



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil



Valorização de lamas de tratamento de águas residuais urbanas para utilização agrícola

SANDRA ISABEL SILVA MENDES

(Licenciada em Engenharia Civil)

Trabalho de Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
na Área de Especialização em Hidráulica

Orientadores:

Doutora Maria Helena Ferreira Marecos do Monte

Júri:

Presidente: Doutor João Alfredo Ferreira dos Santos

Vogais:

Doutora Maria Teresa Loureiro dos Santos

Doutora Maria Helena Ferreira Marecos do Monte

Março 2014

RESUMO

Um dos princípios subjacentes à prática de quaisquer atos de engenharia é o da minimização dos impactos de diversa ordem associados a essa prática e de contribuir para a preservação do meio ambiente.

As estações de tratamento de águas residuais (ETAR) são instalações destinadas a proteger o ambiente da poluição provocada pela descarga das águas residuais nos meios hídricos recetores. Uma ETAR é uma “fábrica” que transforma matéria-prima (águas residuais) em produto final (efluente tratado), mas que produz resíduos resultantes dessa transformação que ainda continuam a ter efeitos negativos no meio ambiente, como é o caso das lamas resultantes do tratamento.

Uma das principais preocupações na gestão das ETAR urbanas é qual o destino final a dar às lamas desse tratamento. A solução desejável é a reutilização das lamas provenientes das ETAR como fertilizante agrícola ou corretor dos solos. A regulamentação ambiental impõe algumas restrições à valorização agrícola deste resíduo e a crescente industrialização e o conseqüente aumento da poluição das águas residuais urbanas torna mais difícil a tarefa de fazer com que as lamas tenham a qualidade química e microbiológica desejável para a sua aplicação nos solos agrícolas, de modo a garantir que a utilização das lamas não prejudica a qualidade das águas e dos solos e não constitui um risco para a saúde pública.

Esta dissertação tem por objetivos analisar as soluções correntemente praticadas em Portugal relativamente ao destino final das lamas de depuração, focando em especial a valorização agrícola deste resíduo, com vista a avaliar o futuro desta solução no nosso país, à luz da regulamentação vigente e das características das lamas produzidas pelas ETAR do país.

A metodologia de desenvolvimento do trabalho baseia-se na análise da regulamentação portuguesa, comunitária e internacional relativa à valorização agrícola de lamas e na pesquisa bibliográfica para avaliar o estado da arte relativamente à utilização de lamas na agricultura, como a quantificação do volume de lamas produzidas nas ETAR portuguesas, no levantamento da sua caracterização química e microbiológica.

A presente dissertação compreende um caso de estudo no qual se procedeu à monitorização de um ensaio que consistiu na recolha de lamas de uma ETAR da região de Lisboa e a sua aplicação numa cultura hortícola, com a posterior análise dos resultados obtidos.

As metas impostas pelas Diretivas Comunitárias e pela regulamentação nacional quanto ao tratamento das águas residuais leva a uma crescente produção de lamas de depuração as quais também têm metas definidas para a sua valorização agrícola, em termos quantitativos e qualitativos. A aplicação das lamas de depuração na agricultura é cada vez mais aceite pelos produtores agrícolas, os efeitos negativos para a saúde pública e para o meio ambiente são cada vez menores e os seus benefícios económicos e ambientais estão comprovados.

Palavras-chave: ETAR, lamas de depuração, valorização agrícola

ABSTRACT

One of the principles underlying performance of any acts of engineering is to minimizing the impacts of various kinds associated with this practice and contribute to the preservation of the environment.

The stations of wastewater treatment plant (WWTP) are installations intended to protect the environment from pollution caused by the discharge of wastewater into water resources receivers. A wastewater treatment plant is a "factory" that converts raw materials (waste water) in the final product (treated effluent), but it produces waste resulting from this transformation that still have a negative effects on the environment, such as the case of sewage sludge.

A major concern in the management of urban WWTP is the final destination for the sewage sludge. The desirable solution is the reuse of sludge from WWTP as an agricultural fertilizer or soil improver. Environmental regulation imposes some restrictions for the agricultural development of this waste. The increasing of industrialization and the consequent increase of pollution from urban wastewater makes it harder to make the sludge with the chemical and microbiological quality desirable for the application in the agricultural soils to ensure that the use of sludge did not affect the quality of water and soil and does not constitute a risk to public health.

This dissertation aims to analyze the solutions currently practiced in Portugal on the final destination of sewage sludge, focus in particular the agricultural recovery of this waste, in order to assess the future of this solution in our country, in the light of current regulations and the characteristics WWTP sludge produced by the country.

The development methodology of the work is based on the analysis of the Portuguese, European and international regulations on the agricultural development of sludge and literature to assess the state of the art regarding the use of sludge in agriculture, such as the quantification of the volume of sludge produced by WWTP in Portuguese, in the survey of chemical and microbiological characterization.

This dissertation contains a case of study which monitoring an experiment that consists in collect sludge from a wastewater treatment plant in the region of Lisbon and its application in horticultural crop, with the analysis of the results.

The targets imposed by Community Directives and national regulations regarding waste water treatment leads to increased production of sewage sludge which also have targets for their agricultural value, in quantitative and qualitative terms. The application of sewage sludge in

agriculture is increasingly accepted by farmers, the adverse public health and environmental effects are dwindling and their economic and environmental benefits are proven.

Keywords: WWTP, sewage sludge, agricultural recovery

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, Doutora Maria Helena F. Marecos do Monte, pela orientação e apoio prestado durante a realização do trabalho.

Aos meus pais por me apoiarem em mais esta etapa da vida académica.

Aos meus amigos pela ajuda e disponibilidade.

À Dra. Eugénia Cardoso, à Dra. Ana Paula Teixeira e à Eng^a. Maria Bandeira, da SIMTEJO, que disponibilizaram dados importantes para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. | ENQUADRAMENTO E JUSTIFICAÇÃO DO TEMA | 1 |
| 1.2. | OBJETIVOS | 4 |
| 1.3. | METODOLOGIA..... | 4 |
| 1.4. | ESTRUTURA..... | 5 |
| 2. | TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS..... | 7 |
| 2.1. | FILEIRA DE TRATAMENTO..... | 7 |
| 2.2. | TRATAMENTO DA FASE LÍQUIDA..... | 9 |
| 2.2.1. | Tratamento preliminar | 9 |
| 2.2.2. | Tratamento primário | 11 |
| 2.2.3. | Tratamento secundário | 13 |
| 2.2.4. | Tratamento terciário | 20 |
| 2.3. | FASE SÓLIDA | 24 |
| 2.3.1. | Nota introdutória..... | 24 |
| 2.3.2. | Principais etapas do tratamento das lamas | 25 |
| 2.4. | COMPOSIÇÃO DE LAMAS..... | 30 |
| 2.5. | REUTILIZAÇÃO E OPÇÕES DE DEPOSIÇÃO FINAL DE LAMAS DE DEPURAÇÃO..... | 33 |
| 3. | VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DAS LAMAS DE DEPURAÇÃO | 37 |
| 3.1. | NOTA INTRODUTÓRIA | 37 |
| 3.2. | VALOR FERTILIZANTE DAS LAMAS DE DEPURAÇÃO | 37 |
| 3.2.1. | Ação das lamas de depuração como corretivos orgânicos do solo..... | 38 |
| 3.2.2. | Ação das lamas de depuração como fornecedores de nutrientes..... | 38 |
| 3.3. | INTERESSE DAS LAMAS DE DEPURAÇÃO NA FERTILIZAÇÃO DOS SOLOS EM PORTUGAL | 39 |
| 3.4. | VANTAGENS E INCONVENIENTES DA UTILIZAÇÃO DE LAMAS | 41 |
| 3.5. | CONDICIONANTES DA UTILIZAÇÃO DAS LAMAS | 43 |
| 4. | REGULAMENTAÇÃO | 45 |
| 4.1. | DIRETIVA 86/278/CEE..... | 45 |
| 4.2. | DECRETO-LEI N.º 118/2006, DE 21 DE JUNHO | 46 |
| 4.3. | DECRETO-LEI N.º 276/2009, DE 02 DE OUTUBRO | 46 |
| 4.4. | CÓDIGO DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS | 47 |
| 5. | PRODUÇÃO DE LAMAS | 49 |
| 5.1. | SITUAÇÃO EM ALGUNS PAÍSES..... | 49 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.1.1. | Estados Unidos da América | 49 |
| 5.1.2. | União Europeia | 50 |
| 5.1.3. | Japão | 54 |
| 5.2. | PORTUGAL | 54 |
| 6. | ENSAIO EXPERIMENTAL | 63 |
| 6.1. | ETAR DE BEIROLAS..... | 63 |
| 6.1.1. | Esquema de Tratamento | 63 |
| 6.2. | CASO PRÁTICO | 69 |
| 6.2.1. | Objetivo e metodologia | 69 |
| 6.2.2. | Resultados Qualitativos e Quantitativos | 75 |
| 6.2.3. | Condições Atmosféricas | 78 |
| 7. | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 81 |
| 8. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 83 |
| | ANEXOS..... | 85 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Esquema de tratamento de uma ETAR. Fonte: Myers, 1998..... | 8 |
| Figura 2: Tanque de homogeneização e equalização. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013..... | 10 |
| Figura 3: Parafuso de Arquimedes. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 10 |
| Figura 4: Tamisador com 3 mm de espaçamento. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013. | 11 |
| Figura 5: Decantador primário. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012..... | 12 |
| Figura 6: Decantador lamelar da ETAR de Alverca. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013..... | 13 |
| Figura 7: Reator biológico. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013. | 18 |
| Figura 8: Decantador secundário. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013. | 18 |
| Figura 9: Leito Percolador. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012. | 19 |
| Figura 10: Sistema de Lagunagem. Fonte: ETAR de Almeirim, 19 de Outubro de 2012..... | 19 |
| Figura 11: Desinfecção por radiação ultravioleta. Fonte: ETAR de Almeirim, 19 de Outubro de 2012. | 23 |
| Figura 12: Desinfecção por radiação ultravioleta. Fonte: ETAR de Benfica do Ribatejo, 19 de Outubro de 2012. | 23 |
| Figura 13: Esquema típico da obtenção de lamas numa ETAR. Fonte: Dias, 2004. | 24 |
| Figura 14: Espessamento de lamas primárias – ETAR de Alverca. Fonte: SIMTEJO..... | 27 |
| Figura 15: Esquema de espessamento de lamas biológicas da ETAR de Alverca. Fonte: SIMTEJO..... | 28 |
| Figura 16: Desidratação – filtros de banda. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012. | 28 |
| Figura 17: Lamas de depuração depois de desidratadas, prontas para recolha para agricultura. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012..... | 29 |
| Figura 18: Tipos de tratamento nas Regiões Hidrográficas. Fonte: INSAAR 2010..... | 56 |
| Figura 19: Principais destinos finais dados às lamas de ETAR em Portugal. Fonte: European Commission, 2008. | 57 |
| Figura 20: Esquema de tratamento da Linha Líquida e da Linha Sólida da ETAR de Beirolas. Fonte: SIMTEJO..... | 63 |
| Figura 21: Esquema do Tratamento Preliminar – Bacia de Entrada. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 64 |
| Figura 22: Esquema do Tratamento Preliminar - Gradagem. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 64 |
| Figura 23: Esquema do Tratamento Preliminar - Elevação. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 65 |
| Figura 24: Tratamento Biológico – Lamas ativadas. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 66 |
| Figura 25: Tratamento de Afinação – Desinfecção UV. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 67 |

| | |
|---|----|
| Figura 26: Tratamento de lamas – Digestão anaeróbia. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012. | 67 |
| Figura 27: 12 kg Lamas recolhidas na ETAR de Beirolas. | 69 |
| Figura 28: Espalhamento das lamas e mistura com o solo. | 70 |
| Figura 29: Esquema da definição dos talhões..... | 71 |
| Figuras 30 e 31: Definição dos regos para plantar as sementes do feijão verde..... | 71 |
| Figuras 32 e 33: Solo preparado com as lamas de depuração e com as sementes de feijão verde. | 72 |
| Figura 34: Feijão verde com três semanas..... | 72 |
| Figuras 35 e 36: Feijão verde com quatro semanas..... | 73 |
| Figuras 37 e 38: Feijão verde com seis semanas. | 73 |
| Figura 39: Feijão verde com seis semanas mas sem adição de lamas. | 74 |
| Figura 40: Do lado esquerdo, plantação com mais 3 semanas e sem lamas..... | 74 |
| Figuras 41 e 42: Vagens de feijão verde em condições de recolha. | 75 |
| Figuras 43, 44 e 45: Pesagem de algumas das recolhas feitas..... | 76 |
| Figura 46: Média da Temperatura Média do Ar em Agosto. Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera. | 78 |
| Figura 47: Valores das temperaturas máximas, mínimas na zona de Lisboa no mês de Agosto..... | 79 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Requisitos para as descargas das estações de tratamento de águas residuais urbanas. Fonte: Adaptado do Decreto-Lei n.º 152/97..... | 7 |
| Quadro 2: Requisitos para as descargas das estações de tratamento de águas residuais urbanas em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização. Fonte: Adaptado do Decreto-Lei n.º 152/97..... | 7 |
| Quadro 3: Tratamento preliminar. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 9 |
| Quadro 4: Tratamento Primário. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 12 |
| Quadro 5: Tratamento Secundário. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 14 |
| Quadro 6: Tratamento Terciário. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 20 |
| Quadro 7: Processos de tratamento de lamas. Fonte: Adaptado de Myers, 1998..... | 26 |
| Quadro 8: Características que as lamas podem apresentar. Fonte: Myers, 1998..... | 30 |
| Quadro 9: Metais mais comuns encontrados nas lamas de depuração. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 32 |
| Quadro 10: Composição química típica para lamas de depuração tratadas e não tratadas. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 33 |
| Quadro 11: Comparação entre o nível de nutrientes dos fertilizantes comercializados e das lamas de depuração. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004..... | 33 |
| Quadro 12: Valorização de lamas - . Fonte: Myers, 1998..... | 34 |
| Quadro 13: Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura (mg/kg.ms). | 47 |
| Quadro 14: Quantidade de lamas produzidas na União Europeia de 1998 a 2000. Fonte: Adaptado do Relatório da Comissão ao Concelho e ao Parlamento Europeu, 2009..... | 51 |
| Quadro 15: Quantidade de lamas utilizadas na agricultura na União Europeia de 1998 a 2000. Fonte: Adaptado do Relatório da Comissão ao Concelho e ao Parlamento Europeu, 2009..... | 52 |
| Quadro 16: Estimativas de produção anual de lamas de ETAR e opções de escoamento na EU dos 15. Fonte: Adaptado de European Commision, 2010..... | 53 |
| Quadro 17: Quantidade de lamas de depuração utilizadas ou eliminadas no Japão em 1997 (m ³). Fonte: Spinosa, 2001..... | 54 |
| Quadro 18: População servida por tipo de instalação de tratamento de águas residuais. Fonte: INSAAR 2010. | 55 |
| Quadro 19: Volume de águas residuais tratado por tipo de instalação (ETAR ou FSC). Fonte: INSAAR 2010. | 56 |
| Quadro 20: Produção de lamas de depuração a nível nacional. Fonte: APA, 2012..... | 59 |
| Quadro 21: Produção de lamas de depuração a nível nacional. Fonte: APA, 2012..... | 60 |
| Quadro 22: Avaliação a nível nacional do serviço em alta e em baixa. Fonte: Adaptado do RASARP..... | 61 |

| | |
|--|----|
| Quadro 23: Valores médios das concentrações em sólidos em suspensão tratados em e pH das lamas ao longo do processo de tratamento. Fonte: Figueiredo, 1998. | 68 |
| Quadro 24: Resultados dos ensaios laboratoriais realizados às lamas aplicadas no caso prático. Fonte: SIMTEJO. | 77 |

LISTA DE SIGLAS

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

CBO – Carência Bioquímica de Oxigénio

SST – Sólidos Suspensos Totais

EPA - Environmental Protection Agency

INSAAR – Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

RH – Regiões Hidrográficas

FSC – Fossas Sépticas Coletivas

MS – Matéria Seca

APDA – Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

DPO – Declaração de Planeamento de Operações

DGADR – Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DRAP – Direcção-Regional de Agricultura e Pescas

PGL – Plano de Gestão de Lamas

CBPA - Código de Boas Práticas Agrícolas

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO E JUSTIFICAÇÃO DO TEMA

O aumento da população mundial, acompanhado do desenvolvimento industrial e socioeconómico das últimas décadas, têm conduzido a uma produção crescente de resíduos, sejam eles de origem rural, urbana ou industrial. Os resíduos sólidos e semissólidos gerados nas diversas atividades humanas das atuais sociedades causam severos problemas ambientais em todo o globo, no entanto tem sido feito um esforço para a redução da produção destes resíduos o que ocorre em diversos cenários, variando entre prevenção, recuperação de produtos com valor, destruição e deposição final, sendo o objetivo final causarem o mínimo de danos no ambiente.

As Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) desempenham, sem dúvida, um papel muito importante na preservação do meio ambiente. Os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos vários órgãos de tratamento (equipamentos e instalações) contribuem para a despoluição dos recursos hídricos (mar, rios, ribeiras, lagos e águas subterrâneas) e para a melhoria dos ecossistemas naturais e da qualidade de vida das populações. De um modo geral uma ETAR não é mais do que uma “fábrica” que recebe a matéria-prima (águas residuais domésticas, águas residuais industriais e águas pluviais) que, depois de sujeita a vários tipos de tratamentos, a transforma em produtos finais: a água residual tratada e as lamas de depuração.

Os processos e operações unitárias que compõem a fileira de tratamento variam de ETAR para ETAR, pois dependem de fatores como o tipo de substâncias presentes nas águas residuais, concentração de substâncias presentes nas águas residuais, capacidade do meio recetor em diluir e assimilar as substâncias presentes nas águas residuais descarregadas pela ETAR depois do tratamento. O tratamento das águas residuais pode ser de quatro níveis, classificados segundo o grau de tratamento: tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário, tratamento terciário.

No tratamento preliminar as águas residuais são sujeitas à separação dos sólidos de maiores dimensões através de processos como a gradagem e tamisação. As câmaras desarenadoras removem as partículas de areia e/ou os óleos e as gorduras. Este é um processo apenas físico pelo que as características químicas continuam inalteradas [Metcalf and Eddy, 2004].

Segue-se o tratamento primário, onde os poluentes são separados da água por sedimentação no decantador gravítico. Este tem como objetivo remover uma parte significativa da Carência

Bioquímica de Oxigénio (CBO) e Sólidos Suspensos Totais (SST). Os SST ao serem removidos, contribuem para uma redução da CBO nas águas residuais, o que se vai refletir numa diminuição quer do consumo de energia quer dos problemas de operacionalidade nos tratamentos biológicos [Spinosa, 2001]. Tal como no tratamento preliminar, este é um processo físico mas, por vezes, é ajudado pela adição de agentes químicos que através da floculação ou coagulação garantem a obtenção de flocos da matéria poluente de maiores dimensões. A eficiência deste tratamento pode ir até aos 60% de remoção de SST, visto que no final a matéria poluente na água é de reduzidas dimensões coloidais.

O tratamento secundário consiste num processo biológico, onde uma grande variedade de microrganismos (bactérias, protozoários, rotíferos, nemátodos, fungos, etc.), em contacto com a matéria orgânica carbonácea (coloidal e dissolvida), a converte (transforma) em tecido celular, água e dióxido de carbono, entre outros. Este processo leva à necessidade de existência de decantadores secundários para separar e remover os sólidos produzidos no processo biológico de forma a que se cumpra a eficiência pretendida para este estágio. A eficiência deste tratamento pode chegar aos 95% ou mais [Metcalf and Eddy, 2004] de remoção de CBO₅. Após este tratamento as águas residuais apresentam um nível reduzido de poluição por matéria orgânica, podendo por vezes ser devolvida ao meio recetor sem o tratamento terciário. Em determinadas circunstâncias, nomeadamente quando se procede à reutilização do efluente, é necessário proceder à desinfeção das águas residuais tratadas para a remoção dos organismos patogénicos.

As lamas de depuração resultam dos processos de tratamento das águas residuais acima referidos. As características físicas, químicas e microbiológicas das lamas variam com o tipo de água residual tratada e com os respetivos processos de tratamento. Do tratamento de águas residuais é possível obter lamas de três tipos:

- Lamas primárias: da primeira fase do tratamento, são geradas nos decantadores primários, onde se dá a primeira sedimentação dos afluentes;
- Lamas secundárias ou lamas biológicas: dos processos de tratamento biológicos após a decantação secundária, podem dividir-se em digeridas ou não digeridas. As lamas não digeridas apresentam uma razão C/N (Carbono/Azoto) mais baixa e o azoto encontra-se na forma orgânica. Por outro lado podem ser digeridas por digestão anaeróbia ou aeróbia, o que aumenta a quantidade de azoto na forma NH₄⁺. As lamas resultantes do tratamento terciário biológico também podem incluir-se nesta classificação, visto terem características semelhantes.
- Lamas terciárias ou químicas: resultam do tratamento terciário por processos em que sejam utilizados reagentes químicos (caso de remoção de compostos de fósforo).

