



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Valorização Agrícola de Lamas de ETAR: Enquadramento e Perspectivas Futuras

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na Especialidade de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente

Autor

Alexandra Maria Franco Victor

Orientador

Professor Doutor Pedro Manuel P. V. Lopes Tavares

Coimbra, Agosto de 2010

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o apoio de algumas pessoas a quem desejo manifestar o meu profundo agradecimento:

- Ao Professor Doutor Pedro Tavares, meu orientador científico, mestre, conselheiro e amigo, por todos os ensinamentos, pela dedicação e disponibilidade, pelo apoio, incentivo, paciência e amizade;

- Às Águas do Mondego S.A., em especial, aos Eng.º Mauro Azevedo e Eng.º Paulo Oliveira, pela disponibilidade e simpatia com que me receberam, e por todas as informações fornecidas importantes para este trabalho;

- À Luságua S.A., nomeadamente, ao Eng.º Carlos Moita, e à Dr.ª Maria Miguel, por todas as informações prestadas imprescindíveis para o trabalho e pela simpatia com que me receberam;

- A toda a minha família e amigos que sempre me apoiaram, principalmente nos momentos mais difíceis, em especial à minha Tia Gilda, aos meus primos Dalila, Toninho e Paulo e aos meus meninos Pedro, Francisco e João;

- Ao Rui, o melhor irmão, companheiro e amigo do mundo, que me apoiou imenso na conclusão deste trabalho, e à minha cunhada e amiga de sempre Mari pela sua amizade;

- Finalmente aos meus pais, Zélia e Victor, pelo seu amor e apoio incondicionais, por nunca terem deixado de acreditar em mim, por me terem ensinado a valorizar o que a vida tem de melhor, por todos os sacrifícios e batalhas que incansavelmente travaram ao meu lado... Vocês são o melhor presente que a vida me poderia dar!

A todos o meu MUITO OBRIGADA!

RESUMO

As lamas de depuração produzidas nas ETAR constituem um resíduo que exige uma gestão apropriada e otimizada. O aumento da produção das lamas ao longo dos últimos anos, resultantes de maiores exigências em termos de tratamento de águas residuais urbanas bem como do acréscimo da população servida por ETAR, representa um problema actual de extrema importância.

Uma estratégia correcta de gestão de resíduos recomenda, quando não é viável uma redução das quantidades produzidas, a valorização, em utilizações compatíveis com a qualidade obtida após um tratamento adequado. A valorização agrícola de lamas com aproveitamento da matéria orgânica e dos nutrientes, apoiada numa legislação bem fundamentada e pela posição da Comissão Europeia que incentiva a utilização na agricultura desde que a sua qualidade seja adequada, assume-se como uma solução privilegiada, particularmente nos solos portugueses, deficitários em matéria orgânica.

A legislação comunitária que regulamenta a aplicação de lamas em terrenos agrícolas encontra-se desactualizada e os documentos que têm surgido propõem uma regulamentação mais restritiva que, a ser implementada, trará algumas consequências negativas para esta opção de destino final de lamas. No entanto, as críticas emanadas por alguns organismos competentes, assim como o atraso na publicação da revisão da Directiva, poderão presumivelmente significar que algumas das alterações propostas não serão legisladas. Em Portugal, com a implementação do Decreto-Lei n.º 118/2006 e mais recentemente com o Decreto-Lei n.º 276/2009, a valorização agrícola de lamas ficou bem regulamentada, pondo fim a um uso indiscriminado e a uma certa falta de controlo na utilização das lamas. Saliente-se o facto de actualmente surgirem algumas novidades em termos de soluções para o destino final das lamas, perspectivando-se eventuais alterações neste mercado.

Com este trabalho pretende-se analisar as perspectivas futuras para a utilização de lamas na agricultura, comparativamente com outras opções de destino final, particularizando para o caso das lamas produzidas nas ETAR pertencentes ao Sistema Multimunicipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada.

ABSTRACT

Sewage sludge produced in the WWTP is a waste that requires appropriate and optimized management. The increased production of sludge over the years, resulting in greater demands in terms of urban waste water treatment and the increase of the population served by WWTP, is a current problem of extreme importance.

A proper strategy for waste management recommends, when it is not feasible to reduce the quantities produced, the recovery in uses compatible with the quality obtained after appropriate treatment. The recovery of agricultural use of sludge with organic matter and nutrients, supported by a well-founded law and the position of the European Commission, which encourages the use in agriculture if its quality is adequate, it is assumed as a preferred solution, particularly in Portuguese soil, deficient in organic matter.

The community legislation that regulates the use of sludge on agricultural lands is outdated and the documents that have emerged offer more restrictive rules which, if implemented, will bring some negative consequences for this choice of final destination of sludge. However, the criticism made by competent organisms as well as the delayed publication of the Directive review, could presumably mean that some of the proposed amendments will not be legislated. In Portugal, with the implementation of Decree-Law n.º 118/2006 and more recently the Decree-Law n.º 296/2009, the agricultural recovery of sludge was well regulated, putting an end to indiscriminate use and a lack of control in the use of sludge. It is noted that currently there are some news in terms of solutions for the final destination of sludge, which will probably bring some changes in this market.

This study aims to examine the future prospects for the use of sludge in agriculture, compared with other options for final destination, specifying the case of sludge produced in a WWTP belonging to the Multimunicipal Sanitation System of Baixo Mondego and Bairrada.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Considerações Iniciais	1
1.2	Objectivos	5
1.3	Estrutura da Dissertação.....	5
2	ENQUADRAMENTO GLOBAL.....	6
2.1	Enquadramento do Problema	6
2.2	Enquadramento Legal	9
2.2.1	Legislação Europeia.....	9
2.2.1.1	Legislação geral referente aos resíduos	9
2.2.1.2	Legislação específica referente às lamas	10
2.2.1.3	Legislação relacionada indirectamente com as lamas	20
2.2.2	Legislação Portuguesa	22
2.2.2.1	Legislação geral referente aos resíduos	22
2.2.2.2	Legislação específica referente às lamas	23
2.2.2.3	Legislação relacionada indirectamente com as lamas	23
3	CARACTERIZAÇÃO, TRATAMENTO E DESTINO FINAL DAS LAMAS	24
3.1	Introdução	24
3.2	Quantificação.....	25
3.2.1	Introdução	25
3.2.2	União Europeia.....	26
3.2.3	Portugal	28
3.3	Tipos de Lamas.....	33
3.4	Constituição das Lamas	35
3.4.1	Matéria Orgânica	35
3.4.2	Nutrientes	36
3.4.3	Metais Pesados	37

3.4.4	Compostos Orgânicos	39
3.4.5	Organismos Patogénicos	40
3.4.6	Outros Constituintes	42
3.5	Processos de Tratamento.....	42
3.5.1	Introdução	42
3.5.2	Tratamento Preliminar	43
3.5.3	Condicionamento.....	44
3.5.4	Espessamento	44
3.5.5	Desidratação	44
3.5.6	Estabilização e Desinfecção	45
3.5.7	Secagem e Redução Térmica	47
3.5.8	Recentes Tecnologias de Tratamento	47
3.6	Qualidade das Lamas	48
3.7	Soluções para o Destino Final das Lamas.....	51
3.8	Utilização das Lamas na Agricultura.....	53
3.8.1	Introdução	53
3.8.2	Impactos positivos e negativos.....	54
3.8.3	Restrições na aplicação de lamas	56
4	SISTEMA MULTIMUNICIPAL DO BAIXO MONDEGO E BARRADA.....	65
4.1	Caracterização da Situação Existente	65
4.2	ETAR Geridas Directamente pelas Águas do Mondego S.A.....	70
4.2.1	Quantidades de lamas produzidas.....	70
4.2.2	Destino final das lamas	71
4.2.2.1	Decreto-Lei n.º 118/2006.....	71
4.2.2.2	Decreto-Lei n.º 276/2009	72
4.3	ETAR Geridas pela Luságua S.A.	73
4.3.1	Quantidades de lamas produzidas.....	73
4.3.2	Destino final das lamas	73
4.3.2.1	Decreto-Lei n.º 118/2006.....	74

4.3.2.2	Decreto-Lei n.º 276/2009	74
5	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	76
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 - Quantidade de lamas produzida nos países da UE 15 (1999-2006) (adaptado de COM, 2003b, SEC, 2006 e SEC, 2009).....	27
Figura 3.2 - Estimativa da produção anual de lamas (tSST/ano) para os anos de 2010 e 2020 (SEC, 2009).....	28
Figura 3.3 - Distribuição da população pelos sistemas de tratamento e respectiva eficiência (MAOT, 1994).....	29
Figura 3.4 - População servida por sistema de drenagem de águas residuais, por concelho (a). População servida por sistemas de tratamento de águas residuais, por concelho (b) (INSAAR, 2008).....	30
Figura 3.5 - Localização das ETAR (a) e das FSC (b) (INSAAR, 2008).....	31
Figura 3.6 - Destino final de lamas em Portugal em 1998 (EC, 1999).....	32
Figura 3.7 - Quantidade de lamas actualmente produzidas em Portugal nas instalações analisadas (Beraud, 2008).....	32
Figura 3.8 - Destino Final das lamas em Portugal (adaptado de Beraud, 2008).....	33
Figura 3.9 - Métodos de desidratação mais utilizados no nosso país de acordo com a quantidade de lamas produzida (adaptado de Beraud, 2008).....	45
Figura 3.10 - Métodos de estabilização de lamas mais utilizados quando o destino final é a valorização agrícola (adaptado de Beraud, 2008).....	46
Figura 3.11 - Métodos de estabilização de lamas mais utilizados quando o destino final é a deposição em aterro (adaptado de Beraud, 2008).....	46
Figura 4.1 - Concelhos abrangidos pelo Sistema Municipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada (AM@, 2010).....	65
Figura 4.2 - Parque de lamas da ETAR do Choupal.....	74

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Valores limite para certos metais pesados de acordo com a Directiva 86/278/CEE.	11
Quadro 2.2 - Valores limite de concentração de metais pesados nos solos nos países da UE 15 (mg/kg de matéria seca) (adaptado de SEC, 2006 e SEC, 2009).	12
Quadro 2.3 - Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura nos países da UE 15 (mg/kg de matéria seca) (adaptado de SEC, 2006 e SEC, 2009).	13
Quadro 2.4 - Valores limite para as quantidades anuais de metais pesados introduzidos nos solos agrícolas (kg/ha/ano) (adaptado de SEC, 2006 e SEC, 2009).	14
Quadro 2.5 - Frequência de análises. Comparação entre as exigências da Directiva 86/278/CEE e a legislação nacional dos países da UE 15 (adaptado de EC, 2001a e SEC 2009).	15
Quadro 2.6 - Terrenos onde é proibida a utilização de lamas. Comparação entre as exigências da Directiva 86/278/CEE e a legislação nacional dos países da UE 15 (adaptado de EC, 2001a e SEC, 2009).	16
Quadro 2.7 - Terrenos onde é proibida a utilização de lamas. Restrições adicionais introduzidas pela legislação nacional dos países da UE 15 de acordo com o artigo 7º da Directiva 86/278/CEE (adaptado de EC, 2001a).	17
Quadro 2.8 - Síntese da análise comparativa entre a Directiva 86/278/CEE e a legislação de cada estado-membro da UE 15 (adaptado de EC, 2001a e SEC 2009).	18
Quadro 2.9 - Datas limite e graus de tratamento exigidos para cumprimento dos requisitos da Directiva 91/271/CEE.	21
Quadro 3.1 - Produção típica de lamas <i>per capita</i> (CIWEM, 1995a).	25
Quadro 3.2 - Quantidade de lamas produzida nos países da UE 15 (1998-2006) (adaptado de COM, 2003b, SEC, 2006 e SEC, 2009).	26
Quadro 3.3 - Estimativa da produção anual de lamas (tSST/ano) para os anos de 2010 e 2020	28
Quadro 3.4 - Estações de Tratamento de Águas Residuais com mais de 2.000 habitantes (MAOT, 2002).	29
Quadro 3.5 - Teor de sólidos das lamas (adaptado de Metcalf & Eddy, 2003).	35
Quadro 3.6 - Conteúdo em matéria orgânica de lamas, submetidas a diferentes tratamentos, e em estrume animal (adaptado de EC, 2001b).	36
Quadro 3.7 - Valores típicos de alguns nutrientes nas lamas (adaptado de Hall, 1986).	36

Quadro 3.8 - Azoto disponível nas lamas para diferentes tratamentos (ADEME, 1996).....	37
Quadro 3.9 - Concentrações de metais pesados em lamas oriundas de águas residuais domésticas e águas residuais domésticas+industriais (Sleeman, 1984).....	38
Quadro 3.10 - Organismos patogénicos potencialmente presentes nas lamas (adaptado de EPA, 1995).....	41
Quadro 3.11 - Fases, processos e objectivos do tratamento de lamas (Tavares, 2007).....	43
Quadro 3.12 - Principais tipos de lamas produzidas e eventuais destinos (adaptado de CIWEM, 1995a).....	51
Quadro 3.13 - Valores limite de concentração de metais pesados nos solos de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009 (mg/kg de matéria seca).....	59
Quadro 3.14 - Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009 (mg/kg de matéria seca).....	59
Quadro 3.15 - Valores limite de concentrações de compostos orgânicos e dioxinas nas lamas destinadas à agricultura ⁽¹⁾ de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009.....	59
Quadro 3.16 - Valores limite de microrganismos nas lamas destinadas à agricultura de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009.....	60
Quadro 3.17 - Valores limite para as quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidos nos solos cultivados, com base numa média de 10 anos de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009 (kg/ha/ano).....	60
Quadro 3.18 - Análises a realizar às lamas e aos solos de acordo com o Anexo II do Decreto-Lei n.º 276/2009.....	62
Quadro 3.19 - Frequência anual das análises às lamas (Decreto-Lei n.º 276/2009).....	63
Quadro 3.20 - Frequência reduzida das análises às lamas (Decreto-Lei n.º 276/2009).....	63
Quadro 4.1 - ETAR pertencentes ao Sistema Municipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada.....	66
Quadro 4.2 - Tratamento das fases líquida e sólida nas ETAR do Sistema Municipal do Baixo Mondego e Bairrada (adaptado de CTGA, 2007 e AM@, 2010).....	68
Quadro 4.3 - Síntese da situação dos sistemas de tratamento de águas residuais, ETAR, no final de 2007, geridos pelas Águas do Mondego S.A. (adaptado de INSAAR, 2008).....	70
Quadro 4.4 - Quantidade de lamas produzida em 2009 pelas ETAR geridas pelas Águas do Mondego S.A.....	71

ACRÓNIMOS

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADP	Águas de Portugal
AGS	Administração e Gestão de Sistemas de Salubridade
AOX	Compostos organohalogenados adsorvíveis
APDA	Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas
ARH	Administração da Região Hidrográfica
CBO ₅	Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de cinco dias
CCDR	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
Cd	Cádmio
CE	Comunidade Europeia
CEAR	Comissão Especializada de Águas Residuais
CEAR	Comissão Especializada de Águas Residuais
CEC	Commission of the European Communities
CEE	Comunidade Económica Europeia
CEN	Comité Europeu de Normalização
CES	Comité Económico e Social
CIWEM	Chartered Institution of Water and Environmental Management
COM	Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu
Cr	Crómio
CTGA	Centro Tecnológico de Gestão Ambiental, Lda.
Cu	Cobre
DEHP	Di(2-etilhexil) ftalato
DGEnvironment	Directorate-General for the Environment
DPO	Declaração de Planeamento das Operações
draft	Documentos de trabalho relativamente às lamas
DRAP	Direcção Regional de Agricultura e Pescas
EC	European Commission
EN	Norma Europeia
ENSAIA	Ecole Nationale d'Agronomie et des Industries Alimentaires
EPA	Environmental Protection Agency
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETARI	Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais
EU	European Union

EUA	Estados Unidos da América
FSC	Fossas Sépticas Colectivas
Hg	Mercúrio
INAG	Instituto da Água
INRA	Institut National de la Recherché Agronomique
INSAAR	Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais
INSB	Inventário Nacional de Saneamento Básico
ISO	Internacional Organization for standardization
LAAP	Lamas Activadas em Arejamento Prolongado
LAG	Lagunagem
LAS	Alquilo benzenossulfonatos lineares
LER	Lista Europeia de Resíduos
LM	Lagoas de Macrófitas
LP	Leitos Percoladores
MAOT	Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território
MBBR	Moving Bed Biological Reactor
MCOTA	Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente
NAS	National Academy of Sciences
Ni	Níquel
NPE	Nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados
NRC	National Research Council
PAH	Hidrocarbonetos aromáticos polinucleares
Pb	Chumbo
PCB	Compostos bifenilos policlorados
PCDD/F	Policlorodibenzodioxinas/furanos
PEAASAR I	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais I
PEAASAR II	Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais II
PGL	Plano Geral de Lamas
RSU	Resíduos sólidos urbanos
SBR	Sequencing Bath Reactor
SEC	U.S. Securities and Exchange Commission
SMASC	Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Coimbra
SST	Sólidos Suspensos Totais
SSV	Sólidos Suspensos Voláteis
UE	União Europeia

UE 15	União Europeia com 15 Estados Membros
UK	United Kingdom
USA	United States of America
WEF	Water Environment Federation
WERF	Water Environment Research Federation
WRc	Water Research Centre
WWTP	Wastewater Treatment Plant
Zn	Zinco

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A água é um bem inestimável, insubstituível e imprescindível à vida. Este recurso natural, fundamental para o desenvolvimento económico, proporciona ao Homem uma melhoria substancial na sua qualidade de vida, quer a nível de saúde, quer de conforto, sendo utilizada nas mais variadíssimas situações, que vão desde o abastecimento de água às populações, até à produção de energia.

Em Portugal, o Plano Nacional de Política do Ambiente, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 38/95, de 21 de Abril, tornou inadiável o abastecimento público de água às populações e o saneamento de águas residuais urbanas. “Preparar Portugal para uma vida de mais qualidade” era uma das soluções estratégicas referidas pelo Plano de Desenvolvimento Regional. Contrariamente à situação vivida nos restantes países da União Europeia, Portugal, em 1995, apresentava apenas 77% da população portuguesa ligada a uma rede pública de água, 55% era servida por uma rede pública de esgotos e apenas 21% estava ligada a uma estação de tratamento desses afluentes (Dias, 2004).

Este Plano estabeleceu, como um dos objectivos essenciais, abastecer, até 2006, o país com 95% em instalações de tratamento de água e 90% em drenagem e tratamento de águas residuais. Assim, com o intuito de preservar a qualidade do ambiente e o bem-estar das populações, têm surgindo nos últimos anos em Portugal novos empreendimentos, relacionados com o abastecimento de água e de saneamento básico, que originaram a edificação de inúmeras estações de tratamento de águas residuais, ETAR.

É de conhecimento comum que, no normal exercício das suas funções, estas estações produzem quantidades volumosas de resíduos, designados por lamas, que necessitam de um destino final, compatível com as políticas ambientais que a legislação comunitária e nacional tão ferozmente defendem, devendo optar-se sempre que possível pela sua valorização.

O acréscimo expressivo da produção de lamas de ETAR nos últimos anos agravou consideravelmente a sua gestão, ou seja, o seu tratamento, transporte e utilização ou deposição final, tornando-se, indiscutivelmente, um problema de inadiável resolução. A

procura de uma solução óptima que envolva custos reduzidos, que preserve, na medida do possível, o ambiente e que seja bem aceite pelas populações locais, tem-se revelado numa tarefa árdua, devido à dificuldade de conciliação dos diversos factores envolvidos.

As lamas de depuração obtidas nas ETAR são caracterizadas pela sua riqueza em nutrientes, nomeadamente azoto e fósforo, e matéria orgânica. Tornam-se, desta forma, uma alternativa viável e mais económica aos adubos químicos na fertilização do solo, bem como uma solução que, claramente, favorece a fertilidade e produtividade dos solos portugueses, pobres em matéria orgânica, melhorando as suas características físicas, químicas e biológicas. A valorização agrícola das lamas, em oposição à sua inutilização ou destruição, aproveitando o seu potencial fertilizante é, actualmente, considerada por muitos países como a solução mais apropriada para resolver o problema crescente do aumento da produção de lamas e, conseqüentemente, a sua utilização/deposição final, sendo grandemente apoiada por uma legislação adequada que incentiva, sempre que seja possível, a sua reutilização.

O valor agrícola das lamas foi, desde cedo, demonstrado por artigos de investigação, que atestaram o seu elevado valor fertilizante no crescimento de várias culturas, de acordo com diferentes programas de investigação, por exemplo, Rudolfs (1928), Muller (1929), De Turk (1935) e Lunt (1959).

A partir dos anos 60, quer na Europa, quer nos Estados Unidos da América, reforçou-se a investigação relativamente ao valor das lamas como fertilizante. Contudo, até ao final dos anos 80 não existia na Europa qualquer legislação que visasse administrar o aproveitamento das lamas na agricultura, pois o conhecimento em relação aos efeitos, a longo prazo, e conseqüentes preocupações, eram reduzidos.

Os EUA e o Reino Unido foram, sem sombra de dúvida, os países precursores e mais revolucionários relativamente à valorização agrícola das lamas. Em 1972, nos EUA, as autoridades competentes confirmaram a aplicação de lamas nos solos, como uma medida eficaz para o seu destino final. Também no Reino Unido, em 1981, foi publicado um relatório que definia as primeiras bases científicas respeitantes ao uso das lamas na agricultura, salientando que esta opção seria benéfica, desde que correctamente utilizada e monitorizada.

O aumento das restrições relativamente à descarga de poluentes nos cursos de água obrigou ao abandono de algumas soluções e proporcionou o aparecimento de novas. Como consequência, a utilização das lamas na agricultura tem vindo a conquistar importância, sendo mesmo a escolha de eleição nalguns países, ao contrário da sua descarga em águas de superfície e a sua deposição em aterro.

Além dos constituintes benéficos presentes nas lamas existem igualmente, em menor ou maior quantidade, substâncias nocivas, como os metais pesados, os compostos orgânicos e os organismos patogénicos, existentes nas águas residuais, que as podem desvalorizar, ou mesmo inutilizar, para a agricultura. De notar que os metais pesados acima de determinadas concentrações tornam-se tóxicos para as plantas, para os animais e para o próprio Homem, os micropoluentes orgânicos são potencialmente tóxicos para os animais, e os organismos patogénicos podem provocar doenças. Se a estes factores se juntar ainda o seu conteúdo em humidade e o facto de entrarem rapidamente em putrefacção, facilmente se observa fortes condicionalismos na sua gestão, que se quer, o mais possível, integrada e sustentável. Por todos estes motivos, o tratamento das lamas deve ser delineado de forma a adaptar-se às saídas, previamente, definidas.

Esta é, sem sombra de dúvida, a principal contrariedade que as lamas de depuração enfrentam relativamente à sua aplicação na agricultura. Assim, a valorização agrícola só será possível quando estes poluentes se encontrem em concentrações inferiores a certos limites e, mesmo nesses casos, e de forma a evitar ou reduzir potenciais riscos de poluição ambiental, a sua aplicação nos solos deverá obedecer a regras restritas, devidamente legisladas. Em Portugal essas normas foram claramente estabelecidas, primeiramente pelo Decreto-Lei n.º 118/2006 de 21 de Junho que transpôs para a ordem jurídica interna a Directiva Comunitária n.º 86/278/CEE relativa à utilização agrícola das lamas de depuração e, posteriormente, pelo Decreto-Lei n.º 276/2009 de 2 de Outubro que revogou o Decreto-Lei anterior. Antes da implementação do Decreto-Lei n.º 118/2006 a nossa legislação era praticamente omissa relativamente ao uso de lamas de depuração na agricultura.

Esta legislação, no que diz respeito aos poluentes, fixa limites para os metais pesados, para os micropoluentes orgânicos e organismos patogénicos. Com o intuito de elevar os padrões de qualidade das lamas com reaproveitamento agrícola, a tendência predominante nos países europeus é de estabelecer legislação cada vez mais exigente. É esta também, de facto, a orientação da União Europeia, confirmada no último documento oficial sobre a revisão da directiva comunitária referida, propondo baixar significativamente os valores limite das concentrações dos metais pesados nas lamas destinadas à agricultura, bem como estabelecer padrões de qualidade relativamente a micropoluentes orgânicos e organismos patogénicos.

O aumento destes padrões de qualidade fará das lamas de depuração excelentes fertilizantes dos solos e das culturas e, praticamente, não acarretarão riscos para a saúde pública e para o ambiente. Por este motivo, estas lamas merecem a designação de biossólidos, ou seja, produtos biogénicos geradores de vida. A grande vantagem deste aumento de exigência e de qualidade é, indiscutivelmente, um natural aumento de confiança na utilização de biossólidos

como fertilizantes e, conseqüentemente, uma melhor aceitação dos produtos agrícolas oriundos dos solos onde eles foram aplicados. No entanto é importante mencionar que apenas um processo devidamente monitorizado, transparente e com qualidade, trará efectivamente credibilidade a este produto e tornará viável o seu reaproveitamento na agricultura.

Em Portugal o problema da gestão das lamas surge, como já foi referido, com a proliferação das ETAR e, conseqüentemente, com o aumento da produção de lamas. Com o objectivo de encontrar rapidamente soluções para este problema, as lamas, além de serem usadas na agricultura, passaram a ser depositadas em águas de superfície e em aterros, soluções ambientalmente duvidosas. Actualmente, e de acordo com os dados mais recentes, a maioria das lamas produzidas têm como destino final a aplicação na agricultura, sendo o restante reencaminhado para deposição em aterro, compostagem e outros destinos (Beraud, 2008).

As perspectivas em relação às dificuldades inerentes à administração das lamas no nosso país não são nada optimistas. A publicação do Decreto-Lei n.º 152/97, que transpõe para o direito interno a Directiva 91/271/CEE, e o acréscimo do nível de tratamento de águas residuais, recomendado, quer no antigo (PEAASAR I), quer no novo Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais, PEAASAR II, para o período 2007-2013, farão com que a quantidade de lamas produzida sofra, inevitavelmente, um acréscimo significativo.

Com a revisão da directiva comunitária que segundo consta está para breve, prevêem-se algumas alterações na legislação portuguesa relativamente à valorização agrícola das lamas, que, como já foi anteriormente mencionado, encontra-se, actualmente, bem regulamentada, satisfazendo todos os padrões de qualidade exigidos, sem evidenciar, até ao momento, quaisquer riscos para o Homem, os animais e o ambiente, permitindo de uma forma segura e sustentável a reutilização de um resíduo e satisfazendo quer os gestores de lamas quer os agricultores. Estas alterações que irão surgir e cujo objectivo é melhorar ainda mais a qualidade das lamas, poderão restringir de tal forma a sua reutilização na agricultura, podendo mesmo pôr em causa, a longo prazo, esta alternativa para destino final das lamas.

Espera-se, assim, que as modificações apontem no sentido de melhorar a qualidade das lamas e conseqüentemente a sua valorização agrícola, e não no sentido de restringir ainda mais, por todos os motivos referidos, a sua aplicação. A opção de utilização de lamas na agricultura tem de ser encarada actualmente, e de uma vez por todas, como a solução mais sustentável, quer para o ambiente quer para o Homem.

1.2 Objectivos

Neste trabalho, e após uma revisão bibliografia adequada, procurar-se-á demonstrar que a utilização das lamas na agricultura é, actualmente, a solução mais eficaz a adoptar para o destino final das lamas de depuração, quer do ponto de visto ambiental, quer económico, uma vez que os terrenos agrícolas, com potencial para aplicação de lamas, têm capacidade, mais do que suficiente, para absorver a quantidade de lamas produzida.

