kg de recolha indiferenciada e 3 909 kg de recolha selectiva. A quantidade em número e em peso de resíduos de embalagens de medicamentos presentes nos RU caracterizados é apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Quantidade de resíduos de embalagens de medicamentos presentes nos RU caracterizados na campanha

Tipo de RU	Quantidade de RU amostrada (kg)	Quantidade de resíduos de embalagens de medicamentos (N.º)	Peso de resíduos de embalagens de medicamentos (g)	Percentagem em peso de resíduos de embalagens de medicamentos (%)
RU indiferenciados	3 982	555	3 536	0,09
Embalagens	2 690	1 326	5 618	0,21
Papel/cartão	539	145	872	0,16