Na maioria dos casos as lamas primárias são misturadas com as secundárias, sendo processadas conjuntamente [Myers, 1998].

As lamas apresentam um elevado teor de humidade, de matéria orgânica e nutrientes (azoto, fósforo e potássio) e potencialmente metais pesados, numa concentração importante de microrganismos patogénicos. Tendo em conta estas características, as lamas têm que ser convenientemente tratadas antes de serem enviadas para o destino final ou valorizadas, principalmente para utilização na agricultura. Efetivamente, os nutrientes são elementos indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas, que interessará aproveitar na fertilização do solo, economizando, com isso, em adubos químicos. Por outro lado as lamas contêm teores mais ou menos elevados de matéria orgânica, uma carência em grande parte nos solos portugueses, necessária para a melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas, tornando-se, assim, mais férteis e produtivos [Dias, 2004].

A utilização de lamas apresenta duas vertentes principais – a económica (disponibilizar recursos de forma lucrativa); e a ambiental (evitar a poluição provocada pelo lançamento de resíduos no ambiente e realizar a sua última depuração).

O destino privilegiado das lamas em Portugal é a deposição em aterros (60%), seguida da reutilização na agricultura (30%) [Costa, 2002].

A deposição de lamas em aterros sanitários ou a sua incineração não permitem o aproveitamento daquilo que elas possuem de mais valioso, os nutrientes e a matéria orgânica. A reciclagem de lamas através da agricultura, tirando proveito do seu valor fertilizante, é a solução que progressivamente tem vindo a impor-se como a mais adequada em alguns países. Para além desta utilização as lamas fazem já parte do processo de fabrico de alguns materiais de construção (cerâmicas). Em vez da sua inutilização ou destruição, prefere-se a sua valorização.

Em Portugal, a aplicação agrícola de lamas de depuração é considerada uma via de uso de alto valor, uma vez que os solos agrícolas portugueses são considerados pobres [Dias, 2004].

As lamas, devidamente tratadas e tipificadas, quando garantem um conjunto de requisitos de qualidade para aplicação em solos agrícolas, podem designar-se biossólidos [Costa, 2002]. No entanto na maioria da bibliografia consultada, de autores portugueses, as lamas aplicadas na agricultura designam-se por lamas de depuração, terminologia que se vai adotar para o desenvolvimento da presente dissertação.

1.2. OBJETIVOS

A presente dissertação trata sobre um resíduo produzido nas ETAR, as lamas de depuração, resultantes do tratamento das águas residuais urbanas, e sobre a sua valorização na agricultura.

Os objetivos globais deste trabalho consistiram na análise da importância da valorização das lamas de depuração, na apreciação da utilização de lamas em Portugal e na avaliação das respostas da cultura de feijão-verde à aplicação das lamas de depuração como fertilizante do solo. Utilizou-se como comparação a cultura de feijão-verde sem lamas, sendo que normalmente é aplicado estrume no solo.

Os objetivos específicos centraram-se no ensaio experimental, nomeadamente o desenvolvimento vegetativo (em termos de produção) e na qualidade do feijão-verde colhido (ocorrência de zonas deterioradas, sabor).

1.3. METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento do trabalho baseou-se na pesquisa bibliográfica para avaliar o estado da arte relativamente à utilização de lamas na agricultura, como a quantificação do volume de lamas produzidas nas ETAR portuguesas, no levantamento da sua caracterização química e microbiológica. Também se procedeu à análise da regulamentação portuguesa, comunitária e internacional relativa à valorização agrícola de lamas.

Realizou-se um caso de estudo no qual se procedeu à monitorização de um ensaio que consistiu na recolha de lamas de uma ETAR da região de Lisboa, a ETAR de Beirilas, e a sua aplicação numa cultura hortícola mais concretamente na cultura de feijão verde, com a posterior análise dos resultados obtidos, através da comparação do crescimento da cultura em talhões sem adição de lamas e com adição de lamas.

1.4. ESTRUTURA

O presente capítulo apresenta o tema, os objetivos, a metodologia e a estrutura de todo o trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma breve resenha sobre a valorização de lamas de depuração em alguns locais do mundo. Posteriormente foca-se no caso de Portugal.

O capítulo 3 aborda os processos desenvolvidos nas ETAR para a obtenção das lamas de depuração e todo o tratamento a que as lamas são submetidas para poderem ser valorizadas.

O capítulo 4 trata da valorização agrícola de lamas propriamente dita, a sua importância, fatores condicionantes, como as características qualitativas, entre outros.

O capítulo 5 descreve um ensaio experimental desenvolvido e apresenta os resultados obtidos.

No capítulo 6 apresentam-se as conclusões a todo o trabalho desenvolvido.

2. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

2.1. FILEIRA DE TRATAMENTO

O tratamento das águas residuais pode processar-se segundo quatro níveis de tratamento, sendo que em cada nível podem ser utilizados um ou vários processos.

A descarga das águas residuais no meio recetor atende às condições impostas pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho. Os níveis de tratamento existentes nas ETAR têm em conta a dimensão do aglomerado populacional servido pela ETAR, se a ETAR para além de receber as águas residuais urbanas também recebe águas residuais industriais, e o tipo de meio recetor (sensível, menos sensível ou “normal”). Na maioria dos casos, o tratamento requerido é o tratamento secundário, para ETAR que não se localizam em zonas sensíveis, a que correspondem os seguintes requisitos de descarga indicados no Quadro 1, aplicando-se os valores de concentração ou a percentagem de redução, conforme consta do Anexo I do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho.

Quadro 1: Requisitos para as descargas das estações de tratamento de águas residuais urbanas. Adaptado do Decreto-Lei n.º 152/97.

| Parâmetros | Concentração | Percentagem mínima de redução |
|--|-------------------------|-------------------------------|
| Carência bioquímica de oxigénio (<i>CBO5</i> a 20°C) sem nitrificação | 25 mg/l O ₂ | 70-90 |
| Carência química de oxigénio (<i>CQO</i>) | 125 mg/l O ₂ | 75 |
| Total de partículas sólidas em suspensão | 35 mg/l | 90 |

Para as descargas das ETAR urbanas em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização, o mesmo diploma faz as seguintes exigências apresentadas no quadro 2.

Quadro 2: Requisitos para as descargas das estações de tratamento de águas residuais urbanas em zonas sensíveis sujeitas a eutrofização. Adaptado do Decreto-Lei n.º 152/97.

| Parâmetros | Concentração | Percentagem mínima de redução |
|---------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Fósforo total | 2 mg/l P (10 000-100 000 e.p.) | 80 |
| | 1 mg/l P (mais de 100 000 e.p.) | |
| Azoto total | 15 mg/l N (10 000-100 000 e.p.) | 70-80 |
| | 10 mg/l N (mais de 100 000 e.p.) | |

A figura 1 apresenta um esquema com os vários níveis possíveis para o tratamento de águas residuais. Está também representada a deposição final e a recirculação das lamas bem como a deposição final das águas residuais e o meio recetor.

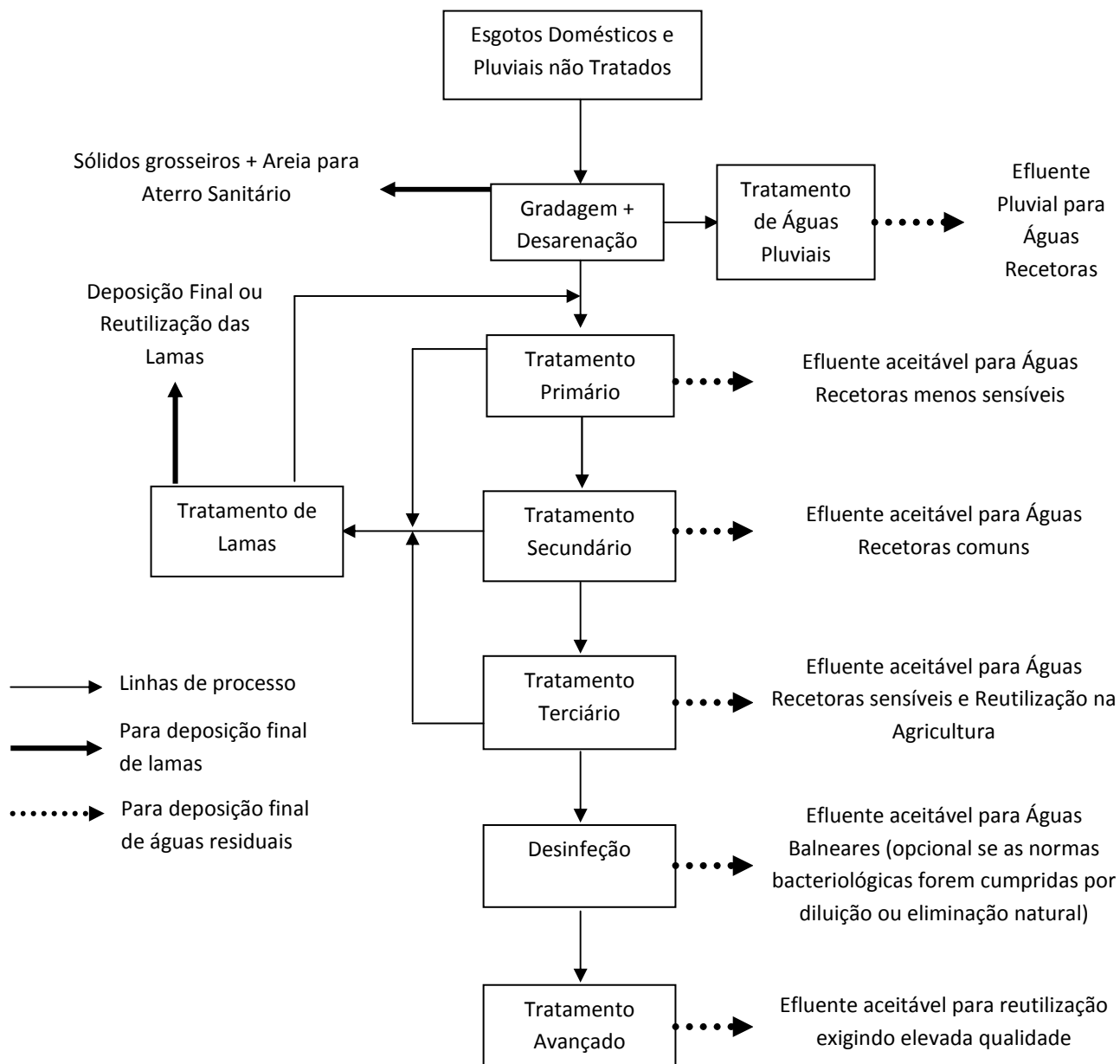


Figura 1: Esquema de tratamento de uma ETAR. Fonte: Myers, 1998.

Na fileira de tratamento de águas residuais pode assim considerar-se que a mesma compreende o tratamento de uma fase líquida, o tratamento de uma fase sólida (correspondente ao tratamento dos sólidos sedimentados/precipitados separados da fase líquida e que constituem as lamas) e o tratamento de uma fase gasosa (necessário quando se libertam gases que originam maus cheiros).

2.2. TRATAMENTO DA FASE LÍQUIDA

2.2.1. Tratamento preliminar

O tratamento preliminar destina-se à remoção dos sólidos de maiores dimensões (gradados), areias, óleos e gorduras. As areias e os gradados são enviados para aterro sanitário, enquanto que os óleos e as gorduras são submetidas a um processo de tratamento específico. No quadro 3 apresentam-se as operações unitárias que podem ser incluídas no todo ou em parte no tratamento preliminar.

Quadro 3: Tratamento preliminar. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Processo de tratamento | Órgão de tratamento | Descrição do tratamento |
|------------------------------|--|--|
| Equalização (homogeneização) | Tanque de equalização (tanque de homogeneização) | As águas residuais provenientes de vários locais são misturadas num tanque. A equalização também pode ocorrer no poço de bombagem numa estação elevatória, situada imediatamente antes da ETAR. |
| Gradagem (crivagem) | Grades de limpeza manual ou mecânica | Os sólidos de maiores dimensões (rochas, plásticos, vidros, papéis, metais, tecidos, madeiras), denominados gradados, são removidos com o auxílio de barras metálicas (grades). A gradagem também pode ocorrer numa estação elevatória, situada imediatamente antes da ETAR. |
| Tamisação (tamisagem) | Tamisador (rotativo, estático ou compactador) | As areias são removidas quando a água atravessa um filtro metálico. |
| Desarenação | Desarenador (em canal, em pista ou arejador) | As areias depositam-se no fundo, por ação da força gravítica. As areias podem ser removidas através dum limpeza de fundo manual ou mecânica. |
| Flotação | Flotador (tanque de flotação; desarenador arejador; desengordurador) | As gorduras e areias de menores dimensões são arrastadas para a superfície, através da injeção de ar no fundo, saindo depois para um canal lateral onde são removidas. |

Na figura 2 apresentam-se os tanques de homogeneização e equalização para o armazenamento temporário, que se destina a regularizar o caudal e as cargas afluentes ao tratamento subsequente. De modo a manter em suspensão as matérias sólidas residuais, e também homogeneizar e arejar as águas residuais, cada um dos tanques está equipado com sistemas de arejamento.



Figura 2: Tanque de homogeneização e equalização. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013.

O parafuso de Arquimedes da figura 3 eleva a água que chega à ETAR para a obra de entrada.



Figura 3: Parafuso de Arquimedes. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

A tamisação, como já se referiu, é um processo para a remoção das areias através de um filtro metálico. O tamisador pode estar equipado com um sistema de elevação das águas residuais, conforme figura 4.



Figura 4: Tamisador com 3 mm de espaçamento. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013.

2.2.2. Tratamento primário

O tratamento primário tem por objetivo a remoção de parte dos sólidos suspensos, com um rendimento de pelo menos 50% e de pelo menos 20% no que se refere à CBO_5 (Decreto-Lei 152/97 de 19 de junho). Os sólidos obtidos constituem as lamas primárias. O tratamento primário tem como processo de tratamento apenas a decantação primária, conforme quadro 4, sendo que os decantadores primários que promovem a sedimentação dos sólidos suspensos podem ser circulares (figura 5) ou retangulares (figura 6).

Quadro 4: Tratamento Primário. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Processo de tratamento | Órgão de tratamento | Descrição do tratamento |
|------------------------------------|---|---|
| Decantação primária (sedimentação) | Decantador primário (tanque de decantação); Tanque Imhoff *(possui um decantador e um digestor de lamas por baixo) | Os sólidos suspensos na água depositam-se no fundo do decantador (sedimentam), por ação da força gravítica, formando as lamas primárias. O decantador pode ter um braço giratório (ponte raspadora) que remove lentamente os resíduos da superfície e as lamas do fundo. A velocidade de sedimentação das partículas depende do seu tamanho, forma, densidade e características do líquido. Se existirem muitas partículas coloidais (argila) o tempo de sedimentação é grande, pelo que é necessário remover essas partículas através de processos químicos (coagulação/floculação). |

*Tanque Imhoff – para ETAR de pequena dimensão



Figura 5: Decantador primário. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012.



Figura 6: Decantador lamelar da ETAR de Alverca. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013.

Os decantadores mais usuais são circulares no entanto os decantadores retangulares, com vários níveis de lamelas, têm uma maior eficiência de decantação e são utilizados para grandes aglomerados urbanos.

Os sólidos em suspensão sedimentados constituem as lamas primárias que são raspadas do fundo do decantador e removidas para o tanque de lamas mistas.

2.2.3. Tratamento secundário

Do tratamento secundário fazem parte os processos biológicos (bioquímicos) aeróbios e anaeróbios responsáveis pela remoção da matéria orgânica biodegradável, dissolvida e coloidal, através do desenvolvimento de microrganismos (bactérias, fungos, protozoários, rotíferos e algas) em condições ambientais adequadas (temperatura, pH, presença ou ausência de oxigénio, nutrientes e tempo de residência).

Os processos biológicos aeróbios também permitem a remoção de nutrientes em excesso, nomeadamente os poluentes que possuem azoto (amónia, nitratos) e fósforo (fosfatos). Os microrganismos (biomassa) e os sólidos suspensos residuais são removidos através de um processo físico de sedimentação, responsável pela formação das lamas secundárias (lamas biológicas).

Existem diversos tipos de processos de tratamento biológico, conforme se apresenta no quadro 5, que podem ser classificados em processos intensivos, que são dotados de equipamento eletromecânico (ex.: lamas ativadas, leitos percoladores) e processos extensivos ou naturais (ex.: lagoas de estabilização). De acordo com outro critério de classificação, pode classificar-se os processos de tratamento biológico em processos de biomassa fixa (ex.: leitos percoladores, biodiscos) e biomassa suspensa (ex.: lamas ativadas, lagoas de estabilização).

Quadro 5: Tratamento Secundário. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Processo de tratamento | Órgão de tratamento | Descrição do tratamento |
|-------------------------------|---|---|
| Lamas ativadas | Tanque de arejamento; Vala de oxidação (reator biológico) | A matéria orgânica dissolvida e coloidal é degradada por ação de microrganismos aeróbios (exceto algas), que se desenvolvem em suspensão na água, em condições de agitação. A agitação favorece a dissolução e a distribuição na água do oxigênio presente no ar (arejamento), indispensável para o desenvolvimento dos microrganismos aeróbios. O arejamento pode ser através de arejadores de superfície (turbinas) ou por injeção de ar difuso; pode também ser convencional, rápido ou prolongado. Devido à agitação da água, os sólidos suspensos na água e os microrganismos não se depositam no fundo (não formam lamas) e passam para o decantador secundário. Depois de extraídas, as lamas são recirculadas para o órgão de tratamento anterior. |
| Filtração biológica | Leito percolador (tanque de percolação); Discos biológicos (biodiscos ou biofiltros) | A matéria orgânica dissolvida e coloidal é degradada por ação de microrganismos aeróbios que se desenvolvem na superfície de materiais rochosos ou plásticos. No leito percolador, a água entra na parte de cima, através dum braço giratório com furos, e o ar entra por baixo. |

| Processo de tratamento | Órgão de tratamento | Descrição do tratamento |
|--------------------------------------|--|--|
| Decantação secundária (sedimentação) | Decantador secundário (tanque de decantação ou clarificador) | O excesso de microrganismos, que se desenvolveram durante os processos de lamas ativadas ou de filtração biológica, e a matéria orgânica residual depositam-se no fundo do decantador (sedimentam), por ação da força gravítica, formando as lamas secundárias. O decantador pode ter um braço giratório (ponte raspadora) que remove lentamente os resíduos da superfície e as lamas do fundo. |
| Lagunagem | Lagoa anaeróbia | Esta lagoa pode ter entre 2,5 a 9 m de profundidade e deve permitir que a água permaneça no seu interior entre 20 a 50 dias. Possui uma zona anaeróbia (sem oxigénio) predominante e uma zona aeróbia (com oxigénio) superficial. Deste modo, o tratamento da água ocorre principalmente devido à ação de microrganismos anaeróbios, que degradam a matéria orgânica dissolvida e coloidal, libertando ácidos orgânicos, álcoois, amoníaco e gases (metano, dióxido de carbono e sulfureto de hidrogénio). Estes gases não devem ser produzidos em excesso pois originam maus odores. Por vezes, podem ser observados na forma de bolhas que chegam à superfície da lagoa. Os sólidos suspensos na água e os microrganismos mortos depositam-se no fundo da lagoa, formando lamas que também sofrem uma decomposição por ação dos microrganismos anaeróbios. |

| Processo de tratamento | Órgão de tratamento | Descrição do tratamento |
|------------------------|---------------------|--|
| Lagunagem | Lagoa facultativa | <p>Esta lagoa pode ter entre 1 a 2,5 m de profundidade e deve permitir que a água permaneça no seu interior entre 5 a 30 dias. Existem três zonas distintas nesta lagoa: uma zona superficial aeróbia, uma zona intermédia facultativa (uma parte aeróbia e outra anaeróbia) e uma zona anaeróbia no fundo. O oxigénio superficial, necessário aos processos aeróbios, é fornecido pelas algas, através da fotossíntese, e pela agitação superficial da lagoa devido ao vento. Deste modo, a matéria orgânica dissolvida e coloidal é degradada devido à ação de microrganismos aeróbios presentes na superfície e de microrganismos facultativos presentes na zona intermédia. Os sólidos suspensos na água e os microrganismos mortos depositam-se no fundo da lagoa, formando lamas que sofrem uma decomposição por ação de microrganismos anaeróbios, libertando ácidos orgânicos, álcoois, amoníaco e gases (metano, dióxido de carbono e sulfureto de hidrogénio). Estes podem ser utilizados pelas bactérias aeróbias ou libertados para a atmosfera.</p> |
| Lagunagem | Lagoa arejada | <p>Esta lagoa pode ter entre 2 a 6 m de profundidade e deve permitir que a água permaneça no seu interior entre 3 a 10 dias. Possui arejadores de superfície, que provocam uma agitação em toda a lagoa, favorecendo a dissolução e a distribuição na água do oxigénio presente no ar (arejamento), indispensável para o desenvolvimento dos microrganismos aeróbios (exceto algas). Além disso, a agitação superficial da lagoa devido ao vento também fornece oxigénio. Deste modo, a matéria orgânica dissolvida e coloidal é degradada principalmente devido à ação de microrganismos aeróbios. Também pode ocorrer a nitrificação, isto é, a transformação da amónia em nitratos. Devido à agitação da água, os sólidos suspensos na água e os microrganismos não se depositam no fundo (não formam lamas) e passam para a lagoa de sedimentação.</p> |

| Processo de tratamento | Órgão de tratamento | Descrição do tratamento |
|-------------------------------|------------------------------------|--|
| Lagunagem | Lagoa de sedimentação | Esta lagoa pode ter entre 1,5 a 2,5 m de profundidade e deve permitir que a água permaneça no seu interior cerca de 2 dias. Os sólidos suspensos na água e os microrganismos provenientes da lagoa arejada depositam-se no fundo da lagoa (sedimentam). Deste modo, formam-se lamas que são decompostas por microrganismos anaeróbios. |
| Lagunagem | Lagoa de maturação (lagoa aeróbia) | Esta lagoa pode ter entre 1 a 1,5 m de profundidade e deve permitir que a água permaneça no seu interior entre 5 a 20 dias. Por ser pouco profunda, as condições aeróbias permanecem ao longo de toda a lagoa. O oxigénio, necessário aos processos aeróbios, é fornecido pelas algas e pela agitação superficial da lagoa devido ao vento. Deste modo, a matéria orgânica, em suspensão ou dissolvida, que ainda não foi degradada nas lagoas anteriores, pode ser transformada pelos microrganismos aeróbios. Nesta lagoa pode ocorrer a nitrificação, isto é, a transformação da amónia em nitratos. A quantidade de lamas que se depositam no fundo é pequena. |
| Lagunagem | Lagoa de macrófitas | A matéria orgânica, em suspensão ou dissolvida, que ainda não foi degradada nas lagoas anteriores, é transformada por plantas aquáticas (macrófitas submersas, emergentes e flutuantes enraizadas ou livre). |

No reator biológico (figura 7) o arejamento é realizado por injeção de ar difuso o qual promove o desenvolvimento de microrganismos aeróbios que vão degradar a matéria orgânica dissolvida e coloidal.