Além disso, será evidenciado ao longo do trabalho que a adopção de políticas cada vez mais restritivas para a reutilização de lamas, especialmente na agricultura, poderá condicionar, fortemente, esta prática, complicando, ainda mais, a já difícil tarefa de gerir as lamas, principalmente nos países que privilegiam esta solução de destino final.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos incluindo as *Referências Bibliográficas*. No Capítulo 1, *Introdução*, tecem-se, de uma forma simples, algumas considerações gerais sobre o problema da gestão de lamas, desde a sua origem até o seu destino final, destacando a aplicação das lamas na agricultura, faz-se uma breve caracterização do problema e destacam-se os objectivos desta dissertação. O Capítulo 2, *Enquadramento Global*, introduz a problemática da gestão de lamas de depuração, analisando o panorama actual, bem como toda a regulamentação e legislação a nível da União Europeia e em Portugal que, de uma forma directa ou indirecta, intervém no seu processo de gestão, evidenciando a que se encontra directamente relacionada com as lamas. Neste capítulo faz-se ainda referência, mediante a apresentação da legislação, às principais restrições para a utilização de lamas na agricultura. O Capítulo 3, *Caracterização, Tratamento e Destino final das lamas de ETAR*, faz uma descrição exaustiva da constituição das lamas, das etapas inerentes ao processo de tratamento, bem como das várias opções de destino final, com especial destaque para a sua valorização agrícola. No Capítulo 4, *Sistema Multimunicipal do Baixo Mondego e Bairrada*, faz-se a caracterização da situação actual a nível da gestão de lamas para o Sistema Multimunicipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada. Finalmente, no Capítulo 5, *Conclusões e Perspectivas Futuras*, referem-se, sucintamente, as principais ilações resultantes deste trabalho, realçando as possíveis linhas de orientação para o futuro relativamente à problemática da gestão de lamas, enfatizando que a valorização agrícola continuará a ser a solução ambientalmente mais sustentável.

2 ENQUADRAMENTO GLOBAL

2.1 Enquadramento do Problema

As lamas são um resíduo inevitável resultante do tratamento de águas residuais, provenientes da aglomeração de produtos em suspensão nessas águas, normalmente transformados pela acção de microrganismos que actuam durante o tratamento.

Um dos principais problemas das lamas é o facto de poderem apresentar na sua composição uma enorme diversidade de substâncias nocivas, nomeadamente compostos orgânicos, organismos patogénicos, como vírus e bactérias, e metais pesados, provenientes das águas residuais. Quando não são sujeitas a um processo de tratamento adequado tornam-se agressivas e entram rapidamente em decomposição, originando um cheiro extremamente desagradável. Outro dos seus grandes inconvenientes é o seu elevado teor de humidade, geralmente superior a 95%, tornando-se fundamental a diminuição do seu volume. No entanto, apesar destes condicionalismos, as lamas apresentam igualmente elementos importantes, nomeadamente nutrientes, como o azoto e o fósforo, e matéria orgânica, que as tornam, incontestavelmente, num valioso fertilizante, além de permitirem o condicionamento do solo e a possibilidade de reter a água nesse mesmo solo.

A gestão das lamas, nomeadamente o seu tratamento, transporte e utilização ou deposição final, deve ser cuidadosa e devidamente estudada, bem como, adaptar-se à realidade ambiental em que vivemos, de forma a não colocar em risco os benefícios ambientais que se ambicionam obter com o desenvolvimento de sistemas de saneamento. Saliente-se o facto de os custos com as lamas representarem cerca de 30 a 50% dos custos totais de operação e manutenção duma ETAR. Uma vez identificada a melhor solução, ou soluções, para o destino final das lamas, que englobam desde as saídas mais procuradas, tais como, a aplicação no solo (agricultura, florestação, silvicultura, utilização em áreas verdes, recuperação de solos), compostagem, deposição em aterro e incineração, até outros usos menores, como por exemplo, a incorporação em materiais de construção e na indústria cimenteira, o seu tratamento deverá ser arquitectado de forma a originar um material compatível com a opção escolhida.

A hierarquia de princípios para a gestão de resíduos criada em Setembro de 1989 quando da aprovação da “Estratégia da Comunidade em relação à Gestão de Resíduos” (CEC, 1989), é reafirmada pela União Europeia nas suas mais recentes estratégias relacionadas com este assunto, nomeadamente, a Comunicação da Comissão de 3 de Maio de 2003 intitulada “Para uma estratégia temática da prevenção e reciclagem de resíduos” (COM, 2003a) e, mais recentemente, a Comunicação da Comissão das Comunidades Europeias ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social e ao Comité das Regiões de Dezembro de 2005 denominada “Avançar para uma utilização sustentável dos recursos: Estratégia Temática de Prevenção e Reciclagem de Resíduos” (COM, 2005), simultaneamente com o *Sexto Programa Comunitário de Acção em Matéria de Ambiente* para o período de 2001-2010 (“Ambiente 2010: O Nosso Futuro, a Nossa Escolha”). Desta forma, incentiva-se e privilegia-se primeiramente a prevenção, incutindo a responsabilização do produtor, seguidamente a redução, a reutilização e reciclagem, a recuperação de energia e, finalmente, a sua eliminação, que inclui a deposição em aterro e a incineração sem recuperação de energia.

A União Europeia, relativamente à prevenção e redução da produção de resíduos, sugere a implementação de novas tecnologias que facilitem o cumprimento deste objectivo. É óbvio que este princípio é difícil de cumprir, principalmente em relação às lamas, uma vez que, por um lado, o incremento destas novas tecnologias reduzirá a quantidade de lamas produzidas, por outro lado, a exigência de um maior grau de tratamento das águas residuais urbanas, de acordo com a dimensão dos vários aglomerados populacionais, exigida pela Directiva 91/271/CEE, trará inevitavelmente um acréscimo significativo na produção de lamas. Salienta-se que esta Directiva incentiva a valorização agrícola das lamas, desde que estejam obviamente reunidas todas as condições, ao mencionar no seu artigo 14º que “as lamas resultantes do tratamento das águas residuais deverão ser reutilizadas, sempre que possível”.

Segundo a Política Ambiental Comunitária, representada pela Comissão e pelo Comité Económico e Social (CES, 2001), a aplicação das lamas na agricultura deverá ser incentivada, desde que, obviamente, estas cumpram todos os requisitos legais e não apresentem riscos para a saúde pública e o ambiente, pois é claramente a melhor solução a longo prazo. A adopção da Directiva 86/278/CEE por parte da Comissão em 1986, visa regulamentar a aplicação das lamas na agricultura e incentivar a sua utilização, tendo sempre a preocupação de proteger o ambiente e os solos. A investigação, inevitável e essencial, em torno desta matéria nos últimos anos conduziu ao aparecimento dos *draft, Documentos de trabalho relativamente às lamas*, da autoria e responsabilidade da Comissão Europeia, sendo o mais recente, a 3ª versão de 27 de Abril de 2000 (EU, 2000), que levarão, muito brevemente, à revisão da Directiva. Note-se que a nova Directiva relativamente à utilização de lamas na agricultura estava prevista para o final de 2004.

A opção de eliminação das lamas, de acordo com a hierarquia de resíduos estabelecida, só deverá ser considerada em última hipótese, quando todas as outras soluções se mostrem técnica, económica ou ambientalmente inviáveis. Assim, sempre que possível, deve evitar-se a deposição em aterros e a incineração sem recuperação de energia. Ainda em relação à deposição de resíduos em aterro, a Directiva 1999/31/CE determina prazos para a diminuição acentuada desta prática, expressando-se, assim, claramente, contra esta solução para o destino final das lamas de ETAR.

A realidade do saneamento básico em Portugal, mais concretamente ao nível do tratamento e drenagem de águas residuais, foi desde sempre pautada por um óbvio atraso em relação aos restantes países europeus. No entanto, perspectiva-se para os próximos anos uma melhoria significativa, devida aos avultados investimentos em infra-estruturas de drenagem e tratamento de águas residuais. Os objectivos principais estabelecidos no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas residuais para o período 2007-2013, PEAASAR II, incluem servir cerca de 95% da população total do país com sistemas públicos de abastecimento de água e 90% da população total do país com sistemas públicos de saneamento de águas residuais urbanas, sendo que, em cada sistema integrado de saneamento, o nível de atendimento desejável deve atingir pelo menos 70% da população abrangida. (aprovado pelo Despacho n.º 2339/2007 de 14 de Fevereiro). Para que estes objectivos sejam cumpridos torna-se inevitável e fundamental aumentar, significativamente, os sistemas de tratamento das águas residuais, o que acarretará um aumento expressivo das lamas produzidas.

Tendo ainda em consideração a legislação em vigor que contempla um acréscimo de exigências a nível de tratamento, torna-se óbvio que a produção de lamas irá sofrer um acréscimo significativo, tornando desta forma impraticável o cumprimento dos primeiros critérios definidos pela hierarquia de resíduos, prevenção e redução.

O problema da gestão de lamas deve ser encarado, não apenas como uma dificuldade distinta, mas como parte integrante de um vasto problema global de saneamento de águas residuais, uma vez que as características das lamas dependem, como já foi referido, da qualidade das águas residuais e dos processos de tratamento aplicados, quer a essas águas, quer às lamas resultantes. As particularidades do nosso país, mais concretamente dos nossos solos, bem como todas características singulares das lamas, tornam, actualmente, a aplicação na agricultura, como a solução ideal em termos de valorização, desde que as lamas cumpram todos os critérios de qualidade estabelecidos na legislação, de forma a garantir a segurança do ambiente e da saúde pública.

Um dos problemas cruciais que limitam legalmente e ambientalmente a valorização agrícola das lamas e dificultam a sua gestão é, como já foi mencionado, a eventual existência de metais pesados em quantidades excessivas na sua composição, devido, essencialmente, à descarga de efluentes industriais nos colectores de águas residuais domésticas. Por este motivo, torna-se fundamental desenvolver estruturas de controlo na descarga dos efluentes das indústrias nos colectores para as águas residuais domésticas.

2.2 Enquadramento Legal

Na realização deste trabalho considera-se crucial realizar um estudo relativo à legislação relacionada com a produção e gestão de lamas. Uma vez que Portugal faz parte da União Europeia e, visto que qualquer Estado-Membro tem obrigatoriamente de obedecer a toda a regulamentação por ela estabelecida, é fundamental analisar a legislação aplicável não apenas em Portugal, como também na União Europeia.

2.2.1 Legislação Europeia

2.2.1.1 Legislação geral referente aos resíduos

No que diz respeito aos resíduos, as disposições legais essenciais encontram-se dispostas nas seguintes Directivas:

- *Decisão 2001/119/CE da Comissão de 22 de Janeiro de 2001, que altera a Decisão 2000/532/CE no que respeita à lista de resíduos.* Segundo este documento esta lista será periodicamente examinada e, se necessário, modificada. De acordo com esta mesma lista, as lamas resultantes do tratamento de águas residuais urbanas em ETAR não são encaradas como resíduos perigosos, e identificam-se pelo código “19 08 05”.

- *Decisão 2003/33/CE do Conselho de 19 de Dezembro de 2002, referente à disposição de resíduos em aterro, que altera a Directiva 1999/31/CE do Conselho de 26 de Abril de 1999.* Esta Directiva, apesar de não proibir a deposição de lamas em aterro, proíbe a deposição de resíduos líquidos ou não tratados, e estabelece prazos para a redução dos resíduos biodegradáveis neles depositados, desprezando, claramente esta solução para a utilização/deposição de lamas de ETAR.

- *Directiva 2006/12/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de Abril de 2006, relativa aos resíduos:* Esta Directiva confirma a hierarquia de gestão de resíduos, anteriormente planeada pela União Europeia, relativamente à estratégia da sua gestão: em

primeiro lugar a prevenção ou redução, em segundo lugar o aproveitamento de resíduos, nomeadamente reutilização e reciclagem, e a sua utilização como fonte de energia e, em último lugar, a eliminação segura de resíduos (artigo 3º). Substitui a Directiva 75/442/CEE, bem como as suas diversas modificações, clarificando a legislação anterior relativa aos resíduos.

2.2.1.2 Legislação específica referente às lamas

Com a implementação na União Europeia da Directiva 86/278/CEE relativa à utilização agrícola de lamas, grande parte dos países membros, completamente desprovidos de qualquer tipo de regulamentação nesta área, foram forçados a estabelecer legislação adequada de forma a poder cumpri-la. Surge assim, de uma forma global, uma legislação pormenorizada e limitativa, originando, inevitavelmente, uma melhoria da qualidade das lamas e garantindo, ao produtor e ao consumidor de lamas, uma maior segurança na sua utilização na agricultura. A legislação comunitária, relativamente à utilização de lamas na agricultura apresenta as seguintes disposições regulamentares:

- Directiva 86/278/CEE do Conselho de 12 de Junho de 1986, relativa à protecção do ambiente, e em especial dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração. Esta Directiva apresenta como objectivos cruciais impulsionar a correcta aplicação de lamas de ETAR municipais na agricultura, sem ser necessária uma autorização prévia, bem como, proteger o ambiente, os solos, o Homem, os animais e a flora, contra os danos devidos à sua inadequada utilização. Desta forma, surgem limitações relativas a seis metais pesados e algumas ponderações no que diz respeito à diminuição de organismos patogénicos, com vista a melhorar a qualidade das lamas e, conseqüentemente, amplificar a protecção das plantas, dos animais e da saúde humana. Esta Directiva apresenta três anexos que fixam valores limitativos relativos às concentrações de metais pesados nas lamas ou acumulados no solo, inviabilizando a sua utilização na agricultura, sempre que a concentração de algum deles for ultrapassado.

Desta forma encontram-se estabelecidas restrições relativamente às concentrações de metais pesados nos solos receptores de lamas, às concentrações de metais pesados presentes nas lamas destinadas ao uso agrícola e às quantidades máximas anuais destes metais, que podem ser inseridos nos solos de utilização agrícola, com base numa média de 10 anos. Os Estados-Membros, caso achem necessário, podem incrementar medidas mais rigorosas do que as estabelecidas nesta Directiva. No Quadro 2.1 indicam-se os valores limite para os metais pesados, nas lamas ou acumulados no solo, contemplados nesta Directiva.

Quadro 2.1 - Valores limite para certos metais pesados de acordo com a Directiva 86/278/CEE.

Parâmetro	Valores limite para a concentração de metais pesados		
	No solo (mg/kg de matéria seca - solos em que 6<pH<7) ⁽¹⁾	Nas lamas (mg/kg de matéria seca)	Para as quantidades anuais que podem ser introduzidas no solo (kg/ha/ano)
Cádmio	1 – 3	20 – 40	0,15
Cobre	50 – 140	1000 – 1750	12
Níquel	30 – 75	300 – 400	3
Chumbo	50 – 300	750 – 1200	15
Zinco	150 – 300	2500 – 4000	30
Mercúrio	1 – 1,5	16 – 25	0,1
Crómio	- ⁽²⁾	- ⁽²⁾	- ⁽²⁾

⁽¹⁾ Para terrenos com pH permanentemente superior a 7, as concentrações máximas permitidas podem ser aumentadas em 50%.

⁽²⁾ Em 1988 a Comissão propôs uma emenda (88/C307/10) à Directiva, contemplando os valores limite para o crómio, respectivamente 100-200 mg/kg para o solo, 1000-1750 mg/kg para as lamas e 4,5 kg/ha/ano para a carga anual, a qual não foi aprovada pelo Conselho. Dois anos mais tarde a Comissão apresentou novos valores, nomeadamente, 100-150 mg/kg para o solo, 1000-1500 mg/kg para as lamas e 3 kg/ha/ano para a carga anual, os quais, uma vez mais, não foram aprovados pelo Conselho, levando a Comissão a retirar a sua proposta em 1993.

Com a uniformização de valores, esta Directiva aumentará decisivamente a confiança dos agricultores em relação à aplicação de lamas na agricultura, tornando-a, a pouco e pouco, como a opção evidente para destino final destas lamas. Ainda de acordo com esta Directiva, somente poderão ser utilizadas na agricultura “lamas tratadas” definidas como aquelas que foram submetidas a um tratamento biológico, químico ou térmico ou a um armazenamento a longo prazo ou a um qualquer outro método adequado, de modo a reduzir, significativamente, o seu poder de fermentação e os inconvenientes sanitários da sua utilização (artigo 6º). Ainda segundo este artigo, é expressamente proibido a utilização de lamas não tratadas, a não ser que sejam injectadas ou enterradas no solo.

- *Regulamento (CE) n.º 219/2009 do Conselho de 11 de Março de 2009, que adapta à Decisão 1999/468/CE do Conselho certos actos sujeitos ao procedimento previsto no artigo 251.º do Tratado, no que se refere ao procedimento de regulamentação com controlo. Altera a redacção dos artigos 13.º e 15.º da Directiva 86/278/CEE.*

2.2.1.2.1 Aspectos a realçar em relação à Directiva 86/278/CEE

A adopção da Directiva 86/278/CEE entre 1988 e 1993 pelos Estados-Membros da UE 15, teve consequências inevitáveis e distintas nos vários países. Assim, enquanto alguns tiveram dificuldade em conciliar a legislação nacional em vigor com a nova Directiva, casos da Dinamarca, França, Alemanha, Bélgica, e Itália, outros, simplesmente, limitaram-se a cumprir

uma mera formalidade, pois já possuíam legislação com indicações semelhantes às da Directiva, casos da Holanda, Luxemburgo e Reino Unido. Houve ainda países, casos de Portugal, Espanha, Grécia e Irlanda, que apenas se limitaram a transpor para a legislação nacional as orientações deste documento, pois além de não possuírem qualquer tipo de legislação nesta área, tinham pouca experiência no assunto. No que diz respeito à concentração de metais pesados nos solos, mais concretamente em relação aos seis metais incluídos nesta Directiva, a maioria dos países fixaram valores limite de acordo com o intervalo de valores apresentado no seu anexo IA (Quadro 2.2), com excepção da Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Holanda, e da Suécia, que optaram por estabelecer valores abaixo dos limites inferiores indicados. Houve ainda alguns, nomeadamente Portugal, Espanha e Reino Unido, que decidiram estabelecer limites diferentes de acordo com o pH do solo. Muitos dos países decidiram ainda fixar valores limite regulamentares para outros metais pesados, como o crómio, o arsénio, o cobalto e o molibdénio. De salientar que a Holanda era, à data, o país Europeu, UE 15, com medidas mais restritivas em relação à aplicação das lamas na agricultura.

Quadro 2.2 - Valores limite de concentração de metais pesados nos solos nos países da UE 15 (mg/kg de matéria seca) (adaptado de SEC, 2006 e SEC, 2009).

Metais pesados	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Directiva 86/278/CEE	1-3	-	50-140	1-1,5	30-75	50-300	150-300
Alemanha	1,5	100	60	1	50	100	200
Áustria (dependendo da região) ⁽¹⁾	0,5-2	50-100	40-140	0,2-1,5	30-70	50-100	100-300
Bélgica ⁽²⁾	0,9	46	49	1,3	18	56	162
Dinamarca	0,5	30	40	0,5	15	40	100
Espanha	pH do solo <7 ⁽¹⁾	1	100	50	1	30	150
	pH do solo >7	3	150	210	1,5	112	300
Finlândia	0,5	200	100	0,2	60	60	150
França ⁽¹⁾	2	150	100	1	50	100	300
Grécia	3	-	140	1,5	75	300	300
Holanda ⁽³⁾	-	-	-	-	-	-	-
Irlanda ⁽¹⁾	1	-	50	1	30	50	150
Itália	1,5	-	100	1	75	100	300
Luxemburgo ⁽¹⁾	1-3	100-200	50-140	1-1,5	30-75	50-300	150-300
Portugal	pH do solo ≤5,5	1	50	50	1	30	150
	5,5 <pH do solo ≤7	3	200	100	1,5	75	300
	pH do solo >7	4	300	200	2	110	450
Reino Unido	5 <pH do solo <5,5	3	-	80	1	50	200
	5,5 <pH do solo <6 ⁽¹⁾	3	-	100	1	60	250
	6 <pH do solo <7 ⁽¹⁾	3	-	135	1	75	300
	pH do solo >7 ⁽¹⁾	3	-	200	1	110	450
Suécia	0,4	60	40	0,3	30	40	100

Nota: as células a sombreado representam os valores limite abaixo dos valores da Directiva 86/278/CEE.

⁽¹⁾ Valores da SEC (2006), uma vez que na SEC (2009), estes valores não se encontravam disponíveis no questionário preenchido por cada país.

⁽²⁾ Os dados são relativos à região de Flandres, não existindo valores para outras regiões.

⁽³⁾ Os valores limite para os metais pesados são determinados a partir de fórmulas baseadas na percentagem de matéria orgânica (10%) e de LUTUM (25%). (LUTUM é o nome dado às partículas do solo menores do que 2 µm).

Relativamente à concentração de metais pesados existentes nas lamas, a maioria dos Estados-Membros decidiu fixar valores limite abaixo dos indicados no anexo IB da Directiva 86/278/CEE, com excepção de Portugal, Espanha, Grécia e Luxemburgo, que resolveram seguir os valores por ela indicados. Houve ainda alguns países que optaram por estabelecer valores bem abaixo dos sugeridos, casos da Holanda, Irlanda, Suécia, Áustria, Bélgica, Dinamarca e Finlândia. No Quadro 2.3 apresentam-se os valores limite para a concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura, nos vários países da UE 15.

Quadro 2.3 - Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura nos países da UE 15 (mg/kg de matéria seca) (adaptado de SEC, 2006 e SEC, 2009).

Metais pesados	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Directiva 86/278/CEE	20-40	-	1000-1750	16-25	300-400	750-1200	2500-4000
Alemanha	10	900	800	8	200	900	2500
Áustria ⁽¹⁾⁽²⁾	0,7-10	50-500	70-500	0,4-10	25-100	45-500	200-2000
Bélgica ⁽³⁾	6	250	375	5	50	300	900
Dinamarca	0,8	100	1000	0,8	30	120	4000
Espanha	pH do solo<7	20	1000	1000	16	300	2500
	pH do solo>7	40	1500	1750	25	400	4000
Finlândia	3	300	600	2	100	150	1500
França ⁽²⁾	10	1000	1000	10	200	800	3000
Grécia	40	-	1750	25	400	1200	4000
Holanda	1,25	75	75	0,75	30	100	300
Irlanda ⁽²⁾	5	350	750	10	300	400	750
Itália	20	-	1000	10	300	750	2500
Luxemburgo ⁽²⁾	20-40	1000-1750	1000-1750	16-25	300-400	750-1200	2500-4000
Portugal	20	1000	1000	16	300	750	2500
Reino Unido	-	-	-	-	-	-	-
Suécia	2	100	600	2,5	50	100	800

Nota: as células a sombreado representam os valores limite abaixo dos valores da Directiva 86/278/CEE.

⁽¹⁾ Dependendo da Região.

⁽²⁾ Valores da SEC (2006), uma vez que na SEC (2009), estes valores não se encontravam disponíveis no questionário preenchido por cada país.

⁽³⁾ Valores relativos à região de Flandres.

De acordo com esta Directiva, as lamas não podem ser utilizadas na agricultura sempre que a concentração de um ou vários metais pesados acumulados no solo ultrapasse os valores limite estabelecidos. De forma a cumprir este requisito, os países podem optar por duas vias distintas: limitar a adição de metais pesados, em termos de g/ha/ano, baseados numa média

dos valores adicionados anualmente, para um período de dez anos, sete no caso da Suécia (casos da Grécia, Reino Unido, Suécia Espanha, Finlândia, França.), ou então fixar as quantidades máximas de lamas (matéria seca), que poderão ser aplicadas por ano e por unidade de superfície de solo e que, usadas em conjunto com os limites das concentrações dos metais pesados nas lamas (anexo IB da Directiva), permitem estimar as quantidades máximas de metais pesados a aplicar em termos de valores médios anuais, podendo, os períodos sobre as quais se aplicam variar, nos diferentes países, entre um e dez anos.

Nos países da UE 15, a quantidade máxima de lamas que pode ser aplicada na agricultura varia entre 1,66 toneladas (Alemanha) e 7 toneladas (Dinamarca) por hectare e por ano. Em Portugal, essa quantidade máxima é de 6 toneladas por hectare e por ano, quantidade que pode aumentar, caso haja uma menor concentração de metais pesados, ou diminuir caso essa concentração seja superior. No Quadro 2.4, apresentam-se os valores limite para as quantidades de metais pesados introduzidos nos solos agrícolas por unidade de superfície e por ano.

Quadro 2.4 - Valores limite para as quantidades anuais de metais pesados introduzidos nos solos agrícolas (kg/ha/ano) (adaptado de SEC, 2006 e SEC, 2009).

Metais Pesados	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Directiva 86/278/CEE	0,15	-	12	0,1	3	15	30
Alemanha	-	-	-	-	-	-	-
Áustria ⁽¹⁾⁽²⁾	0,006-0,025	0,35-1,25	1-1,8	0,006-0,025	0,2-0,3	0,3-1,25	3,6-5
Bélgica	0,012	0,5	0,75	0,010	0,1	0,6	1,8
Dinamarca	0,01	0,7	7	0,01	0,21	0,84	28
Espanha	0,15	3	12	0,1	3	15	30
Finlândia	0	0,30	0,6	0	0,10	0,15	1,5
França ⁽²⁾	0,150	1,5	1,5	0,015	0,3	0,0015	4,5
Grécia	0,15	5	12	0,1	3	15	30
Holanda	2,5	0,15	0,15	0,0015	0,060	0,2	0,6
Irlanda ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-
Itália	-	-	-	-	-	-	-
Luxemburgo ⁽²⁾	0,15	4,5	12	0,1	3	15	30
Portugal	0,15	4,5	12	0,1	3	15	30
Reino Unido ⁽³⁾	0,15	0	7,5	0,1	3	15	15
Suécia	0	0,04	0,30	0	0,03	0,03	0,6

Nota: as células a sombreado apresentam valores limite inferiores aos da Directiva 86/278/CEE.

⁽¹⁾ Dependendo da região.

⁽²⁾ Valores da SEC (2006), uma vez que na SEC (2009), estes valores não se encontravam disponíveis no questionário preenchido por cada país.

⁽³⁾ Os valores limite para o Cd, Zn e Ni dependem do pH do solo. Quanto maior o pH maior a concentração de metais pesados permitida.

No caso de Portugal, no que diz respeito às análises que deve em ser efectuadas aos solos e às lamas, à sua frequência, aos parâmetros que devem ser obrigatoriamente analisados e às informações que devem ser fornecidas às autoridades competentes, a legislação nacional é muito semelhante ao estipulado pela Directiva (Quadro 2.5).

Quadro 2.5 - Frequência de análises. Comparação entre as exigências da Directiva 86/278/CEE e a legislação nacional dos países da UE 15 (adaptado de EC, 2001a e SEC 2009).

	Frequência das análises		
	Lamas		Solo
	Metais pesados	Compostos Orgânicos	
Directiva 86/278/CEE	6 meses	-	Antes da 1ª aplicação
Alemanha	= ⁽²⁾	6 meses	Antes da 1ª aplicação e todos os 10 anos
Áustria ⁽³⁾	2 meses-3anos ⁽¹⁾	2 em 2 anos	Antes da 1ª aplicação e todos os 5-10 anos
Bélgica	1-12 por ano ⁽¹⁾	6 meses	Antes da 1ª aplicação, todos os 10 anos e após a aplicação de 20 t/SST/há
Dinamarca	=	12 meses	Antes da 1ª aplicação
Espanha	=	-	Antes da 1ª aplicação ⁽⁴⁾
Finlândia	1-12 por ano ⁽¹⁾	-	Antes da 1ª aplicação ⁽⁵⁾
França	2 por ano-1 por semana ⁽¹⁾	1-12 por ano	Antes da 1ª aplicação e todos os 10 anos
Grécia ⁽⁶⁾	≡	-	-
Holanda	4-12 por ano	-	Antes da 1ª aplicação e todos os 6 anos
Irlanda	=	-	Antes da 1ª aplicação e todos os 10 anos
Itália	3 meses-1ano ⁽¹⁾	-	Antes da 1ª aplicação e todos os 3 anos
Luxemburgo	1-6 por ano ⁽¹⁾	-	Antes da 1ª aplicação
Portugal	=	6 meses	Antes da 1ª aplicação
Reino Unido	=	-	Antes da 1ª aplicação e todos os 5-20 anos
Suécia	1-12 por ano ⁽¹⁾	-	Antes da 1ª aplicação ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Depende da dimensão da ETAR.