Figura 7: Reator biológico. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013.

A decantação secundária (figura 8) tem por objetivo remover a fase sólida do licor misto vindo dos tanques de arejamento e produzir um efluente clarificado, estabilizado e com baixo teor em matéria orgânica (CBO_5) e Sólidos Suspensos (SST). O decantador secundário também atua em conjunto com os processos de biomassa fixa como é o caso dos leitos percoladores (figura 9).



Figura 8: Decantador secundário. Fonte: ETAR de Alverca, 23 de Maio de 2013.



Figura 9: Leito Percolador. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012.

Os sistemas de lagunagem (figura 10) podem ter vários tipos de lagoas, dependendo do espaço disponível e da água residual a tratar.



Figura 10: Sistema de Lagunagem. Fonte: ETAR de Almeirim, 19 de Outubro de 2012.

2.2.4. Tratamento terciário

O tratamento terciário destina-se a remover quantidades residuais de substâncias suspensas e dissolvidas que continuam na água após o tratamento secundário. O tratamento terciário é obrigatório quando o efluente é descarregado num recetor sensível, podendo ser necessário também quando se pretende reutilizar as águas residuais tratadas ou quando o efluente é lançado num pequeno curso de água, com pouca capacidade de diluição, ou a fim de proteger as espécies existentes ou o tipo de uso da água a jusante da descarga.

Na maioria dos casos, o tratamento terciário destina-se à remoção de nutrientes (compostos de azoto e de fósforo), a fim de evitar a eutrofização do meio recetor, vistos os nutrientes promoverem um crescimento rápido e exagerado das espécies vegetais aquáticas, com conseqüente diminuição da concentração de oxigénio dissolvido na água e morte de peixes e outros seres vivos. O tratamento terciário pode também visar a redução de microrganismos patogénicos (desinfecção). Em alguns casos o tratamento terciário pode ainda ter por objetivo a remoção de substâncias orgânicas (nomeadamente compostos orgânicos sintéticos) e inorgânicas (como sais) dissolvidas.

No quadro 6 descreve-se sucintamente os processos e operações unitárias de serem considerados no tratamento terciário.

Quadro 6: Tratamento Terciário. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Processo de tratamento | Descrição do tratamento |
|-------------------------|--|
| Filtração | Processo físico responsável pela remoção dos sólidos suspensos residuais, através de filtros de areia e/ou de antracite. |
| Microfiltração | Processo físico responsável pela remoção dos sólidos suspensos residuais, através de filtros metálicos rotativos. |
| Ultrafiltração | Processo físico responsável pela remoção das substâncias inorgânicas dissolvidas ou coloidais residuais, como moléculas com elevada massa molecular, através de membranas sobre pressão moderada (por ex.: 1.034 kN/m ²). |
| Osiose inversa | Processo físico responsável pela remoção das substâncias inorgânicas dissolvidas residuais, como os sais, através de membranas sobre pressão elevada (por ex.: 6.900 kN/m ²). |
| Diálise e Eletrodiálise | Processos físicos responsáveis pela remoção dos iões dissolvidos residuais, através de membranas semipermeáveis. No caso da eletrodiálise, aplica-se uma corrente elétrica na água para separar os iões negativos (aniões) dos iões positivos (catiões). |

| Processo de tratamento | Descrição do tratamento |
|---|--|
| Permuta | Processo químico responsável pela remoção dos iões dissolvidos residuais, através de resinas de permuta iónica, que libertam iões para a água enquanto absorvem outros iões. Por exemplo, os iões cálcio e magnésio (catiões) podem ser removidos por resinas de permuta catiónica que libertam iões sódio; outras resinas de permuta catiónica libertam iões hidrogénio; os iões negativos (aniões) podem ser removidos por resinas de permuta aniónica que libertam iões hidróxido. |
| Coagulação/ Floculação (precipitação química) | Processos químicos responsáveis pela remoção das substâncias inorgânicas dissolvidas residuais, como os fosfatos e os metais pesados, através da adição de coagulantes (hidróxido de cálcio, cloreto de ferro III, sulfato de ferro III, sulfato de alumínio) e de floculantes (polímeros orgânicos, também denominados polieletrólitos). Os coagulantes promovem a coagulação das partículas, favorecendo os contactos entre as partículas e a sua agregação em coágulos. Os floculantes promovem a floculação, favorecendo a formação de partículas de maiores dimensões denominadas flocos, que podem ser removidas por decantação ou por filtração. A água deve estar sujeita a uma agitação moderada (com agitadores de hélice ou com injeção de ar), de modo a promover o contacto entre as partículas. A precipitação química também pode ser efetuada durante o tratamento primário e secundário, nomeadamente para remover sólidos suspensos durante a decantação primária e secundária. Uma desvantagem dos processos de coagulação/floculação é o aumento da quantidade de sólidos dissolvidos na água e da quantidade de lamas produzidas. |
| Adsorção | Processo químico responsável pela remoção das substâncias orgânicas (por ex. detergentes e pesticidas) e inorgânicas dissolvidas residuais (por ex. fosfatos e metais pesados), através de carvão ativado, colocado em tanques de contacto ou em tanques de arejamento (utilizados no tratamento secundário). |
| Oxidação química | Processo químico responsável pela remoção das substâncias orgânicas (por ex. compostos aromáticos) e inorgânicas (por ex. amónia) dissolvidas residuais, através da adição de cloro, dióxido de cloro ou ozono. |
| Desinfecção | Processo químico responsável pela destruição de microrganismos patogénicos através da adição de produtos químicos oxidantes (cloro, dióxido de cloro, hipoclorito de sódio ou ozono) ou através de radiação ultravioleta. |
| Neutralização | Processo químico responsável pela alteração do pH da água, de modo a anular a sua acidez ou alcalinidade, para obter um pH próximo de 7, através da adição de hidróxido de cálcio, hidróxido de sódio, carbonato de sódio ou ácidos. |

| Processo de tratamento | Descrição do tratamento |
|----------------------------------|---|
| Nitrificação/ Desnitrificação | <p>Processo biológico responsável pela remoção da amónia, através da sua conversão em nitratos (nitrificação) e da conversão dos nitratos em azoto gasoso (desnitrificação). Durante a nitrificação, a amónia (NH₄⁺) é transformada em nitritos (NO₂⁻), através da ação das bactérias <i>Nitrosomonas</i>, e os nitritos são transformados em nitratos (NO₃⁻), através da ação das bactérias <i>Nitrobacter</i>:</p> $\text{NH}_4^+ + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NO}_2^- + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ <p>A reacção química do processo de nitrificação representa-se pela seguinte equação química:</p> $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ <p>Durante a desnitrificação os nitratos (NO₃⁻) são transformados em azoto gasoso (N₂), na ausência de oxigénio e na presença de uma fonte de carbono externa (por ex. metanol, água residual não tratada ou lamas biológicas), através da acção de vários tipos de bactérias heterotróficas (<i>Achromobacter</i>, <i>Aerobacter</i>, <i>Alcaligenes</i>, <i>Bacillus</i>, <i>Brevibacterium</i>, <i>Flavobacterium</i>, <i>Lactobacillus</i>, <i>Micrococcus</i>, <i>Proteus</i>, <i>Pseudomonas</i> e <i>Spirillum</i>). A reacção química do processo de desnitrificação, usando metanol como fonte de carbono, representa-se pela seguinte equação química:</p> $6\text{NO}_3^- + 5\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 5\text{CO}_2 + 3\text{N}_2 + 7\text{H}_2\text{O} + 6\text{OH}^-$ <p>A nitrificação pode ocorrer juntamente com os processos de tratamento secundário (lamas ativadas ou filtração biológica) ou separadamente em tanques de nitrificação com arejamento, em leitos percoladores ou em discos biológicos. Em qualquer caso, é necessário: que a concentração de oxigénio dissolvido na água seja superior a 1,5 mg/L (a quantidade de oxigénio necessária para oxidar a amónia a nitratos é cerca de 4,6 mg O₂/mg N-NH₄⁺); que o tempo de residência da água no órgão de tratamento seja adequado, porque as bactérias nitrificantes têm uma taxa de crescimento mais lenta do que as outras bactérias; manter o pH entre 7,2 e 8,6.</p> <p>A desnitrificação pode ocorrer no mesmo órgão de tratamento em que ocorre a nitrificação (por ex. vala de oxidação) ou separadamente em tanques de desnitrificação sem arejamento, em reatores de leito fluidizante (com areia ou carvão ativado) ou em discos biológicos. Em qualquer caso, o órgão de tratamento deve ter uma zona anóxica (sem oxigénio, mas em que os processos bioquímicos que ocorrem no seu interior são idênticos aos processos aeróbios). Normalmente, após a desnitrificação procede-se a uma filtração ou decantação das águas residuais.</p> |

O processo de tratamento terciário mais comum é a desinfecção por radiação ultravioleta (figuras 11 e 12).



Figura 11: Desinfecção por radiação ultravioleta. Fonte: ETAR de Almeirim, 19 de Outubro de 2012.



Figura 12: Desinfecção por radiação ultravioleta. Fonte: ETAR de Benfca do Ribatejo, 19 de Outubro de 2012.

2.3. FASE SÓLIDA

2.3.1. Nota introdutória

Como foi anteriormente referido, nas ETAR as águas são submetidas a um conjunto de tratamentos de natureza física, química e/ou biológica antes de poderem ser descarregadas no meio recetor sem riscos significativos para o ambiente. Um dos sub-produtos resultantes do tratamento são as lamas de depuração, e o seu tratamento coloca frequentemente mais problemas operacionais que o tratamento das águas residuais. No entanto, é necessário perceber que:

- Nenhuma ETAR pode operar sem que haja produção de lamas e normalmente são produzidas quantidades significativas todos os dias;
- Nenhuma ETAR deverá ser construída sem que esteja assegurada uma forma adequada de deposição final de lamas;
- Todas as ETAR deverão ter associadas instalações de tratamento e processamento de lamas com capacidade de preparar as lamas sob forma adequada à opção de deposição final seleccionada.

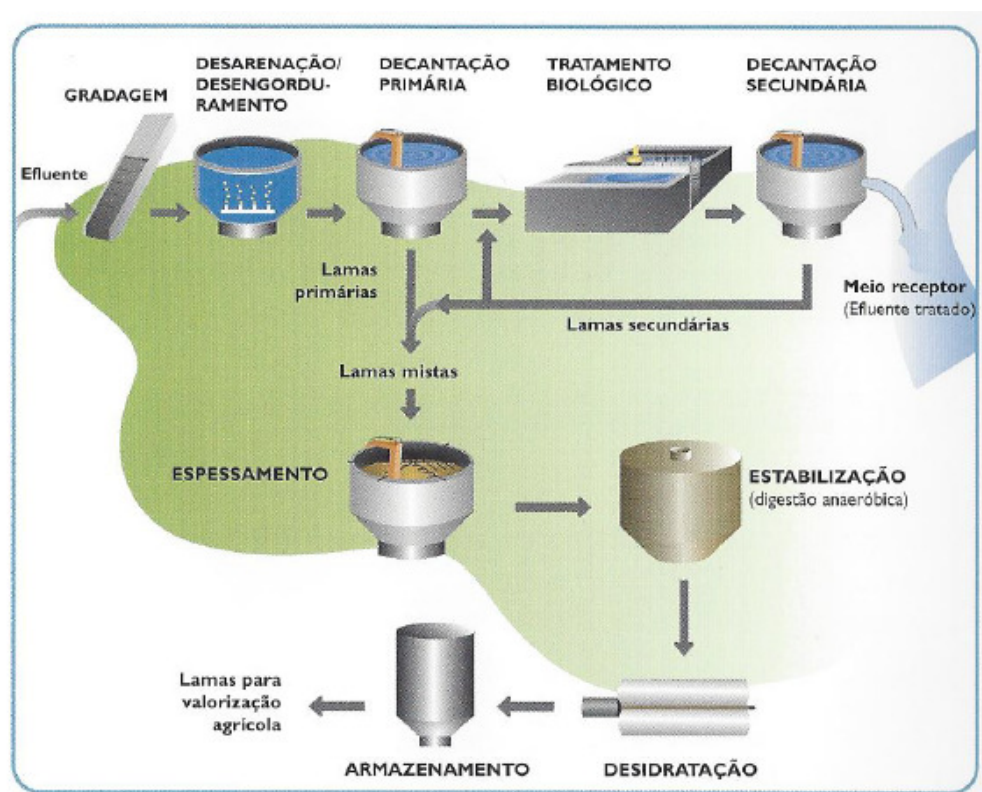


Figura 13: Esquema típico da obtenção de lamas numa ETAR. Fonte: Dias, 2004.

Os processos de tratamentos das águas residuais influenciam a quantidade e qualidade das lamas geradas. Dependendo do grau de estabilização e de desidratação pretendido, as instalações de tratamento de lamas podem representar entre 30 a 50% do custo de tratamento de águas residuais.

De forma esquemática, os processos de tratamento de lamas podem agrupar-se em três grandes grupos:

- Processos primários: as lamas produzidas são compostas maioritariamente por sólidos sedimentáveis. Caracterizam-se por conterem um teor relativamente elevado de matéria orgânica, grande parte da qual é facilmente biodegradável (lamas primárias).
- Processos secundários: nestes processos predominam os tratamentos biológicos, os quais têm como base o potencial de transformação da matéria orgânica pelo metabolismo microbiano, havendo produção de biomassa que dá origem à lama biológica, constituída por frações orgânicas e inorgânicas (lamas secundárias).
- Processos terciários: as lamas geradas são resultantes de processos físico-químicos e/ou biológicos conducentes à remoção de nutrientes (azoto e fósforo), e/ou sólidos suspensos totais (para afinamento da água residual tratada de modo a ser sujeita ao processo de desinfecção).

2.3.2. Principais etapas do tratamento das lamas

Considerando as características qualitativas das lamas de depuração, o seu tratamento tem como objetivos: a redução do teor de água, para redução do volume a tratar; a estabilização da matéria orgânica, para controlar os efeitos ambientais adversos, nomeadamente os cheiros ofensivos: a redução de microrganismos patogénicos; e ainda a possível valorização energética (biogás) e das lamas tratadas. Os principais processos de tratamentos de lamas são:

- Espessamento: consiste na remoção de parte da fração líquida das lamas e, conseqüentemente, na diminuição do seu volume. O espessamento é geralmente efetuado por gravidade (lamas primárias, mais densas) ou por flotação (lamas biológicas, menos densas).
- Estabilização: consiste na remoção de parte da matéria orgânica (por redução de sólidos voláteis). Pode ser efetuada por via biológica (em condições aeróbias ou anaeróbias). Normalmente, a estabilização é efetuada sobre lamas mistas (primárias e secundárias) ou apenas sobre lamas secundárias. O processo de digestão anaeróbia é o processo de estabilização de lamas de depuração mais comum. Pode também ocorrer estabilização por via química (através da adição de cal), embora neste caso não ocorra redução direta de matéria orgânica, mas sim inibição do crescimento microbiológico.

- **Condicionamento:** consiste num processo de tratamento químico (através da adição de coagulantes e polieletrólitos) ou térmico, para otimizar a retenção de sólidos nos sistemas de desidratação.
- **Desidratação:** consiste na remoção de humidade e na redução de volume, podendo ser efetuada por via mecânica e por evaporação natural. O objetivo da desidratação é eliminar a água contida nas lamas, de forma a reduzir os custos associados ao seu transporte a destino final e possibilitar o seu transporte em camião (teor de matéria seca médio de 25%).

Em face das maiores restrições, nomeadamente relacionadas com a aplicação de lamas em solos agrícolas, tem sido reconhecida a necessidade de recorrer a tratamentos complementares, que promovam uma estabilização adicional das lamas e a sua desinfeção, através da destruição ou inativação dos microrganismos patogénicos (processo de higienização). Estes tratamentos adicionais podem ser de natureza química, biológica, térmica ou através da combinação destes.

O quadro 7 classifica os processos de tratamento de lamas, de acordo com as respetivas fases de tratamento para as quais são usados [Myers, 1998].

Quadro 7: Processos de tratamento de lamas. Fonte: Adaptado de Myers, 1998.

| Fases do Tratamento de Lamas | Processo de Tratamento de Lamas | Objetivo Específico do Processo de Tratamento | Classificação pelo Tipo de Tratamento |
|-------------------------------------|--|--|--|
| Espessamento | Espessamento por gravidade | Aumentar o espessamento por gravidade | Físico |
| | Flotação | | Físico |
| | Centrifugação | | Físico |
| Estabilização | Digestão anaeróbia (não aquecida) | | Biológico |
| | Digestão anaeróbia (aquecida) | | Biológico |
| | Digestão secundária (não aquecida) | | Biológico |
| | Digestão aeróbia | Destruição de patogénicos | Biológico |
| | Estabilização química | | Químico |
| | Pasteurização | Reutilização na agricultura | Físico |
| | Compostagem | | Biológico/Físico |
| Desidratação | Desidratação mecânica | Diminuir o teor de humidade | Físico |
| | Desidratação por evaporação natural | Diminuir o teor de humidade | Físico |

| Fases do Tratamento de Lamas | Processo de Tratamento de Lamas | Objetivo Específico do Processo de Tratamento | Classificação pelo Tipo de Tratamento |
|------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| Secagem/ | Secagem térmica | Teor de sólidos inferior a 20% | Físico |
| Incineração | Incineração | Produção de cinzas inorgânicas | Físico |
| Deposição Final | Aterro sanitário | | Físico |
| | Agricultura | Melhoria dos solos e da sua produtividade | |
| Reutilização/ | Vetrificação/inertização | Produto final inerte | Físico |
| Reciclagem | Extração de hidrocarbonetos | Produto com valor energético | Físico |
| | Gaseificação | Produto com valor energético | Físico |

O espessador de lamas primárias (figura 14) é alimentado com lamas primárias com uma concentração de 15 g/l e tem como objetivo o espessamento gravítico das mesmas de forma a se obterem lamas espessadas com concentração entre 35 e 50 g/l. A água clarificada resultante do processo retorna à decantação primária.

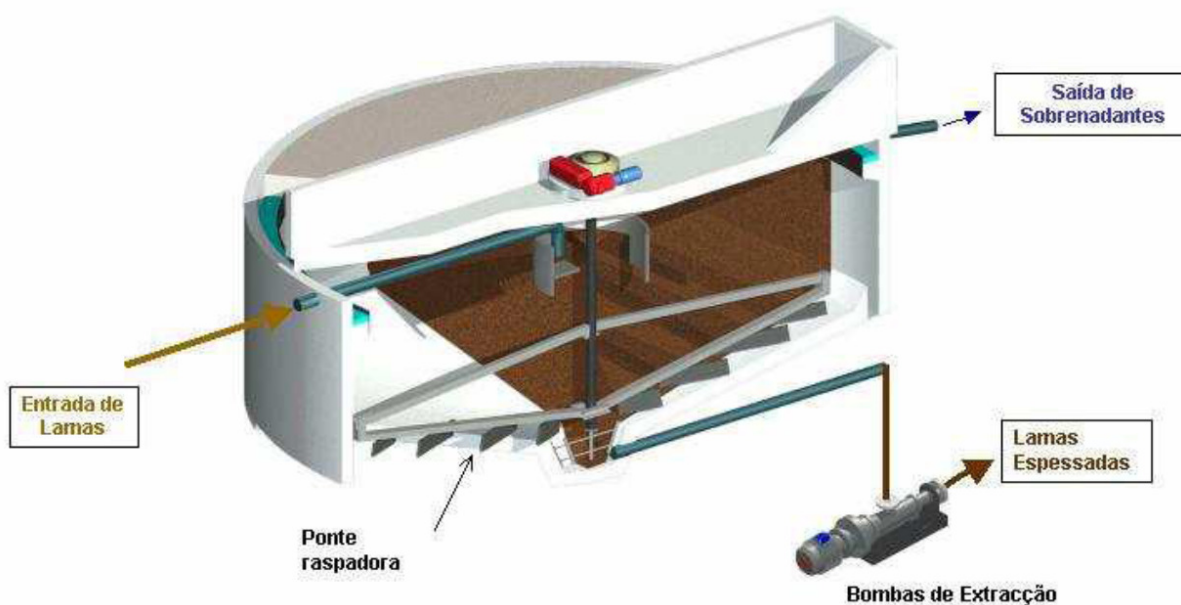


Figura 14: Espessamento de lamas primárias – ETAR de Alverca. Fonte: SIMTEJO.

No processo para espessamento de lamas biológicas por flotação (figura 15), as lamas biológicas em excesso são espessadas por flotação, através da injeção de bolha fina de ar, que promove a concentração da lama à superfície. As microbolhas de ar necessárias à flotação são fornecidas pelo sistema de pressurização. A água clarificada resultante do processo retorna à decantação primária.

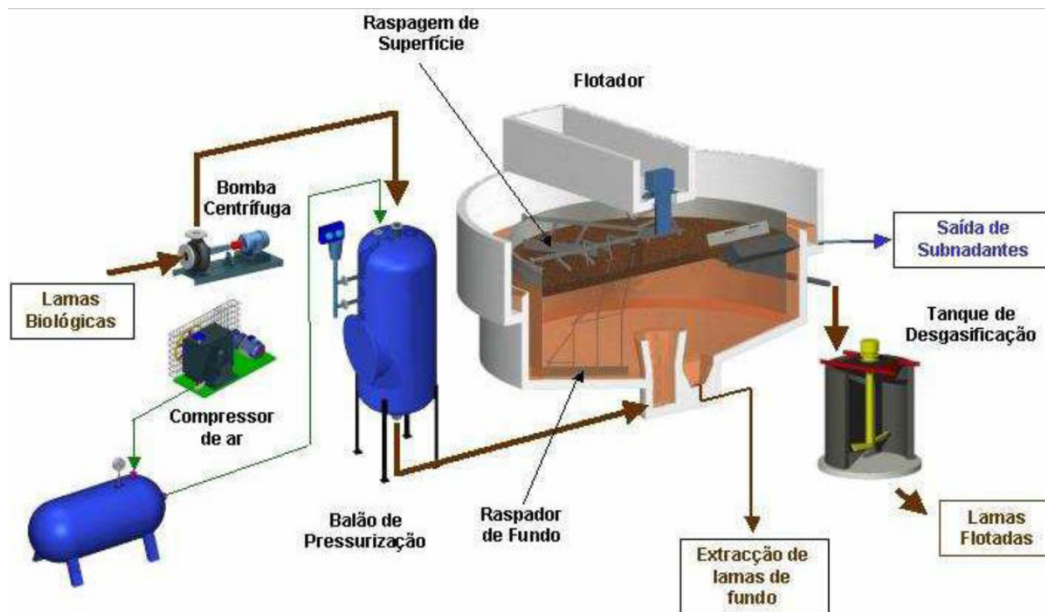


Figura 15: Esquema de espessamento de lamas biológicas da ETAR de Alverca. Fonte: SIMTEJO.

A desidratação mecânica realizada através de filtros de banda (figura 16) reduz eficazmente o teor de humidade sendo um fator facilitador para o transporte a destino final.

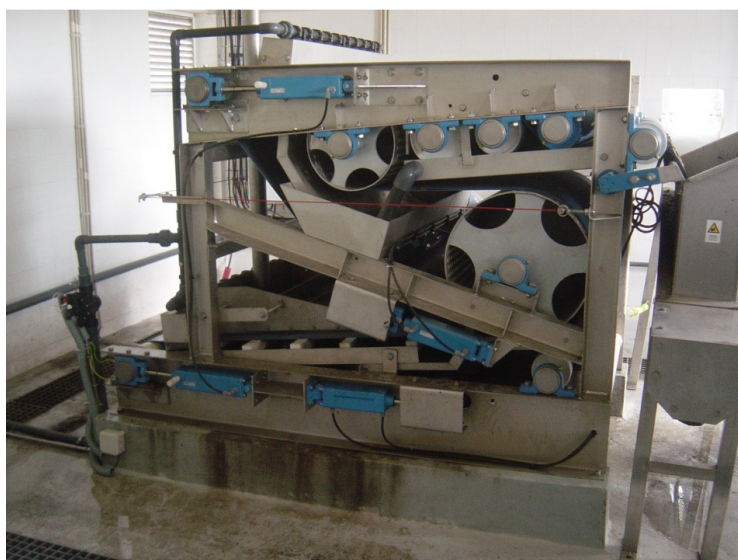


Figura 16: Desidratação – filtros de banda. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012.

A remoção de sólidos sedimentáveis durante o tratamento primário e o uso de microrganismos no tratamento secundário dão origem ao aparecimento de quantidades consideráveis de lamas. Ocasionalmente, estas podem ser mantidas no local onde foram geradas mas, normalmente não existe espaço suficiente ou dão origem a incómodos nas redondezas resultantes da libertação de odores e do

aparecimento de insetos associados ao seu armazenamento, e têm de ser removidas deste local. De forma a minimizar o custo destes problemas e a mantê-las em condições para serem utilizadas e depositadas, as lamas têm que ser desidratadas e, muitas vezes, sujeitas a tratamento adicional (figura17). Em pequenas estações de tratamento as lamas podem ser transportadas para estações de tratamento com maiores dimensões para serem processadas, ou então aplicadas em terrenos agrícolas próximos, na forma líquida ou após terem sofrido secagem ao ar livre.



Figura 17: Lamas de depuração depois de desidratadas, prontas para recolha para agricultura. Fonte: ETAR da Chamusca, 19 de Outubro de 2012.

2.4. COMPOSIÇÃO DE LAMAS

A composição e a qualidade das lamas de depuração não varia apenas com a composição das águas de que provêm, mas também com a tecnologia de tratamento a que foram sujeitas. Na sua constituição entram substâncias orgânicas e minerais de natureza diversa e poderão estar presentes, em maior ou menor quantidade, diferentes organismos alguns dos quais patogénicos.

A composição química das lamas de depuração pode variar de ETAR para ETAR e, dentro de cada ETAR, ter variações sazonais como reflexo da variação na composição dos efluentes que recebe ao longo do ano.

Em regra, as lamas desidratadas são compostas maioritariamente por água (cerca de 70 a 80%). Em peso seco, a matéria orgânica é o principal constituinte das lamas (cerca de 50 a 70%), variando em função do grau de estabilização. Tendo em conta o seu teor de humidade e o seu teor de sólidos, as lamas podem ter diferentes designações, conforme quadro 8.

Quadro 8: Características que as lamas podem apresentar. Fonte: Myers, 1998.

| | Teor de humidade | Teor de sólidos |
|--------------------|------------------|-----------------|
| Líquida | 90-98% | 2-10% |
| Fina, lama viscosa | 80-90% | 10-20% |
| Bolo | 65-80% | 20-35% |
| Seca ao ar | 30-50% | 50-70% |
| Seca termicamente | <10% | >90% |

As lamas apresentam ainda alguns nutrientes, principalmente macronutrientes azoto (N) e fósforo (P). Outros nutrientes como o potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), podem também estar presentes nas lamas, mas em menores quantidades. Para além destes, as lamas podem ainda conter substâncias indesejáveis como metais pesados. A legislação em vigor sobre utilização agrícola das lamas considera os seguintes metais pesados: cádmio (Cd), crómio (Cr), cobre (Cu), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn), para cujas concentrações fixa valores máximos (valores-limite), que não poderão ser excedidos se se pretender usar a lama na fertilização do solo [Dias, 2004].

Face à legislação em vigor, o conteúdo das lamas nestes metais constitui o facto determinante da sua utilização agrícola. O quadro 9 apresenta alguns valores para a composição química das lamas de depuração tratadas e não tratadas.

Quadro 9: Composição química típica para lamas de depuração tratadas e não tratadas. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Item | Lamas Primárias Não Tratadas | | Lamas Primárias Digeridas | | Lamas Ativadas Não tratadas |
|--|------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|
| | Intervalo | Valor Típico | Intervalo | Valor Típico | Intervalo |
| Matéria Seca | 5-9 | 6 | 2-5 | 4 | 0.8-1.2 |
| Total (MST), % | | | | | |
| Sólidos | 60-80 | 65 | 30-60 | 40 | 59-88 |
| Voláteis (% de MST) | | | | | |
| Proteínas (% de MST) | 20-30 | 25 | 15-20 | 18 | 32-41 |
| Azoto (N, % de MST) | 1.5-4 | 2.5 | 1.6-3.0 | 3.0 | 2.4-5.0 |
| Fósforo (P ₂ O ₅ , % DE MST) | 0.8-2.8 | 1.6 | 1.5-4.0 | 2.5 | 2.8-11 |
| Potássio (K ₂ O, % de MST) | 0-1 | 0.4 | 0-3.0 | 1.0 | 0.5-0.7 |
| Ferro | 2.0-4.0 | 2.5 | 3.0-8.0 | 4.0 | - |
| pH | 5.0-8.0 | 6.0 | 6.5-7.5 | 7.0 | 6.5-8.0 |

A composição das lamas em metais pesados é variável, sendo mais elevada nas lamas de aglomerados mais industrializados. No quadro 10 estão indicados os metais mais comuns encontrados nas lamas de depuração.

Quadro 10: Metais mais comuns encontrados nas lamas de depuração. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Metal | Matéria seca (mg/kg) | |
|--------------|-----------------------------|--------------|
| | Intervalo | Média |
| Arsénio | 1.1-230 | 10 |
| Cádmio | 1-3410 | 10 |
| Crómio | 10-99000 | 500 |
| Cobalto | 11.3-2429 | 30 |
| Cobre | 84-17000 | 800 |
| Ferro | 1000-154000 | 17000 |
| Chumbo | 13-26000 | 500 |
| Magnésio | 32-9870 | 260 |
| Merúrio | 0.6-56 | 6 |
| Níquel | 2-53000 | 80 |
| Selénio | 1.7-17.2 | 5 |
| Estanho | 2.6-329 | 14 |
| Zinco | 101-49000 | 1700 |

Comparando os valores que se conhecem com os padrões estabelecidos na legislação atualmente em vigor em Portugal, conclui-se que de uma forma geral considera-se que as lamas possuem qualidade bastante elevada, verificando-se que mesmo as amostras com teores mais elevados desses metais satisfazem aqueles padrões [Costa, 2002].

As lamas são ricas em microrganismos, parte dos quais patogénicos, necessitando por isso de sofrer tratamentos adequados visando a sua higienização através da redução substancial ou da eliminação desses mesmos microrganismos patogénicos como salmonelas, ovos viáveis de helmintos, vírus entéricos, etc., suscetíveis de pôr em risco a saúde pública.

Legalmente, só poderão utilizar-se em agricultura lamas tratadas, ou seja, lamas adequadamente estabilizadas (Artigo 9.º do Decreto-Lei n.º 276/2009 de 02 de Outubro). A legislação em vigor é omissa quanto à necessidade de higienizar as lamas, no entanto restringe a sua aplicação em culturas que apresentem maior risco de contaminação para o Homem, como sejam as culturas hortícolas de consumo em cru (alínea d) do art.º 12.º do referido Decreto-Lei) [Dias, 2004].

As crescentes preocupações com a saúde pública levaram ao estabelecimento de critérios de qualidade cada vez mais exigentes para estas lamas. A nível comunitário o último documento oficial

sobre a revisão da diretiva comunitária 86/278/CEE contempla não apenas os metais pesados, mas também alguns organismos patogénicos e micropoluentes orgânicos.

As lamas de depuração não correspondem completamente às características dos fertilizantes naturais, sendo mais pobres principalmente em Fósforo e em Potássio, mas são bastante ricas em Azoto, conforme se demonstra no quadro 11.

Quadro 11: Comparação entre o nível de nutrientes dos fertilizantes comercializados e das lamas de depuração. Fonte: Adaptado de Metcalf e Eddy, 2004.

| Produto | Nutrientes, % | | |
|---|---------------|---------|----------|
| | Azoto | Fósforo | Potássio |
| Fertilizantes normalmente utilizados na agricultura | 5 | 10 | 10 |
| Valores típicos para as lamas de depuração | 3.3 | 2.3 | 0.3 |

2.5. REUTILIZAÇÃO E OPÇÕES DE DEPOSIÇÃO FINAL DE LAMAS DE DEPURAÇÃO

Os subprodutos do tratamento de águas residuais devem ser depositados de uma forma que seja aceitável e económica. A saúde pública não deve ser afetada negativamente e o impacto ambiental deve ser aceitável. Para assegurar estes objetivos, é geralmente necessário tratar as lamas, os sólidos dissolvidos e em suspensão que são predominantemente matéria orgânica (70-80%). Tal como no tratamento de águas residuais, o destino final (ou destinos finais) deve determinar o método a usar para o condicionamento e tratamento das lamas.

No passado era prática comum a deposição no mar de lamas provenientes de estações situadas na orla costeira. Esta prática foi proibida a partir de 1998 pela Diretiva da EU 91/271/CEE.

As duas opções mais comuns para o destino final das lamas tratadas são a deposição em aterro sanitário e a reutilização na agricultura, horticultura e florestas. A incineração constitui uma opção válida para a eliminação das lamas no entanto é processo que implica custos, libertam-se gases nocivos para a atmosfera e há sempre resíduos sólidos sobranes.

A deposição em aterro sanitário pode ser efetuada com lamas desidratadas ou em cinzas, se incineradas previamente. Em aterros onde seja necessário proteger as águas subterrâneas de contaminação com poluentes, a deposição das lamas deve ser efetuada em áreas previamente impermeabilizadas. As águas de escorrências superficiais e de drenagem das zonas onde foram depositadas lamas terão de ser sujeitas a tratamento.

Muito esforço tem sido despendido em opções para reutilização de lamas. Os usos que têm sido considerados incluem o seu uso como combustível, na produção de cerâmica e em painéis para edifícios, inclusivamente têm sido utilizadas como material para broches, alfinetes de gravata e individuais para mesa. O quadro 12 apresenta algumas das possíveis atividades onde as lamas de depuração podem ser incluídas.

Quadro 12: Valorização de lamas. Fonte: Myers, 1998.

| Atividade | Possibilidade de reutilização de Lamas |
|----------------------------|---|
| Agricultura | Fertilização e melhoramento de solos |
| Aplicação no solo | Correção de solos |
| Aquacultura e Silvicultura | Fertilização de florestas e melhoramento de solos |
| | Matéria-prima de produtos industriais |
| Indústria | Materiais de construção |
| | Fertilizantes e Combustíveis |
| Utilização Urbana | Fertilizantes |
| Atividades Recreativas | Fertilizantes |

A utilização de lamas na agricultura é a opção preferível. No entanto, deverá ser tomado em consideração que as lamas podem conter organismos patogénicos, por vezes sob formas resistentes à desinfeção, e ainda organismos que podem ser nocivos para as culturas. Pode ser necessária proceder a alguma forma de pasteurização das lamas ou armazenagem por longos períodos para evitar potenciais efeitos nocivos.

Adicionalmente, as águas residuais contêm concentrações de metais provenientes de descargas industriais. Estas concentrações deverão ser controladas nas indústrias em causa de modo a limitar os valores a níveis compatíveis com os níveis aceitáveis de metais nos solos [Dias, 2004].

A escolha do esquema de destino final é afetado por uma série de fatores, incluindo:

- As características físicas das lamas, isto é, se se apresentam tratadas, não tratadas, líquidas, bolo, secas, etc.;
- O grau de contaminação das lamas, especialmente o seu teor em elementos potencialmente tóxicos (por exemplo cádmio, mercúrio, crómio, zinco, cobre, níquel) e outras substâncias tóxicas que passam inalteradas através dos processos de tratamento;
- A disponibilidade de solo agrícola e outras possibilidades de destinos finais para compostagem;
- A procura ou possível procura de lamas, que depende de uma prática efetiva de marketing;
- As infraestruturas (por exemplo, a disponibilidade de uma boa rede rodoviária) e o fácil acesso aos destinos finais;
- Economia.

3. VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DAS LAMAS DE DEPURAÇÃO

3.1. NOTA INTRODUTÓRIA

Com o aumento da população mundial, a agricultura teve de se tornar muito mais intensiva para a sustentar. As culturas modernas necessitam de elevados níveis de nutrientes para sustentarem o seu crescimento. Os três nutrientes minerais mais importantes são o azoto, o fósforo e o potássio. Sem eles o desenvolvimento das plantas fica comprometido, as suas folhas amarelecem e as produções são baixas. Estes minerais são os componentes principais dos fertilizantes. Alguns adubos são subprodutos de matérias orgânicas, enquanto outros são derivados de processos químicos, da mineração ou fabricados de propósito para o efeito. As lamas produzidos nas ETAR podem ser utilizadas na agricultura como fertilizantes orgânicos, visando melhorar a fertilidade do solo e, assim, proporcionar às culturas, anuais ou perenes, condições adequadas à obtenção de boas produções, tanto em quantidade como em qualidade [Dias, 2004].

3.2. VALOR FERTILIZANTE DAS LAMAS DE DEPURAÇÃO

Com se referiu anteriormente, as lamas de depuração das ETAR possuem uma composição mais ou menos complexa, contendo substâncias orgânicas e minerais capazes de beneficiar ou prejudicar o solo, conforme a sua natureza e as quantidades aplicadas. São produtos ricos em matéria orgânica e que contêm maiores ou menores quantidades de todos os elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas: os macronutrientes azoto (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), zinco (Zn), boro (B), cloro (Cl), molibdénio (Mo) e níquel (Ni). Contêm ainda muitos outros elementos químicos, alguns dos quais, como o sódio (Na) e o cobalto (Co), poderão ser úteis para certas culturas, o primeiro para a cultura da beterraba sacarina e o segundo para as leguminosas em geral, pois é indispensável à fixação do azoto atmosférico [Dias, 2004].

As lamas de depuração poderão ser utilizadas como corretores orgânicos, pela matéria orgânica e para planos de fertilização do solo e das culturas pelos nutrientes (azoto e fósforo).

3.2.1. Ação das lamas de depuração como corretivos orgânicos do solo

A aplicação continuada de lamas de depuração ao solo contribuirá para o aumento progressivo do seu nível de matéria orgânica, de que resultarão, entre outros, os seguintes efeitos positivos [Dias, 2004]:

- Melhoria da estrutura do solo, favorecendo a formação de agregados e aumentando a sua estabilidade.
- Aumento de troca catiónica do solo.
- Criação de melhores condições para a vida microbiana do solo, com efeitos altamente positivos na dinâmica de alguns nutrientes, sobretudo do azoto e do enxofre.
- Criação de condições mais favoráveis para a absorção dos nutrientes pelas culturas e, como consequência, aumento da eficácia das adubações.
- Inativação de alguns metais pesados e correspondente redução do seu nível de toxicidade.
- Como resultado final da elevação do nível da matéria orgânica do solo obtém-se a melhoria da sua fertilidade e produtividade.