⁽²⁾ O sinal (=) significa que não há diferença em relação ao indicado na Directiva 86/278/CEE.

⁽³⁾ Dependendo da região.

⁽⁴⁾ Depende dos Governos Regionais.

⁽⁵⁾ E quando se achar necessário.

⁽⁶⁾ Segundo SEC (2009) a Grécia não faz análises ao solo, porque a partir de 2006 não utiliza lamas na agricultura.

Ainda segundo esta Directiva, e como já foi anteriormente mencionado, apenas podem ser utilizadas na agricultura lamas tratadas, no entanto, também é referido que as lamas que não forem sujeitas a tratamento podem ser injectadas nos solos. De acordo com o artigo 7º é restringida a utilização de lamas em determinadas situações, nomeadamente em prados, pastagens e em terrenos destinados ao crescimento de culturas hortícolas e frutícolas. Assim,

alguns países optaram por seguir as suas indicações, casos de Reino Unido, Espanha, Grécia, Holanda, Luxemburgo e Portugal, enquanto outros, decidiram introduzir limitações suplementares. No Quadro 2.6 comparam-se as exigências, em termos de terrenos onde é proibida a utilização de lamas, entre a Directiva e a legislação nacional dos vários países da UE 15.

Quadro 2.6 - Terrenos onde é proibida a utilização de lamas. Comparação entre as exigências da Directiva 86/278/CEE e a legislação nacional dos países da UE 15 (adaptado de EC, 2001a e SEC, 2009).

Directiva 86/278/CEE (Proibição)	Em prados ou culturas forrageiras, se nestas terras se proceder a pastagem ou à colheita de culturas forrageiras antes de expirar um certo prazo (nunca inferior a 3 semanas)	Terrenos destinados a culturas hortícolas e frutícolas durante o período vegetativo, excepto culturas de árvores de fruto	Terrenos destinados a culturas hortícolas ou frutícolas que estejam normalmente em contacto directo com o solo e que sejam normalmente consumidas em cru, durante um período de 10 meses antes da colheita e durante a colheita
Alemanha	Proibido em prados e pastagens	Proibido	Proibido
Áustria	Proibido em prados e pastagens alpinas	=	Proibição em culturas hortícolas, ervas medicinais; período de 1 ano
Bélgica	6 semanas	=	=
Dinamarca	Proibição em prados até 1 ano	=	=
Espanha	=	=	=
Finlândia	Obrigatório enterrar no solo	=	Batatas, plantas com raiz ⁽¹⁾ não podem ser cultivadas antes de um período de 5 anos
França	3 a 6 semanas	=	=
Grécia	=	=	=
Holanda	=	=	=
Irlanda	=	=	=
Itália	5 semanas	=	=
Luxemburgo	=	=	=
Portugal	=	=	=
Reino Unido	=	=	=
Suécia	Proibição em pastagens, em terrenos aráveis com destino a pastagens ou se as culturas forrageiras forem colhidas até um período de 10 meses após as lamas serem espalhadas.	=	=

⁽¹⁾ Cenouras, nabos, etc.

Apesar da Directiva 86/278/CEE não estabelecer restrições relativamente aos organismos patogénicos existentes nas lamas destinadas à agricultura, alguns países, casos da França,

Itália, Luxemburgo, Portugal e algumas regiões da Áustria, decidiram adicionar algumas limitações, nomeadamente para a *salmonella* e os *enterovírus*, de forma a atenuar possíveis riscos para a saúde pública. Também no que refere aos compostos orgânicos presentes nas lamas destinadas à agricultura, esta Directiva é completamente omissa no estabelecimento de valores limite. No entanto, houve alguns países, caso de Portugal, que decidiram estabelecer limitações a alguns destes compostos, nomeadamente, aos organohalogenados adsorvíveis (AOX), às dioxinas, aos furanos (PCCD/F), aos alquilo benzenossulfonatos lineares (LAS), aos di(2-etilhexil) ftalato (DEHP), aos nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados (NPE), aos PCB e aos PAH.

De uma forma geral, pode concluir-se que alguns países transpuseram praticamente para a legislação nacional o grau de exigência da Directiva 86/278/CEE, casos de Espanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Reino Unido e Portugal (em parte), enquanto outros, optaram por uma abordagem mais limitativa em relação ao uso das lamas na agricultura, casos da Dinamarca, Finlândia, Holanda, e Suécia, conforme se indica no Quadro 2.7.

Quadro 2.7 - Terrenos onde é proibida a utilização de lamas. Restrições adicionais introduzidas pela legislação nacional dos países da UE 15 de acordo com o artigo 7º da Directiva 86/278/CEE (adaptado de EC, 2001a).

	Tipos de terrenos							Restrições adicionais
	Gelados ou cobertos de neve	Muito inclinados	Inundáveis ou após chuvas intensas	Áreas de protecção de águas superficiais	Perto de águas superficiais	Florestais		
Alemanha	-	-	-	X	X	X	-	
Áustria	X	X	-	-	X	X	-	
Bélgica	X	-	X	X	X	X	Área de reserva natural	
Dinamarca	-	-	-	X	X	X	Áreas onde as lamas possam causar incómodo significativo	
Espanha	-	-	-	-	-	-	-	
Finlândia	-	-	-	-	-	-	-	
França	X	X	X	X	X	X	Terrenos perto de aglomerados populacionais	
Grécia	-	-	-	-	-	-	-	
Holanda	X	-	-	-	-	X	Áreas “sensíveis”	
Irlanda	-	-	-	-	-	-	-	
Itália	-	X	X	-	-	-	Solos com pH<5	
Luxemburgo	-	-	X	-	-	X	Áreas protegidas	
Portugal	-	-	X	X	X	-	Terrenos perto de aglomerados populacionais	
Reino Unido	-	-	-	-	-	-	Solos com pH<5	
Suécia	-	-	-	-	-	-	-	

De referir que os vários países da UE 15, não apresentam legislação específica nem em relação a outras formas de reutilização de lamas, como a utilização na silvicultura, em florestas naturais, em zonas verdes e na recuperação de terrenos, nem à sua deposição em aterro. Relativamente à sua incineração, a regulamentação está normalmente inserida na legislação geral relativa à incineração de resíduos. No Quadro 2.8 apresenta-se uma síntese que estabelece uma análise comparativa entre a Directiva 86/278/CEE e a legislação nacional de cada Estado-Membro da UE 15.

Quadro 2.8 - Síntese da análise comparativa entre a Directiva 86/278/CEE e a legislação de cada estado-membro da UE 15 (adaptado de EC, 2001a e SEC 2009).

Países	Alemanha	Áustria	Bélgica	Dinamarca	Espanha
Valores limite para os metais pesados nas lamas	++	++	++	++	=
Valores limite para os organismos patogénicos	não	sim	não	não	Não
Valores limite para os compostos orgânicos	sim	sim	sim	sim	Não
Valores limite para os metais pesados no solo	=	=	+	++	=
Obrigações de tratamento	Proibição do uso de lamas não tratadas	Estabilização biológica	Proibição do uso de lamas não tratadas	Estabilização Compostagem ou Pasteurização	Proibição do uso de lamas não tratadas
Códigos de Boas Práticas ou outras orientações	não	Sim (Códigos locais)	não	não	Sim (Códigos locais)
Acordos voluntários com outras entidades	não	não	Em discussão	não	Não
Restrições específicas para outras opções ⁽¹⁾	Proibição do uso em florestas, silvicultura e zonas verdes	Proibição do uso em florestas	Proibição do uso em florestas	Apenas lamas pasteurizadas em zonas verdes	-
Restrições para a deposição em aterro e incineração	Desde 2005 só são aceites em aterro resíduos com um conteúdo em matéria orgânica inferior a 5%	Desde 2004 só são aceites em aterro resíduos com um conteúdo em matéria orgânica inferior a 5%	-	-	-

Países	Finlândia	França	Grécia	Holanda	Irlanda
Valores limite para os metais pesados nas lamas	++	+	=	++	++
Valores limite para os organismos patogénicos	não	sim	não	não	não
Valores limite para os compostos orgânicos	não	sim	não	não	não
Valores limite para os metais pesados no solo	+	=	=	++	=
Obrigações de tratamento	Digestão ou estabilização com cal	=	Proibição do uso de lamas não tratadas	Proibição do uso de lamas não tratadas	=
Códigos de Boas Práticas ou outras orientações	não	sim (Códigos locais)	não	não	sim
Acordos voluntários com outras entidades	não	Em discussão	não	não	não
Restrições específicas para outras opções ⁽¹⁾	-	Possível em florestas desde que os riscos sejam minimizados. Proibição do uso em minas	-	Proibição do uso em florestas (parcial) e zonas verdes.	-
Restrições para a deposição em aterro e incineração	-	Proibida a deposição em aterro excepto “últimos” resíduos	-	Desde 2005 só são aceites em aterro resíduos com um conteúdo em matéria orgânica inferior a 10%	-

Países	Itália	Luxemburgo	Portugal	Reino Unido	Suécia
Valores limite para os metais pesados nas lamas	=	=	=	não	++
Valores limite para os organismos patogénicos	sim	sim	sim ⁽²⁾	não	não
Valores limite para os compostos orgânicos	não	não	sim	não	sim
Valores limite para os metais pesados no solo	=	=	=	=	++
Obrigações de tratamento	Proibição do uso de lamas não tratadas	=	Proibição do uso de lamas não tratadas	=	=
Códigos de Boas Práticas ou outras orientações	não	não	não	sim	sim
Acordos voluntários com outras entidades	não	não	não	sim	sim
Restrições específicas para outras opções ⁽¹⁾	-	Requerida autorização adicional para florestas	-	-	-
Restrições para a deposição em aterro e incineração	Proibição de resíduos que não sejam reciclados	-	-	-	Desde 2005 é proibida a deposição em aterro de resíduos orgânicos

⁽¹⁾ Silvicultura, florestas naturais, recuperação de terrenos, zonas verdes.

⁽²⁾ De acordo com o D.L. n.º 276/2009.

(=) Significa que neste aspecto a legislação nacional é muito semelhante à Directiva 86/278/CEE.

(+) Significa que neste aspecto a legislação nacional é mais restritiva do que a Directiva 86/278/CEE.

(++) Significa que neste ponto a legislação nacional é muito mais restritiva do que a Directiva 86/278/CEE.

(-) Significa que neste ponto a legislação nacional não refere este aspecto.

2.2.1.3 Legislação relacionada indirectamente com as lamas

As disposições relacionadas indirectamente com as lamas, estão incluídas nas seguintes directivas:

- *Directiva 98/15/CE da Comissão de 12 de Fevereiro de 1998, que altera a Directiva 91/271/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1991, no que respeita a determinados requisitos*

estabelecidos no seu anexo I. A Directiva 91/271/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, tem como objectivo fulcral a protecção do ambiente dos efeitos nefastos fomentados pelas descargas de águas residuais. No que diz respeito às lamas, com ou sem tratamento provenientes de ETAR, esta Directiva incentiva, sempre que seja possível, a sua reutilização, salientando que o seu destino final deverá minimizar, ao máximo, os prejuízos ambientais. Além disso, proíbe determinadamente, a partir de 31 de Dezembro de 1998, a descarga de lamas em águas de superfície. Todas estas informações indicam-se no Quadro 2.9.

Quadro 2.9 - Datas limite e graus de tratamento exigidos para cumprimento dos requisitos da Directiva 91/271/CEE.

População Equivalente	Natureza das águas receptoras	Zonas menos sensíveis	Zonas normais	Zonas sensíveis
<2.000	Costeiras	T.A. ⁽¹⁾ (31/12/05)	T. A. (31/12/05).	T. A. (31/12/05)
	Estuários	T. A. (31/12/05)	T. A. (31/12/05)	T. A. (31/12/05)
	Águas Doces	-	T. A. (31/12/05)	T. A. (31/12/05)
2.000-10.000	Costeiras	T. A. (31/12/05)	T. A. (31/12/05)	T. A. (31/12/05).
	Estuários	T. S. ⁽²⁾ (31/12/05)	T. S. (31/12/05)	T. S. (31/12/05).
	Águas Doces	-	T. S. (31/12/05)	T. S. (31/12/05)
10.000-15.000	Costeiras	T. S. (31/12/05).	T. S. (31/12/05)	T. T. ⁽³⁾ (31/12/98)
	Estuários	T. S. (31/12/05)	T. S. (31/12/05)	T. T. (31/12/98)
	Águas Doces	-	T. S. (31/12/05)	T. T. (31/12/98)
15.000-150.000	Costeiras	T. S. (31/12/00)	T. S. (31/12/00)	T. T. (31/12/98)
	Estuários	T. S. (31/12/00).	T. S. (31/12/00)	T. T. (31/12/98)
	Águas Doces	-	T. S. (31/12/00).	T. T. (31/12/98)
>150.000	Costeiras	T. S. (31/12/00).	T. S. (31/12/00).	T. T. (31/12/98)
	Estuários	T. S. (31/12/00).	T. S. (31/12/00).	T. T. (31/12/98)
	Águas Doces	-	T. S. (31/12/00).	T. T. (31/12/98)

⁽¹⁾ T. A: Tratamento Adequado.

⁽²⁾ T. S: Tratamento Secundário.

⁽³⁾ T.T: Tratamento Terciário.

- Directiva 91/676/CEE do Conselho de 12 de Dezembro de 1991, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. Esta Directiva tem como propósito minimizar a poluição das águas superficiais e subterrâneas, devida ao armazenamento e aplicação no solo de fertilizantes azotados e estrumes de origem pecuária, evitando a poluição e protegendo a saúde humana, os recursos humanos, os sistemas aquáticos e outros aproveitamentos legítimos da água, criando, este intuito, limites de emprego de azoto no solo, em zonas sensíveis.

- *Decisão 93/481/CEE da Comissão de 28 de Julho de 1993, relativa às fórmulas de apresentação dos programas nacionais previstas no artigo 17º da Directiva 91/271/CEE.* Esta Decisão apresenta um quadro tipo, onde deverão ser relatadas as quantidades de lamas (em toneladas de matéria seca/ano) reutilizadas, na agricultura e outros fins, e eliminadas, em aterro, incineração e outros desfechos, bem como os seus custos (informação facultativa), de forma a cumprir a Directiva 91/676/CEE, nomeadamente o seu artigo 14º, relativa à eliminação e reutilização de lamas de depuração.

2.2.2 Legislação Portuguesa

2.2.2.1 Legislação geral referente aos resíduos

Em relação aos resíduos as disposições legais essenciais são as seguintes:

- *Portaria n.º 335/97 de 16 de Maio: define as condições a que fica sujeito o transporte de resíduos (incluindo as lamas) dentro do território nacional, assim como a Guia que deverá acompanhar cada transporte.*

- *Decreto-Lei n.º 152/2002 de 23 de Maio: que transpõe para o Direito Português a Directiva 1999/31/CE relativa à deposição de resíduos em aterros.*

- *Declaração de Rectificação n.º 23-A/2002 de 29 de Junho de 2002, que rectifica o Decreto-Lei n.º 89/2002.* Esta declaração considera prioritário estabelecer uma estratégia que inclua uma inventariação das ETAR actuais, bem como, o desenvolvimento de um cadastro de solos habilitados para a deposição de lamas (capítulo XII).

- *Portaria n.º 209/2004 de 3 de Março: aprova (no anexo I) uma lista harmonizada que abrange todos os resíduos, designada por Lista Europeia de Resíduos (LER), em conformidade com a Decisão 2000/532/CE, alterada pelas decisões 2001/118/CE, 2001/119/CE e 2001/573/CE e define também (no anexo II) as operações de valorização e de eliminação de resíduos, em conformidade com a Decisão 96/350/CE.* Segundo as indicações deste documento, as lamas provenientes do tratamento de águas residuais urbanas não são encaradas como um resíduo perigoso e são referenciadas pelo código LER 10 08 05.

- *Decreto-Lei n.º 85/2005 de 28 de Abril: transpõe para o Direito Português a Directiva 2000/76/CE relativa à incineração de resíduos.*

2.2.2.2 Legislação específica referente às lamas

Actualmente em Portugal, apenas se encontra legislada a reutilização de lamas na agricultura, não havendo qualquer referência a outras formas de reutilização, tais como, na silvicultura, na recuperação de terrenos, nas florestas naturais e em zonas verdes. Assim em Portugal, com base na Directiva 86/278/CEE, a valorização agrícola de lamas é feita de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009.

- *Decreto-Lei n.º 276/2009 de 2 de Outubro: estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o Homem, para a água e para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correcta utilização.* Este documento é aplicado à valorização agrícola de lamas de depuração e outras de constituição análoga, tendo por base a sua constituição, que as tornam poderosos fertilizantes e correctivos. Devido à extrema importância deste documento será, posteriormente, analisado em pormenor no subcapítulo relativo às restrições na aplicação de lamas na agricultura.

2.2.2.3 Legislação relacionada indirectamente com as lamas

A legislação principal relacionada indirectamente com as lamas é a seguinte:

- *Decreto-Lei n.º 149/2004 de 22 de Junho, altera o Decreto-Lei n.º 152/97, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas, relativo à escolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas no meio aquático.* Este documento transpõe para o Direito Português parte da Directiva 91/271/CEE e está relacionado com algumas das circunstâncias gerais a que a descarga de águas residuais urbanas, nos meios aquáticos, deve verificar.

- *Decreto-Lei n.º 68/99 de 11 de Março, que altera o Decreto-Lei n.º 235/97 de 3 de Setembro, relativo à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.* Transpõe para o Direito Português a Directiva 91/676/CEE, sendo complementado pelas *Portarias n.º 1100/2004 de 3 de Setembro, n.º 833/2005 de 16 de Setembro e n.º 1433/2006 de 27 de Dezembro.* O principal intuito deste diploma é diminuir a poluição das águas, ocasionada ou induzida por nitratos de origem agrícola, impedir a sua propagação, e clarificar a atribuição de responsabilidades às várias entidades intervenientes nesta matéria.

- *Decreto-Lei n.º 348/98 de 9 de Novembro: altera o Decreto-Lei n.º 152/97, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas, transpondo para o direito interno a Directiva 98/15/CE.*

3 CARACTERIZAÇÃO, TRATAMENTO E DESTINO FINAL DAS LAMAS

3.1 Introdução

De uma forma geral e segundo o Comité Europeu de Normalização (CEN), as lamas podem ser definidas como a “mistura de água e de sólidos separada de diversos tipos de água como resultado de processos naturais ou artificiais” (EU, 2000).

O processo de tratamento de águas, quer sejam residuais, quer sejam de abastecimento, produz inevitavelmente um resíduo, as lamas, que podem apresentar-se num estado líquido ou semi-sólido líquido, cujas características variam de acordo com a sua origem, carga poluente e tecnologia de tratamento aplicada. Em relação à sua origem classificam-se como: lamas resultantes do tratamento de águas residuais urbanas, oriundas das estações de tratamento de águas residuais; lamas originárias do tratamento de águas residuais industriais, provenientes das estações de tratamento de águas residuais industriais, ETARI; lamas resultantes do tratamento de águas de abastecimento, originárias das estações de tratamento de águas de abastecimento, ETA.

Actualmente, o nível de exigência e eficácia dos tratamentos aplicados quer à água para abastecimento público quer às águas residuais, surgem, inevitavelmente, da urgência em preservar a saúde pública e o ambiente. Esta necessidade, traduzida no ciclo urbano da água, origina um incremento de tratamentos adequados em determinadas etapas deste ciclo, nomeadamente no tratamento da água captada antes de ser distribuída aos consumidores e no tratamento das águas residuais após o seu uso em fins domésticos, comerciais ou industriais.

Assim, as águas residuais resultam dos diferentes usos da água tratada, nomeadamente, doméstico, industrial, comercial, agrícola e serviços, e têm, obrigatoriamente, de ser convenientemente submetidas a um conjunto de tratamentos, de natureza física, química e/ou biológica, antes de serem descarregadas no meio receptor sem riscos para o ambiente. Todos estes processos de tratamento que ocorrem, como já foi mencionado, nas ETAR, influenciam decisivamente a quantidade e qualidade das lamas produzidas.

Conclui-se, assim, que a composição e a qualidade das lamas de depuração são função, não apenas da composição das águas de que provêm, mas também da tecnologia de tratamento a que foram sujeitas. Estas lamas são constituídas, essencialmente, por substâncias orgânicas e minerais de natureza diversa podendo ainda apresentar, em menor ou maior quantidade, diferentes organismos, alguns dos quais patogénicos.

3.2 Quantificação

3.2.1 Introdução

Para que o problema da gestão de lamas possa ser gerido de forma eficiente é imprescindível não só ter uma visão geral da quantidade de lamas produzida e da percentagem que é encaminhada para cada uma das soluções de destino final, como também, dispor de informações referentes ao seu tratamento. Além disso, é igualmente importante, embora difícil, tentar prever o futuro da produção de lamas e respectivo destino final, de forma a estar preparado para qualquer eventualidade.

É possível obter uma estimativa para a produção de lamas para um determinado país ou região admitindo uma produção característica de lamas per capita, de acordo com os vários graus de tratamento possíveis nas ETAR e conhecendo a dimensão da população por elas servida (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Produção típica de lamas *per capita* (CIWEM, 1995a).

Tipo de lamas	Sólidos Secos Totais (g/hab.dia)	Sólidos Voláteis (% sólidos secos)
Lamas primárias	52 (50-54) ⁽²⁾	70 (62-75) ⁽²⁾
Lamas activadas em excesso	30 (25-35) ⁽²⁾	80 (75-85) ⁽²⁾
Lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores	22 (15-30) ⁽²⁾	75 (70-80) ⁽²⁾
Sedimentação conjunta (lamas primarias+lamas activadas em excesso)	82 (75-90) ⁽²⁾	75
Sedimentação conjunta (lamas primarias+lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores)	74 (65-84) ⁽²⁾	72
Lamas digeridas ⁽¹⁾ (lamas primárias+lamas activadas em excesso)	51	60
Lamas digeridas ⁽¹⁾ (lamas primárias+lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores)	47	56

⁽¹⁾ Admitindo uma digestão anaeróbia que destrói 50% da matéria volátil.

⁽²⁾ Intervalo habitual entre parêntesis.

De forma sucinta apresenta-se de seguida alguns dados relativos à produção de lamas e respectiva evolução nos últimos anos, na Europa e em Portugal.

3.2.2 União Europeia

Segundo o Relatório da Comissão referente ao período 1998-2000 (COM, 2003b), estabelecido em concordância com os dados fornecidos pelos Estados-Membros, a produção de lamas tem sofrido um acréscimo significativo, embora esse crescimento tenha sido notoriamente mais lento nos países em que a percentagem de população abrangida por ETAR é muito elevada (Quadro 3.2). De acordo com dados mais recentes oriundos do Relatório da Comissão para os períodos 2001-2003 (SEC, 2006) e 2004-2006 (SEC, 2009) e apesar de os valores relatados por alguns dos países sejam encarados com alguma reserva, prevalece uma tendência contínua para o aumento das lamas produzidas na União Europeia (Quadro 3.2). Na Figura 3.1 apresenta-se a evolução de produção de lamas para os anos 1999, 2001, 2003 e 2006, para os países mencionados.

Quadro 3.2 - Quantidade de lamas produzida nos países da UE 15 (1998-2006) (adaptado de COM, 2003b, SEC, 2006 e SEC, 2009).

Estados-Membros	Quantidade de lamas produzida (tSST×1000)			
	1999	2001	2003	2006 ¹
Alemanha	2.263,8	2.300,7	2.172,2	2.059,351
Áustria ⁽³⁾	406,7	96,1	115,4	252,800
Bélgica	94,7	99,9	99,6	101,913
Dinamarca	155,6	158	-	-
Espanha	784,9	892,2	1.012,2	1.064,972
Finlândia	160	159,9	150	-
França	855	893,3	-	-
Grécia	60,1	67,8	79,8	125,977
Holanda	390 ⁽¹⁾	536	550	-
	0,2 ⁽²⁾			
Irlanda	38,6	33,6	42,1	-
Itália ⁽³⁾	728,3	885	905,3	1.070,080
Luxemburgo	7	-	7,8	-
Portugal	274,1 ⁽¹⁾	209	-	401
Reino Unido	1.105,9	1.186,6	1.360,4	1.544,919
Suécia	221 ⁽¹⁾	220	220	210
Total	7.545,9	7.738,1	-	

⁽¹⁾ Valores estimados.

⁽²⁾ Estes valores dizem apenas respeito a lamas produzidas por instalações privadas dado que as lamas das ETAR municipais não são usadas na agricultura desde 1995.

⁽³⁾ Não existem dados completos para todas as regiões.

¹ Só foram analisados os países da UE 15, pois aparecem em todos os relatórios.

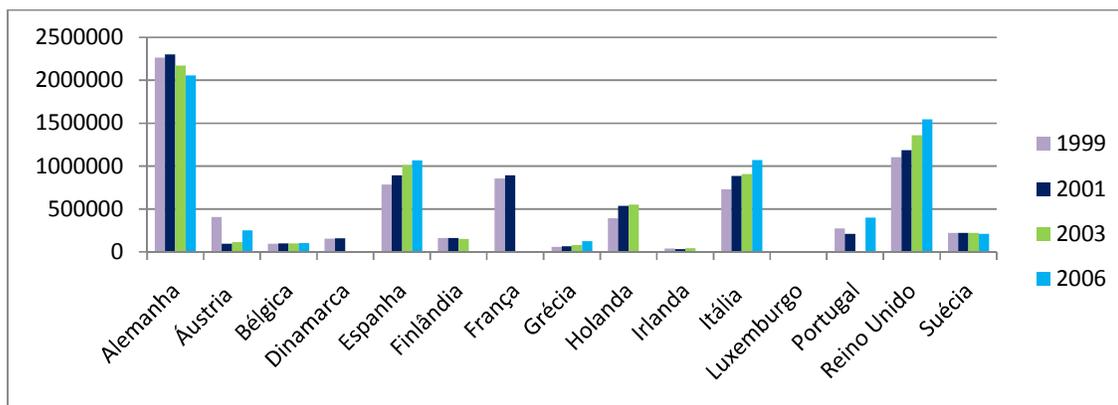


Figura 3.1 - Quantidade de lamas produzida nos países da UE 15 (1999-2006) (adaptado de COM, 2003b, SEC, 2006 e SEC, 2009).

De acordo com os últimos dados existentes verifica-se que a produção de lamas nos últimos anos, globalmente nos países da UE, tem continuado a aumentar apesar de, no entanto, o aumento da produção de lamas não seja comum em todos os países, havendo por parte de alguns uma tendência de estabilização, enquanto outros manifestam tendencialmente um aumento significativo.

Obviamente, as dificuldades quer de ordem económica quer de ordem prática que os países enfrentaram para conseguir executar em tempo útil todas as imposições estabelecidas na Directiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, conduziram a um aumento da quantidade de lamas produzidas muito para além das metas previstas. Espera-se que, após a implementação no terreno de todos os planos e directivas, que se aguarda para breve, o acréscimo da produção de lamas nos países europeus seja pouco expressivo, variando apenas com o crescimento da população e com a eventual possibilidade de cada país implementar políticas ambientais próprias, que exijam tratamentos mais rigorosos em aglomerados populacionais mais pequenos.

De seguida apresenta-se a previsão da quantidade de lamas, para os países da UE 15, para os anos de 2010 a 2020, de acordo com SEC (2009) (Quadro 3.3) e a representação gráfica desses valores (Figura 3.2).