3.2.2. Ação das lamas de depuração como fornecedores de nutrientes

As lamas de depuração atuam também como fornecedores de macro e de micronutrientes em quantidades significativas que deverão ser tidas em conta nos planos de fertilização das explorações agrícolas em que eles venham a ser aplicados. Dos nutrientes fornecidos pelas lamas, destacam-se os seguintes:

- Azoto: uma parte encontra-se sob a forma orgânica e outra sob forma mineral, variando a sua proporção com os processos de tratamento a que as lamas foram sujeitas.
- Fósforo: encontra-se sob formas minerais que as plantas podem facilmente absorver.
- Potássio: encontra-se sob a forma mineral no entanto em quantidades muito reduzidas pois é facilmente removido durante o processo de tratamento das águas residuais.
- Cálcio e magnésio: estão presentes em concentrações muito variáveis. A utilização da calagem contribuirá para teores elevados de cálcio e por vezes também de magnésio.
- Enxofre: presente em concentrações reduzidas

3.3. INTERESSE DAS LAMAS DE DEPURAÇÃO NA FERTILIZAÇÃO DOS SOLOS EM PORTUGAL

Como já se referiu, é útil e benéfico a nível ambiental e económico que as lamas de depuração sejam valorizadas agricolamente como fertilizantes na melhoria da fertilidade do solo e consequente aumento da produção das culturas.

As lamas de depuração são valiosos fertilizantes com boas perspectivas de utilização em Portugal dada a relativa pobreza de grande parte dos solos agrícolas no que respeita aos dois principais nutrientes, o azoto e o fósforo, e também a outros macro e micro nutrientes que as lamas de depuração contêm em maiores ou menores concentrações.

Ensaio de campo levados a cabo na década de noventa, sob orientação e coordenação do Departamento de Ciência do Solo, da Estação Agronómica Nacional, em várias regiões do País e em solos de diferentes tipos, mostraram que a utilização de lamas provenientes de diversas ETAR na fertilização desses solos, originaram a elevação dos respetivos níveis de matéria orgânica, de azoto e fósforo, sem riscos apreciáveis de poluição ambiental (solo e água subterrânea), ao mesmo tempo que se registaram, na maioria dos casos, acréscimos significativos de produção de culturas.

O interesse agronómico das lamas é essencialmente devido:

- À matéria orgânica que tem um papel preponderante ao nível do solo: melhoramento da estrutura e da estabilidade, da retenção de água e de elementos fertilizantes. A matéria orgânica atua também na estimulação da atividade biológica;

- Aos elementos minerais que desempenham um papel no crescimento e no desenvolvimento das plantas cultivadas (azoto, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, oligoelementos). O cálcio presente em quantidade significativa nas lamas estabilizadas com cal, contribui na luta contra a acidificação natural dos terrenos e participa diretamente no melhoramento da estrutura dos solos.

Os Professores J. Carrasco de Brito e Quelhas dos Santos citados por Dias (2004) realizaram um estudo experimental no qual se pretendia verificar o “Interesse Fertilizante das Lamas de depuração”. Este ensaio consistiu na aplicação de doses crescentes de lamas de depuração obtidas em diferentes estações de tratamento, do qual resultou a apresentação de dados relativos a aspetos quantitativos e qualitativos das produções nas culturas de alface, azevém e cebola.

Das conclusões apresentadas salienta-se que:

- As lamas de depuração aumentaram significativamente as produções (quer em verde quer em matéria seca), nomeadamente nos solos de textura arenosa;
- As quantidades de macronutrientes extraídas pelas culturas aumentam com as quantidades de lamas aplicadas;
- Os teores de azoto e de fósforo absorvidos sofrem um ligeiro aumento com as doses de lamas aplicadas o que reflete os elevados teores de azoto e de fósforo que esses resíduos apresentam;
- Os teores de elementos mínimos, caso do zinco, nos solos ácidos, diminuem com as modalidades de lamas aplicadas, o que poderá explicar-se, quer pelo aumento do valor do pH – tornando-se menos solúveis- quer pelos teores crescentes de matéria orgânica, uma vez que contribuem para uma maior complexação desses elementos acrescida duma melhor capacidade catiónica, diminuindo a sua passagem para o solo;
- As concentrações de azoto inorgânico, de fósforo assimilável e de matéria orgânica nos solos aumentam com as doses de lamas aplicadas, no entanto o teor de potássio assimilável diminui, o que demonstra a baixa concentração que as lamas de depuração apresentam neste elemento, conduzindo à necessidade de uma adição suplementar na forma de adubos;
- Nos solos alcalinos o valor de pH diminuiu com as quantidades de lamas aplicadas, o que será consequência da ação acidificante do anidrido carbónico e dos bicarbonatos. Este efeito poderá muitas vezes disponibilizar fósforo e mesmo determinados elementos mínimos que se encontram insolubilizados;
- Nos solos ácidos, o pH subiu consideravelmente, o que está de acordo com o acentuado carácter básico das lamas. Este aumento terá importante efeito positivo na fertilidade dos solos salientando-se uma insolubilização e subsequente menor poluição de metais pesados.

Este estudo demonstrou que se considera muito recomendável a aplicação de lamas com características de corretivos orgânicos (e muitas vezes minerais) e fornecedores de nutrientes na agricultura em geral, e em particular em culturas hortícolas desde que não sejam contaminados por esgotos industriais. Por outro lado, não deve desprezar-se o seu contributo como veículo de nutrientes, o que é muito importante para Portugal. Os autores aconselham a que estes resíduos não sejam utilizados de ânimo leve, ou seja, com base nas análises físico-químicas e microbiológicas dos mesmos, nas características dos solos, clima e culturas e, principalmente, respeitando, sempre, os diferentes parâmetros impostos pela Comunidade Económica Europeia.

Em Portugal há um largo campo para a utilização racional de lamas de depuração na agricultura, sobretudo como corretivos orgânicos, pois numa proporção muito elevada os solos agrícolas são carenciados em matéria orgânica como se demonstrou com os resultados das análises de muitos milhares de amostras de terra colhidas nas diversas regiões do País e analisadas nos laboratórios do Ministério da Agricultura e de outras entidades privadas. Esses resultados revelam que, com exceção de Entre-Douro e Minho, em que cerca de um terço dos solos cultivados possui teores altos ou muito altos de matéria orgânica, no resto do território continental mais de 90% dos solos apresentam teores baixos, muito baixos ou médios de matéria orgânica, podendo beneficiar grandemente com a incorporação de corretivos orgânicos [Dias, 2004].

3.4. VANTAGENS E INCONVENIENTES DA UTILIZAÇÃO DE LAMAS

Os metais mais frequentemente encontrados nas lamas são: o zinco, o cobre, o magnésio, o molibdénio, o boro, o mercúrio, o crómio, o cádmio e o chumbo. O cádmio e o chumbo são os que geralmente causam mais preocupações. O primeiro porque é assimilado pelas plantas, sem manifestar, na maior parte das vezes, sintomas de fitotoxicidade, acumulando-se no homem direta ou indiretamente através dos animais, podendo ocasionar problemas de saúde; o segundo por se tratar de um elemento tóxico para os animais e a sua introdução na cadeia alimentar apresentar efeitos cumulativos no Homem. Porém, as principais fontes de contaminação daqueles elementos não são as lamas de depuração mas sim a atmosfera devido aos gases libertados pelos escapes das viaturas, em virtude dos antidetonantes das gasolinas para o chumbo, e para o cádmio as indústrias de siderurgia e termo elétricas, acrescida do contributo fornecido pelos adubos fosfatados quando obtidos a partir de fosforites ricas naquele metal [Dias, 2004].

Os micro poluentes orgânicos são produtos químicos de síntese utilizados no dia-a-dia, aparecendo posteriormente nas águas de utilização doméstica. Estas substâncias podem apresentar uma ação prejudicial no tratamento das lamas ou na sua utilização na agricultura. Encontram-se teores destes produtos nos detergentes e nos medicamentos (antibióticos) e nas águas residuais industriais.

Dos microrganismos patogénicos que aparecem nos esgotos municipais e, conseqüentemente nas lamas, destacam-se as bactérias, os vírus e os ovos de parasitas.

Os diferentes géneros de bactérias que se podem encontrar nas lamas são essencialmente provenientes de ligações clandestinas das lavagens de matadouros e de centrais leiteiras, bem como de fábricas de curtumes e de hospitais, sem tratamento prévio, às redes de esgotos urbanos.

São os vírus e os parasitas (metazoários e protozoários) que maiores preocupações podem causar aquando da aplicação das lamas de depuração aos solos. Os primeiros devido à sua dificuldade de isolamento ser de tal ordem que leva a admitir a sua ausência pelo simples facto de não se encontrarem, os segundos por apresentarem fases no seu desenvolvimento (ciclo de vida) adaptadas a longos períodos de sobrevivência fora do meio natural [Costa, 2003].

No que se refere aos aspetos positivos, as lamas de depuração apresentam bastante interesse na agricultura uma vez que possuem elevados teores de matéria orgânica, de azoto e de fósforo, principalmente devido aos adjuvantes dos detergentes e algumas vezes em cálcio, em virtude dos tratamentos a que se encontram sujeitas na própria estação. De entre as diversas funções exercidas pela matéria orgânica podem-se salientar a sua influência na aglomeração das partículas minerais; o seu efeito neutralizador em relação a determinadas substâncias tóxicas para as plantas; o aumento da temperatura do solo, pelo facto de regularizar o teor de água e comunicar cor mais escura do que a fração mineral; a libertação de azoto e diversos compostos orgânicos; a solubilização de vários compostos minerais; a fonte de elementos nutritivos, tanto macro como micronutrientes, cedendo-os gradualmente.

O azoto encontra-se nas lamas sob diferentes formas que diretamente ou após transformações são assimiláveis pelas plantas. O azoto na forma nítrica e amoniacal é diretamente assimilável pelas plantas, enquanto que o azoto contido na matéria orgânica só será assimilável após a sua decomposição parcial pela microfauna do solo.

As lamas poderão considerar-se como um verdadeiro fertilizante fornecedor de fósforo, uma vez que, devido ao facto de, durante a estabilização, se formarem compostos fosfatados pouco solúveis, aquele nutriente concentra-se na fase sólida.

O potássio encontra-se principalmente na forma inorgânica e, portanto, na fase solúvel das lamas, podendo dizer-se que o seu teor nas lamas desidratadas é diminuto.

Os outros elementos essenciais, ou benéficos, de que se destacam o cálcio, o magnésio, o enxofre e, com menor representação, o ferro, o alumínio e o sódio, encontram-se essencialmente na forma inorgânica, aparecendo assim na forma de compostos minerais estáveis, principalmente na fase solúvel [Costa, 2003].

A combinação de matéria orgânica, humidade e nutrientes, fazem com que a aplicação de lamas de depuração no solo seja altamente rentável e a sua utilização na agricultura constitui o seu principal destino num significativo número de países. As lamas de depuração podem ser aplicadas nas suas

diversas formas: num bolo desidratado ou material seco, ou injetadas no solo sob forma líquida. Embora as lamas de depuração sejam vistas como um recurso, o seu tratamento, o transporte para o local de uso e a sua aplicação no solo representam um custo operacional, do qual apenas uma pequena proporção pode ser recuperado através da cobrança de taxas ao utilizador (agricultor), pelo seu abastecimento.

3.5. CONDICIONANTES DA UTILIZAÇÃO DAS LAMAS

A valorização agrícola das lamas faz-se tirando proveito do seu poder fertilizante devido à matéria orgânica e aos nutrientes que contém. Para poderem ser utilizadas na fertilização de solo deverão, no entanto, satisfazer determinados padrões de qualidade e a sua aplicação deverá ser tecnicamente correcta, isto é, deverá obedecer a certas regras que visam os seguintes principais objetivos:

- Salvar a segurança dos utilizadores;
- Preservar a qualidade do ambiente, minimizando os riscos de poluição do solo, da água e do ar;
- Minimizar os riscos de saúde pública e respeitar o bem estar das populações residentes na área da sua utilização;
- Contribuir para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo e, como consequência, da sua fertilidade e produtividade.

Tais regras têm a ver não apenas com a qualidade das próprias lamas mas, também, com as características dos solos e dos climas das regiões em que irão ser aplicadas, com sistemas culturais e com exigências de natureza legal, ou seja, nem todas as lamas de depuração possuem qualidade para utilização agrícola e nem todos os solos reúnem condições para poderem receber lamas.

A utilização e deposição final de lamas devem ser cuidadosamente controladas pois as lamas podem dar origem aos seguintes problemas:

- Contaminação, por exemplo, devido a metais pesados;
- Infeção do homem e de animais por parasitas, tais como vermes filamentosos contidos nas águas residuais afluentes à estação de tratamento;
- Contaminação de cursos de água e águas subterrâneas;
- Odores desagradáveis na proximidade da sua área de utilização ou deposição.

Para a aplicação das lamas na agricultura deve ser garantida uma monitorização cuidadosa do solo e as necessidades em nutrientes para as plantas devem ser determinadas antes de se decidir a quantidade de lamas a aplicar numa determinada área de terreno. Sobre este assunto deve ter-se em

conta a opinião dos agricultores e, quando necessário, devem-lhes ser dados conhecimentos sobre aplicação de fertilizantes.

4. REGULAMENTAÇÃO

4.1. DIRETIVA 86/278/CEE

A Diretiva 86/278/CEE relativa à proteção do ambiente, e em especial dos solos, foi adotada há mais de 25 anos, com vista a incentivar a aplicação de lamas de depuração na agricultura e para regular o seu uso, de forma a minorar os efeitos nocivos nos solos, vegetação, animais e seres humanos.

Encoraja, igualmente, uma correcta utilização destas lamas na agricultura. Em especial, as principais disposições da Diretiva 86/278/CEE são as seguintes:

- Definição de “lamas” (lamas de depuração, lamas residuais de fossas sépticas e outras lamas), “tratamento” (tratamento biológico, químico ou térmico, armazenagem a longo prazo ou qualquer outro método adequado, de modo a reduzir, significativamente, o seu poder de fermentação e os inconvenientes sanitários da sua utilização) e “utilização” (disseminação das lamas sobre o solo ou qualquer outra aplicação das lamas sobre e no solo) (artigo 2º);
- Valores relativos às concentrações de metais pesados nos solos recetores de lamas, às concentrações de metais pesados nas lamas e às quantidades máximas anuais destes metais pesados que podem ser introduzidas nos solos de utilização agrícola (artigo 4º);
- Proibição da utilização de lamas sempre que a concentração de um ou vários metais pesados nos solos ultrapasse os valores-limite (artigo 5º);
- Obrigatoriedade do tratamento das lamas (artigo 6º);
- Proibição da aplicação das lamas em determinadas culturas e antes de expirar um certo prazo (artigo 7º);
- A utilização das lamas deve ter em conta as necessidades nutricionais das plantas (artigo 8º);
- Métodos de referência de amostragem e de análise dos solos e das lamas (artigo 9º);
- Obrigação de os estados-membros manterem registos atualizados sobre as quantidades de lamas produzidas e as entregas à agricultura, os locais de utilização das lamas e outras informações (artigo 10º);
- Requisitos respeitantes à apresentação de relatórios (artigo 17º).

4.2. DECRETO-LEI N.º 118/2006, DE 21 DE JUNHO

Este Decreto-Lei transpôs para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 86/278/CE, do Conselho, de 12 de Junho, sendo posteriormente atualizado pelo Decreto-Lei n.º 276/2009, de 02 de Outubro. Estabeleceu o regime jurídico da utilização agrícola das lamas de depuração e demais legislação regulamentar e revogou:

- Decreto-Lei n.º 446/91, de 22 de Novembro;
- Portaria n.º 176/96, de 3 de Outubro;
- Portaria n.º 177/96, de 3 de Outubro;
- Despacho Conjunto n.º 309-G/2003, de 19 de Abril.

4.3. DECRETO-LEI N.º 276/2009, DE 02 DE OUTUBRO

O Decreto-Lei n.º 276/2009, de 02 de Outubro, atualiza o Decreto-Lei n.º 118/2006, por forma a adequar e tornar mais simples o procedimento de licenciamento da utilização agrícola das lamas de depuração nele previsto e a harmonizá-lo com os outros regimes jurídicos entretanto aprovados, designadamente o regime geral dos resíduos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, e o regime de proteção das albufeiras de águas públicas de serviço público e das lagoas de águas públicas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de Maio.

Este diploma estabelece que só podem ser utilizadas em agricultura lamas tratadas por via biológica, química ou térmica, por armazenamento a longo prazo ou por quaisquer outros processos através dos quais se consiga a sua adequada estabilização por forma a reduzir ou anular; por outro lado, o seu poder de fermentação e, como consequência, evitar a formação de odores desagradáveis e, por outro lado, a eliminar ou reduzir significativamente os organismos patogénicos que nelas estejam presentes em condições de pôr em risco a saúde pública. Só é permitida a utilização de lamas não tratadas sob condição de estas, satisfazendo as exigências fixadas no tocante a metais pesados, serem injetadas ou enterradas no solo.

Os únicos padrões de qualidade estabelecidos por esta legislação são os que se referem às concentrações máximas ou valores-limite dos seguintes metais pesados: cádmio, crómio, cobre, mercúrio, níquel, chumbo e zinco. Pelo Decreto-Lei n.º 276/2009, esses valores são os apresentados no quadro 13.

Quadro 13: Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à agricultura.

| Metais Pesados | Valores-Limite (mg/kg.ms) |
|-----------------------|----------------------------------|
| Cádmio | 20 |
| Crómio | 1000 |
| Cobre | 1000 |
| Mercúrio | 16 |
| Níquel | 300 |
| Chumbo | 750 |
| Zinco | 2500 |

Quando a concentração de um ou vários metais pesados de uma lama ultrapassa estes valores-limite, ela não poderá ser utilizada na fertilização do solo e deverá ter outro destino final que não esse.

A utilização agrícola de lamas deverá ser feita sempre na perspectiva de retirar o máximo benefício do seu potencial fertilizante e, ao mesmo tempo, de minimizar o efeito negativo de substâncias nocivas que contenham, como metais pesados e outros poluentes, de forma a preservar, tanto quanto possível, a qualidade dos solos e das águas superficiais e subterrâneas. Torna-se por isso indispensável proceder à sua análise para verificar se satisfazem os padrões de qualidade atrás mencionados, se por um lado se podem classificar como lamas de depuração para valorização agrícola e por outro para determinar o seu valor fertilizante.

Essa análise, obrigatória por lei (n.º1 do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 276/2009), é da responsabilidade dos produtores das lamas, os quais ficam obrigados a fornecer os resultados dessas análises aos utilizadores das lamas, sempre que estes o solicitem (alínea c) do artigo 19.º do mesmo diploma). As lamas das ETAR têm definida a frequência das análises às lamas no ANEXO II (ponto 1.2, quadro n.º6) do mesmo diploma.

4.4. CÓDIGO DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS

O Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA) foi elaborado pelo Eng.º Soveral Dias e publicado pelo Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas para a proteção da água contra a poluição com Nitratos de origem agrícola. O CBPA estabelece orientações e diretrizes de carácter geral com o objetivo principal de auxiliar os empresários agrícolas, na tomada de medidas que visem racionalizar a prática das fertilizações e de todo um conjunto de operações e de técnicas culturais que direta ou indiretamente interferem na dinâmica do azoto nos ecossistemas agrários, por

forma a minimizar as suas perdas sob a forma de nitratos e, assim, proteger as águas superficiais e subterrâneas desta forma de poluição.

5. PRODUÇÃO DE LAMAS

5.1. SITUAÇÃO EM ALGUNS PAÍSES

5.1.1. Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América produzem todos os anos uma quantidade enorme de lamas. Uma família típica de quatro pessoas faz descargas de 300 a 400 litros de efluente por dia, utilizando 75 a 100 litros por pessoa. As águas residuais domésticas podem ser tratadas na sua origem em fossas sépticas ou em obras públicas ou privadas de tratamento.

Cerca de 12 750 estações de tratamento públicas geram 5,4 milhões de toneladas de lamas por ano nos EUA. Estas lamas são utilizadas ou conduzidas a um destino final de diversas maneiras. As lamas são aplicadas em terrenos agrícolas e não-agrícolas, são vendidas ou doadas para uso em hortas, relvados, horticultura e paisagismo, também são despejadas em aterros sanitários municipais e são incineradas.

A massa estimada de lamas anualmente aplicadas no solo para a agricultura é de 4,43 milhões de litros por dia [Outwater, 1994].

Como já foi anteriormente referido, as lamas melhoram a produtividade da terra por adição de matéria orgânica e de nutrientes ao solo, trazendo um número de vantagens indiretas para a saúde humana e para o meio ambiente. Os benefícios secundários da utilização de lamas incluem uma redução dos efeitos para a saúde que advêm da incineração, a diminuição da dependência de fertilizantes químicos, a redução das emissões associadas com a incineração, que pode contribuir para o efeito estufa e uma redução de combustível ou energia associados aos custos com a incineração. Análises da Agência Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) mostram que a aplicação de lamas representa um risco menos cancerígeno do que a incineração de lamas [Outwater, 1994].

Os conteúdos orgânicos e nutrientes das lamas de depuração são um recurso valioso para a melhoria de terras marginais e um suplemento para fertilizantes e adubos. As lamas como fertilizante podem aumentar a produtividade das culturas e diminuir os custos do agricultor com fertilizantes químicos.