Quadro 3.3 - Estimativa da produção anual de lamas (tSST/ano) para os anos de 2010 e 2020 (SEC, 2009).

Estados Membros	Estimativa da produção anual de lamas (tSST/ano)	
	2010	2020
Alemanha	2,000,000	2,000,000
Áustria	273,000	280,000
Bélgica	170,000	170,000
Dinamarca	140,000	140,000
Espanha	1,280,000	1,280,000
Finlândia	155,000	155,000
França	1,300,00	1,400,00
Grécia	260,000	260,000
Holanda	560,000	560,000
Irlanda	135,000	135,000
Itália	1,500,00	1,500,00
Luxemburgo	10,000	10,000
Portugal	420,000	750,000
Reino Unido	1,640,000	1,640,000

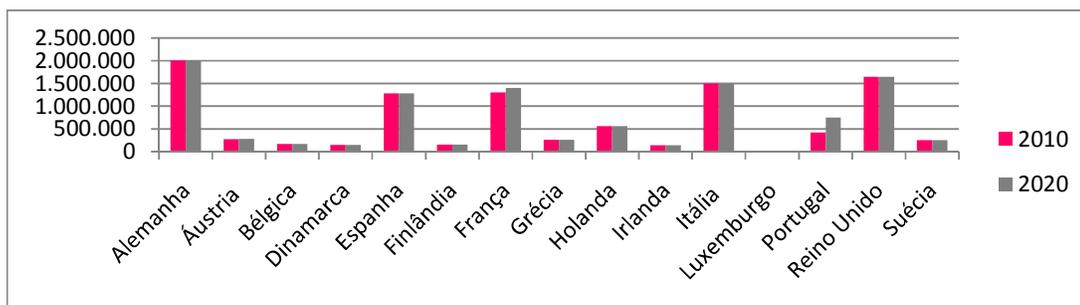


Figura 3.2 - Estimativa da produção anual de lamas (tSST/ano) para os anos de 2010 e 2020 (SEC, 2009).

3.2.3 Portugal

Segundo dados do MAOT, a situação em Portugal tem evoluído da seguinte forma: em 1993, 32% da população era servida por ETAR, apesar de um número significativo destas infra-estruturas funcionarem em condições deficientes (MAOT, 2000); em 1994 cerca de 38% da população total de Portugal Continental encontrava-se servida por ETAR (585 no total) e 5% por fossas sépticas colectivas (FSC, 1427 no total) (MAOT, 1994); as ETAR que tratavam mais de 2.000 habitantes constituíam cerca de 20% do total de infra-estruturas de tratamento de águas residuais urbanas de Portugal Continental (MAOT, 2002); em 2002, os níveis de

atendimento de sistemas de drenagem e de tratamento de águas residuais eram de 72,6% e 57% respectivamente (MAOT, 2004), tendo aumentado em 2003 para 73,5% e 60,4% (MAOT, 2005). Na Figura 3.3 está representada a distribuição da população pelos sistemas de tratamento e respectiva eficiência (MAOT, 1994).

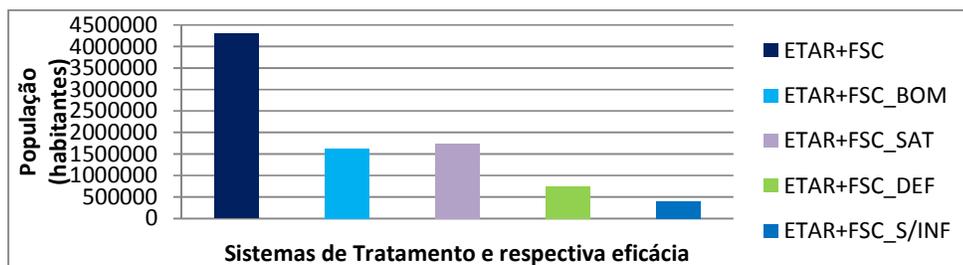


Figura 3.3 - Distribuição da população pelos sistemas de tratamento e respectiva eficiência (MAOT, 1994).

Ainda de acordo com MAOT (2002), indica-se no Quadro 3.4 a distribuição de ETAR com mais de 2.000 habitantes por bacia hidrográfica.

Quadro 3.4 - Estações de Tratamento de Águas Residuais com mais de 2.000 habitantes (MAOT, 2002).

PBH	Nº ETAR que tratam mais de 2.000 habitantes equivalentes				População Equivalente	Nº Total de Infra-estruturas (ETAR e FSC)
	Tratamento Primário	Tratamento Secundário	Tratamento mais Avançado do que o Secundário	Total		
Minho	0	5	1	6	39.000	7
Lima	0	7	2	9	108.000	9
Cávado	1	9	0	10	206.000	51
Ave	1	8	0	9	319.950	13
Leça	1	4	0	5	437.500	5
Douro	4	78	12	94	1.394.696	939
Vouga	0	26	6	32	791.483	35
Mondego	0	44	5	49	459.795	439
Lis	1	11	0	12	157.500	17
Rib. Oeste	1	32	3	36	466.235	120
Tejo	6	86	18	110	4.544.217	470
Sado	0	23	2	25	378.402	150
Mira	1	3	0	4	55.500	17
Guadiana	0	20	5	25	228.300	64
Rib. Algarve	4	24	20	48	1.341.900	81
Total	20	380	74	474	10.928.478	2.417

O PEAASAR II para o período 2007-2013, aponta como uma das metas, a cobertura nacional de 90% da população servida com drenagem e tratamento de águas residuais. Verifica-se no entanto, que o índice de tratamento para o ano de 2007 no Continente encontra-se ainda 10% abaixo do estipulado pelo referido plano. O Continente apresenta no entanto um índice de tratamento de 70%, sendo visível através do mapa que existem ainda muitos concelhos, cerca de 81, que têm índices de tratamento abaixo dos 50%, em que 11% destes concelhos têm mesmo menos 25% de população servida por sistemas de tratamento de águas residuais (Figura 3.4 a)) (INSAAR 2008²). No que diz respeito à percentagem de população servida por sistemas de tratamento de águas residuais, e, novamente, de acordo com informações do INSAAR 2008, a situação actual no nosso país ainda se encontra aquém das expectativas, uma vez mais, devido a todas as dificuldades inerentes a estes processos, conforme se confirma na Figura 3.4. b).

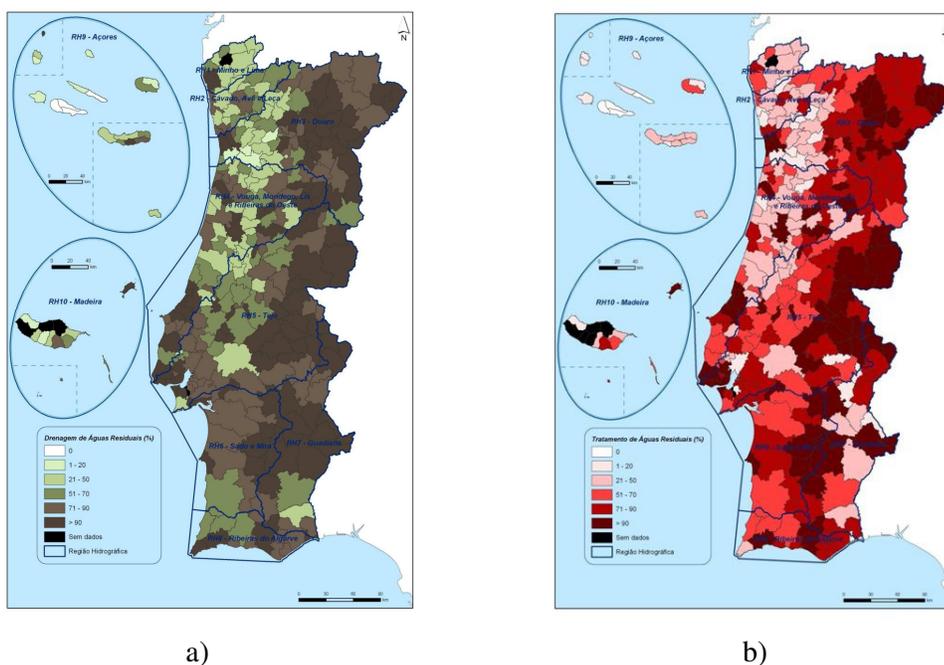


Figura 3.4 - População servida por sistema de drenagem de águas residuais, por concelho (a). População servida por sistemas de tratamento de águas residuais, por concelho (b) (INSAAR, 2008).

Ainda de acordo com este relatório, conclui-se que, tanto para o Continente como para a Madeira, as águas residuais são maioritariamente tratadas em ETAR, não se tendo notado

² Durante a conclusão deste trabalho foi publicado o relatório do INSAAR 2009.

alterações significativas relativamente a 2006, enquanto nos Açores, o tratamento das águas residuais é praticamente distribuído de forma equitativa entre ETAR e FSC. Constatou-se ainda uma tendência para o aumento do número de ETAR em detrimento das tradicionais FSC quando comparados com os dados de 2006. No caso do Continente houve um aumento de 12% no número de ETAR e registou-se uma diminuição de 6% em relação às FSC. Nas Figuras 3.5 a) e b), apresenta-se, para o nosso país, a localização das ETAR e FSC, respectivamente.

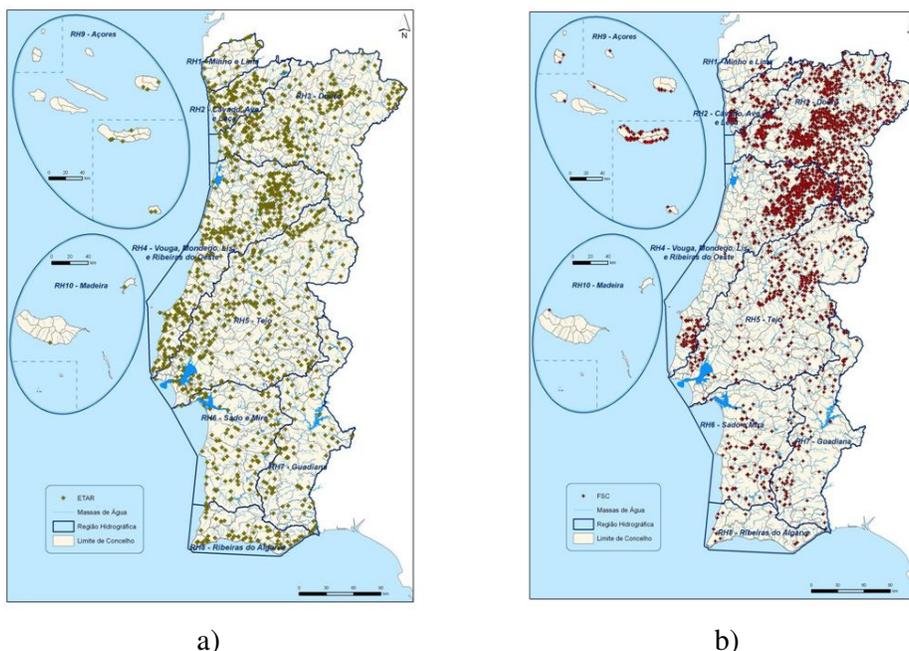


Figura 3.5 - Localização das ETAR (a) e das FSC (b) (INSAAR, 2008).

O aumento da população servida por ETAR traduziu-se, como esperado, num acréscimo significativo da produção de lamas nos últimos anos, tendo sido atingindo, em 1998, um valor perto das 250.000 toneladas em matéria seca por ano, segundo o relatório das autoridades portuguesas em relação à aplicação da Directiva 91/271/CEE. Perante esta situação as opções para o destino final das lamas eram a deposição em aterro (60%), a utilização na agricultura (30%), tendo os restantes 10% destino desconhecido (EC, 1999) (Figura 3.6).

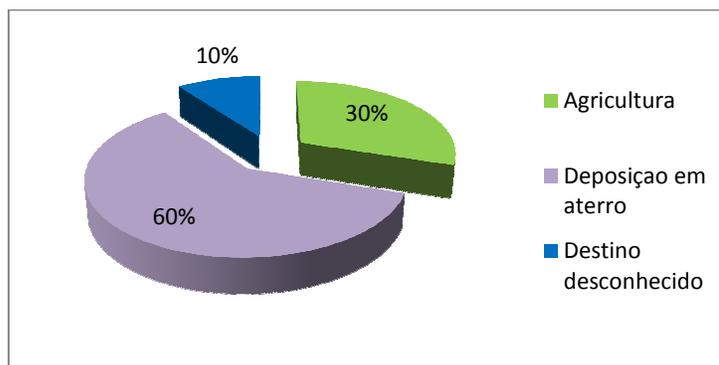


Figura 3.6 - Destino final de lamas em Portugal em 1998 (EC, 1999).

No Figura 3.7 apresentam-se, de acordo com os dados mais recentes (obtidos a partir dos inquéritos da APDA/CEAR), as quantidades de lamas mensalmente produzidas actualmente em Portugal, nas 608 ETAR analisadas (Beraud, 2008).

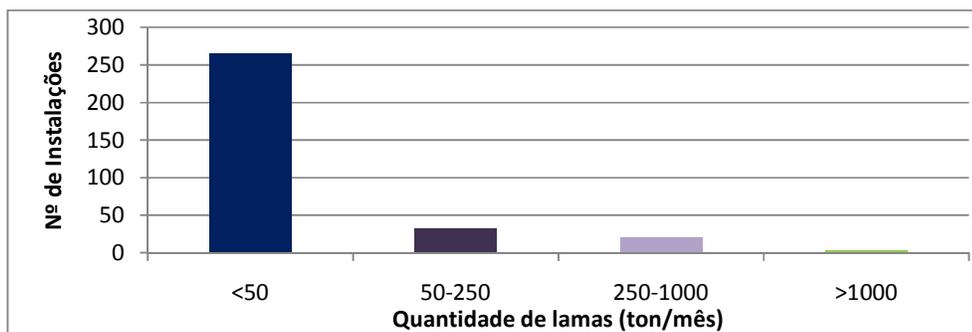


Figura 3.7 - Quantidade de lamas actualmente produzidas em Portugal nas instalações analisadas (Beraud, 2008).

A quantidade de lamas produzidas nos últimos anos em Portugal tem aumentado de forma significativa, devido sobretudo aos fortes investimentos que têm sido realizados na área do saneamento básico, a maior parte por imposições regulamentares. Com o culminar de todas as obras, encontrando-se efectivamente todos os planos e directivas em prática, a produção de lamas tenderá a estabilizar sofrendo, eventualmente, algum acréscimo com um possível aumento da população.

Ainda de acordo com Beraud (2008) e a partir dos resultados do inquérito realizado pela APDA/CEAR em relação ao destino final, comprova-se que a utilização preferencial era a

agricultura, 38%, seguido pela deposição em aterro, 14%, a compostagem, 1%, e outras aplicações 6%. Os restantes 42% não responderam, conforme se conta na Figura 3.8.

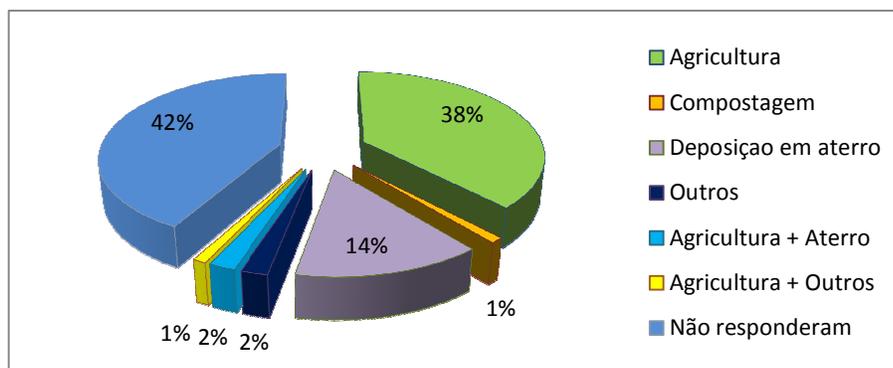


Figura 3.8 - Destino Final das lamas em Portugal (adaptado de Beraud, 2008).

Comparando estes resultados com os inicialmente apresentados para o destino final das lamas em Portugal em 1998, Figura 3.6, nota-se claramente uma acentuada subida da utilização na agricultura, e um forte declínio pela alternativa de deposição em aterro, bem como o surgimento de novas opções para o destino final das lamas. Salienta-se o facto de que os actuais valores, relativos à valorização agrícola das lamas, seriam, sem sombra de dúvida, bem mais expressivos, se todas as entidades gestoras tivessem respondido aos inquéritos.

3.3 Tipos de Lamas

A constituição e a qualidade das lamas de depuração oriundas das ETAR e resultantes dos processos de tratamento efectuados às águas residuais, dependem da composição dessas águas, bem como do tratamento a que elas foram sujeitas. De uma forma simples, pode afirmar-se que as lamas são uma mistura de sólidos e água, distribuídas por três categorias principais, consoante o processo de tratamento a que foram submetidas, Primário, Secundário ou Terciário.

Assim, do Tratamento Primário surgem as lamas primárias, compostas fundamentalmente por sólidos sedimentáveis, orgânicos e inorgânicos, que não ficaram retidas no Tratamento Preliminar, tais como, papel, desperdícios de cozinha, matéria fecal, produtos de uso hospitalar, entre outros. Exibem geralmente uma cor cinzento-escura, são constituídas por cerca de 5 a 8 % de sólidos, consoante a sua origem (Quadro 3.5) ostentam um cheiro

extremamente desagradável e são extremamente viscosas, fibrosas (podendo originar uma obstrução nos equipamentos se não forem submetidas a uma gradagem efectiva) e putrescíveis. Este tipo de lamas possui um teor relativamente elevado de matéria orgânica, grande parte da qual é facilmente biodegradável, e são as mais fáceis de desidratar.

Nos Processos Secundários imperam os tratamentos biológicos, onde ocorre a transformação da matéria orgânica pelo metabolismo microbiano, havendo produção de biomassa que origina as lamas biológicas ou secundárias. Quando frescas ostentam um odor característico a terra mas, quando depositadas em condições anaeróbias durante alguns dias, apodrecem, originando cheiros extraordinariamente incómodos. De acordo com o tipo de tratamento secundário utilizado, destacam-se dois tipos de lamas secundárias: lamas biológicas resultantes do processo de lamas activadas, denominadas por lamas activadas em excesso e lamas biológicas produzidas por sistemas de biomassa fixa (biofilme). As lamas biológicas resultantes do processo de lamas activadas são constituídas por microrganismos floculados e por sólidos sintetizados. Apresentam, geralmente, menos de 1,5% de sólidos (Quadro 3.5), uma cor entre o castanho-escuro e o cinzento e são volumosas, exibindo uma textura homogénea e lisa após espessamento. Por sua vez, as lamas biológicas produzidas por sistemas de biomassa fixa são constituídas por fungos e bactérias que se libertam do material de suporte dos biofilmes, exibem uma cor castanho-escuro, possuem 1 a 2% de sólidos e não são tão floculentas como as lamas activadas em excesso, conforme se indica no já referido Quadro 3.5.

As lamas terciárias, oriundas de Processos Terciários, englobam as lamas resultantes de processos físico-químicos para remoção de nutrientes como o azoto e o fósforo, bem como a parte das lamas secundárias que permanecem no efluente do decantador secundário e são eliminadas no tratamento terciário. Estas lamas desempenham um papel pouco significativo na quantidade total de lamas produzida na ETAR, a menos que o tratamento terciário envolva processos químicos para remoção de fósforo.

A produção de lamas resulta, fundamentalmente, dos tratamentos primário e secundário, normalmente numa proporção média de 50/32 entre as lamas primárias e secundárias, podendo esta, no entanto, variar consoante alguns factores, tais como, a composição das águas residuais, a eficiência do tratamento primário, tipo de tratamento secundário utilizado (lamas activadas originam maior produção de lamas) e a contribuição de efluentes industriais.

Quadro 3.5 - Teor de sólidos das lamas (adaptado de Metcalf & Eddy, 2003).

Tipo de Lamas	Teor de sólidos (%)	
	Intervalo	Valor típico
Lamas Primárias	5,0 - 9,0	6,0
Lamas Primárias+lamas activadas em excesso ⁽¹⁾	3,0 - 8,0	4,0
Lamas Primárias+lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores ⁽¹⁾	4,0 - 10,0	5,0
Lamas activadas em excesso	0,8 - 2,5	1,3
Lamas activadas em excesso+lamas primárias ⁽²⁾	0,5 - 1,5	0,8
Lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores	1,0 - 3,0	1,5
Lamas primárias espessadas graviticamente	5,0 - 10,0	8,0
Lamas Primárias+lamas activadas em excesso espessadas graviticamente	2,0 - 8,0	4,0
Lamas primárias+lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores espessadas graviticamente	4,0 - 9,0	5,0
Lamas activadas em excesso espessadas por flotação	3,0-6,0	4,5
Lamas primárias digeridas anaerobiamente	2,0 -5,0	4,0
Lamas primárias+lamas activadas em excesso digeridas anaerobiamente	1,5 - 4,0	2,5
Lamas primárias+lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores digeridas anaerobiamente	2,0 - 4,0	3,0
Lamas primárias digeridas aerobiamente	2,5 - 7,0	3,5
Lamas primárias+lamas activadas em excesso digeridas aerobiamente	1,5 -4,0	2,5
Lamas primárias+lamas produzidas por sistemas de leitos percoladores digeridas aerobiamente	0,8 - 2,5	1,3

⁽¹⁾ Mistura no decantador primário.

⁽²⁾ Mistura no decantador secundário.

3.4 Constituição das Lamas

3.4.1 Matéria Orgânica

A matéria orgânica é fundamentalmente composta por matéria solúvel, sendo 60% imediatamente biodegradável, como hidratos de carbono, proteínas e lípidos, enquanto o restante deteriora-se lentamente em circunstâncias naturais, caso dos aminoácidos. Um dos aspectos mais positivos das lamas reside no facto destas apresentarem, geralmente, uma elevada concentração de matéria orgânica, mais de 50% de matéria seca, podendo o seu valor variar mediante o tipo de tratamento usado. A título de comparação, apresenta-se em seguida, no Quadro 3.6, o conteúdo em matéria orgânica nas lamas urbanas, de acordo com o tratamento a que foram submetidas, e no estrume animal.

Quadro 3.6 - Conteúdo em matéria orgânica de lamas, submetidas a diferentes tratamentos, e em estrume animal (adaptado de EC, 2001b).

Resíduo	Tipo de tratamento	Conteúdo de matéria orgânica (% de matéria seca)
Lamas urbanas	Digestão aeróbia	60-70
	Digestão anaeróbia	40-50
	Tratamento térmico	<40
	Tratamento com cal	<40
	Compostagem	50-85
Estrume animal		45-85

Constata-se que a valorização agrícola das lamas, além de permitir uma melhoria das propriedades físicas dos solos, na sua estrutura e na sua capacidade de retenção de água e ainda na redução do potencial escoamento superficial, diminuindo, assim, a erosão por ele provocada, também constitui uma fonte de energia para os microrganismos existentes no solo, permitindo um acréscimo da sua população e da sua actividade. Além disso, o conteúdo do solo em nutrientes poderá sofrer um acréscimo com a degradação da matéria orgânica.

3.4.2 Nutrientes

Outra das grandes vantagens das lamas reside no facto de serem constituídas por alguns nutrientes importantes, principalmente azoto e fósforo, e ainda, em menores quantidades, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e elementos traçadores. No Quadro 3.7, apresentam-se as concentrações dos principais nutrientes, azoto e fósforo, nos tipos de lamas mais frequentes.

Quadro 3.7 - Valores típicos de alguns nutrientes nas lamas (adaptado de Hall, 1986).

Tipo de lamas	Teor de sólidos (%)	Azoto		Fósforo
		Conteúdo (% do teor de sólidos)	Tipo	Conteúdo (% do teor de sólidos)
Lamas líquidas cruas	5	3-5	Maioritariamente Orgânico	3
Lamas líquidas digeridas	4	5	Maioritariamente azoto amoniacal	4
Lamas desidratadas cruas	25	3	Orgânico	2,5
Lamas desidratadas digeridas	25	3	Orgânico	3,5

Os tratamentos a que as lamas são sujeitas podem influenciar a sua concentração em azoto e fósforo. Assim, enquanto as lamas líquidas cruas apresentam maioritariamente azoto na forma

orgânica, grandemente insolúvel, e apenas 5 a 10% do azoto total na forma amoniacal, as lamas líquidas digeridas exibem em média cerca de 60% de azoto amoniacal, solúvel, sendo o restante na forma orgânica. De uma forma geral pode afirmar-se que as lamas são compostas por 3 a 5% de conteúdo em azoto e 2,5 a 4% em fósforo.

Para o agricultor, a maior valia das lamas reside fundamentalmente no seu conteúdo em azoto, embora o fósforo exerça, em muitos casos, uma função essencial. O seu valor agrícola é estabelecido pela capacidade do azoto orgânico em ser mineralizado, uma vez que as plantas dispõem apenas capacidade de reter azoto mineral. A sua concentração nas lamas pode igualmente ser influenciada, como já foi mencionado, pelo tipo de tratamento aplicado, apresentando geralmente valores entre 4 e 60%. No Quadro 3.8 apresenta-se a disponibilidade do azoto nas lamas, consoante o tratamento a que foram submetidas.

Quadro 3.8 - Azoto disponível nas lamas para diferentes tratamentos (ADEME, 1996).

Tipo de lamas	Disponibilidade (%)
Lamas digeridas aerobiamente	24-61
Lamas digeridas anaerobiamente	4-48
Lamas digeridas e compostas	7
Lamas cruas compostas	4
Lamas secas termicamente	7-34

Em relação ao fósforo, apresenta-se nas lamas maioritariamente na forma mineral, representando entre 30% a 98% do fósforo total, mediante o tipo de tratamento aplicado, enquanto no potássio, a sua concentração é nitidamente inferior, rondando os 0,1 a 0,4% do teor de sólidos.

3.4.3 Metais Pesados

As lamas além de exibirem constituintes valiosos, como a matéria orgânica e os nutrientes, podem igualmente conter, em maior ou menor quantidade, substâncias indesejáveis, como os metais pesados. A composição das lamas em metais pesados e contaminantes orgânicos é variável, sendo a sua presença extremamente influenciada pela constituição das descargas industriais, sendo notoriamente mais baixa em lamas oriundas de águas residuais domésticas, do que nas resultantes do tratamento de águas residuais domésticas mais industriais, conforme se constata no Quadro 3.9.

Quadro 3.9 - Concentrações de metais pesados em lamas oriundas de águas residuais domésticas e águas residuais domésticas+industriais (Sleeman, 1984).

Águas Residuais	Concentrações de metais pesados						
	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb	Hg	Cr
Domésticas	1031	505	62	10	431	4	107
Domésticas + Industriais	1807	881	144	21	731	6	712

Torna-se portanto evidente que uma forma eficaz de reduzir a concentração dos pesados presentes nas lamas, melhorando significativamente a sua qualidade, seria estabelecer uma fiscalização rígida dos efluentes industriais. Salienta-se, no entanto, que a presença de alguns deles, como o zinco (existente sobretudo em produtos farmacêuticos) e o cobre (das canalizações), permanecerão sempre nas lamas, por maiores que sejam as restrições impostas a estes efluentes, pois são uma consequência inevitável do nosso actual modo de vida.

O destino final das lamas vai ser amplamente influenciado pelas suas concentrações de metais pesados. A legislação actualmente em vigor relativa à aplicação das lamas na agricultura, estabelece valores limite para alguns metais pesados, nomeadamente, cádmio, crómio cobre, mercúrio, níquel, chumbo e zinco, limites esses que não podem ser ultrapassados, de forma a não inviabilizar o seu uso na agricultura. Assim, as lamas com concentrações mais baixas são reutilizadas na agricultura, enquanto as que exibem concentrações mais elevadas são incineradas.

Quanto maior o acréscimo de metais pesados no solo, maior será a sua absorção por parte das plantas, de acordo com pH do solo. Nos animais esta absorção ocorre quer através do consumo de plantas quer da ingerência do solo.

O Homem, devido a vários factores, entre eles a indústria e o regime alimentar, encontra-se naturalmente exposto aos metais pesados existentes nas lamas. No entanto, constata-se que a sua prestação na alimentação humana é extremamente reduzida, ponderando os níveis de metais pesados existentes nos solos e a área sobre a qual as lamas são aplicadas.

Algumas das inúmeras espécies de microrganismos presentes no solo desempenham um papel de relevo na sua fertilidade, pelo que é natural que exista uma preocupação relativamente às consequências que poderão ocorrer, para estas espécies, devido ao aumento da concentração de metais pesados. Os estudos efectuados nesta área são bastante contraditórios, dependendo, fundamentalmente, das espécies em observação, das discrepâncias temporais entre os ensaios laboratoriais e de campo e das condições locais onde as experiências foram realizadas. Enquanto alguns investigadores destacam a capacidade dos microrganismos em se adaptarem

a novas condições, outros concluem que a população e a variedade de microrganismos existente no solo é extremamente lesada pela presença de metais pesados nas lamas e consequentemente no solo, mesmo quando as lamas cumprem criteriosamente os valores limite fixados pela legislação.

3.4.4 Compostos Orgânicos

As lamas apresentam na sua constituição numerosos compostos orgânicos sintéticos oriundos das águas residuais industriais, domésticas e comerciais, podendo igualmente advir do escoamento superficial, após deposição. Durante o processo de tratamento destas águas residuais estes contaminantes podem ser conservados, volatilizados, degradados ou eventualmente produzidos, formando, a partir dos existentes, compostos ainda mais tóxicos.

Os compostos orgânicos englobam uma gama de micropoluentes orgânicos, normalmente existentes em reduzidas concentrações, caso das dioxinas, compostos bifenilos policlorados (PCB) e os hidrocarbonetos aromáticos polinucleares (PAH), que persistem no ambiente e devido à sua toxicidade e comportamento cumulativo, podem invadir a cadeia alimentar e, consequentemente, converter-se numa ameaça para a saúde humana e animal.

Segundo CIWEM (1995b), as lamas apresentam, geralmente, uma concentração praticamente insignificante de dioxinas que são produzidas através da combustão de fogos naturais, de resíduos, de fumos oriundos de cigarros e transportes rodoviários, a partir de pesticidas e da produção de produtos de origem mineral, casos do vidro, cerâmica e borracha, e ainda como resultado dos processos de branqueamento de papel. De acordo com a EPA (2003), estudos laboratoriais efectuados nos Estados Unidos em animais mostraram efeitos de toxicidade no desenvolvimento e reprodução, danos sobre o sistema imunológico e que as dioxinas são cancerígenas em vários pontos do organismo e em diversas espécies. Como já foi referido, o Homem encontra-se visivelmente exposto às dioxinas, sobretudo, por intermédio da cadeia alimentar, através da ingestão de alimentos, nomeadamente, peixe, carne e lacticínios, que em concentrações excessivas poderão causar graves problemas de saúde. Assim, é fundamental evitar a exposição humana a estes químicos, tentando ao máximo limitar as suas emissões.

Os PCB, durante largos anos, ostentaram os mais diversos usos, desde transformadores, interruptores, sistemas hidráulicos, até tintas, adesivos, asfaltos, plásticos, entre muitos outros. Porém, a sua utilização na Europa foi abrandando ao longo dos anos, sendo inclusive proibida em alguns países, como resposta às apreensões referentes aos seus efeitos na saúde humana. No entanto, estes compostos continuam a persistir no ambiente, devido à sua larga aplicação e

extrema resistência à deterioração. Todavia a concentração dos PCB nas lamas tem vindo a diminuir gradualmente nos últimos anos (CIWEM, 1995b).

Os PAH são compostos orgânicos pouco persistentes presentes em baixas concentrações nas lamas e englobam uma serie de compostos orgânicos aromáticos, alguns dos quais cancerígenos.

Grande parte dos contaminantes orgânicos não são absorvidos pelas plantas, pelo que o risco associado à contaminação da cadeia alimentar só subsiste se as lamas forem aplicadas directamente sobre as culturas, sobretudo naquelas que são ingeridas a cru. No que diz respeito aos microrganismos presentes no solo, segundo consta, não são afectados por estes compostos orgânicos.

Em relação aos animais, a contaminação por parte de contaminantes orgânicos pode ocorrer por ingestão de lamas ou de solo. Assim, de forma a minimizar este risco, as lamas devem ser injectadas profundamente nos solos. Como já foi anteriormente mencionado, o Homem encontra-se claramente exposto a estes compostos através do consumo de animais e produtos derivados. Contudo, assume-se que a contribuição específica dos poluentes orgânicos contidos nas lamas para o regime alimentar do Homem é muita pequena, quando se tem em consideração a reduzida proporção de superfície utilizável para a agricultura sobre o qual são aplicadas as lamas (EC, 2001b).

3.4.5 Organismos Patogénicos

As lamas são abundantes em microrganismos existentes nas águas residuais alguns dos quais patogénicos, como vírus, bactérias, helmintas, protozoários, oriundos dos mais diversos locais, como esgotos de hospitais e matadouros, necessitando, por isso, de sofrer tratamentos adequados, visando a sua higienização, através da redução ou eliminação, destes microrganismos, susceptíveis de porem em risco a saúde pública. É evidente que o nível sanitário da população vai influenciar a concentração de patogénicos nas lamas, uma vez que as fezes humanas constituem a primordial causa de infecção das águas residuais por parte destes organismos. Os organismos patogénicos só são capazes de originar doenças se tiveram a capacidade de sobreviver ao ambiente que os envolve e aos tratamentos efectuados, quer às águas residuais, quer às lamas. Constata-se assim que, na maioria dos casos, as lamas não estão relacionadas com a propagação de doenças, uma vez que a quantidade de patogénicos que resiste, quer ao ambiente quer a um tratamento apropriado, é insuficiente para derrubar as barreiras de defesa do organismo humano.

Segundo EPA (1984), as lamas não tratadas contêm, em média, cerca de 1 bilião de coliformes fecais em cada 100 ml, enquanto nas lamas tratadas, digestão anaeróbia, esse número varia entre 30.000 e 6 milhões. De igual forma, as lamas não tratadas contêm uma média de 8.000 da bactéria *salmonella*, em cada 100 ml, enquanto nas digeridas anaerobiamente, esse número varia entre 3 e 62. Salienta-se o facto de o Homem e os animais serem extremamente sensíveis a alguns destes organismos capazes de originar, desde simples problemas digestivos, como diarreia, até infecções mortais, como cólera, conforme se constata no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 - Organismos patogénicos potencialmente presentes nas lamas (adaptado de EPA, 1995).

Grupo	Organismo Patogénico	Doença	Grupos mais atingidos
Bactérias	<i>Brucella</i>	Brucelose	Animais domésticos, Homem
	<i>Escherichia Coli</i>	Gastroenterite	Animais domésticos, Homem
	<i>Leptospira</i>	Leptospirose	Animais domésticos e selvagens, Homem
	<i>Mycobacterium</i>	Lepra, Tuberculose	Animais domésticos, Homem
	<i>Salmonella</i>	Febre, Gastroenterite	Animais domésticos e selvagens, Homem
Vírus	<i>Reovirus</i>	Gastroenterite, Infecções Respiratórias	Animais domésticos e selvagens, Homem
	<i>Rotavirus</i>	Gastroenterite	Animais domésticos e selvagens, Homem
Protozoários	<i>Giardia lamblia</i>	Diarreia, Náuseas	Animais domésticos, Homem
Helmintas	<i>Taenia saginata</i>	Teníase	Homem, Gado, Suínos

A sobrevivência dos organismos patogénicos nos solos está directamente relacionada com diversos factores directos, como as suas características biológicas, sobretudo a forma como sobrevivem, e indirectos, nomeadamente, factores climáticos, (sol e temperatura), características do solo (pH, textura, etc.), quantidade de lamas utilizada e concentração de organismos patogénicos presentes nessas lamas. De salientar que é possível ocorrer a contaminação de águas subterrâneas, mais raramente, e superficiais, com maior probabilidade, como consequência do escoamento superficial, uma vez que os organismos manifestam uma tendência para se acumular na superfície do solo.

Os patogénicos propagam-se aos animais através da ingestão de alimentos e de solos contaminados, e ao Homem por intermédio da cadeia alimentar, quer pelo consumo de carne, quer pela ingestão de vegetais crus, contaminados. Saliente-se o esforço decorrido nos últimos anos, a nível científico, com o objectivo de entender definitivamente os efeitos nocivos destes

organismos e outros constituintes das lamas igualmente tóxicos, quando da sua aplicação na agricultura.

3.4.6 Outros Constituintes

As lamas podem ainda apresentar na sua constituição outros elementos indesejáveis, resultantes do tratamento preliminar realizado às águas residuais, nomeadamente gradados, e materiais orgânicos, como areias. Podem igualmente conter uma grande diversidade de sementes de plantas, embora a sua existência não constitua um problema de maior, a menos que sejam sementes de tomate, que subsistem ao tratamento, podendo, inclusivamente, crescer juntamente com as culturas.

3.5 Processos de Tratamento

3.5.1 Introdução

As lamas de depuração apresentam uma composição química que pode ser variável de ETAR para ETAR, tendo variações sazonais como consequência da modificação na constituição dos efluentes que recebe ao longo do ano, dentro da própria ETAR. Como já foi anteriormente referido, exibem uma constituição mais ou menos complexa, albergando substâncias minerais e orgânicas, que podem ser benéficas ou prejudiciais para o solo, consoante a sua natureza e quantidades utilizadas.

Actualmente, a legislação em vigor apenas exige que as lamas utilizadas na agricultura sejam tratadas, ou seja, devidamente estabilizadas, com excepção daquelas que forem enterradas ou injectadas no solo, sendo completamente omissa relativamente à necessidade de higienizar as lamas, proibindo, no entanto, o seu uso em culturas que constituam um risco de contaminação para o Homem. Contudo, tem vindo a verificar-se a urgência de proceder a tratamentos adicionais que eliminem ou inactivem os organismos patogénicos, promovendo uma estabilização adicional das lamas e a sua desinfecção, nomeadamente, através do processo de higienização, de forma a dar resposta às cada vez maiores restrições relacionadas com a valorização agrícola das lamas.

Os processos tecnológicos actualmente disponíveis para o tratamento de lamas convertem lamas líquidas cruas, primárias, secundárias, terciárias ou mistas, em diferentes produtos

finais, mediante o destino final anteriormente delineado. No Quadro 3.11 apresentam-se as possíveis fases, métodos de tratamento e objectivos para as lamas.

Quadro 3.11 - Fases, processos e objectivos do tratamento de lamas (Tavares, 2007).

Fases	Processos de Tratamento	Objectivos
Tratamento Preliminar	-Trituração -Desarenação -Mistura -Armazenamento	-Redução de tamanho -Remoção de areias -Mistura -Armazenamento
Condicionamento	-Térmico -Químico	-Modificação da estrutura das lamas -Melhoramento das características das lamas para futuro tratamento
Espessamento	-Espessamento Gravítico -Espessamento por Flotação -Espessamento por Centrifugação -Espessamento por Banda Gravítico -Espessamento por Tambores Rotativos	-Redução do conteúdo de água das lamas
Desidratação	-Filtros de Vácuo -Filtros Prensa -Filtros Banda -Centrifugação -Sacos Filtrantes -Leitos de Secagem Lagoas de Secagem	-Redução do conteúdo de água das lamas
Estabilização e/ou Desinfecção	- <u>Processos Biológicos:</u> -Digestão anaeróbia - Digestão aeróbia -Armazenamento de longa duração -Compostagem - <u>Processos Químicos:</u> -Adição de cal -Desinfecção com cloro - <u>Processos Físicos:</u> -Pasteurização -Secagem Térmica	-Redução de odores -Redução do conteúdo de organismos patogénicos nas lamas
Secagem Térmica	-Directa -Indirecta	-Elevada redução do conteúdo de água nas lamas
Redução Térmica ⁽¹⁾	-Incineração -Pirólise -Oxidação Húmida	-Redução do volume de lamas

⁽¹⁾ É muitas vezes considerada como uma utilização final e não como uma fase de tratamento

3.5.2 Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar engloba, como o próprio nome sugere, todos os processos a que as lamas terão de ser submetidas antes de se desencadear o seu tratamento propriamente dito,

nomeadamente, gradagem, trituração, desarenação, mistura e armazenamento, de forma a facilitar os processos posteriores e minimizar os respectivos custos. Assim, a gradagem tem como finalidade extrair os sólidos grosseiros e outros desperdícios susceptíveis de impedir o funcionamento habitual do equipamento de transporte e tratamento a jusante; a trituração reduz o material de maior dimensão que possa existir nas lamas, passível de prejudicar alguns dos processos de tratamento posterior; a desarenação pretende remover as areias, principalmente no caso de não existir desarenador antes do decantador primário; a mistura das lamas tem como intuito produzir um material homogéneo que facilite as operações e processos seguintes, nomeadamente estabilização, desidratação e incineração; finalmente o armazenamento das lamas é utilizado para corrigir flutuações da sua produção, permitindo que elas sejam acumuladas nos desarenadores, nos tanques de espessamento, nos digestores ou em tanques preparados para esse fim, quando os processos de tratamento das mesmas não se encontrem em funcionamento, garantindo uma constância no caudal da lama.

3.5.3 Condicionamento

O condicionamento consiste num processo de tratamento que tem como finalidade accionar a remoção de água das lamas, aperfeiçoando as características de desidratação, além de permitir a desinfecção dos sólidos das águas residuais (no caso do condicionamento térmico), o controlo dos odores e a sua alteração física. Este processo pode ser de origem biológica, física ou química, sendo os mais utilizados a adição de químicos (condicionamento químico) e o tratamento térmico.

3.5.4 Espessamento

O espessamento consiste na remoção de parte da fracção líquida das lamas e, conseqüentemente, diminuição do seu volume, com o objectivo de aumentar a proporção de sólidos existentes, através da eliminação do teor excessivo de humidade nelas presente, conseguindo-se, em determinadas condições, atingir proporções na ordem dos 15%. É geralmente efectuado por consolidação gravítica, flotação, centrifugação, por espessadores de banda gravíticos ou por tambores rotativos.

3.5.5 Desidratação

A desidratação consiste na remoção de água das lamas com vista a uma redução de volume maior do que a obtida através do espessamento, de forma a facilitar o seu destino final. Após

o processo de desidratação, as lamas tornam-se extremamente manejáveis, sendo a produção de lixiviados reduzida de forma significativa. Existem diversos tipos de sistemas de desidratação, nomeadamente, mecânicos, onde se incluem filtros de vácuo, centrífugas, filtros prensa, filtros banda, e naturais, através da evaporação e percolação. A escolha da técnica a utilizar é função de um conjunto de factores, particularmente, tipo de lamas, espaço disponível e condições climáticas.

Na Figura 3.9 apresentam-se, de acordo com os dados mais recentes, os métodos de desidratação mais utilizados no nosso país, em função da quantidade de lamas produzida (Beraud, 2008). É extremamente importante mencionar e lamentar que estes resultados, apesar de terem sido obtidos através de uma extensa investigação realizada pela APDA/CEAR a 404 Entidades Gestoras de lamas, em Abril de 2007, no âmbito de reutilização de águas residuais, tratamento, valorização e destino final das lamas, não consigam efectivamente espelhar a situação real do nosso país nesta matéria, muito devido à falta de informação fornecida por estas entidades, pois apenas foram obtidas 253 respostas. Espera-se que esta falta de informação e interacção seja superada nos próximos anos.

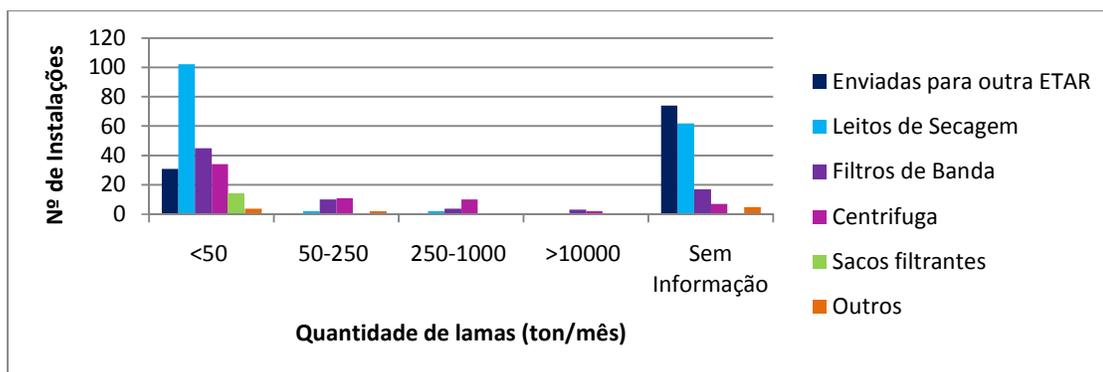


Figura 3.9 - Métodos de desidratação mais utilizados no nosso país de acordo com a quantidade de lamas produzida (adaptado de Beraud, 2008).

3.5.6 Estabilização e Desinfecção

A estabilização é um processo de alteração das lamas, visando principalmente a degradação biológica da matéria orgânica, através da conversação dos sólidos biodegradáveis em produtos finais não celulares, a redução dos odores, tornando as lamas menos agressivas para o ambiente, além de conduzir, geralmente, a uma diminuição do número de organismos patogénicos, bem como, a um declínio da quantidade de lamas, reduzindo as despesas dos processos posteriores. Pode ser obtida através de processos biológicos, nomeadamente,

digestão anaeróbia, digestão aeróbia, armazenamento de lamas líquidas de longa duração e compostagem, processos químicos, como adição de cal, e processos físicos, casos da secagem térmica e pasteurização, sendo geralmente aplicada sobre lamas mistas, primárias e secundárias, ou apenas sobre lamas secundárias.

A desinfecção visa fundamentalmente a destruição, inactivação e redução da população de microrganismos patogénicos existentes nas lamas, susceptíveis de causar doenças, assumindo, assim, um papel essencial quando o destino final escolhido para as lamas é aplicação no solo, minimizando os riscos para a saúde do Homem, dos animais e das plantas. O processo é alcançado mediante o uso de algumas técnicas, algumas análogas à estabilização, nomeadamente, compostagem (15 a 30 dias a temperaturas superiores a 55°C), tratamento com cal, pasteurização, digestão anaeróbia mesófila, digestão aeróbia termófila, e o armazenamento de lamas digeridas durante um longo período de tempo (60 dias a 20°C ou 120 dias a 14°C). Nas Figuras 3.10 e 3.11 apresentam-se, respectivamente, os métodos de estabilização de lamas actualmente mais utilizados em Portugal quando o destino final é a agricultura ou a deposição em aterro (Beraud, 2008).

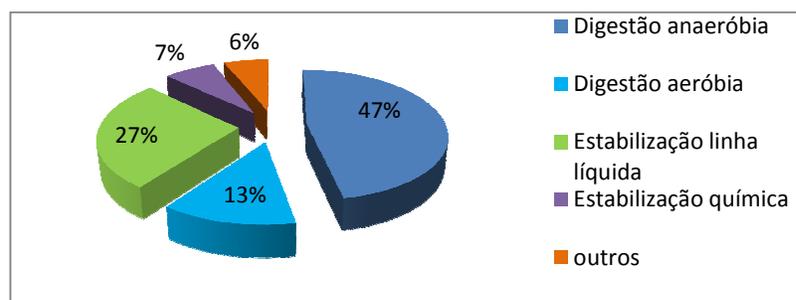


Figura 3.10 - Métodos de estabilização de lamas mais utilizados quando o destino final é a valorização agrícola (adaptado de Beraud, 2008).

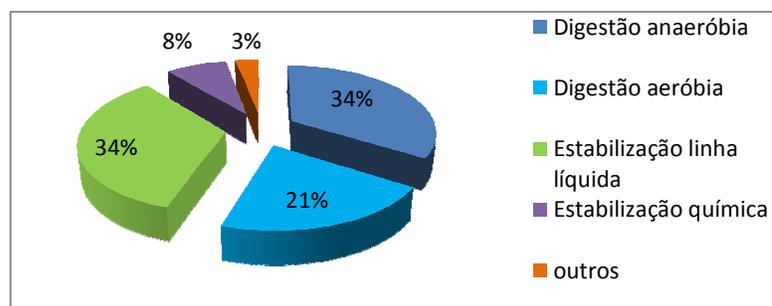


Figura 3.11 - Métodos de estabilização de lamas mais utilizados quando o destino final é a deposição em aterro (adaptado de Beraud, 2008).

3.5.7 Secagem e Redução Térmica

A secagem térmica consiste em reduzir o teor de humidade das lamas através da evaporação da água, por adição de calor, tornando as lamas aptas para um possível processo de incineração ou valorização agrícola, distinguindo-se, fundamentalmente, pela melhoria de qualidade do produto final e por uma relevante redução das quantidades a transportar para o destino final.

No que diz respeito à redução térmica, a sua principal finalidade é diminuir ao extremo o volume de lamas, pela transformação total ou parcial, por oxidação, dos sólidos orgânicos em dióxido de carbono e água ou por oxidação parcial e volatilização dos sólidos orgânicos e produtos finais com valor calorífico (pirólise). Neste processo consegue-se a destruição dos microrganismos patogénicos e dos compostos tóxicos, mas tem como grandes desvantagens um impacto ambiental negativo, devido aos resíduos resultantes, além dos elevados custos de capital e exploração associados.

3.5.8 Recentes Tecnologias de Tratamento

As tecnologias que actualmente se utilizam no tratamento de águas residuais não originam uma redução na produção de lamas nem, conseqüentemente, na quantidade que terá de ser conduzida a um destino final adequado. Contudo, hoje em dia já existem opções que possibilitam reduzir esse excesso de lamas, existindo, no entanto, uma preocupação crescente em reforçar a estabilização, com o intuito, não apenas de reduzir a quantidade de organismos patogénicos, mas também torná-los inactivos.

Como já vem sido hábito, os EUA têm manifestado um enorme interesse neste assunto, assumindo, uma vez mais, uma posição pioneira, tendo inclusivamente novas tecnologias implementadas e devidamente testadas, há pelo menos doze anos. Assim, em relação aos processos de estabilização e segundo WEF (2004), destacam-se diversos processos de tratamento anaeróbio (reactores anaeróbios em serie); digestão anaeróbia termófila com mistura contínua e de fluxo em pistões; processo do tipo *TPAnD*, que combina digestão anaeróbia mesófila com termófila; digestão anaeróbia em três fases, com distintos tempos de retenção hidráulica para diferentes temperaturas; hidrólise térmica do tipo *CAMBI*, combinados ou não com tratamentos. Outro método inovador é claramente a vermicompostagem que possibilita a produção de um composto a partir da mistura de lamas com minhocas, com excelentes propriedades para fertilização do solo agrícola (EPA, 2006). Esta técnica encontra-se já implementada em Portugal, mais concretamente em Beja, onde foi

instalada a primeira Unidade de Valorização de Resíduos Orgânicos por vermicompostagem a qual iniciou o seu funcionamento em Julho de 2009 e onde se prevê que milhares de minhocas vão transformar 15 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) e lamas provenientes de ETAR e produzir 1.500 toneladas de bionutrientes por ano (CA@, 2009).

Relativamente à desidratação de lamas, têm surgido algumas novas tecnologias, nomeadamente os leitos de secagem do tipo *Quick Dry* (leitos de secagem com sistemas de drenagem que permitem uma maior percentagem de teor de sólidos, 30 a 60%), a electroforese e ainda um processo que envolve tubos constituídos por geotexteis, *Geotube* (EPA, 2006).

É importante referir que estas novas tecnologias reduzem, efectivamente, a quantidade de lamas produzidas mas também alteram a sua qualidade, trazendo consequências inevitáveis para as opções de destino final.

3.6 Qualidade das Lamas

A qualidade das lamas de depuração tem melhorado significativamente nos últimos anos encontrando-se mesmo, em muitos aspectos, ao nível de outros resíduos utilizados na agricultura, caso dos aditivos para adubos e estrumes orgânicos. O principal motivo desta melhoria é, incontestavelmente, a actual legislação que, de uma forma implacável, contempla todas as fases relativas ao processo de tratamento, desde a produção até ao destino final.

Esta qualidade está intrinsecamente relacionada com as propriedades biológicas, físicas e químicas das lamas e depende, essencialmente, das características da água residual da qual as lamas são oriundas e dos processos de tratamento utilizados. As propriedades biológicas incluem o odor e a microbiologia da matéria orgânica que inclui a presença de organismos patogénicos. Relativamente às propriedades químicas, abrangem a concentração de nutrientes, como azoto, fósforo e potássio e a forma em que se encontram, bem como o seu conteúdo em metais pesados, contaminantes orgânicos e outros elementos virtualmente tóxicos. No que diz respeito às propriedades físicas, elas estão relacionadas com o seu estado, líquido ou sólido, e com o seu aspecto, nomeadamente a cor e a dimensão do material que possa existir. Saliente-se o facto das tecnologias de tratamento influenciarem significativamente as propriedades biológicas e físicas das lamas, revelando, no entanto, pouca interferência nas propriedades químicas, excepto quando o processo inclui a adição de cal, encontrando-se, notoriamente, relacionadas com a composição das águas residuais.

A qualidade das lamas é extremamente afectada por poluentes, especialmente, organismos patogénicos, contaminantes orgânicos e metais pesados. Como já foi anteriormente referido, os organismos patogénicos são oriundos do metabolismo humano e animal, sendo a sua presença dependente das condições de saúde da população servida por colectores de águas residuais, podendo ser totalmente excluídos durante o tratamento das lamas, ao contrário dos outros dois grupos de poluentes, cuja remoção nas ETAR é ainda extremamente difícil. Uma forma eficaz de evitar a contaminação das águas residuais e naturalmente das lamas, seria limitar, significativamente, a descarga destes poluentes, metais pesados e contaminantes orgânicos, nos colectores de águas residuais domésticas.

O destino final das lamas vai influenciar, inevitavelmente, a sua qualidade, sendo natural que as lamas utilizadas na agricultura possuam uma qualidade superior àquelas que serão colocadas em aterro ou incineradas. É também evidente que a presença de determinadas propriedades nas lamas será mais importante para um determinado destino do que para outro, permitindo assim estabelecer prioridades para cada solução de utilização/deposição final. Desta forma, se o destino escolhido for a reutilização, é fundamental que as lamas apresentem disponibilidade de nutrientes, metais pesados em quantidades inferiores aos valores limite regulamentares, uma concentração de organismos patogénicos que não constitua uma ameaça para a saúde pública, cheiros pouco ofensivos e lamas sem detritos e com determinados valores de teor de sólidos. Obviamente que quanto melhor for a qualidade das lamas mais fácil será a sua deposição, pois possibilitará um maior número de utilizações.

Nos últimos anos, a Comissão Europeia tem divulgado inúmeros relatórios que comprovam uma melhoria significativa na qualidade das lamas, em especial no que diz respeito às concentrações de metais pesados. Segundo o Relatório da Comissão, referente à aplicação da Directiva 86/278/CEE relativa às lamas de depuração, para o período 1995-1997 (COM, 1999), a qualidade das lamas usadas na agricultura, no que diz respeito aos metais pesados, encontrava-se dentro dos parâmetros exigidos, nos vários Estados-Membros. O relatório posteriormente publicado, relativo ao período 1998-2000 (COM, 2003b), confirma esta melhoria na qualidade, mostrando que as concentrações médias de metais pesados nas lamas utilizadas na agricultura, nos vários Estados-Membros da União Europeia, encontravam-se muito abaixo dos valores limite, estabelecidos no Anexo IB da Directiva. O último relatório da Comissão, respeitante ao período 2004-2006 (SEC, 2009), vem confirmar a tendência das lamas utilizadas na agricultura exibirem valores para a concentração de metais pesados muito abaixo dos valores limite regulamentares.