Estudos realizados em todo o país têm mostrado que os benefícios para os agricultores que aplicam as lamas são cada vez maiores pois evitam os custos com fertilizantes químicos. O aumento de teor de matéria orgânica no solo adubado com lamas de depuração melhora a retenção de água e enriquece os solos arenosos. Dependendo da rotação de culturas, práticas anteriores de gestão do

solo, tipo de solo e do nível de aplicação das lamas, os agricultores podem usufruir de benefícios financeiros substanciais a partir deste recurso. Cerca de dois terços das lamas que são aplicadas nos solos dos EUA são utilizadas para melhorar as condições e os teores de nutrientes no solo para as culturas agrícolas, incluindo as taxas de lavouras e pastagens. As aplicações das lamas em florestas encurta o ciclo de produção de madeira, acelerando o crescimento das árvores, especialmente em solos marginais. Estudos da Universidade de Washington mostram que as árvores crescem duas vezes mais rápido em solos com lamas de depuração. Isto significa que as árvores que normalmente seriam cortadas após 60 anos podem ser cortadas passados apenas 30 anos, melhorando radicalmente as previsões económicas para estes projetos [Outwater, 1994].

Os regulamentos EPA 40 CFR Part 503 preveem limites para as concentrações de poluentes nas lamas que são aplicadas nos solos [Outwater, 1994].

5.1.2. União Europeia

Na União Europeia mais de sete milhões de lamas de depuração foram produzidas em 1990 [Metcalf and Eddy, 2004].

A descarga das lamas na água, proibida em 1998, pela Comunidade Europeia (CE), deixou de ser praticada desde então, embora ainda surjam alguns casos pontualmente. A opção pela incineração das lamas tem evoluído ao longo dos anos, contudo esse aumento não se prevê idêntico ao da sua reutilização, pelos inúmeros problemas ambientais que a mesma acarreta. A deposição em aterro tem sido mais ou menos constante, prevendo-se que tenda a diminuir, ao ser limitada a sua utilização para as lamas que apresentem características que permitam a sua valorização.

Dados, como a quantidade de lamas produzidas na União Europeia ou a quantidade de lamas valorizadas para a agricultura, constam do Relatório da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu. Este baseia-se nas informações fornecidas pelos Estados-Membros, complementadas pelas conclusões de estudos adicionais da Comissão e por estatísticas internas e diz respeito à aplicação da Legislação Comunitária, mais concretamente, e com interesse para o desenvolvimento do presente trabalho, à Directiva 86/278/CEE relativa às lamas de depuração. O último relatório realizado é referente ao período de 1998-2000. Neste relatório constam os valores de produção de lamas de cada Estado-Membro (quadro 14) bem como as quantidades de lamas utilizadas na agricultura na União Europeia (quadro 15). Os relatórios subsequentes referem a importância da valorização agrícola das lamas de depuração e o esforço que está a ser desenvolvido neste sentido pelos Estados-Membros.

Quadro 14: Quantidade de lamas produzidas na União Europeia de 1998 a 2000. Fonte: Adaptado do Relatório da Comissão ao Concelho e ao Parlamento Europeu, 2009.

| Estado-Membro | Lamas produzidas (toneladas de matéria seca) | | |
|-----------------|--|----------------|----------------|
| | 1998 | 1999 | 2000 |
| Áustria | 399 188 | 406 696 | 401 867 |
| Alemanha | 2 228 029 | 2 263 843 | 2 297 460 |
| Dinamarca | 153 780 | 155 621 | - |
| Espanha | 716 145 | 784 882 | 853 482 |
| Grécia | 59 320 | 60 135 | 66 335 |
| França | 858 000 | 855 000 | - |
| Finlândia | 158 000 | 160 000 | 160 000 |
| Itália | 717 776 | 728 280 | 779 220 |
| Irlanda | 35 595 | 38 551 | 779 220 |
| Luxemburgo | - | 7000 | 35 039 |
| Países Baixos | 220 | 242 | - |
| Portugal | 121 138 | 374 147 | 238 680 |
| Suécia | 221 000 | 221 000 | 220 000 |
| Reino Unido | 1 045 150 | 1 105 918 | 1 066 176 |

Quadro 15: Quantidade de lamas utilizadas na agricultura na União Europeia de 1998 a 2000. Fonte: Adaptado do Relatório da Comissão ao Concelho e ao Parlamento Europeu, 2009.

| Estado-Membro | Lamas utilizadas na agricultura (toneladas de matéria seca e percentagem) | | | | | |
|-----------------|---|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | 1998 | % | 1999 | % | 2000 | % |
| Áustria | 43 518 | 11 | 38 698 | 10 | 40 455 | 10 |
| Alemanha | 842 497 | 38 | 861 631 | 38 | 858 801 | 37 |
| Dinamarca | 96 200 | 62 | 95 500 | 61 | - | |
| Espanha | 353 986 | 49 | 413 738 | 53 | 454 251 | 53 |
| Grécia | - | | - | | - | |
| França | 554 000 | 65 | 552 000 | 65 | - | |
| Finlândia | 23 000 | 14 | 23 000 | 14 | 19 000 | 12 |
| Itália | 194 811 | 27 | 164 698 | 23 | 217 805 | 28 |
| Irlanda | 5 238 | 14 | 8 734 | 23 | 14 109 | 40 |
| Luxemburgo | - | | 5 600 | 80 | - | |
| Países Baixos | 34 | 15 | 36 | 15 | - | |
| Portugal | 41 413 | 34 | 66 547 | 18 | 37 176 | 16 |
| Suécia | 56 000 | 25 | 56 000 | 25 | 35 000 | 16 |
| Reino Unido | 502 200 | 48 | 554 924 | 50 | 584 233 | 55 |

(-) Não foram entregues os registos para a elaboração do Relatório.

Em Portugal, segundo os dados da Agência Europeia de Ambiente (AEA) foram produzidas 408710 t MS/ano de lamas de ETAR no período 2004 a 2006, constituindo um rácio de cerca de 38 kg de MS per capita [LNEC, 1993].

A produção de lamas, estimada para a UE-15, terá tendência de aumentar em cerca de 20%, podendo atingir 10,4 mil t MS em 2020 face a 2010, ao passo que na UE-27 o incremento do volume de produção de lamas poderá permitir um aumento global de 12% referente a igual período de tempo, conforme quadro 16.

A quantidade do resíduo destinado ao encaminhamento para incineração seguirá a tendência de ligeira subida, inferior a 10% (podendo significar o aumento da fração para o aproveitamento energético através da combustão/co combustão) contrariando a dinâmica da fração dos aterros sanitários, que deverá reduzir o seu valor para metade (quadro 16).

Quadro 16: Estimativas de produção anual de lamas de ETAR e opções de escoamento na EU dos 15. Fonte: Adaptado de European Commision, 2010.

| Estados Membros | 2010 | | | | | 2020 | | | | |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|------------|
| | Lamas Totais t MS/ ano | Valorização agrícola (%) | Incineração (%) | Aterro (%) | Outros (%) | Lamas Totais t MS / ano | Valorização agrícola (%) | Incineração (%) | Aterro (%) | Outros (%) |
| Áustria | 273.000 | 15 | 40 | >1 | 45 | 280.000 | 5 | 85 | >1 | 10 |
| Bélgica | 170.000 | 10 | 90 | | | 170.000 | 10 | 90 | | |
| Dinamarca | 140.000 | 50 | 45 | | | 140.000 | 50 | 45 | | |
| Finlândia | 155.000 | 5 | | | 95 | 155.000 | 5 | 5 | | 90 |
| França | 1.300.000 | 65 | 15 | 5 | 15 | 1.400.000 | 75 | 15 | 5 | 5 |
| Alemanha | 2.000.000 | 30 | 50 | 0 | 20 | 2.000.000 | 25 | 50 | 0 | 25 |
| Grécia | 260.000 | 5 | | 95 | | 260.000 | 5 | 40 | 55 | 10 |
| Irlanda | 135.000 | 75 | | 15 | 10 | 135.000 | 70 | 10 | 5 | 30 |
| Itália | 1.500.000 | 25 | 20 | 25 | 30 | 1.500.000 | 35 | 30 | 5 | |
| Luxemburgo | 10.000 | 90 | 5 | | 5 | 10.000 | 80 | 20 | | |
| Holanda | 560.000 | 0 | 100 | | | 560.000 | 0 | 100 | | |
| Portugal | 420.000 | 50 | 30 | 20 | | 420.000 | 50 | 40 | 5 | 5 |
| Espanha | 1.280.000 | 65 | 10 | 20 | | 1.280.000 | 70 | 25 | 5 | |
| Suécia | 250.000 | 15 | 5 | 1 | 75 | 250.000 | 15 | 5 | 1 | 75 |
| Inglaterra | 1.640.000 | 70 | 20 | 1 | 10 | 1.640.000 | 65 | 25 | 1 | 10 |
| EU 15/Total | 10.153.000 | 43 | 29 | 11 | 17 | 10.260.000 | 44 | 37 | 4 | 15 |
| EU 27/Total | 11.564.000 | 42 | 27 | 14 | 16 | 12.940.000 | 44 | 32 | 7 | 16 |

Numa perspetiva geral, a análise desenvolvida revela que a utilização de lamas de ETAR para o melhoramento de solos na UE dos 15 não sofrerá alterações extraordinárias até 2020. Portugal em particular acompanha a propensão comunitária para o aumento percentual das quantidades de lama destinadas a valorização energética, sendo expectável a redução considerável, 15%, da parcela do aterro, seguido ainda de um ligeiro aumento, 5%, nos destinos não tradicionais, conforme apresenta o quadro 16. Convergindo com a perspetiva de redução da fração destinada aos aterros, bem como marcando um esforço considerável na procura pelas novas fontes de energia renovável, tanto a nível nacional como comunitário, nos últimos anos, começou a ser fortemente ponderada a opção de utilização de lamas de ETAR (em estado seco) para a valorização energética através da combustão e/ou co combustão, visto serem um resíduo maioritariamente orgânico, com poder calorífico significativo. Esta solução, embora seja viável do ponto de vista técnico e económico, permanece vinculada ao indispensável tratamento térmico adequado (secagem com elevado consumo energético) para a redução significativa do seu teor de humidade para, inferior ou igual a 10% [Berco, 2013].

No caso de Portugal Continental, perante a predominância dos solos ácidos e pobres em matéria orgânica, esta alternativa suscita alguma reticência, quando vista em alternativa ao destino tradicional prioritário de valorização agronómica das lamas.

5.1.3. Japão

A prática da eliminação das lamas de depuração nos países asiáticos tem a principal incidência no Japão, caracterizada pela falta de terrenos disponíveis para aterro e para depósito das lamas.

No quadro 17 verifica-se que uma grande quantidade de lamas era valorizada à data de 1997 no Japão.

Quadro 17: Quantidade de lamas de depuração utilizadas ou eliminadas no Japão em 1997 (m³).

Fonte: Spinosa, 2001.

| | Aterro Sanitário | Recuperação de terras na baía da Marinha | Reutilização benéfica | Outros |
|------------------|-------------------------|---|------------------------------|---------------|
| Bolo desidratado | 766000 | 247000 | 527000 | 60000 |
| Cinzas | 102000 | 146000 | 101000 | 12000 |
| Lamas secas | 14000 | 0 | 165000 | 10000 |
| Lamas digeridas | 0 | 0 | 0 | 214000 |
| Total (%) | 882000 | 393000 | 793000 | 296000 |

5.2. PORTUGAL

Uma consequência do investimento nos sistemas de drenagem de águas residuais e na construção e melhoramento de ETAR é de esperar que seja o aumento da produção de lamas de depuração.

O Inventário Nacional de Águas e Águas Residuais (INSAAR) de 2010 (o último inventário realizado), com dados relativos a 2009, revela que houve um aumento da população servida por rede de drenagem de água de cerca de 326 000 habitantes de 2008 para 2009. Estima-se que a nível

nacional o total de População servida por drenagem de água seja de 8 637 000 habitantes, o que representa um nível de cobertura de 81%.

Relativamente ao tratamento de águas residuais estima-se que a população atendida em 2009 fora de 7 520 000 habitantes, o que representa um índice de tratamento de 72% para o Continente, 28% para os Açores e 57% para a Madeira.

As águas residuais são maioritariamente tratadas em ETAR (97%), verificando-se que nas regiões Ribeiras do Algarve (RH8) e Madeira (RH10) a totalidade das águas residuais é tratada em ETAR [INSAAR, 2010].

Quadro 18: População servida por tipo de instalação de tratamento de águas residuais. Fonte: INSAAR 2010.

| Regiões Hidrográficas | População servida (%) | |
|---|-----------------------|----------|
| | ETAR | FSC |
| Continente | 96 | 4 |
| Minho e Lima (RH 1) | 99 | 1 |
| Cavado, Ave e Leça (RH 2) | 98 | 2 |
| Douro (RH) | 93 | 7 |
| Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4) | 94 | 6 |
| Tejo (RH 5) | 98 | 2 |
| Sado e Mira (RH 6) | 94 | 6 |
| Guadiana (RH 7) | 95 | 5 |
| Ribeiras do Algarve (RH 8) | 100 | 0 |
| Açores (RH 9) | 63 | 37 |
| Madeira (RH 10) | 100 | 0 |
| Nacional | 97 | 3 |

O volume de águas residuais drenado para o sector doméstico em 2009 a nível Nacional é de 50 6048 000 m³, sendo a capitação doméstica de águas residuais a nível nacional de 169 l/hab.dia.

O volume de águas residuais tratados tem tendência para aumentar para as ETAR em detrimento das tradicionais FSC, corroborando com o aumento do número de ETAR. Os valores estão representados no quadro 19.

Quadro 19: Volume de águas residuais tratado por tipo de instalação (ETAR ou FSC). Fonte: INSAAR 2010.

| Regiões Hidrográficas | ETAR | | FSC | | Total |
|--|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|
| | (x10 ³ m ³) | (%) | (x10 ³ m ³) | (%) | (x10 ³ m ³) |
| Continente | 531670 | 98 | 12641 | 2 | 544312 |
| Minho e Lima (RH 1) | 11579 | 100 | 29 | 0,3 | 11608 |
| Cavado, Ave e Leça (RH 2) | 71909 | 100 | 198 | 6 | 72107 |
| Douro (RH) | 60747 | 94 | 3730 | 5 | 64477 |
| Vouga, Mondego, Lis e Ribeiças do Oeste (RH 4) | 108642 | 95 | 5438 | 1 | 114081 |
| Tejo (RH 5) | 208805 | 99 | 2033 | 3 | 210837 |
| Sado e Mira (RH 6) | 16559 | 97 | 569 | 4 | 17127 |
| Guadiana (RH 7) | 13058 | 96 | 613 | 0,1 | 13671 |
| Ribeiras do Algarve (RH 8) | 40371 | 100 | 32 | 36 | 40404 |
| Açores (RH 9) | 2996 | 64 | 1680 | 0 | 4676 |
| Madeira (RH 10) | 13627 | 100 | 0 | | 13627 |
| Nacional | 548294 | - | 1432 | - | 562615 |

A figura 18 ilustra a distribuição nas diferentes RH dos tipos de tratamento em ETAR.

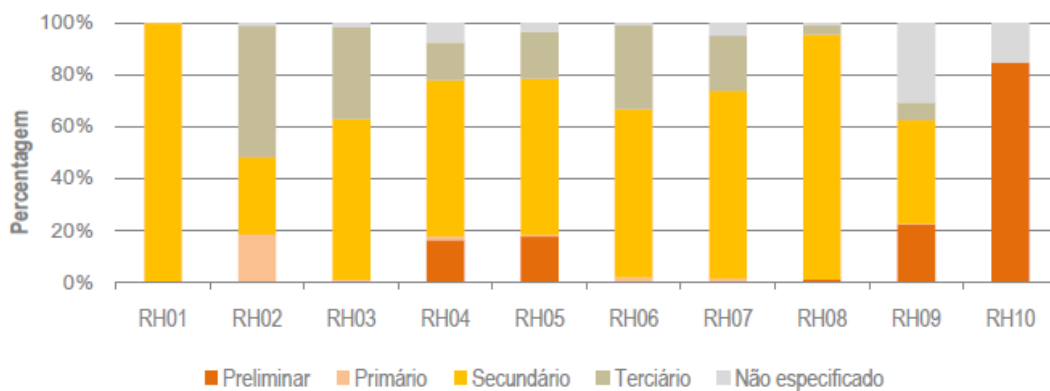


Figura 18: Tipos de tratamento nas Regiões Hidrográficas. Fonte: INSAAR 2010.

Dados INSAAR de 2008 revelam que foram produzidas nas ETAR portuguesas 1.268.035,504 t de lamas de depuração no mesmo ano.

Com a apresentação destes dados pretende-se mostrar que têm sido realizados investimentos em Portugal de modo a melhorar e otimizar a recolha e o tratamento de águas residuais, o que se vai refletir num aumento da produção de lamas de depuração. A melhoria das ETAR, com o incremento de mais fases de tratamento e o melhoramento dos mesmos, vai permitir uma melhor monitorização das lamas fazendo com que estas cumpram os requisitos indicados na legislação, para que possam ser valorizadas e empregues nos solos.

Na figura 19 apresenta-se a evolução do destino final dado às lamas em Portugal Continental até ao ano de 2005.

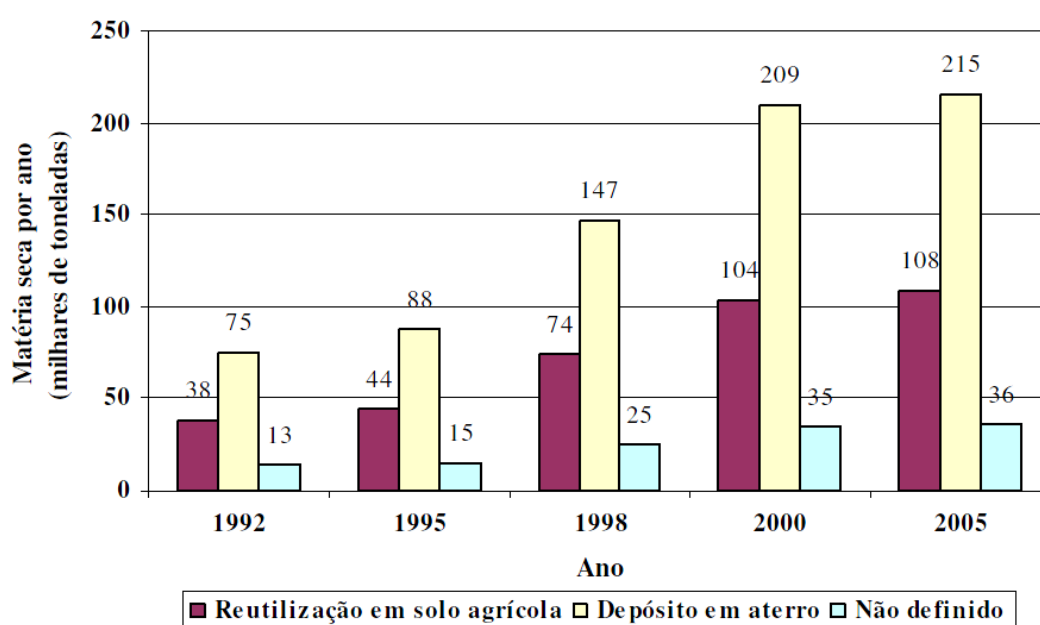


Figura 19: Principais destinos finais dados às lamas de ETAR em Portugal. Fonte: European Commission, 2008.

As informações relativas à produção e valorização de lamas de depuração em Portugal enquadram-se no âmbito da Declaração de Planeamento das Operações (DPO), previsto no artigo 18.º do Decreto-Lei n.º 276/2013, de 2 de Outubro, relativo ao regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas.

A Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) é a entidade da administração central do Ministério da Agricultura e Pescas com competências na promoção e coordenação da

implementação da diretiva relativa à proteção dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração.

A DPO é apresentada anualmente à Direção-Regional de Agricultura e Pescas (DRAP) territorialmente competente, pelo titular do Plano de Gestão de Lamas (PGL), onde são definidas as parcelas que irão ser sujeitas a utilização e a sua conformidade com o PGL aprovado. A DPO é relativa a uma exploração agrícola e reporta -se a cada ano civil.

Desta forma as DRAP detêm a informação relativa à produção de lamas desde a aprovação do diploma referido até à presente data. De referir ainda que para cumprimento do artigo 28.º do diploma referido anteriormente, a DRAP comunica anualmente à Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e à DGADR um conjunto de informações (alínea a) a g) do art.º 28.º), que englobam as zonas e quantidades de lamas aplicadas em território nacional, referentes ao ano anterior, pelo que estas entidades dispõem de informações anuais. Acrescenta-se ainda que a APA é a entidade do Ministério do Ambiente que efetua a comunicação com a Comissão Europeia no sentido da elaboração do relatório de cumprimento da diretiva LAMAS, enviando um relatório com os dados atualizados de dois em dois anos. À APA são enviados anualmente os relatórios, produzidos pela DRAP, onde consta a produção de lamas a nível nacional.

O último relatório sobre a aplicação da Diretiva 94/741/CE, de 24 de Outubro de 1994, elaborado pela APA, é referente ao período de 2010 a 2012. Deste relatório constam as respostas ao questionário sobre a transposição e aplicação da Diretiva 86/278/CEE, de 12 de Julho de 1986. Assim, são apresentados os resultados obtidos a nível nacional junto das entidades gestoras de águas e esgotos relativamente à produção de lamas de depuração e as características das lamas utilizadas na agricultura, conforme se apresenta nos quadros 20 e 21.

Quadro 20: Produção de lamas de depuração a nível nacional. Fonte: APA, 2012.

| Matéria seca (toneladas/ano) | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 2010 ^(c) | 2011 ^(c) | 2012 ^(c) |
| Lamas produzidas pelas estações de tratamento: | | | |
| Urbanas ^(a) | 98 369,73 | 83 728,17 | 119 221,46 |
| Industriais ^(b) | 64 310,34 | 56 285,04 | 165 554,64 |
| Total | 162 680,07 | 140 013,21 | 284 776,10 |
| Lamas utilizadas na agricultura: | | | |
| Urbanas ^(a) | 3 490,96 | 14 693,33 | 21 252,96 |
| Industriais ^(b) | 2 155,80 | 8 394,66 | 7 918,87 |
| Total | 5 646,76 | 23 087,98 | 29 171,83 |

^(a) Lamas produzidas em estações de tratamento e fossas sépticas de águas residuais urbanas.

^(b) Lamas produzidas em estações de tratamento de águas residuais industriais.

^(c) Foi utilizado um valor médio estimado de matéria seca de 20%.

Não está referenciado no relatório se os dados dizem respeito a 100% das ETAR portuguesas.

No quadro 20 verifica-se que houve um aumento substancial da produção de lamas de depuração assim como da sua valorização para a agricultura do ano 2010 para o ano 2012 o que pode demonstrar que há uma aceitação cada vez maior deste resíduo enquanto fertilizante dos solos. No ano 2011 verificou-se um decréscimo dos valores o que não significa necessariamente uma menor produção de lamas, pode significar que algumas entidades gestoras não comunicaram os dados obtidos.

Quadro 21: Produção de lamas de depuração a nível nacional. Fonte: APA, 2012.

| Lamas utilizadas na agricultura | | | |
|--|---------|---------|---------|
| Valor médio de concentração (mg/km de matéria seca) | | | |
| Parâmetros | 2010 | 2011 | 2012 |
| Metais | | | |
| Cádmio | 2,079 | 1,802 | 4,241 |
| Cobre | 232,817 | 151,237 | 203,383 |
| Níquel | 30,397 | 43,881 | 44,502 |
| Chumbo | 55,135 | 32,444 | 48,900 |
| Zinco | 628,654 | 501,544 | 560,82 |
| Mercúrio | 0,771 | 0,978 | 1,730 |
| Crómio | 67,431 | 113,036 | 87,443 |
| Elementos | | | |
| Azoto N total | 49 292 | 28 709 | 37 092 |
| Fósforo P total | 22 869 | 9 793 | 17 847 |

O Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal de 2012 (RASARP 2012), Volume 3, apresenta a Avaliação da Qualidade do Serviço Prestado aos Utilizadores, que diz respeito à qualidade do serviço prestado aos utilizadores por todo o universo de entidades gestoras de águas e resíduos no ano de 2011, referenciada a 31 de Dezembro, abordando a avaliação dessa qualidade por indicador de qualidade do serviço e por entidade gestora.

Os dados contidos no RASARP têm o objetivo de avaliar o destino final dado às lamas resultantes do tratamento das águas residuais enquanto potencial fonte de contaminação dos recursos naturais. No RASARP constam os dados a nível nacional do serviço em e em baixa conforme quadro 22. Os valores de referência para sistemas em alta e baixa são: qualidade do serviço boa [100%], qualidade do serviço mediana [95%; 100%] e qualidade do serviço insatisfatória [0%; 95%].

Quadro 22: Avaliação a nível nacional do serviço em alta e em baixa. Fonte: Adaptado do RASARP.

| | Serviço em alta (para 100% de entidades) | Serviço em baixa (para 38% de entidades) |
|--|---|---|
| Lamas com destino adequado | 293 316 t | 250 271 t |
| Lamas armazenadas iniciais (início do ano) | 4 369 t | 751 t |
| Lamas produzidas no sistema | 293 766 t | 263 730 t |
| Lamas de outros sistemas | 2 t | 0 t |
| Lamas armazenadas finais (fim do ano) | 4 821 t | 706 t |
| AR16a – Destino de lamas do tratamento | 100% | 95% |

Conclui-se que, a nível nacional, é adequado o destino de lamas do tratamento dado pelas entidades no serviço em alta e mediano no serviço em baixa, indiciando potencial de melhoria com a implementação de procedimentos necessários para o cumprimento da legislação em vigor no que respeita à gestão das lamas, em articulação com os operadores de gestão de resíduos e com as entidades ambientais competentes. Note-se que este indicador avalia apenas o encaminhamento das lamas para operadores de gestão de resíduos e/ou agricultores com alvará/licença em vigor [RASARP, 2012].

6. ENSAIO EXPERIMENTAL

6.1. ETAR DE BEIROLAS

A ETAR de Beirolas, que serve a zona oriental de Lisboa e parte do Município de Loures, iniciou a exploração em 1989 com tratamento secundário. Foi ampliada em 2000 para tratamento de nível terciário, por lamas ativadas em biomassa suspensa, incluindo filtração e desinfecção do efluente, com vista a potencial reutilização. Inclui ainda digestão anaeróbia de lamas o que permite produzir energia elétrica e reduzir os custos energéticos da instalação em cerca de 35%. As lamas são desidratadas, mecanicamente, em centrífugas. Esta ETAR tem capacidade para tratar 54.500 m³/dia, destacando-se a contribuição de efluentes de origem industrial.

6.1.1. Esquema de Tratamento

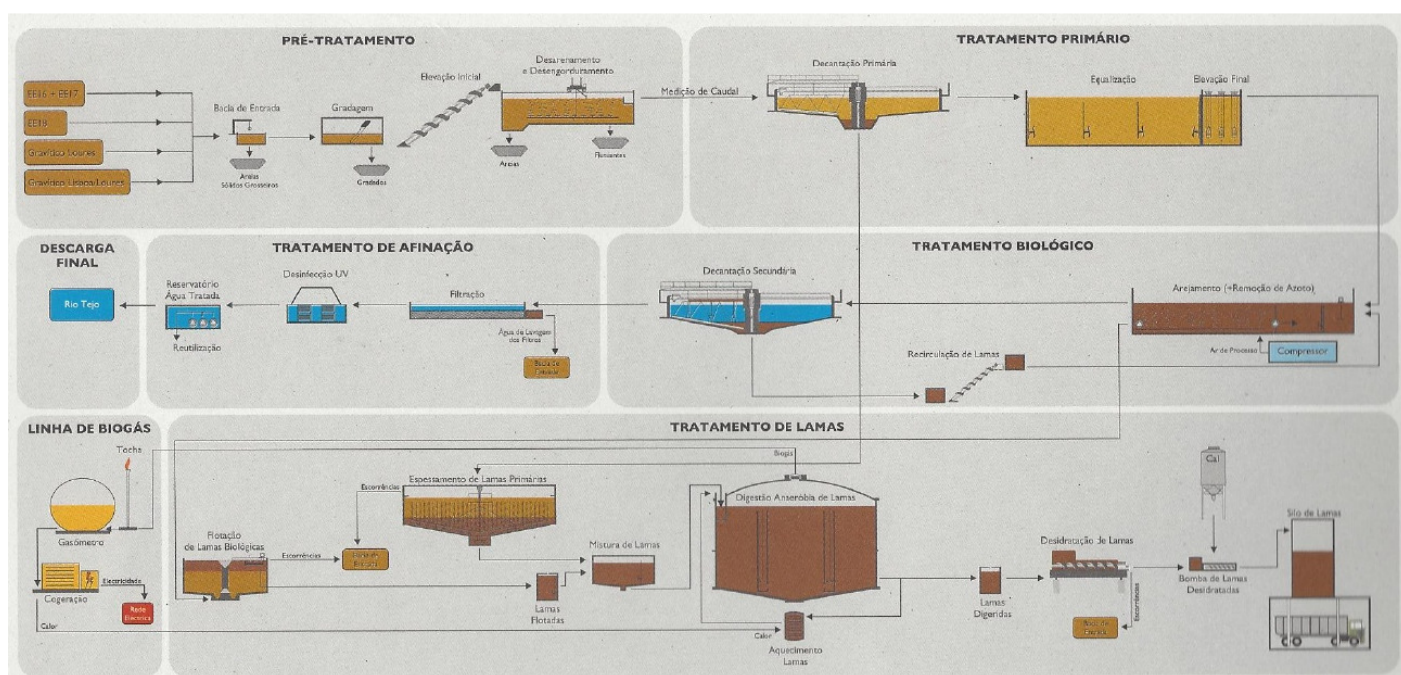


Figura 20: Esquema de tratamento da Linha Líquida e da Linha Sólida da ETAR de Beirolas.
Fonte: SIMTEJO.

- **Tratamento preliminar**

Bacia de Entrada: A maior parte das águas residuais brutas afluem à ETAR por bombagem, as restantes por gravidade. Na Bacia de Entrada há necessidade de proceder à remoção de areias, tarefa executada com auxílio de uma grua hidráulica (figura 21).

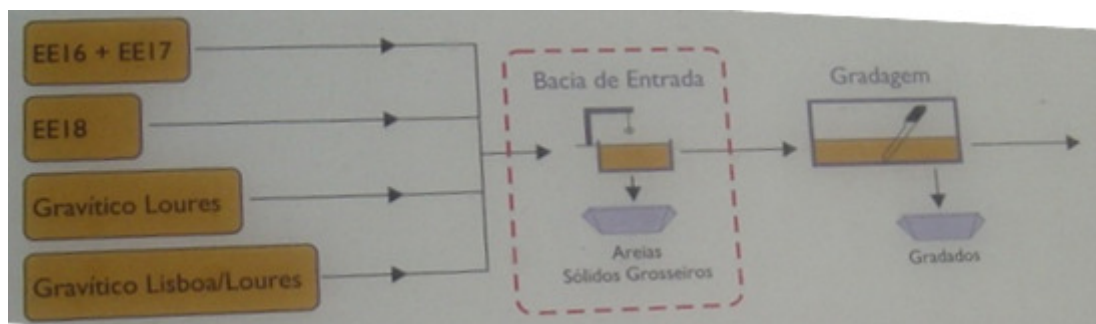


Figura 21: Esquema do Tratamento Preliminar – Bacia de Entrada. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

Gradagem: Após passar pela Bacia de Entrada as águas residuais passam para a Gradagem onde são eliminadas as matérias em suspensão e flutuantes de grandes dimensões, fazendo-se passar o efluente entre um conjunto de grades de diferente espaçamento (figura 22). Os resíduos removidos são encaminhados para contentores de depois enviados a destino final (aterro). A Tamisação é realizada por dois tamisadores tipo Step-Screen com espaçamento de 6 mm.

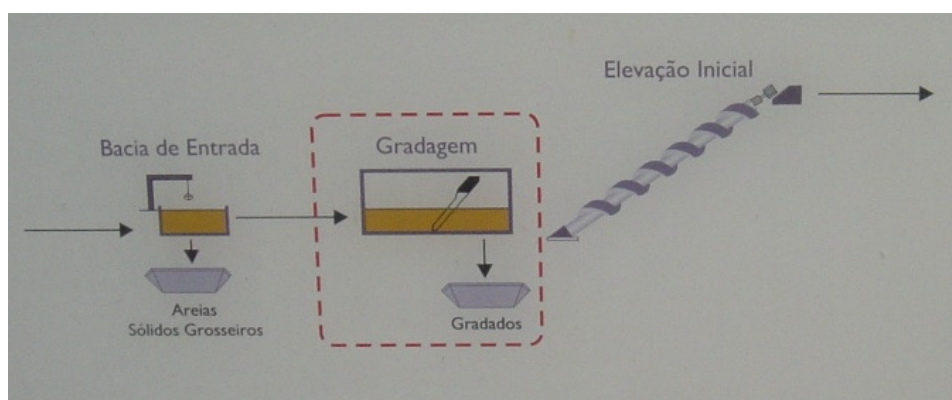


Figura 22: Esquema do Tratamento Preliminar - Gradagem. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

Elevação inicial: As águas residuais gradadas que afluem graviticamente à ETAR são elevadas num estágio de elevação por ação de parafusos de Arquimedes (figura 23). A cota de descarga das águas após os parafusos permite que as mesmas percorram graviticamente a linha de tratamento até final do Tratamento Primário. A elevação inicial é realizada por (2+1) parafusos de Arquimedes com uma capacidade para um caudal unitário máximo de 539 l/s.

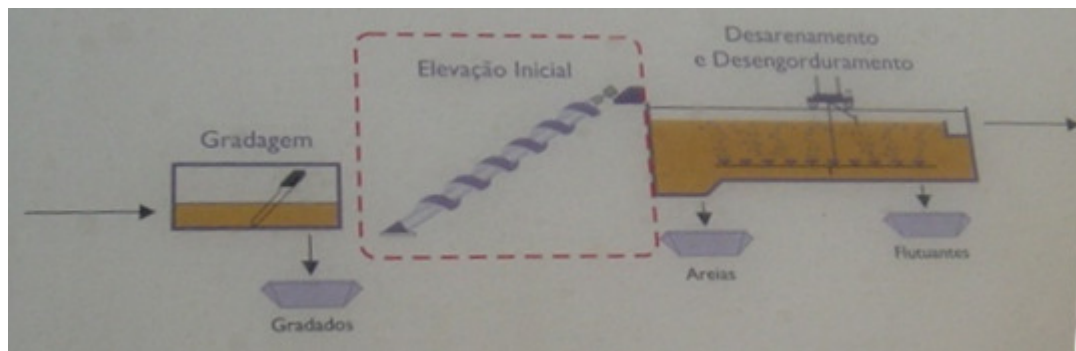


Figura 23: Esquema do Tratamento Preliminar - Elevação. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

- **Tratamento primário**

Decantação primária e Bacia de Equalização: Depois de elevada, a água residual entra no decantador primário onde se depositam por ação da gravidade os sólidos suspensos de maiores dimensões, dando origem às lamas primárias. De seguida o caudal entra no tanque de equalização sendo posteriormente elevado para o tanque de arejamento.

- **Tratamento biológico**

Após a passagem pelos tanques de equalização, a água residual é encaminhada para os reatores biológicos onde se dá a remoção de matéria orgânica dissolvida e de Nutrientes através da Nitrificação (Arejamento)/Desnitrificação (Anóxia) (figura 24). A biomassa constituinte das lamas ativadas (microrganismos) necessita de grandes quantidades de oxigénio, o que se consegue através da injeção de ar (micro-bolhas) no tanque de Arejamento onde o ar é injetado no fundo por 4+1 turbo-compressores, tendo uma capacidade para um caudal unitário variável de 4400 a 9700 Nm³/h. Os microrganismos que constituem a lama ativada convertem a matéria orgânica em gases e tecido celular, depurando a água. Como o tecido celular é mais denso que a água, as células resultantes são removidas do líquido tratado por gravidade, nos decantadores secundários compostos por 2 unidades com zona anaeróbia, anóxica e arejada, com uma capacidade para um volume unitário total de 11 725 m³.

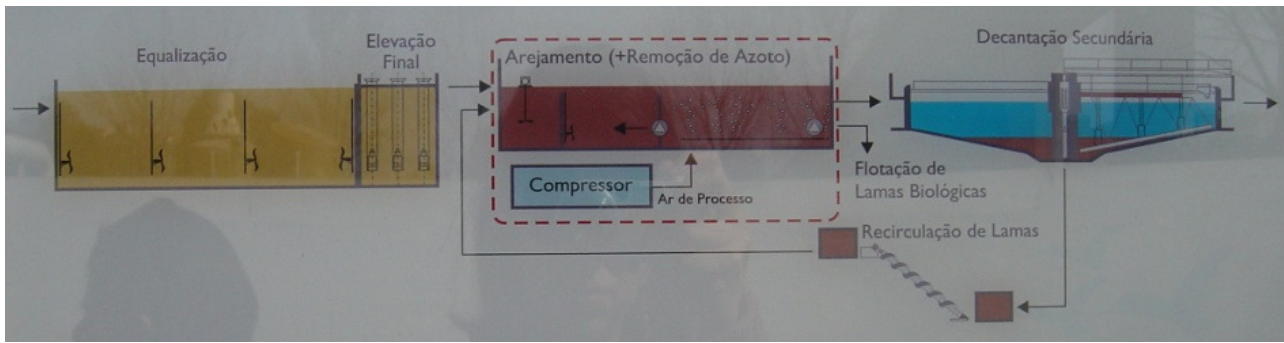


Figura 24: Tratamento Biológico – Lamas ativadas. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

O decantador secundário produz um efluente clarificado, estabilizado e com baixo teor em CBO_5 e SST. As lamas decantadas são removidas por Decantação e Sucção para os poços de lamas de onde são recirculadas para o tanque de Arejamento ou extraídas para Espessamento por Flotação (lamas em excesso).

- **Tratamento de Afinação**

Desinfecção UV: As águas residuais tratadas provenientes da filtração são posteriormente desinfetadas por radiação ultravioleta antes da rejeição no meio recetor para obtenção da qualidade microbiológica fixada. O sistema de Desinfecção é constituído por 1 canal, 2 bancos com 5 módulos cada, cada módulo com 6 lâmpadas de média pressão com vapor de mercúrio (figura 25). A radiação ultravioleta, com um comprimento de onda próximo de 254 nm, penetra através da parede celular dos microrganismos e é absorvida pelo DNA e RNA, provocando a morte celular ou impedindo a replicação dos mesmos. O efluente tratado após Desinfecção pode ser reutilizado para fins de segunda linha (lavagem, rega), quer internamente, quer externamente. A maior parte do efluente tratado é descarregado no Rio Tejo.

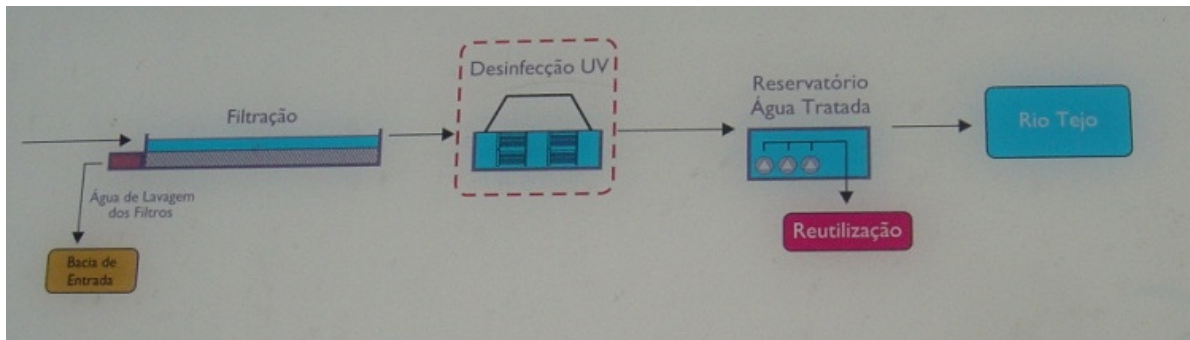


Figura 25: Tratamento de Afinação – Desinfecção UV. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

Na ETAR de Beirolas, atendendo ao esquema de tratamento, obtêm-se dois tipos de lamas: Primárias e Secundárias. O seu tratamento resume-se em cinco etapas [Figueiredo, 1998] (figura 26):

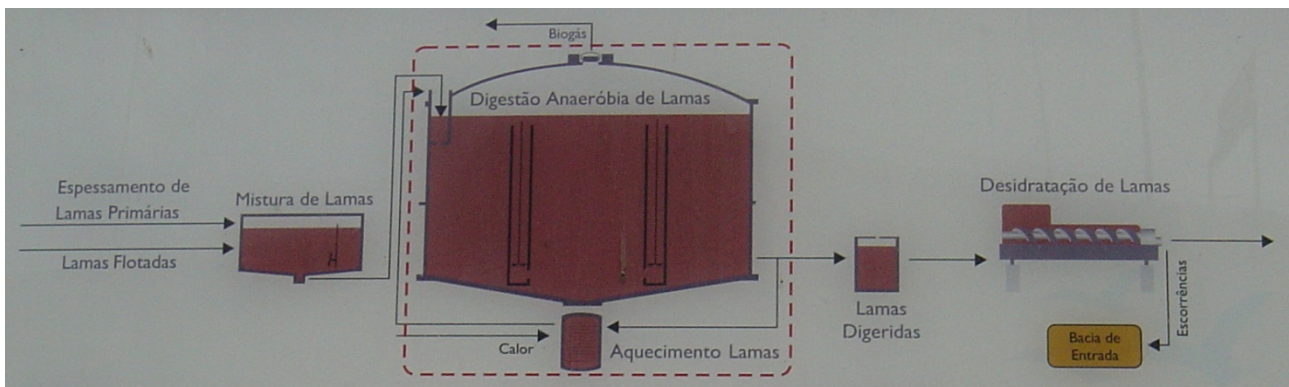


Figura 26: Tratamento de lamas – Digestão anaeróbia. Fonte: SIMTEJO - ETAR de Beirolas, 06 de Março de 2012.