Constata-se que as concentrações de metais pesados nas lamas diminuíram de uma forma expressiva nos últimos 20 anos, nos Estados-Membros em que a aplicação na agricultura é a

opção prioritária para o seu destino final, como consequência da diminuição da quantidade segregada pelas indústrias, devido, essencialmente, às fortes pressões ambientais, a um aperfeiçoamento dos processos tecnológicos industriais e à utilização de tecnologias “mais limpas”.

Como já foi largamente mencionado, a valorização agrícola das lamas é considerada, actualmente, como a opção de eleição para o seu destino final, desde que as lamas apresentem o nível de qualidade exigido. Assim, e de acordo com a Directiva 86/278/CEE, só poderão ser usadas na agricultura “lamas tratadas”, definidas como, *lamas que foram submetidas a um tratamento biológico químico ou térmico ou a um armazenamento a longo prazo ou a um qualquer outro método adequado, de modo a reduzir, significativamente, o seu poder de fermentação e os inconvenientes sanitários da sua utilização*. Evidencia-se o facto de em Portugal, e contrariamente ao que acontece noutros países, nomeadamente EUA e Reino Unido, não existe, até ao momento, nenhuma orientação, em termos dos tratamentos, que garanta uma qualidade biológica compatível com a definição de lamas tratadas.

A qualidade física e química das lamas é certificada por uma amostragem expressiva e por uma fiscalização analítica e meticulosa das lamas. Em Portugal, como já foi referido, o Decreto-Lei n.º 276/2009 estabelece as normas relativas às análises das lamas e define os valores limite de concentração de metais pesados, compostos orgânicos e organismos patogénicos das lamas utilizadas na agricultura.

Cada país, de acordo com a política adoptada, estipula valores limite distintos para a concentração de metais pesados existentes nas lamas destinadas à agricultura. Assim, enquanto alguns optam por uma posição rígida em relação à acumulação de metais pesados nos solos acima de determinadas concentrações, o que origina limites extremamente restritivos que inviabilizam a valorização agrícola das lamas, outros, caso dos EUA, escolhem uma abordagem mais científica, através de uma metodologia de avaliação do risco envolvido, que os conduz à fixação de limites que garantem a reutilização de lamas na agricultura de forma sensata.

Saliente-se o facto da Directiva 86/278/CEE, modificada no seu artigo 17º pela Directiva 91/271/CEE, determinar que todos os Estados-Membros deverão, de 3 em 3 anos, participar à Comissão notícias relativas à aplicação da Directiva em causa, através de um questionário previamente elaborado pela própria Comissão. Destas informações surge um relatório, que poderá incluir, caso a Comissão considere necessário, novas propostas, visando assegurar uma maior protecção do ambiente e dos solos. O último relatório foi publicado em Maio de 2009

(SEC, 2009). É importante referir que, apesar de ser obrigatório, alguns países não têm facultado à Comissão estas informações.

De forma a garantir que o produto final exhibe as características essenciais para a sua utilização final, é fundamental que, além de todas as imposições já referidas, exista um rigoroso controlo de qualidade ao longo de todo o processo de produção e tratamento das lamas. Existe actualmente uma predisposição no sentido de desenvolver uma certificação qualitativa das lamas, que certamente aumentará a confiança dos agricultores e dos consumidores, facilitando, assim, o sucesso da valorização agrícola das lamas

3.7 Soluções para o Destino Final das Lamas

Uma perfeita estratégia de gestão de resíduos estabelece, indiscutivelmente, como prioritária, a valorização das lamas resultantes das ETAR, ou seja, a sua reutilização para fins benéficos, em detrimento da sua deposição, ou seja, eliminação. Durante o processo de escolha da melhor alternativa em termos de valorização, deve ser efectuada uma avaliação detalhada sobre a quantidade e qualidade das lamas produzidas.

O leque de opções para o destino final das lamas engloba uma série de alternativas que abrangem desde a utilização na agricultura, a melhoria e recuperação de terrenos, a utilização em jardins, terrenos florestais, parques, campos de golfe, na preparação dos taludes de estradas e auto-estradas, a utilização na indústria (em usos exóticos, na fabricação de tijolos, na produção de cimentos e em asfaltos), como fonte energética (incineração), até à deposição em aterro. No Quadro 3.12 apresenta-se, em função do tipo de lamas produzidas, as várias soluções para a sua utilização ou deposição final.

Quadro 3.12 - Principais tipos de lamas produzidas e eventuais destinos (adaptado de CIWEM, 1995a).

Tipo de lamas	Opções para a utilização/deposição final de lamas
-Lamas líquidas não tratadas -Lamas líquidas armazenadas	-Utilização na agricultura -Utilização em florestas e em regiões arborizadas -Utilização para recuperação de terrenos -Deposição em aterro
-Lamas não tratadas desidratadas -Lamas desidratadas armazenadas	- Utilização na agricultura -Utilização em florestas e em regiões arborizadas -Utilização para recuperação de terrenos
-Lamas líquidas digeridas -Lamas digeridas desidratadas	- Utilização na agricultura -Utilização em florestas e em regiões arborizadas

Tipo de lamas	Opções para a utilização/deposição final de lamas
	-Utilização para recuperação de terrenos -Deposição em aterro
-Lamas digeridas e pasteurizadas -Lamas estabilizadas com cal	- Utilização na agricultura
-Lamas sólidas resultantes da adição de materiais alcalinos	- Utilização na agricultura -Utilização para recuperação de terrenos -Deposição em aterro
-Produtos resultantes da compostagem -Lamas secas termicamente	- Utilização na agricultura -Utilização para recuperação de terrenos -Deposição em aterro -Utilização em áreas públicas (jardins, parques, etc.)
-Cinzas de lamas incineradas	-Deposição em aterro -Produtos especiais para materiais de construção, asfaltos, etc.

Saliente-se o facto de apesar do processo de incineração ser encarado por alguns autores como uma alternativa para o destino final das lamas, ele pode ser visto como uma forma de tratamento, uma vez que, que no final do processo resulta um resíduo, que, para além de ter sofrido uma redução de volume, encontra-se estabilizado. Sendo encarado como processo de tratamento os resíduos resultantes devem ser posteriormente encaminhados para um dos destinos finais já mencionados, podendo ainda ser empregues no fabrico de materiais de construção, como tijolos, e materiais cerâmicos.

No que diz respeito à deposição em aterro, importa referir que esta opção deve ser considerada apenas em último caso, devido essencialmente ao facto de existirem metais pesados e outras substâncias tóxicas nas lamas. Caso se conclua que esta solução é a mais indicada para a situação em questão deve garantir-se, para além da estabilização das lamas, visando diminuir os riscos de contaminação das águas subterrâneas e a produção de odores desagradáveis, uma eficaz e rígida monitorização de todo o processo, de forma a minimizar todas as eventuais ameaças.

Importa ainda reforçar que, de acordo com o Decreto-Lei n.º 152/2002 de 23 de Maio, o Instituto dos Resíduos, em articulação com as Direcções Regionais do Ambiente e do Ordenamento do Território, estabeleceu uma estratégia nacional para a redução dos resíduos urbanos biodegradáveis destinados aos aterros. Assim, esta estratégia ambiciona: até Janeiro de 2009 os resíduos urbanos biodegradáveis destinados a aterros sejam reduzidos para 50% da quantidade total, em peso, dos resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995; até Janeiro de 2016 os resíduos urbanos biodegradáveis destinados a aterros sejam reduzidos para 35% da quantidade total, em peso, dos resíduos urbanos biodegradáveis produzidos em 1995.

Relativamente à aplicação das lamas na agricultura (devido à sua importância será posteriormente analisada detalhadamente), constata-se que esta solução é condicionada pelas características dos solos, das lamas e outros factores de relevo, como por exemplo, a topografia, a profundidade às águas do solo, a proximidade a áreas críticas, entre outros.

3.8 Utilização das Lamas na Agricultura

3.8.1 Introdução

A utilização das lamas de depuração na agricultura não é mais do que o continuar de uma prática agrícola normalmente usada desde os tempos mais remotos, visando aperfeiçoar a fertilidade dos solos e que consistia na disposição de dejectos e resíduos orgânicos humanos nos terrenos. Existem, obviamente, diferenças abismais entre estas duas práticas, encontrando-se a valorização agrícola das lamas submetida a uma regulamentação específica e restritiva, com base científica, que lhe garante qualidade, e que a torna, cada vez mais, como a solução adoptada por muitos dos países mais desenvolvidos que pretendem resolver o problema, crescente e urgente, do aumento da produção de lamas.

Esta solução é apoiada por uma investigação realizada pela empresa de auditoria e consultoria *Arthur Andersen* (Aubain, 2001), que consistiu, fundamentalmente, numa análise custo/benefício em relação às várias opções de utilização/deposição de lamas, segundo a qual se constatava que a utilização das lamas na agricultura se apresentava como a melhor alternativa no que diz respeito a efeito globais para o ambiente, apesar de os resultados disponíveis não permitirem ainda retirar uma conclusão definitiva.

Para além do facto inquestionável de que a utilização das lamas na agricultura é a forma mais natural de adubar os solos, existem outros factores que apoiam e justificam esta opção. Por um lado, constitui um interesse incontestável para os agricultores que adquirem um produto com excelentes características fertilizantes a um preço mais baixo ou, até por vezes, sem quaisquer custos, por outro, adopta-se uma postura, em perfeita sintonia com as linhas mestras da política ambiental definida pela União Europeia que beneficia a reutilização e valorização de um resíduo.

Os solos da União Europeia, em especial os das zonas do sul, caracterizam-se por um acentuado défice em matéria orgânica, o que os poderá levar, futuramente, ao abandono. Assim, é vital que se encontre rapidamente uma solução que permita, a longo prazo, um

fornecimento apropriado, quer em termos de matéria orgânica, quer em termos de nutrientes, permitindo, desta forma, colmatar as perdas resultantes das colheitas, do escoamento das águas superficiais e das escorrências para as águas subterrâneas. Como as lamas possibilitam, em simultâneo, o fornecimento de matéria orgânica e nutrientes, especialmente azoto e fósforo, e a eliminação dos fertilizantes minerais, apresentam-se, naturalmente, como a solução óptima para o problema.

Relativamente ao destino final das lamas de ETAR, os últimos Relatórios da Comissão (COM, 2003b e SEC, 2009), confirmam que a valorização agrícola é actualmente a melhor solução ambiental, desde que aplicada em conformidade com as disposições da Directiva 86/278/CEE, apresentando o mínimo de riscos para o Homem, os animais e o ambiente. De facto tem-se confirmado que as disposições estabelecidas nesta Directiva têm-se revelado extremamente eficazes na prevenção da disseminação da poluição devido à utilização de lamas, não havendo, até ao momento, qualquer caso assinalado de contaminação humana, animal ou vegetal devido à utilização de lamas nos solos agrícolas, desde que aplicadas em conformidade com as suas disposições.

Desta forma, a Comissão reafirma que a utilização de lamas na agricultura deve ser estimulada e mantida, desde que cumpra inteiramente a legislação e seja devidamente inspeccionada, salientando ainda que, sempre que seja necessário, as regras devam ser reforçadas de forma a ter em conta os efeitos a longo prazo sobre a qualidade dos solos. Nesta perspectiva, a Comissão tem vindo a desenvolver uma apreciação das disposições contidas na Directiva, com base na investigação científica realizada desde a sua adopção, com o objectivo de aumentar a confiança dos consumidores na utilização de lamas nos solos agrícolas. Surgem assim os já mencionados *draft*, a partir dos quais será estabelecida uma proposta de revisão da Directiva 86/278/CEE, que deveria ter sido divulgada até ao final de 2007, mas que até ao momento não foi difundida.

3.8.2 Impactos positivos e negativos

A aplicação de lamas, devidamente tratadas, em solos agrícolas depende de inúmeros factores, nomeadamente, da concentração de metais no solo, da topografia, do clima, dos tipos de colheita, da facilidade de acesso, de certas ponderações relacionadas com a protecção das águas superficiais subterrâneas e obviamente, da autorização do agricultor.

Quando devidamente aplicadas e devido seu valioso conteúdo em matéria orgânica e nutrientes, constituem uma opção perfeitamente válida aos fertilizantes químicos, possibilitando uma melhoria da estrutura dos solos, originando, naturalmente, o acréscimo da

sua capacidade de retenção de água, a redução do escoamento superficial e consequentemente, a diminuição da sua erosão, um acréscimo da capacidade de troca catiónica do solo, suscitando a retenção de maiores quantidades de nutrientes e a diminuição das suas perdas por lixiviação e, simultaneamente, um incremento da protecção do solo contra modificações repentinas do seu nível de acidez e de alcalinidade, a proliferação de circunstâncias mais propícias para que as culturas possam absorver mais nutrientes, proporcionando uma significativa melhoria na fertilidade e produtividade dos solos.

Como já foi referido, as lamas apresentam na sua composição nutrientes, especialmente azoto e fósforo, que exibem indiscutíveis vantagens relativamente aos fertilizantes inorgânicos, nomeadamente, o facto de se libertarem lentamente ao longo do crescimento das plantas, bem como, a constatação de que os nutrientes na sua forma orgânica serem menos solúveis à água, diminuindo a possibilidade de escorrências para as águas subterrâneas e superficiais. Outra vantagem importante na aplicação de lamas na agricultura está relacionada com os organismos patogénicos, mais concretamente, com a possibilidade destes serem destruídos quer devido à sua exposição à luz solar, quer devido a variações bruscas de temperatura, ou ainda, devido ao contacto com o próprio solo. Consta-se também que a valorização agrícola das lamas pode ter alguma influência no pH dos solos, pelo que, as lamas estabilizadas com cal irão actuar, simultaneamente, como correctivos orgânicos e alcalinizantes, sendo a sua aplicação claramente indicada em solos ácidos, de forma a aumentar o seu pH e consequentemente melhorar a sua produtividade. A utilização das lamas na agricultura, como solução para o seu destino final, apresenta ainda a vantagem de ser uma alternativa economicamente mais favorável, quando confrontada com outras opções para destino final.

Infelizmente, a valorização agrícola das lamas não origina apenas vantagens, o facto das lamas de depuração apresentarem na sua composição organismos patogénicos e contaminantes organismos, torna-as uma ameaça real, quer para a saúde pública, quer para o ambiente, se não forem aplicadas segundo todos os critérios regulamentares e de segurança. Assim, o possível risco de poluição das águas superficiais e subterrâneas, do solo e da atmosfera, é sem sombra de dúvida, um dos principais factores que condiciona aplicação das lamas, exigindo por isso, um elevado desempenho, a nível técnico, nas actividades relacionadas com esta prática. O papel do agricultor perante esta situação é crucial, sendo essencial a sua total compreensão para os riscos decorrentes da utilização de um resíduo potencialmente poluente, em condições impróprias. A garantia da execução de boas práticas agrícolas deve, por este motivo, ser devidamente acompanhada e fiscalizada pelas entidades que supervisionam o sector agrícola.

No que diz respeito à poluição do ar, é sobretudo devido aos cheiros resultantes da aplicação das lamas que, apesar de não constituírem uma ameaça nem para o ambiente nem para a saúde pública, são extremamente incómodos. Saliente-se, no entanto, o facto de que se as lamas forem aplicadas em quantidades adequadas à prática agrícola não originam, geralmente, este problema. Além disso, os processos de estabilização a que as lamas são sujeitos diminuem significativamente estes desagradáveis odores, chegando mesmo a serem menos ofensivos que os emanados pelos adubos artificiais.

Existem alguns estudos, realizados por alguns países, que comprovam que os riscos relacionados com a aplicação de lamas na agricultura são da mesma dimensão e, até mesmo inferior, nalguns casos, dos que os associados à aplicação de outros agentes correctivos nos solos. Entre estes projectos destacam-se dois realizados nos Estados Unidos, um dos quais pela *Water Environment Research Foundation* (WERF), que procurou avaliar os riscos e benefícios, vantagens e desvantagens, associadas à utilização de uma grande variedade de agentes correctivos do solo (incluindo as lamas de ETAR devidamente tratadas), em comparação com os fertilizantes químicos (Moss et al, 2002). O outro estudo, de acordo com NRC (2002), conclui, apoiado numa revisão bibliográfica científica existente que, apesar desta prática decorrer há já alguns anos, não existem provas de que a aplicação das lamas na agricultura cause realmente prejuízos na saúde humana. É importante, no entanto, salientar que a investigação disponível sobre este assunto é ainda em pequeno número e apenas a nível local.

Segundo as investigações mais recentes pode concluir-se que aplicação das lamas na agricultura é uma alternativa ambientalmente correcta, com riscos desprezáveis para a saúde pública, afirmando-se, cada vez mais, como uma solução sólida e segura, desde que, cumpra, rigidamente, todas as imposições regulamentares. É no entanto fundamental que se continue a incentivar a investigação nesta área, de forma a ampliar as informações relativas às lamas, possibilitando assim o aperfeiçoamento, quer nas tecnologias de tratamento quer nos métodos de aplicação.

3.8.3 Restrições na aplicação de lamas

A aplicação das lamas na agricultura, como já foi referido, é actualmente legislada pelo *Decreto-Lei n.º 276/2009 de 2 de Outubro*, que transpõe para ordem jurídica nacional a Directiva 86/278/CEE. Este diploma estabelece todos os conceitos, regras, directrizes e restrições da valorização agrícola das lamas, de forma a permitir a sua eficaz utilização como fertilizante agrícola e correctivo do solo, protegendo simultaneamente o Homem, o Ambiente

e os animais dos possíveis efeitos nocivos, associados, normalmente, a uma má prática desta actividade. Neste subcapítulo serão, detalhadamente, explorados alguns pormenores desta legislação, evidenciando os que limitam a sua aplicação na agricultura.

Segundo este diploma, nomeadamente o seu artigo 3.º, “lamas de depuração” são *as lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais domésticas, urbanas e de outras estações de tratamento de águas residuais, de composição similar às águas residuais domésticas e urbanas, as lamas de fossas sépticas e de outras instalações similares, para o tratamento de águas residuais, e as lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais de actividades agro-pecuárias*. Apenas podem ser utilizadas na agricultura “lamas tratadas”, ou seja, *“aquelas que foram submetidas a tratamento por via biológica, química ou térmica, por armazenagem, a longo prazo, ou por qualquer outro método adequado que reduza significativamente o seu poder de fermentação e os inconvenientes sanitários da sua utilização”*.

O artigo 4.º define o licenciamento das operações de armazenagem e tratamento de lamas, de acordo com os artigos 27.º a 31.º do regime geral da gestão de resíduos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro.

De acordo com o artigo 5.º deste diploma, estabelecem-se as regras para as instalações de armazenagem e tratamento das lamas, das quais se destacam: os produtores de lamas devem dispor de uma capacidade mínima de armazenagem de lamas equivalente à produção média de três meses, bem como os locais de armazenamento devem ser impermeabilizados e cobertos de forma a evitar infiltrações ou derrames que possam originar a contaminação dos solos e das massas de águas superficiais e subterrâneas.

O artigo 6.º exige que a valorização agrícola de lamas só pode ser exercida por produtores de lamas ou por operadores que comprovem dispor de um técnico responsável acreditado e que sejam titular de alvará para a armazenagem e/ou tratamento de lamas, emitido ao abrigo do Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de Setembro. Este técnico tem a responsabilidade de assegurar o cumprimento do Decreto-Lei n.º 276/2009 relativo à utilização de lamas em solos agrícolas, nomeadamente, controlo da qualidade das lamas e dos solos, procedimentos de aplicação das lamas, formação de pessoal afecto à valorização agrícola das lamas, entre outros (artigo 7.º). É importante mencionar que este técnico deve dispor de formação superior na área agrícola, florestal ou do ambiente e de um certificado de frequência, com aproveitamento, de acção de formação de actualização em valorização agrícola de lamas, a realizar após um período de cinco anos de actividade profissional. Além disso deve ser devidamente acreditado (a acreditação é válida por um período de seis meses) pode assumir funções em mais de um

perímetro de intervenção, não podendo o quantitativo de lamas pelo qual é responsável ultrapassar o limite de 40000 t em matéria fresca, em cada ano civil (artigo 8.º).

Segundo o artigo 9.º é apenas permitida a utilização, em solos agrícolas, as lamas que cumpram os valores limite constantes dos parâmetros fixados no anexo I do presente Decreto-Lei. Ainda de acordo com este artigo, na valorização agrícola das lamas devem ser tidas em consideração as seguintes condicionantes: a concentração de metais nos solos receptores de lamas não pode ultrapassar os valores limite previstos no Quadro 3.13; a quantidade de metais pesados que anualmente pode ser introduzida por aplicação de lamas nos solos cultivados não deve ultrapassar os valores limite previstos no Quadro 3.14; na definição das quantidades de azoto, fósforo e potássio a aplicar através das lamas num solo cultivado são tidas em consideração as quantidades destes nutrientes fornecidas através de outras matérias fertilizantes, designadamente efluentes pecuários e adubos, de forma a não serem excedidas as concentrações necessárias às culturas, devendo, para o efeito, ser utilizadas como referência as tabelas previstas no documento técnico relativo à fertilização de culturas a divulgar pelo Instituto Nacional dos Recursos. As quantidades totais dos nutrientes referidos são determinadas em função da análise ao solo, à água e/ou, análise foliar, e tendo em conta a produção esperada para a cultura que se pretende fertilizar.

O artigo 12.º define as utilizações proibidas de lamas. Assim, entre as muitas interdições destacam-se: a proibição de injectar lamas no solo sem valorização agrícola; enterrar lamas no solo, sem prejuízo do disposto no regime jurídico da deposição de resíduos em aterro; aplicar lamas no solo quando, a concentração de um ou vários metais pesados no solo, ou nas lamas ultrapasse os valores limite (Quadros 3.13 e 3.14, respectivamente), bem como a concentração de um ou mais compostos orgânicos e organismos patogénicos, nomeadamente, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp, nas lamas, ultrapasse os respectivos valores limite (Quadro 3.15 e 3.16, respectivamente). As quantidades de metais pesados introduzidos no solo por unidade de superfície, numa média de dez anos, não devem, igualmente, ultrapassar os valores estabelecidos (Quadro 3.17).

Quadro 3.13 - Valores limite de concentração de metais pesados nos solos de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009 (mg/kg de matéria seca).

Parâmetros	Valores limite em solos (mg/kg de matéria seca) com:		
	pH≤5,5	5,5>pH≤7,0	pH>7 ⁽¹⁾
Cádmio	1	3	4
Cobre	50	100	200
Níquel	30	75	110
Chumbo	50	300	450
Zinco	150	300	450
Mercúrio	1	1,5	2
Crómio	50	200	300

⁽¹⁾ Aplicável a solos onde se efectuem culturas com fins comerciais e destinadas unicamente ao consumo animal.

Quadro 3.14 - Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009 (mg/kg de matéria seca).

Parâmetros	Valores limite
Cádmio	20
Cobre	1000
Níquel	300
Chumbo	750
Zinco	2500
Mercúrio	16
Crómio	1000

Quadro 3.15 - Valores limite de concentrações de compostos orgânicos e dioxinas nas lamas destinadas à agricultura ⁽¹⁾ de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009.

Compostos orgânicos	Valores limite (mg/kg de matéria seca)
LAS	5000
NPE	450
PAH	6
PCB	0,8

Dioxinas	Valores limite (ng TEQ/kg de matéria seca)
PCDD/F	100

⁽¹⁾ Caso sejam exigidos pela CCDR, a ARH e, ou, a DRAP.

Quadro 3.16 - Valores limite de microrganismos nas lamas destinadas à agricultura de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009.

Microrganismos	Valores Limite (células/g de matéria fresca. Ausente em 50g de matéria original)
<i>Escherichia coli</i> Salmonella spp	< 1000

Quadro 3.17 - Valores limite para as quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidos nos solos cultivados, com base numa média de 10 anos de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/2009 (kg/ha/ano).

Parâmetros	Valores limite
Cádmio	0,15
Cobre	12
Níquel	3
Chumbo	15
Zinco	30
Mercúrio	0,1
Crómio	4,5

Nota: A CCDR e a ARH podem dispensar a realização de análises do cobre, do zinco e do crómio caso nas águas afluentes à ETAR tais parâmetros não se encontrem presentes ou apenas se encontrem em quantidades inferiores ao limite de detecção do método analítico utilizado.

Ainda de acordo com este artigo (12.º), é proibido a aplicação de lamas: em prados ou culturas forrageiras, dentro das três semanas imediatamente anteriores à pastagem de gado ou à colheita de culturas forrageiras; em culturas hortícolas e frutícolas, durante o período vegetativo; em solos destinados a culturas hortícolas ou frutícolas que estejam normalmente em contacto directo com o solo e que sejam normalmente consumidas a cru, durante um período de dez meses antes da colheita e durante a colheita; e ainda em solos destinados ao modo de produção biológico. Segundo este artigo, é proibido aplicar lamas em margens de águas compreendendo estas: uma faixa de terreno de 50 m, no caso das águas do mar, bem como das águas navegáveis ou flutuáveis sujeitas a jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias; uma faixa de 30 m, no caso das margens de outras águas navegáveis ou flutuáveis; uma faixa de terreno de 10 m, no caso de margens de água não navegáveis, nem flutuáveis.

A proibição estende-se ainda a zonas terrestres de protecção albufeiras de águas públicas de serviço público, numa faixa medida na horizontal, com uma largura de 100 m contados a partir da linha do nível de pleno armazenamento, sem prejuízo de, nos casos em que exista plano de ordenamento de albufeira de águas públicas, o regulamento do plano estabelecer uma faixa de interdição com uma largura superior a 100 m; a zonas terrestres de protecção das

lagoas ou lagos de águas públicas constantes do anexo I do regime de protecção das albufeiras de águas públicas de serviço público e das lagoas ou lagos de águas públicas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de Maio, numa faixa, medida na horizontal, com uma largura de 100 m contados a partir da linha limite do leito da lagoa ou lago de águas públicas em causa, sem prejuízo de, nos casos em que exista plano especial de ordenamento do território aplicável, o regulamento do plano estabelecer uma faixa de interdição com uma largura superior a 100 m.

No que diz respeito às análises às lamas e aos solos, o artigo 10.º define a obrigatoriedade das mesmas, de acordo com o anexo II do Decreto-Lei em análise (Quadro 3.18). As análises e as amostragens devem ser realizadas preferencialmente por laboratórios acreditados para o efeito no âmbito do Sistema Português da Qualidade. Este documento também refere os métodos de análise que devem ser usados. Quando se verifique a mistura de lamas de diferentes origens, é obrigatória a análise às mesmas por origem. A mistura de lamas deve ser justificada no âmbito do plano de gestão de lamas (PGL) (artigo 11.º). É importante referir que a frequência das análises às lamas depende exclusivamente da sua produção anual (Quadro 3.19). A frequência das análises para cada parâmetro relativo a metais pesados e microrganismos patogénicos pode ser reduzida caso, no período de dois anos consecutivos, seja demonstrado que o valor obtido para cada parâmetro é sistematicamente inferior a 75% do valor limite. A frequência das análises para determinado parâmetro agronómico pode ser reduzida caso, no período de dois anos consecutivos, seja demonstrado que cada valor obtido tem um desvio inferior a 20% relativamente à média dos valores obtidos (Quadro 3.20).

É importante referir que sempre que surjam variações significativas na qualidade da água bruta ou alterações no funcionamento da ETAR, deve ser realizada uma análise após a primeira produção de lamas.

Quadro 3.18 - Análises a realizar às lamas e aos solos de acordo com o Anexo II do Decreto-Lei n.º 276/2009.

Análises a realizar						
Lamas oriundas de Águas Residuais Domesticas			Solos			
Parâmetros Analisados		Normas de referência para a análise	Frequência das análises	Parâmetros Analisados	Normas de referência para a análise	Frequência das análises
Parâmetros Agronómicos	Matéria seca	EN 12880	Com intervalos regulares durante o ano, dependendo a frequência da produção anual de lamas (Quadro 3.21)	pH	ISO 10390	Antes da 1ª aplicação de lamas no solo e posteriormente ⁽³⁾
	Matéria orgânica	EN 12879				
	pH	EN 12176				
	Azoto total	EN 13342				
	Azoto nítrico e amoniacal	-		Azoto	ISO 14255	
	Fósforo total	EN 13346		Fósforo	ISO 11263	
	Potássio Total	EN 13346				
	Magnésio Total	-				
Cálcio Total	-					
Metais pesados ⁽¹⁾	Cádmio	EN 13346		Cádmio	⁽⁴⁾	
	Cobre			Cobre		
	Níquel			Níquel		
	Chumbo			Chumbo		
	Zinco			Zinco		
	Mercúrio		Mercúrio			
	Crómio		Crómio			
Microorganismos Patogénicos ⁽²⁾	<i>Salmonella spp</i>	ISO 6579: 2002				
	<i>Escherichia coli</i>	ISO 16649-2: 2001				

- (1) As autoridades competentes, CCDR e a ARH, podem dispensar a realização de análises do cobre, zinco e do crómio, caso nas águas afluentes à estação de tratamento tais parâmetros não se encontrem presentes ou apenas se encontrem presentes em quantidades inferiores ao limite de detecção do método analítico utilizado.
- (2) A CCDR, ARH e, ou, a DRAP podem exigir a realização das análises a outros parâmetros, nomeadamente, compostos orgânicos (LAS, PCB, NPE, PAH, PCDD/F).
- (3) Parâmetros Agronómicos, uma análise por cada período de três anos consecutivos; Metais Pesados, uma análise por cada período de cinco anos consecutivos. Análise deve ser representativa de uma zona homogénea diária inferior a 5 ha.
- (4) O D.L. n.º 276/2009 não refere normas de referência para a análise dos metais pesados nos solos.

Quadro 3.19 - Frequência anual das análises às lamas (Decreto-Lei n.º 276/2009).

Produção anual de lamas (Toneladas de matéria seca)	Número mínimo de análises por ano	
	Parâmetros agronómicos e metais pesados	Patogénicos
< 250	2	2
250 - 5000	4	4
>5000	6	6

Quadro 3.20 - Frequência reduzida das análises às lamas (Decreto-Lei n.º 276/2009).

Produção anual de lamas (Toneladas de matéria seca)	Número mínimo de análises por ano	
	Parâmetros agronómicos e metais pesados	Patogénicos
< 2500	1	1
>2500	2	2

O licenciamento da utilização de lamas em solos agrícolas é estabelecido pelo artigo 14.º, que refere que a utilização de lamas em solos agrícolas, num determinado perímetro de intervenção, está sujeita a um plano de gestão de lamas (PGL) aprovado pela DRAP territorialmente competente. O PGL deve, entre outros aspectos, evidenciar a aptidão dos solos para a valorização agrícola de lamas e deve ser elaborado pelo técnico responsável. O procedimento para a aprovação do PGL encontra-se extensivamente exposto no artigo 15.º, assim como a sua aprovação (artigo 16.º) e actualização (artigo 17.º).

É importante referir que o PGL tem uma validade máxima de cinco anos, sendo obrigatoriamente revisto no final deste prazo (artigo 16.º). Importa salientar que o PGL deve ser actualizado sempre que se verifiquem quaisquer alterações ao nível das lamas a aplicar, do perímetro de intervenção, das parcelas e da caracterização dos factores condicionantes da aplicação das lamas (artigo 17.º).

Ainda de acordo com este diploma, o titular do PGL deve apresentar anualmente à DRAP territorialmente competente uma declaração do planeamento das operações (DPO), definindo as parcelas que irão ser sujeitas a utilização e a sua conformidade com o PGL. Note-se que a DPO é relativa a uma exploração agrícola e reporta-se a cada ano civil (artigo 18.º).

Os produtores de lamas ou os operadores abrangidos por este diploma devem notificar o titular da exploração agrícola do local onde são utilizadas as lamas, com a antecedência mínima de três dias em relação à data prevista para a aplicação das lamas (artigo 19.º).

É importante salientar que os produtores de lamas são obrigados a manter, por um período mínimo de dez anos e à disposição das autoridades competentes, um registo actualizado com um vasto leque de informações, entre as quais a origem, as características e métodos de tratamento de lamas, um conjunto de todas as análises realizadas às lamas, aos solos e, quando aplicável, à água de rega e ou foliares e a quantidade de lamas produzida, aplicada nos solos agrícolas e enviada para outros destinos (artigo 20.º). O artigo 25.º define as contra-ordenações, e respectivas sanções, por incumprimento das regras estabelecidas neste Decreto-Lei.

4 SISTEMA MULTIMUNICIPAL DO BAIXO MONDEGO E BAIRRADA

4.1 Caracterização da Situação Existente

O Sistema Municipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada engloba onze concelhos Ansião, Arganil, Coimbra, Condeixa-a-Nova, Góis, Lousã, Mealhada, Miranda do Corvo, Penacova, Penela e Vila Nova de Poiares (Figura 4.1), distribuídos por uma área que abrange cerca de 2042 km², com uma população residente, de aproximadamente 427 mil habitantes (ADP@, 2010).



Figura 4.1 - Concelhos abrangidos pelo Sistema Municipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada (AM@, 2010).

A concessão da gestão e exploração deste sistema encontra-se a cargo das Águas do Mondego S.A., constituída pelo Decreto-Lei n.º 172/2004. O Sistema Multimunicipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada é constituído por 64 ETAR, algumas em fase de exploração, outras em construção ou remodelação, encontrando-se as restantes previstas, conforme

indicado no Quadro 4.1. A gestão de todas estas ETAR, apesar de se encontrarem sob a alçada das Águas do Mondego S.A., é feita segundo um regime *insourcing* (gestão a cargo das Águas do Mondego), e *outsourcing* (gestão feita por outras empresas, nomeadamente, Luságua, AGS e Câmaras Municipais) (Quadro 4.1).

Quadro 4.1 - ETAR pertencentes ao Sistema Municipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada.

ETAR	Concelho	Fase	Entidade gestora
Ansião	Ansião	Exploração	Águas do Mondego S.A
Lagarteira	Ansião	Prevista	-
Mogadouro de Baixo	Ansião	Prevista	-
Alagoa	Arganil	Exploração	Águas do Mondego S.A
Barril de Alva	Arganil	Prevista	-
Coja	Arganil	Exploração	Águas do Mondego S.A
Maladão	Arganil	Exploração	Câmara Municipal
Pomares	Arganil	Prevista	-
S. Martinho da Cortiça	Arganil	Prevista	-
Vila Cova de Alva	Arganil	Prevista	-
Vinhó	Arganil	Prevista	-
Paúl de Arzila	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Ameal	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Anagueis	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Andorinha	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Arzila	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Cabouco	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Ceira	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Choupal	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Conraria	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Dianteiro	Coimbra	Prevista	-
Rib. De Frades ⁽¹⁾	Coimbra	Exploração	AGS
S. Frutuoso	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
S. M. Árvore	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A
S. Silvestre	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Torres do Mondego ⁽²⁾	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Vendas do Ceira	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Vil de Matos	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A
Vila Pouca de Cernache	Coimbra	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Taveiro	Coimbra	Exploração	Luságua S.A.
Anobra	Condeixa-a-Nova	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Condeixa-a-Nova	Condeixa-a-Nova	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Eira Pedrinha	Condeixa-a-Nova	Exploração	Águas do Mondego S.A.
ZI de Condeixa	Condeixa-a-Nova	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Cortes	Góis	Arranque	-
Góis	Góis	Arranque	-

ETAR	Concelho	Fase	Entidade gestora
Ponte do Sótão	Góis	Adjudicada	-
V. N. Ceira	Góis	Construção	-
Casal de Ermio	Lousã	Adjudicada	-
Padrão	Lousã	Exploração	Câmara Municipal
Serpins-Rodas	Lousã	Exploração	Águas do Mondego S.A
Serpins-Avessada	Lousã	Prevista	-
Lousã	Lousã	Construção	Câmara Municipal
Barcouço	Mealhada	Remodelação	Câmara Municipal
Lamas	Miranda do Corvo	Exploração	Câmara Municipal
Miranda	Miranda do Corvo	Exploração	Águas do Mondego S.A
Moinhos	Miranda do Corvo	Prevista	-
Poisão	Miranda do Corvo	Adjudicada	-
Vale de Açor	Miranda do Corvo	Prevista	-
Pousafoles	Miranda do Corvo	Exploração	Câmara Municipal
Aveleira	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Caneiro	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A.
Gondelim	Penacova	Prevista	-
Lorvão	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A
Penacova	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A
Roxo	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A
S. Mamede	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A
S. Pedro de Alva	Penacova	Exploração	Águas do Mondego S.A
Cerejeiras	Penela	Construção	-
Quinta de Cima	Penela	Construção	-
Rabaçal	Penela	Exploração	Câmara Municipal
Arrifana	Vila Nova Poiares	Prevista	-
Rib. Do Moinho	Vila Nova Poiares	Exploração	Águas do Mondego S.A
Figueiró do Campo ⁽³⁾	Soure	Exploração	Águas do Mondego S.A.

⁽¹⁾ O contrato de gestão desta ETAR por parte da AGS termina a 15/08/10. A partir desta data a ETAR será gerida pelas Águas do Mondego S.A..

⁽²⁾ Actualmente em exploração e sob gestão da Luságua S.A., esta ETAR passará futuramente a estação elevatória com as águas residuais a serem encaminhadas para a ETAR do Choupal.

⁽³⁾ Apesar de Figueiró do Campo pertencer ao Concelho de Soure, ou seja não faz parte do Sistema Multimunicipal de Saneamento Baixo Mondego e Bairrada, também é gerida pelas Águas do Mondego, S.A..

Segundo informação das Águas do Mondego S.A. algumas das ETAR que estavam inicialmente previstas (e inclusive algumas em exploração) vão, devido a inúmeras razões, nomeadamente, a sua proximidade, deixar de ser construídas (desactivadas) dando lugar a uma única ETAR, ou mesmo passar simplesmente a estações elevatórias.

Um dos factores importantes na definição da linha de tratamento seguido numa ETAR é a população que por ela deverá ser servida. Os processos de tratamento adoptados para as ETAR a construir depois do ano 2005 são baseados no *Estudo Prévio do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais do Baixo*

Mondego e Bairrada. No Quadro 4.2 apresentam-se os processos de tratamento adoptados para cada ETAR do sistema em análise.

Quadro 4.2 - Tratamento das fases líquida e sólida nas ETAR do Sistema Municipal do Baixo Mondego e Bairrada (adaptado de CTGA, 2007 e AM@, 2010).

ETAR	Tratamento da Fase Líquida		Tratamento da Fase Sólida					
	Tratamento	Processo	Espessamento Gravítico	Desidratação				Estabilização (Dig.)
				Leitos de secagem	Centrífuga	Filtros Banda	Sacos Filtrantes	
Ansião	Terciário ⁽¹⁾	LAAP	x		x			
Lagarteira	Secundário	LM						
Mogadouro de Baixo	Terciário ⁽²⁾	LAAP	x	x				
Alagoa	Secundário ⁽⁷⁾	LAAP	x		x			
Barril de Alva	Secundário	LM	x	x				
Coja	Terciário ⁽¹⁾	LAAP	x		x			
Maladão	Secundário	LM						
Pomares	Secundário	LM	x	x				
S. Martinho da Cortiça	Secundário	LM	x	x				
Vila Cova de Alva	Secundário	LM		x	x			
Vinhó	Secundário	LAAP		x	x			
Paúl de Arzila	Secundário	LM	-	-	-	-	-	-
Ameal	Terciário ⁽²⁾	LAAP	x			x		
Anagueis	Terciário ⁽¹⁾	LAAP	x		x			
Andorinha	Secundário	LM						
Arzila	Terciário ⁽⁵⁾	MBBR	x	x				
Cabouco	Secundário	LAAP	x				x	
Ceira	Secundário	LAAP		x				
Choupal	Secundário	LP	x	x	x			x
Conraria	Terciário ⁽¹⁾	LAAP	x		x			
Dianteiro	- ⁽⁶⁾	- ⁽⁶⁾	x	x				
Rib. De Frades	Secundário	LAAP	x			x		
S. Frutuoso	Secundário	LAAP		x				
S. M. Árvore	Terciário ⁽³⁾	LAAP	x		x			
S. Silvestre	Terciário ⁽⁵⁾	SBR	x		x			
Torres do Mondego	Terciário ⁽⁵⁾	LAAP	x			x		
Vendas do Ceira	Secundário	LAAP		x				
Vil de Matos	Secundário	LAAP	x		x			
Vila Pouca Cernache	Terciário ⁽³⁾	LAAP	x			x		
Taveiro	Secundário	LAAP						
Anobra	Secundário	LM		x				
Condeixa-a-Nova	Secundário	LAAP	x	x	x			
Eira Pedrinha	Secundário	LAAP	x	x				
ZI de Condeixa	Secundário	LAG	x		x			
Cortes	Secundário	LAAP	x	x				
Góis	Terciário ⁽¹⁾	LAAP	x		x			

ETAR	Tratamento da Fase Líquida		Tratamento da Fase Sólida					Estabilização (Dig.)
	Tratamento	Processo	Espessamento Gravítico	Desidratação				
				Leitos de secagem	Centrifuga	Filtros Banda	Sacos Filtrantes	
Ponte do Sótão	Secundário	LM	x	x				
V. N. Ceira	Secundário	Membranas	x	x				
Casal de Ermio	Secundário	LAAP	x	x				
Padrão	Secundário	LAAP		x				
Serpins-Rodas	Terciário ⁽⁹⁾	MBBR	x		x			
Serpins-Avessada	Secundário	LM	x	x				
Lousã	Terciário ⁽²⁾	LAAP						
Barcouço	Secundário	LAG						
Lamas	Secundário	LAAP (compacta)						
Miranda	Secundário	LAAP	x			x		
Moinhos	Secundário	LAAP	x	x				
Poisão	Secundário ⁽¹⁰⁾	LAAP	- ⁽⁶⁾	- ⁽⁶⁾	- ⁽⁶⁾	- ⁽⁶⁾	- ⁽⁶⁾	- ⁽⁶⁾
Vale de Açor	Secundário	LAAP (compacta)	x	x				
Pousafoles	Secundário	LAAP						
Aveleira	Secundário	LM	x	x				
Caneiro	Secundário	LAAP (compacta)						
Gondelim	Secundário	LM						
Lorvão	Secundário	LAAP	x					
Penacova	Secundário	LAAP	x		x			
Roxo	Secundário	LM						
S. Mamede	Secundário	LAAP	x					
S. Pedro de Alva	Secundário	LM	x	x				
Cerejeiras	Secundário	LAAP	x	x				
Quinta de Cima	Secundário	LAAP	x		x			
Rabaçal	Secundário	LP		x				
Arrifana	Secundário	LM						
Rib. Do Moinho	Secundário	LAAP						
Figueiró do Campo	Secundário	- ⁽⁶⁾	x			x		

⁽¹⁾ Terciário (c/ remoção de N) + D

⁽²⁾ Terciário c/ remoção de N.

⁽³⁾ Terciário c/ remoção de N e P.

⁽⁴⁾ Secundário com remoção de N, P e Desinfecção.

⁽⁵⁾ Terciário (c/ remoção de N + P + D).

⁽⁶⁾ Sem informação.

⁽⁷⁾ Secundário e Desinfecção parcial

⁽⁸⁾ Terciário (c/ remoção de N)

⁽⁹⁾ Terciário com Desinfecção Total

⁽¹⁰⁾ Secundário com Desinfecção Total

No Quadro 4.3 apresentam-se alguns elementos relativos a 20 ETAR pertencentes ao Sistema Multimunicipal do Baixo Mondego e Bairrada de acordo com o relatório do INSSAR 2008. É

importante referir que os dados apresentados sobre a quantidade de lamas são meramente estimativos.

Quadro 4.3 - Síntese da situação dos sistemas de tratamento de águas residuais, ETAR, no final de 2007, geridos pelas Águas do Mondego S.A. (adaptado de INSAAR, 2008).

ETAR	População servida	Concelhos servidos	Grau de Tratamento	Volume anual do afluyente (m ³)	Quantidade Anual de lamas produzidas (ton)
Condeixa-a-Nova	5031	Condeixa-a-Nova	Secundário	42789,6	101
Choupal	93380	Coimbra	Secundário	921391,9	960
Arzila	900	Coimbra	Terciário	4068,6	45
S. Frutuoso	1200	Coimbra	Secundário	4836	40
Conraria	800	Coimbra	Secundário	5580	33
Ceira	2641	Coimbra	Secundário	37200	50
S. Martinho de Árvore	3058	Coimbra	Secundário	10118,4	32
Cabouco	741	Coimbra	Secundário	9760	35
Vendas de Ceira	2500	Coimbra	Secundário	37200	59
Ribeira de Frades	14000	Coimbra	Secundário	92988,5	317
Taveiro	2100	Coimbra	Secundário	17156	63
Eira Pedrinha	1667	Condeixa-a-Nova	Secundário	9450,6	19
Figueiró do Campo	3100	Soure	Secundário	86710	32
Anobra	558	Condeixa-a-Nova	Secundário	3276	1
Alagoa	4022	Arganil	Secundário	66000	0
Ameal	2124	Coimbra	Terciário	63178,6	46
Torres do Mondego	2500	Coimbra	Terciário	19645,6	51
Vila Pouca de Cernache	3096	Coimbra	Terciário	34694,4	292
Paúl de Arzila	75	Coimbra	Secundário	378	0
Andorinha	650	Coimbra	Secundário	3024	0

4.2 ETAR Geridas Directamente pelas Águas do Mondego S.A.

4.2.1 Quantidades de lamas produzidas

De acordo com informação prestada pelas Águas do Mondego S.A., a quantidade de lamas produzida no ano 2009 pelas ETAR por si geridas eram cerca de 1409 toneladas de matéria seca (Quadro 4.4). Note-se que, apesar das Águas do Mondego S.A. gerirem directamente a exploração de 25 ETAR, foram apenas disponibilizados dados relativos a onze dessas ETAR.

Quadro 4.4 - Quantidade de lamas produzida em 2009 pelas ETAR geridas pelas Águas do Mondego S.A..

ETAR	Quantidade de lamas produzidas (ton.matéria seca)
Ansião	122
Alagoa	20
Ameal	120
Anagueis	10
S. Silvestre	166
Vila Pouca de Cernache	365
Condeixa-a-Nova	320
Eira Pedrinha	12
ZI de Condeixa	102
Serpins-Rodas	22
Figueiró do Campo	150
Total	1409

4.2.2 Destino final das lamas

È importante realçar que o destino final das lamas, nomeadamente a sua valorização agrícola, está actualmente a atravessar uma fase conturbada devido à entrada em vigor da nova legislação que, além de apanhar os gestores de lamas completamente desprevenidos, deixou-os desorientados, face ao rigor das novas exigências para esta opção de destino final das lamas, chegando mesmo, em alguns casos, a inviabilizar totalmente esta opção. Por esta razão, considera-se fulcral analisar o destino final das lamas das ETAR antes e depois da entrada em vigor da nova regulamentação.

4.2.2.1 Decreto-Lei n.º 118/2006

Até à entrada em vigor da nova legislação era, como já foi mencionado, Decreto-Lei n.º 118/2006 que estabelecia o regime jurídico da utilização das lamas na agricultura. Assim, cumprindo escrupulosamente todas as suas orientações, grande parte dos produtores e gestores de lamas privilegiavam claramente esta opção para o seu destino final, por todos os benefícios que esta solução apresentava. Segundo informação disponibilizada pelas Águas do Mondego S.A., o destino final das lamas até ao final de 31 de Julho de 2010 é da responsabilidade de uma empresa de gestão e valorização de resíduos, *Terra Fértil*, por ela contratada. Os motivos desta contratação prendiam-se fundamentalmente com as imposições legais vigentes relativas à utilização/deposição final das lamas que, para serem escrupulosamente cumpridas, exigiam um tempo e uma disponibilidade que esta entidade não

dispunha. Por exemplo, é fácil de perceber que um simples agricultor tivesse dificuldades, quer em conseguir a licença necessária para aplicar as lamas na sua actividade, quer em efectuar as análises exigidas aos solos. Se não existisse nenhuma entidade que o apoiasse nessas tarefas ele, simplesmente, deixaria de usar as lamas como fertilizante, o que constituiria um problema para as entidades gestoras de lamas que deixariam de poder considerar esta alternativa. Assim, esta empresa de gestão e valorização de resíduos, com sede em Setúbal, encaminhava estas lamas produzidas para utilização na agricultura (70%) e compostagem (30%). A empresa dispunha no final 2009 de quatro unidades de compostagem devidamente licenciadas, Chamusca, Alcobaça, Benavente e Vila Nova de Famalicão. O composto produzido teria como destino a agricultura nacional de acordo com a sua qualidade. O de qualidade superior poderia ser utilizado em jardins, campos de golfe, estufas, etc., enquanto o de qualidade média, poderia usar-se em agricultura extensiva (TF@, 2009).

4.2.2.2 Decreto-Lei n.º 276/2009

Como já foi referido, a entrada em vigor da nova legislação relativa à utilização das lamas na agricultura, o Decreto-Lei n.º 276/2009, está a mudar significativamente o panorama da gestão de lamas em Portugal, nomeadamente, a sua valorização agrícola como opção de destino final. A polémica em torno deste assunto é enorme, pois as exigências emanadas pela nova regulamentação são consideradas excessivas quando comparadas com a legislação anterior, que era tida como eficaz e extremamente abonatória para todos os intervenientes no processo de gestão de lamas, sem quaisquer riscos para a saúde pública e para o ambiente.

O impacto inicial desta nova legislação foi tão forte que provocou o caos no meio dos gestores de lamas, pois viram-se confrontados com uma nova regulamentação que eles próprios tiveram, inicialmente, alguma dificuldade em entender e principalmente em estabelecer estratégias eficazes para a poder cumprir. Esta tarefa, além de árdua, tem-se demonstrado ingrata, pois muitos dos produtores de lamas vêm-se incapazes de cumprir integralmente a legislação em vigor. Um dos principais problemas que tem surgido diz respeito à análise das lamas nomeadamente, a parte microbiológica, que é extremamente difícil de respeitar na maioria das ETAR geridas pelas Águas do Mondego S.A.. Segundo informação dos seus colaboradores apenas uma, com leitos de secagem, consegue cumprir os valores limites estabelecidos. Perante esta situação e devido ao receio de avultadas multas, as Águas do Mondego S.A. resolveu este problema optando pela solução que lhes pareceu mais fácil, a compostagem das lamas, pois actualmente não existe qualquer tipo de legislação para esta solução de destino final. As Águas do Mondego S.A. enviam actualmente a totalidade das lamas produzidas para compostagem, tarefa actualmente a cargo da empresa *Terra Fértil*,

encontrando-se, neste momento, em negociações com outras empresas de gestão de resíduos para um eventual contrato. Refira-se ainda no que diz respeito à qualidade das lamas que todas as restantes análises exigidas pela legislação cumprem os valores limite estabelecidos.

É de salientar que, face à evolução da problemática de gestão de lamas, cada vez mais tem surgido no mercado empresas de gestão e valorização de resíduos. A compostagem, como solução para o destino final das lamas, é uma solução extremamente dispendiosa para os gestores de lamas, uma vez que com este processo as despesas duplicam relativamente à valorização agrícola. O que é ainda mais interessante é que esta nova legislação restringe a reutilização das lamas na agricultura que, até 2009, e cumprindo na íntegra a legislação em vigor era, claramente, a escolha de eleição para o destino final das lamas no nosso País. Esta nova legislação conduz, indirectamente, perante o actual cenário caótico, os produtores e gestores de lamas para uma saída mais fácil. No fundo, os produtores de lamas pagam para se libertarem de um resíduo que era reutilizado na agricultura com benefícios quer para os produtores quer para os agricultores que assim obtinham um bom fertilizante, a custo zero, para transformá-lo num outro tipo de resíduo, que também passará a ser usado na agricultura como fertilizante, mas pelo qual os agricultores terão de pagar.

4.3 ETAR Geridas pela Luságua S.A.

4.3.1 Quantidades de lamas produzidas

Todas as ETAR geridas pela Luságua S.A., relativas ao Sistema Multimunicipal do Baixo Mondego e Bairrada enviam as lamas produzidas, para desidratação, para a ETAR do Choupal, onde, posteriormente, são encaminhadas para um destino final adequado. A quantidade de lamas produzidas, no ano de 2009, por todas estas ETAR (onze no total) foi de aproximadamente 1300 toneladas, sendo aproximadamente 95% desta quantidade relativa à ETAR do Choupal, que é, indiscutivelmente, a maior produtora de lamas deste sistema multimunicipal.

4.3.2 Destino final das lamas

Por todos os motivos anteriormente referidos, será analisado o destino final das lamas das ETAR geridas pela Luságua S:A., antes e depois da entrada em vigor da nova legislação.

4.3.2.1 Decreto-Lei n.º 118/2006

Segundo informação da Luságua S.A., a totalidade das lamas produzidas e recebidas pela ETAR do Choupal eram aplicadas na agricultura seguindo sempre, durante todo o processo de gestão das lamas e de forma escrupulosa, a legislação na altura em vigor. Salienta-se o facto desta ETAR dispor de um parque de lamas (Figura 4.2), com capacidade máxima de 3500 toneladas, e uma extensão de 4 a 5 km de terrenos agrícolas devidamente licenciados, com capacidade mais do que suficiente para acolher a totalidade de lamas produzidas.



Figura 4.2 - Parque de lamas da ETAR do Choupal.

4.3.2.2 Decreto-Lei n.º 276/2009

Como era esperado, a transição para o actual Decreto-Lei. n.º 276/2009 tem sido complicada. Além de toda a morosidade que o processo exige, as severas restrições impostas à reutilização das lamas na agricultura tem conduzindo a incontáveis dificuldades à Luságua S.A., que ao longo dos anos se adaptou sempre, e de uma forma exímia, às imposições legais que iam surgindo, optando sempre como solução para o destino final das lamas, a sua valorização agrícola.

Uma das inúmeras dificuldades prende-se com os terrenos licenciados para esta prática; com a nova legislação passaram de quatro terrenos, devidamente autorizados, para apenas um único. Apesar deste apresentar uma área relativamente extensa (este ano já foram aplicadas 300 toneladas de lamas e em Setembro está prevista uma nova aplicação), é no entanto insuficiente para a quantidade de lamas produzida e tratada por o conjunto de ETAR exploradas pela Luságua S.A.. Perante este cenário, uma das consequências imediatas foi a sobrelotação do parque de lamas, que já atingiu há muito a sua capacidade máxima. Face a esta situação, a solução imediata foi optar por transferir parte das lamas produzidas para compostagem pois, como já foi referido, é uma escapatória fácil uma vez que a legislação actual é completamente omissa nesta área. Neste momento a Luságua S.A. encontra-se em negociações com uma empresa de valorização de resíduos, *Ambitrevo*, para que cerca de 300 toneladas de lamas seja tratada por este operador e transformada em composto.

Obviamente que todo este processo encarece e muito o já dispendioso processo de gestão de lamas mas, perante a situação actual, é a solução possível.

É importante salientar que as análises realizadas às lamas cumprem escrupulosamente todos os parâmetros da actual legislação, inclusivé a nível microbiológico, com excepção de excepto um ou outro caso pontual.

Como já foi mencionado, um dos principais problemas reside, fundamentalmente, em dispor de terrenos suficientes devidamente licenciados para aplicação de lamas, ou dispor de um leque importante de agricultores que estejam disponíveis a aceitá-las nas suas culturas. Todo este processo é muito mais difícil do que parece, pois a utilização de lamas na agricultura em anos anteriores em condições impróprias, oriundas de locais duvidosos, além de prejudicar as culturas dos agricultores, que acreditaram na qualidade dessas lamas, puseram em causa a perda de subsídios comunitários fundamentais para o exercício da sua actividade.

È importante referir que o Baixo Mondego continua a dispor de uma extensa área com capacidade mais do que suficiente para absorver a totalidade das lamas produzidas, e que a meio desta transição algo complexa, as entidades responsáveis pela exploração das ETAR continuam a acreditar que a valorização agrícola das lamas é a melhor opção a todos os níveis e para todos os intervenientes no processo de gestão de lamas.

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Actualmente a União Europeia e particularmente Portugal, enfrentam um desafio extremamente importante e urgente: resolver definitivamente a questão relacionada com uma correcta gestão de lamas, ou seja, o tratamento, transporte e deposição final das lamas provenientes do tratamento de águas residuais numa ETAR.

Nos últimos anos em Portugal o desenvolvimento do nível de atendimento em relação ao tratamento de águas residuais, originou um crescimento significativo da produção de lamas de ETAR. As expectativas actuais são que esta tendência venha a aumentar progressivamente, como consequência do cumprimento da legislação em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 152/97. Este cenário acentua a urgência em encontrar soluções apropriadas e eficazes para resolver a problemática dum correcta gestão das lamas oriundas dos processos, cada vez mais exigentes, de tratamento de águas residuais.

A hierarquia de princípios estabelecida pela União Europeia em relação à gestão de resíduos, recomenda a sua prevenção, em primeiro lugar, seguindo-se a sua redução, reutilização e reciclagem, recuperação de energia e, por fim, a sua eliminação. Estas orientações são difíceis de cumprir, principalmente, quando em causa está o tratamento de águas residuais, que origina inevitavelmente um resíduo, as lamas, que têm sofrido um acréscimo significativo nos últimos anos, devido às fortes medidas que tem vindo a ser desenvolvidas no tratamento das águas residuais. Com a implementação da Directiva 91/271/CEE referente ao tratamento de águas residuais que exige diferentes graus de tratamento em função da população equivalente dos vários aglomerados e da localização das descargas, definindo zonas sensíveis e menos sensíveis, a produção de lamas continuará a crescer nos próximos anos. É importante mencionar que os sucessivos atrasos por parte dos Estados-Membros no cumprimento desta Directiva, os prazos inicialmente previstos indicavam o ano de 2005, prolongaram este acréscimo na produção de lamas para além do esperado. Espera-se que no futuro se desenvolvam novas tecnologias que venham renovar os processos de tratamento de águas e diminuir substancialmente a quantidade de lamas produzidas.

A qualidade das lamas depende das particularidades da água residual a tratar e dos processos de tratamento utilizados, sendo essa qualidade variável mediante o destino final escolhido. Para que a valorização agrícola das lamas continue a ser implementada com êxito, em particular nos países do sul da Europa cujos solos apresentam défices de matéria orgânica, é

necessária uma melhoria permanente da qualidade das lamas. É imprescindível implementar medidas que transmitam e assegurem à população que as lamas, quando submetidas a um processo de tratamento apropriado, transformam-se num recurso cujo potencial pode e deve ser adequadamente aproveitado. Uma das formas de aumentar esta confiança por parte dos consumidores seria criar um certificado de qualidade de lamas. É importante salientar que para que a utilização das lamas seja um verdadeiro sucesso é necessário estabelecer uma legislação eficaz, que assegure a qualidade das lamas, mas que não seja demasiadamente restritiva ao ponto de impossibilitar a sua reutilização.

A melhoria substancial que se tem verificado nos últimos anos ao nível da qualidade poderá levar a um possível aumento na utilização das lamas na agricultura. Perante este cenário prevê-se que nos próximos anos a valorização agrícola continue a ser a principal solução para resolver o problema do destino final das lamas de depuração, em detrimento de outras, nomeadamente, a deposição em aterro, que deverá ser cada vez menos usada. Actualmente, a valorização agrícola das lamas, desde que não acarrete riscos para a saúde humana e animal, é encarada não apenas como a melhor solução ambiental, mas também, como uma mais-valia em termos económicos, substituindo os adubos artificiais, devido às suas potencialidades fertilizantes e de condicionamento do solo. No entanto, alguns países continuam a mostrar alguma desconfiança e preocupação na utilização de lamas na agricultura, não apenas devido aos seus constituintes indesejáveis, nomeadamente, metais pesados e contaminantes orgânicos, mas também devido a um possível excesso de azoto que, sob a forma de nitratos, poderá poluir os rios e os lagos. Estas dúvidas surgem como consequência de uma série de alarmes que se têm registado nos últimos anos na indústria agro-alimentar e que nada têm a ver com a utilização de lamas na agricultura, levando a opinião pública, em geral, a acreditar que é perigoso associar matéria fecal humana e o cultivo de alimentos. É extremamente importante referir que todas estas incertezas não têm qualquer base científica e que até hoje não existe qualquer caso registado de contaminação humana, animal ou vegetal, relacionada com a aplicação de lamas na agricultura, desde que cumpra efectivamente todas as disposições regulamentares.

Este aumento da produção de lamas dos últimos anos e que se prevê manter ainda para os próximos, levará, naturalmente, a que a utilização dos solos agrícolas sofra um acréscimo de tensões. Desta forma é provável que a médio e longo prazo a valorização agrícola de lamas seja afectada por vários condicionalismos, nomeadamente, pelo acréscimo de áreas urbanizáveis, pela criação de áreas sensíveis à poluição por nitratos e pelas modificações no tipo e na extensão das colheitas, devido, essencialmente, a imposições da política de Mercado Único. Outro aspecto relevante é a possível introdução, num futuro próximo e por parte de alguns Estados-Membros, de valores limite respeitantes à adição de fósforo nos solos. Como

actualmente a concentração de fósforo nas lamas tem vindo a sofrer um acréscimo significativo, muito devido ao aumento da quantidade de águas residuais sujeitas a tratamento terciário, a concentração deste nutriente poderá atingir valores que impossibilitarão a aplicação das lamas nos solos, caso estas limitações venham realmente a concretizar-se.

Um outro factor que poderá condicionar a utilização das lamas na agricultura é a grande aplicação de excrementos dos animais nos terrenos, chegando, inclusivamente, na União Europeia, a serem usadas quantidades consideravelmente superiores às quantidades de lamas. Estes desperdícios apresentam nutrientes em quantidades muito superiores às existentes nas lamas destinadas à agricultura, mas muito próximos aos da quantidade de fertilizantes químicos utilizados. É portanto natural que, num futuro muito próximo, venha a existir, em áreas de produção animal, uma competição feroz, pelo terreno disponível para a agricultura, entre as lamas destinadas a esse fim e esses desperdícios. É importante referir que determinados excrementos dos animais podem apresentar quantidades de cobre e zinco análogas às das lamas, provenientes da adição de sais de metais, existentes, por exemplo, nas hormonas de crescimento. Este assunto deverá ser devidamente analisado, uma vez que as quantidades de metais resultantes da aplicação dos desperdícios dos animais são consideráveis e bastante superiores às resultantes da aplicação de lamas de ETAR (Hall, 1999).

Apesar de todos os condicionalismos que a reutilização das lamas na agricultura enfrenta, é vital que o seu uso não seja desnecessariamente dificultado. É fundamental que, quer da parte dos produtores de lamas, quer da opinião pública, exista finalmente uma postura positiva em relação a esta prática, de forma a contribuir para uma regulamentação que não seja desnecessariamente restritiva e permita escolher a melhor solução em termos ambientais e de sustentabilidade. Cabe às políticas institucionais o papel crucial de transmitir às populações que as lamas oriundas das ETAR não são apenas detritos que têm de ser eliminados, mas um potencial recurso que deve ser explorado. O marketing desempenha aqui um papel fulcral. A promoção das lamas de alta qualidade como fertilizantes, colocando-lhes rótulos que assegurassem essa qualidade e permitissem aos agricultores a sua fácil identificação, melhoraria certamente a imagem das lamas perante a opinião pública em geral, e favoreceria a sua valorização agrícola. O estabelecimento da noção de responsabilidade dos produtores e fornecedores de lamas, através da criação de um fundo de garantia e de um sistema de seguros, que venha a cobrir qualquer eventual prejuízo ou dano relacionado com o uso de lamas nos solos agrícolas, poderá também constituir uma forma de incentivar a utilização de lamas (Tavares, 2007).

A investigação desenvolvida nos últimos anos sobre a utilização das lamas na agricultura determinou o surgimento de alguns documentos que indicam, num futuro muito próximo, uma

revisão da legislação relacionada com este assunto. Infelizmente estes documentos sugerem uma regulamentação mais limitativa, que trará consequências nefastas para esta solução de destino final de lamas, caso seja realmente implementada. Uma dos aspectos mais pertinentes está relacionado com o reconhecimento das tecnologias de tratamento que assegurem uma qualidade biológica apropriada, contrariamente ao que acontece na legislação em vigor que limita-se a referir que as lamas deverão ser tratadas por via biológica, química, térmica ou por armazenamento a longo prazo. No entanto, o atraso na publicação desta Directiva, assim como as várias críticas que têm surgido por parte de certos organismos competentes, pode significar um sinal de esperança de que, pelo menos, algumas das modificações sugeridas possam não vir a ser legisladas.

Estudos recentes (McCann, 2006) apoiam o facto de que a utilização das lamas na agricultura desempenhará um papel fundamental nos próximos anos, tornando-se indiscutivelmente como o destino final de eleição das lamas. No entanto é essencial incentivar a investigação científica neste assunto, com particular atenção aos possíveis riscos para a saúde pública e para o ambiente, devido à presença nas lamas de compostos orgânicos e organismos patogénicos, de forma a extinguir todas as dúvidas relacionadas com este assunto, que servem, incansavelmente, de argumento aos que censuram a sua valorização agrícola.

Em relação às outras soluções usadas para destino final das lamas, perspectiva-se que a deposição em aterro seja uma alternativa que diminuirá, significativamente, nos próximos anos, como aliás já tem vindo a acontecer, não apenas por ser uma opção com pouca ou nenhuma sustentabilidade em termos futuros, mas também devido a outros factores limitativos, designadamente, os custos elevados, o facto dos espaços destinados a aterro serem alvo de uma grande competição, o aumento de restrições ambientais, e, sobretudo, o interesse público em proteger os recursos naturais implementando políticas que impulsionem a reutilização. Perante este cenário, as soluções que serão certamente fortalecidas, quando a reutilização não for viável, são a incineração de lamas e a compostagem.

Perante a situação actual no nosso país, com a implementação da nova legislação relativa à valorização agrícola de lamas, facto que tem preocupado os seus produtores e gestores, a compostagem sofrerá um aumento significativo nos próximos anos, pois é, actualmente, encarada como a solução alternativa mais rápida e segura para o destino final das lamas. Este aumento previsto está relacionado com o facto de não existir, actualmente em Portugal, nenhuma legislação relacionada com este processo, tornando a compostagem num subterfúgio aos resultados da aplicação do Decreto-Lei 276/2009, embora muito mais dispendiosa.

No que diz respeito a outras soluções, menos utilizadas actualmente, para destino final das lamas, nomeadamente, aplicação em terrenos florestais e jardins, recuperação de terrenos, utilização na indústria, entre outros, é provável que em alguns países possam passar a ocupar um lugar de destaque, mas, a menos que haja um expressivo desenvolvimento tecnológico, que possibilite, por exemplo, produzir produtos a partir das lamas, estas alternativas conservarão a sua posição minoritária e local.

Analisando a situação relativa à valorização agrícola de lamas de depuração do Sistema Multimunicipal do Baixo Mondego e Bairrada constatam-se, relativamente à posição das suas entidades gestoras, duas situações claramente distintas, antes da entrada em vigor da nova legislação, o Decreto-Lei n.º 276/2009, e após a sua implementação. Assim, estando em vigor a antiga regulamentação, o Decreto-Lei n.º 118/2006, verificava-se claramente que a utilização das lamas na agricultura era a escolha de eleição para o seu destino final, contrariamente à situação actual em que a compostagem sofreu um aumento significativo, chegando mesmo a apresentar-se como única solução possível para o destino final das lamas para as ETAR geridas directamente pelas Águas do Mondego S.A..

A posição da Luságua S.A. sobre o assunto é totalmente divergente. Apesar do choque inicial continua a apostar na valorização agrícola das lamas como a solução preferencial, estando para isso a desenvolver um trabalho compatível com todas as exigências da nova legislação.

É importante referir que as Águas do Mondego S.A. afirmam que as suas ETAR não satisfazem as novas exigências na vertente microbiológica (apenas uma das ETAR, com leitos de secagem, verifica esta componente), inviabilizando desta forma a utilização das lamas na agricultura como opção de destino final.

Nas ETAR geridas pela Luságua S.A. a situação é completamente oposta, uma vez que todas as análises verificam os parâmetros exigidos pelo Decreto-Lei n.º 276/2009, inclusivé a parte relativa à microbiologia (com excepção de um ou outro caso pontual) continuando a valorização agrícola das lamas como opção privilegiada (durante este processo de transição, e devido ao extenso processo burocrático, uma pequena parte das lamas produzidas estão também a ser encaminhadas para compostagem).

Note-se que a discrepância entre estas informações é extremamente curiosa, para não dizer estranha.

É fácil constatar que com o novo Decreto-Lei os produtores e gestores de lamas ficaram completamente desprevenidos, até um pouco confusos com a interpretação das novas

disposições legais relativas à valorização agrícola das lamas. No entanto acredita-se que, após esta fase inicial, os gestores de lamas continuem a apostar na valorização agrícola, pois apesar de todos os contratempos é considerada como a melhor opção para todos os intervenientes neste processo.

Concluindo, pode seguramente afirmar-se que a utilização das lamas na agricultura apresenta-se, actualmente, como a solução mais vantajosa e sustentável para o destino final de lamas de ETAR. É extremamente importante salientar que esta opção exige, obrigatoriamente, uma gestão (tratamento, transporte e aplicação) cuidadosa e rigorosa, baseada numa legislação que garanta a protecção dos solos, das culturas e da saúde pública.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEME (1996). “La Valuer Phosphate des Bounes Residuairees Urbaines”. ENSAIA, INRA. France.

ADP@ (2010). <http://www.adp.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=1841&t=Aguas-do-Mondego--SA>. Águas de Portugal, directório Águas do Mondego, S.A. (página oficial), Lisboa.

AM@(2010). <http://www.aguadomondego.pt/content/index.php?action=detailfo&rec=1786&t=Saneamento>. Águas do Mondego S.A. (página oficial), Coimbra.

Aubain, P. (2001). “Sludge Use in Agriculture-A Cost-Benefit Analysis”. Arthur Andersen. “Researching the Sludge Directive, A Conference on Sewage Sludge”, Brussels 30 and 31 October.

Beraud, P.(2008). “Apresentação do Trabalho Desenvolvido pela Comissão Especializada de Águas Residuais (CEAR). Grupo de Trabalho (GT) Valorização de Lamas”. Comunicação apresentada no Seminário Gestão de Lamas de ETAR e ETA, 28 de Outubro de 2008, Lisboa.

CA@ (2009). <http://www.correioalentejo.com/index.php?diaria=3063> *Correio Alentejo, edição de 19/06/09*, Correio Alentejano (página oficial), Unidade Industrial de Vermicompostagem, Beja.

CEC (1989). “A Community Strategy for Waste Management”, Commission of the European Communities, 18/09/1989, SEC (89) 934 final.

CES (2001). Parecer n.º CES 1199/2000 de 19 de Outubro de 2000 sobre o “Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu sobre a aplicação da Directiva do Conselho 86/278/CEE relativa às lamas de depuração utilizadas na agricultura”. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, C 14 (2001-01-16), pp. 141-150.

CIWEM (1995a). “Sewage Sludge: Utilization and Disposal”. Handbooks of UK Wastewater Practice. London, UK.

CIWEM (1995b). “Sewage Sludge: Introducing Treatment and Management”. Handbooks of UK Wastewater Practice. London, UK.

COM (1999), 752 final. “Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu sobre a aplicação da legislação relativa aos resíduos no período de 1995-1997”, de 10 de Janeiro de 2000.

COM (2003a), 301 final. Comunicação da Comissão de 27 de Maio de 2003, JO 2004/C 76/02 de 25 de Março de 2004.

COM (2003b), 250 final/3. “Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu sobre a aplicação da legislação relativa aos resíduos no período de 1998-2000”, de 11 de Julho de 2003.

COM (2005), 666 final. Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões de 21 de Dezembro de 2005.

CTGA (2007).”Optimização da Gestão de Lamas das ETAR do Sistema Municipal de Saneamento do Baixo Mondego e Bairrada”.

De Turk, E.E. (1935). “Adaptability of Sewage Sludge as a Fertilizer”, *Sewage Works J.*, 7, pp. 597-610.

Decisão da Comissão 93/481/CEE, de 28 de Julho de 1993, relativa às fórmulas de apresentação dos programas nacionais previstas no artigo 17º da Directiva 91/271/CEE do Conselho, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 226 (1993-09-07), pp. 23-55.

Decisão da Comissão 96/350/CEE, de 24 de Maio de 1996, que adapta os anexos II A e II B da directiva 75/442/CEE do Conselho relativa aos resíduos.

Decisão da Comissão 2000/532/CE, de 3 de Maio de 2000, que estabelece uma lista de resíduos em conformidade com a alínea a) do artigo 1º da Directiva 75/442/CEE do Conselho relativa aos resíduos e uma lista de resíduos perigosos em conformidade com o nº 4 do artigo 1º da Directiva 91/689/CEE do Conselho relativa aos resíduos perigosos (lista comunitária de resíduos), *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 226 (2000-09-06), pp. 3-24.

Decisão da Comissão 2001/118/CE, de 16 de Janeiro de 2001, que altera a Decisão 2000/532/CE no que respeita à lista de resíduos, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 47 (2001-02-16), pp. 31.

Decisão da Comissão 2001/119/CE, de 22 de Janeiro de 2001, que altera a Decisão 2000/532/CE no que respeita à lista de resíduos, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 47 (2001-02-16), pp. 32.

Decisão do Conselho 1999/468/CE, de 28 de Junho de 1999, que fixa as regras de exercício das competências de execução atribuídas à Comissão, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 184 (1999-07-17), pp. 26.

Decisão do Conselho 2001/573/CE, de 23 de Julho de 2001, que altera a Decisão 2000/532/CE da Comissão no que respeita à lista de resíduos, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 203 (2001-07-28), pp. 18-19.

Decisão do Conselho 2003/33/CE, de 19 de Dezembro de 2002, que estabelece os critérios e processos de admissão de resíduos em aterros nos termos do artigo 16º e do anexo II da Directiva 1999/31/CE, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 11 (2003-01-16), pp. 27-49.

Declaração de Rectificação n.º 23-A/2002, D. R. *I Série A*, Presidência do Conselho de Ministros, 148 (2002-06-29), pp.5518 (2) -5518 (59).

Decreto-Lei n.º 152/97, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, 139 (1997-06-19), pp. 2959-2966.

Decreto-Lei n.º 235/97, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, 203 (1997-09-03), pp. 4640-4644.

Decreto-Lei n.º 348/98, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, 259 (1998-11-09), pp. 5982-5983.

Decreto-Lei n.º 68/99, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, 59 (1999-03-11), pp. 1372-1373.

Decreto-Lei n.º 89/2002, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território, 83 (2002-04-09), pp. 3250-3382.

Decreto-Lei n.º 152/2002, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território, 119 (2002-05-23), pp. 4680-4699.

Decreto-Lei n.º 149/2004, D. R. *I Série A*, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 145 (2004-06-22), pp. 3805-3809.

Decreto-Lei n.º 172/2004, D. R. *I Série A* do Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, 167 (2004-06-17), pp.4417 a 4421.

Decreto-Lei n.º 85/2005, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território, 82 (2005-04-28), pp. 3214-3234.

Decreto-Lei n.º 118/2006, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 118 (2006-06-21), pp. 4380-4388.

Decreto-Lei n.º 178/2006, D. R. *I Série*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 171 (2006-09-05), pp. 6526-6545.

Decreto-Lei n.º 107/2009 de 15 de Maio, D. R. *1ª Série*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 94 (2009-05-15), pp. 3014-3032.

Decreto-Lei n.º 276/2009, D. R. *I Série*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 192 (2009-10-02), pp. 7154.

Despacho n.º 2339/2007, D. R. *2ª Série*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 32 (2007-02-14), pp. 3922-3964.

Dias, J.C.S. (2004). “Guia de Boas Práticas Agrícolas – Aplicação de Lamas na Agricultura”. Reciclamas - Multigestão Ambiental, S.A.

Directiva da Comissão 98/15/CE, de 12 de Fevereiro de 1998, que altera a Directiva do Conselho 91/271/CEE, no que respeita a determinados requisitos estabelecidos no seu anexo I, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 67 (1998-03-07), pp. 29-30.

Directiva do Conselho 75/442/CEE, de 15 de Julho de 1975, relativa aos resíduos, *Jornal Oficial*, L 194 (1975-07-25), pp. 47.

Directiva do Conselho 86/278/CEE, de 12 de Junho de 1986, relativa à protecção do ambiente, e em especial dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 181 (1986-07-04), pp. 6-12.

Directiva do Conselho 91/271/CEE, de 21 de Maio de 1991, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 135 (1991-05-30), pp. 40-52.

Directiva do Conselho 91/676/CEE, de 12 de Dezembro de 1991, relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 375 (1991-12-31), pp. 1-8.

Directiva do Conselho 1999/31/CE, de 26 de Abril de 1999, referente à disposição de resíduos em aterros, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 182 (1999-07-16), pp. 1-19.

Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2000/76/CE, de 4 de Dezembro de 2000, relativa à incineração de resíduos, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 332 (2000-12-28), pp. 91-111.

Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2006/12/CE, de 5 de Abril de 2006, relativa aos resíduos, *Jornal Oficial da União Europeia*, L 114 (2006-04-27), pp. 9-21.

EC (1999). “Implementation of Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban wastewater treatment, as amended by Commission Directive 98/15/EC of 27 February 1998”. Report from the Commission, COM (98) 775 final, 15.01.1999.

EC (2001a). “Disposal and Recycling Routes for Sewage Sludge” – Part 2 – Regulatory report, DG Environment – B/2, October.

EC (2001b). “Disposal and Recycling Routes for Sewage Sludge” – Part 3 – Scientific and technical sub-component report, DG Environment – B/2, October.

EPA (1984). “Environmental Regulations and Technology. Use and Disposal of Municipal Wastewater Sludge”. EPA 625/10-84-003.

EPA (1995). “Process Design Manual: Land Application of Sewage Sludge and Domestic Septage”. EPA/625/R-95/001.

- EPA (2003). “Exposure and Human Health Reassessment of 2, 3, 7, 8-Tetrachlorodibenzo-*p*-Dioxin (TCDD) and Related Compounds”. NAS Review Draft. EPA/600/P-00/001 Cb.
- EPA (2006). “Emerging Technologies for Biosolids Management”. EPA 832-R-06-005.
- Estudo Prévio do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais do Baixo Mondego-Bairrada (Volume 2 – Saneamento de Águas Residuais), datado de 2 de Agosto de 2005.
- EU (2000). “Working Document on Sludge-3rd Draft”. DG ENV.E.3/LM, 27 April 2000.
- Hall, J.E. (1986). “The Agriculture Value of Sewage Sludge”, ER 1220-M, WRc Environment. UK.
- Hall, J.E. (1999). “Ecological and Economical Balance for Sludge Management Options” – Workshop on Problems Around Sludge, 18 and 19 November 1999, Stresa (NO), Italy.
- INSAAR (2008).” Relatório do Estado do Abastecimento de Água e Drenagem e Tratamento de Águas Residuais, Sistemas Públicos Urbanos”, Maio de 2009.
- Lunt, H.A. (1959). “Digested Sewage Sludge for Soil Improvement”, *Connecticut Experiment Station Bulletin*, 622.
- MAOT (1994). “Inventário Nacional do Saneamento Básico (INSB) de 1994”. INAG.
- MAOT (2000). “Directiva 91/271/CEE. Tratamento de Águas Residuais Urbanas – Aglomerações, Sistemas de Drenagem, Estações de Tratamento”. INAG.
- MAOT (2002). “Plano Nacional da Água – Volumes I e II”. Lisboa.
- MAOT (2004). “Relatório do Estado do Ambiente 2003”. Instituto do Ambiente.
- MAOT (2005). “Relatório do Estado do Ambiente 2004”. Instituto do Ambiente.
- McCann, B. (2006). “A Global Overview of the Diverse World of Wastewater Sludge”, *Water* 21, December, pp. 16-19.

Metcalf and Eddy (2003). "Wastewater engineering: Treatment and Reuse". McGraw-Hill, New York, USA.

Moss, L.H., Epstein, E., Logan, T. Frank, S. D, Scott, K. (2002). "Evaluation Risks and Benefits of Soil Amendments Used in Agriculture". WERF Report 99-PUM-1.

Muller, J.F. (1929). "The Value of Raw Sewage Sludge as Fertilizer", *Soil Sci.* 28, pp. 423-432.

NRC (2002). "Biosolids Applied to Land: Advancing Standards and Practices". National Academy Press, Washington, USA.

Portaria n.º 335/97, D. R. *I Série B*, Ministério da Administração Interna, do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, da Saúde e do Ambiente, 113 (1997-05-16), pp. 2440-2441.

Portaria n.º 209/2004, D. R. *I Série B*, Ministério da Economia, da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, da Saúde e das Cidades, do Ordenamento do Território e Ambiente, 53 (2004-03-03), pp. 1188-1206.

Portaria n.º 1100/2004, D. R. *I Série B*, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas e das Cidades, do Ordenamento do Território e Ambiente, 208 (2004-09-03), pp. 5909-5911.

Portaria n.º 833/2005, D. R. *I Série A*, Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 179 (2005-09-16), pp. 5589-5590.

Portaria n.º 1433/2006, D. R. *I Série*, Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 247 (2006-12-27), pp. 8568-8569.

Regulamento (CE) n.º 219/2009 do Conselho de 11 de Março de 2009, que adapta à Decisão 1999/468/CE do Conselho certos actos sujeitos ao procedimento previsto no artigo 251.º do Tratado, no que se refere ao procedimento de regulamentação com controlo, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, L 87 (2009-03-31), pp. 109-154.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 38/95, de 21 Abril de 1995, D. R. *I Série B*, que estabelece o Plano Nacional da Política do Ambiente.

Rudolfs, W. (1928). “Sewage Sludge as a Fertilizer”, *Soil Sci.* 26, pp.455-458.

SEC (2006), 972. Annex to the “Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Community Waste Legislation for the period 2001-2003”, 19th July 2006.

SEC (2009), 1586. Annex to the “Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Sewage Sludge Directive 86/278/CEE, for the period 2004-2006”, May 2009

Sleeman, P.J. (1984). “Determination of Pollutants in Effluents: Detailed Analysis of the Trace Element Contents of UK Sewage Sludges”. Wrc Report 280-S, UK.

Tavares, P. M. P. V. L. (2007). “Optimização da Gestão de Lamas de ETAR numa Perspectiva Regional”. Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, Vol. 1.

TF@ (2009). <http://www.terrafertil.pt/terra-fertil.swf>. Terra Fértil, gestão e valorização de resíduos (página oficial), Setúbal.

WEF (2004). “High Performance Anaerobic Digestion”. White paper. Water Environment Federation, Residuals and Biosolids Committee, Bioenergy Technology Subcommittee.