- Espessamento das lamas primárias – no espessador reduz-se o volume de água das lamas primárias extraídas dos decantadores primários.
- Flotação das lamas secundárias – no flotador as lamas secundárias provenientes do tanque de arejamento, previamente pressurizadas no balão de pressurização, obtendo-se uma redução do volume de lamas e portanto uma maior concentração em sólidos que passa, em média, de 2g/L para 30 g/L.
- Mistura das lamas primárias e secundárias (lamas mistas) – as lamas mistas são sujeitas a estabilização num digestor anaeróbio agitado (figura 26), a cerca de 35°C, o que permite a estabilização das lamas, reduzindo o seu teor em matérias voláteis e a produção de biogás que é

reaproveitado para a produção de calor e de eletricidade. As lamas são mantidas no digestor durante cerca de 20 dias, a uma temperatura constante na ordem dos 35°C. As lamas, com concentração que pode variar entre 30 e 35 g/L encontram-se permanentemente em recirculação e são aquecidas em permutadores de calor com água quente.

- Desidratação mecânica – a desidratação mecânica é efetuada em filtros de banda. A eficiência está condicionada com o tipo de polímero adicionado às lamas a montante da entrada nas máquinas. O tipo e quantidade de polímero adicionado está diretamente relacionado com o tipo de lamas a desidratar. A proporção média utilizada na ETAR de Beirolas é de 3,4 kg/t.ms.

- Estabilização química - A estabilização química é efetuada com cal viva, o que eleva o pH das lamas para valores entre 11,5 e 12,5. Há uma reação exotérmica com a água existente nas lamas o que destrói ou inibe os organismos patogénicos e os envolvidos na decomposição das lamas. Deste modo, pequenas ou nenhuma decomposições ocorrem e portanto os odores são minorados. A destruição dos organismos patogénicos reduz bactérias perigosas para a saúde pública.

A adição contribui também para reduções de volume das lamas estabilizadas para um valor médio de concentração em sólidos de 35%.

As adições de cal viva são em média de 0,20 t de cal/t.ms.

O quadro 23 apresenta os valores médios das concentrações de sólidos em suspensão tratados e o pH das lamas ao longo do processo de tratamento. Verifica-se que o pH das lamas diminui durante os processos de tratamento, sendo que na estabilização com a adição de cal sobe para valores da ordem dos 12,0.

Quadro 23: Valores médios das concentrações de sólidos em suspensão tratados e pH das lamas ao longo do processo de tratamento. Fonte: Figueiredo, 1998.

| | Lamas Primárias | | Lamas Espessadas | | Lamas Flotadas | | Lamas Desidratadas | | Lamas Estabilizadas | |
|------------------|-----------------|-----------|------------------|-----------|----------------|-----------|--------------------|---------|---------------------|---------|
| | pH | SST (g/L) | pH | SST (g/L) | pH | SST (g/L) | pH | SST (%) | pH | SST (%) |
| ETAR DE Beirolas | 7,0 | 7,3 | 5,9 | 89,4 | 6,7 | 29,9 | 6,3 | 23 | 12,2 | 31 |

6.2. CASO PRÁTICO

6.2.1. Objetivo e metodologia

No âmbito da presente dissertação levou-se a cabo um ensaio experimental que consistiu na aplicação de lamas de depuração da ETAR de Beirolas num terreno de cultivo de produtos hortícolas em Alverca do Ribatejo. O objetivo deste ensaio é verificar se a aplicação de lamas tem influência na produção qualitativa e quantitativa da cultura de feijão verde. Escolheu-se esta cultura pois o seu crescimento faz-se acima do solo, não estando a vagem do feijão em contacto com as lamas, diminuindo a absorção de possíveis resíduos nocivos contidos nas lamas.

→ No dia 22 de Julho foram recolhidos 2 baldes, com 6 kg cada, de lamas de depuração da ETAR de Beirolas (figura 27). Tomou-se como referência um ensaio experimental levado a cabo pela Universidade dos Açores que consistiu na utilização de lamas da ETAR municipal na cultura de Milho. Nesse ensaio foram aplicadas lamas à razão de 12 t/ha.



Figura 27: 12 kg Lamas recolhidas na ETAR de Beirolas.

→ As lamas foram misturadas com o solo, tentou-se fazer uma distribuição homogênea (figura 28).



Figura 28: Espalhamento das lamas e mistura com o solo.

→ Definiram-se os talhões no terreno disponível, cada um com 2,5 m x 1,75 m (figura 29). Convertendo para hectares, seria necessário 13 714,3 kg de lamas de depuração para 1 hectare. Abriram-se os regos e humedeceu-se o solo para deitar as sementes do feijão verde (figuras 30 e 31).

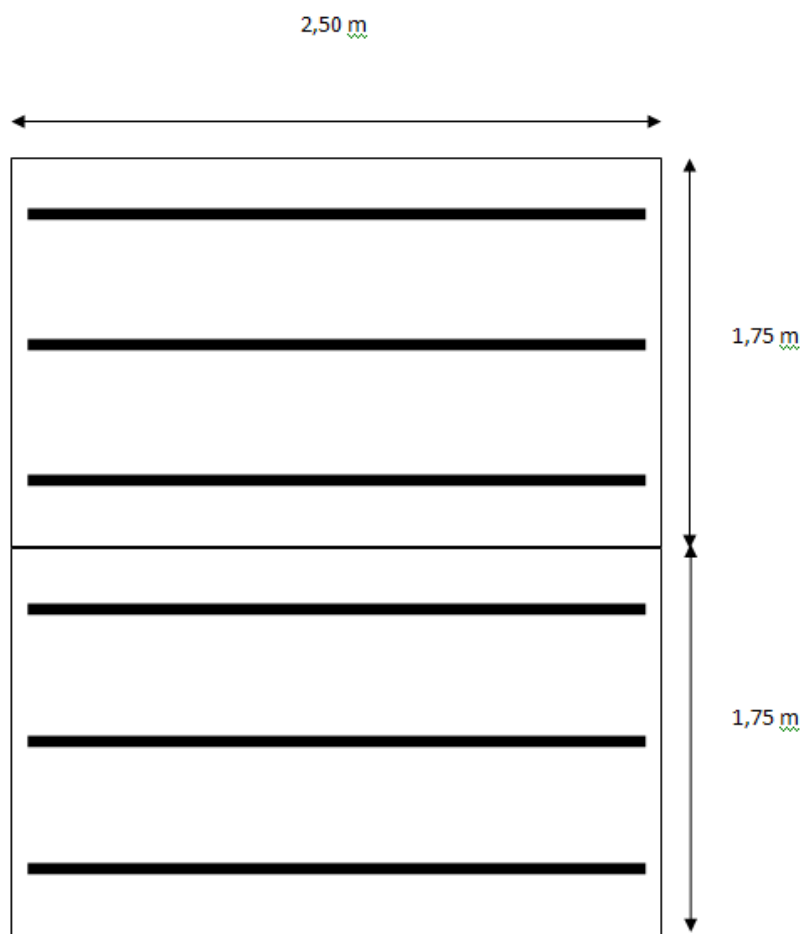


Figura 29: Esquema da definição dos talhões.



Figuras 30 e 31: Definição dos regos para plantar as sementes do feijão verde.

→ Tapou-se cuidadosamente os regos (figura 32 e 33).



Figuras 32 e 33: Solo preparado com as lamas de depuração e com as sementes de feijão verde.

→ No dia 06 de Agosto foram colocadas as canas de suporte ao crescimento do feijão verde (figura 34).



Figura 34: Feijão verde com três semanas.

→ No dia 11 de Agosto as folhas do feijão trepavam pelas canas, com um aspeto saudável (figura 35 e 36).



Figuras 35 e 36: Feijão verde com quatro semanas.

→ No dia 25 de Agosto as ramas do feijão já tinham atingido os 2,20m e começaram a nascer as vagens (figura 37 e 38).



Figuras 37 e 38: Feijão verde com seis semanas.

→ Ao lado cresce uma plantação de feijão verde com mais 3 semanas e sem adição de lamas de depuração (figura 39 e 40).



Figura 39: Feijão verde com seis semanas mas sem adição de lamas.



Figura 40: Do lado esquerdo, plantação com mais 3 semanas e sem lamas.

6.2.2. Resultados Qualitativos e Quantitativos

A cultura não foi vítima de pragas, teve um crescimento normal. As vagens apresentaram dimensões e cor normal (figura 41 e 42). O seu crescimento e desenvolvimento assemelhou-se ao da cultura sem adição de lamas.

Cada recolha feita tinha cerca de 1 kg. No total recolheram-se 10 kg de vagens de feijão (figura 43, 44 e 45). Convertendo em hectares, daria uma produção de 11 428,60 kg de feijão verde.



Figuras 41 e 42: Vagens de feijão verde em condições de recolha.



Figuras 43, 44 e 45: Pesagem de algumas das recolhas feitas.

A SIMTEJO teve a gentileza de fornecer os resultados laboratoriais realizados às lamas recolhidas (lamas desidratadas/estabilizadas).

O quadro 24 apresenta os resultados obtidos aos ensaios laboratoriais e os valores limite apresentados no Decreto-Lei n.º 276/2009, de 2 de Outubro.

Quadro 24: Resultados dos ensaios laboratoriais realizados às lamas aplicadas no caso prático. Fonte: SIMTEJO.

| Parâmetro | Resultado | Método | Valores limite definidos no D.L. n.º 276/2009 de 02/10 |
|---|-------------------------------------|-----------------------------|---|
| Matéria Seca | 21% | EN 12880:2000 | |
| Matéria Orgânica (550°C) | 66% (m.s.) | EN 12879:2000 | |
| pH | 7,7 (a 24°C) | NP EN 12176:2000 | |
| Azoto Total | 58000 mg/kg (m.s.) | EN 13342:2000 | |
| Azoto Amoniacal | 3500 g/kg (m.s.) | SMEWW 4500 NH3- B e C | |
| Fósforo Total | 18 g/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | |
| Potássio Total | 2300 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | |
| Magnésio Total | 5500 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | |
| Cálcio Total | 94000 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | |
| Cádmio | < 4 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | 20 mg/kg (m.s.) |
| Chumbo | 50 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | 750 mg/kg (m.s.) |
| Zinco | 800 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) | 2500 mg/kg (m.s.) |
| Mercúrio | 0,6 mg/kg (m.s.) | EPA 7473:2007 | 16 mg/kg (m.s.) |
| Carbono Orgânico Total | 38% (m.s.) | M.M. 8.6 (A.E) (2009-05-06) | |
| Pesquisa e Quantificação de E. Coli | < 1.0x10 ¹ (LQ) ufc/G | M.M. 8.6 (A.E) (2009-05-06) | < 1000 células/g de matéria fresca |
| Pesquisa de Salmonella | Neg. /50g | M.M. 8.6 (A.E) (2009-05-06) | Ausente em 50 g de material original |
| Quantificação de Ovos de Parasitas intestinais | 0 N/g | MI 30 (SMEWW 10550) | |

Da confrontação entre os valores obtidos e os valores admitidos na legislação em vigor, verifica-se que as lamas aplicadas têm valores muito abaixo dos máximos e que têm características ideais para a aplicação na agricultura.

6.2.3. Condições Atmosféricas

Durante este período não se verificaram grandes alterações climatéricas. Não houve pluviosidade, as temperaturas mantiveram-se constantes. Agosto caracterizou-se como um mês quente e seco. O valor médio da temperatura média do ar em Agosto, 23,40 °C, foi +1,25 °C superior ao valor normal (figura 46). Os valores médios da temperatura mínima e máxima do ar também foram superiores ao normal em +0,35 °C e +2,16 °C, respetivamente (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) (figura 47).

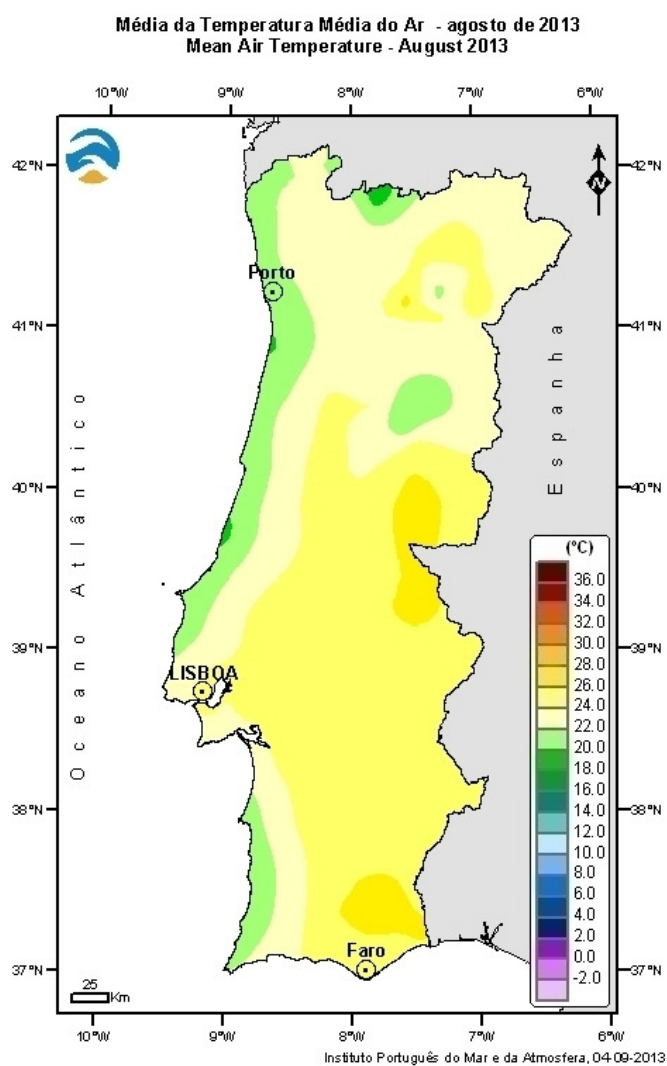


Figura 46: Média da Temperatura Média do Ar em Agosto. Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

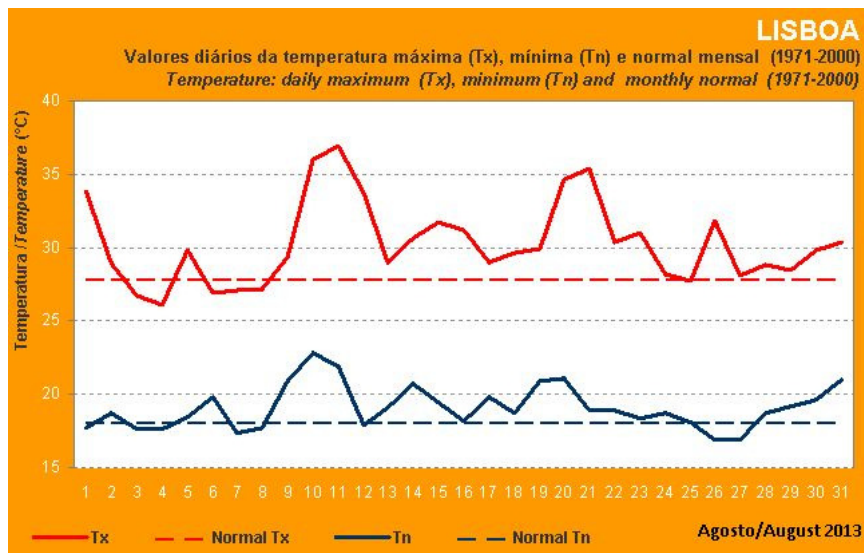


Figura 47: Valores das temperaturas máximas, mínimas na zona de Lisboa no mês de Agosto.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a realização deste trabalho verificou-se que um pouco por todo o mundo tomam-se decisões para minimizar os impactos causados pelo Homem ao ambiente. No que respeita às lamas provenientes das ETAR pretende-se que sejam cada vez mais um “objeto de valor” em detrimento de mais um “resíduo”.

A valorização de lamas é um tema atual com consequências ambientais e económicas. A regulamentação aplicável ao uso das lamas de depuração na agricultura e as metas impostas pela União Europeia conduzem a uma maior vigilância das condições de produção, armazenamento e aplicação das lamas na agricultura. A aceitação por parte dos agricultores e da população em geral tem vindo a aumentar muito fruto da evolução dos tratamentos a que as lamas são sujeitas e com os resultados apresentados que mostram que os valores dos elementos tóxicos nas lamas de depuração são consideravelmente inferiores aos máximos admitidos na legislação em vigor. Neste momento as lamas de depuração constituem um proveito para as entidades gestoras das ETAR e ETA ainda que sendo comercializadas a muito baixo preço.

Relativamente ao ensaio experimental levado a cabo, não é possível concluir se a cultura do feijão verde pode beneficiar ou não em larga escala da aplicação de lamas de depuração. Em condições ideais deveriam ter sido realizados ensaios ao solo antes do cultivo, depois do cultivo, ensaios às vagens de feijão verde e ao feijão semeado em “condições normais”, deveriam ter sido realizados vários ensaios com a aplicação de diferentes quantidades de lamas de depuração no solo. Dos resultados obtidos verificou-se um crescimento e um desenvolvimento normal da cultura, em perfeitas condições para consumo. Os resultados obtidos são inconclusivos pois possivelmente com a aplicação de uma maior quantidade de lamas de depuração o crescimento da cultura seria mais rápido e a quantidade de feijão verde seria maior. Sugere-se assim, que num próximo ensaio experimental do género se estudem as várias possibilidades (quantidades diferentes de lamas, de água de rega) e que se façam ensaios laboratoriais ao solo e à cultura.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Metcalf and Eddy; Wastewater Engineering – Treatment, Disposal and Reuse; 4ª Edição; MacGraw-Hill, Inc; 2004.

SPINOSA, Ludovico; Sludge into biosolids: processing, disposal, utilization; IWA Publishing; Londres; 2001.

DIAS, José Cardoso Soveral; Guia de boas práticas - Aplicação de Lamas na Agricultura; Reciclamas; Lisboa; Agosto 2004.

MYERS, Stephen D, Sistemas de Águas Residuais Urbanas – Um guia para não especialistas; Agencia Europeia do Ambiente em colaboração com a Associação Europeia da Água (EWA); Braga; 1998.

COSTA, Manuel da Silva; Utilização de Águas Residuais Depuradas na Rega e de Lamas Urbanas como fertilizante dos Solos do Algarve; Universidade do Algarve - Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais; Faro; 2003.

OUTWATER, Alice B.; Reuse of sludge and minor wastewater residuals; Lewis Publishers; USA; 1994.

BERCO, Valeriu; Análise Qualitativa de Lamas de Etar e Competitividade Económica dos processos de tratamento e escoamento: caso da ETAR da Guia; Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa; Lisboa; 2013.

SOUSA, Ricardo José Vieira de; Estratégias de Gestão de Lamas das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Extrusão de Lamas para aplicação na Agricultura; Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia; Porto; 2005.

FIGUEIREDO, Isabel Bronze; Destino Final das Lamas das ETAR de Lisboa; Lisboa; 1998.

SOUSA, Ricardo José Vieira; Estratégia de Gestão de Lamas das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Extrusão de Lamas para Aplicação na Agricultura; Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Ambiente; Faculdade de Engenharia do Porto; Porto; Dezembro de 2005.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – Part 503 Rule, The Standards for the use or disposal of sewage sludge (Title 40 of the Code of Federal Regulations, Part 503), 1993.

BÉRAUD, P., Carvalho, M., Cortez, C., Duarte, P., Fernandes, A., Morais, M., Pinto, S. (2007) Reutilização de Águas Residuais e Valorização de lamas – Panorama Nacional, APDA/CEAAR/GT3 e GT4.

Design of Municipal Wastewater Treatment Plants; 4ª edição. WEF Manual of Practice n.º 8 – ASCE Manual and Reports on Engineering Practice n.º 76. – vol.1; 1998.

GONÇALVES, J., Leitão J.- Tratamento, Transporte e Destino final de lamas de ETAR, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2001. Trabalho final de curso – Licenciatura em Engenharia de Ambiente.

MELO, António Manuel Amaral; VI Jornadas Agrícolas da Praia da Vitória; Universidade dos Açores; 2013.

Seminário sobre Tratamento e Destino final de Lamas de Águas Residuais; Organização Conjunta: LNEC, Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente, Serviços Municipalizados da Câmara Municipal de Loures; Lisboa, 7-9 de Junho de 1993.

Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais; Sistemas Públicos Urbanos INSAAR 2010 (dados 2009); Julho de 2011.

Relatório sobre a aplicação da Directiva 94/741/CE, de 24 de Outubro de 1994; Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia; Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA); 2012.

Relatório da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões sobre a aplicação da legislação comunitária relativa aos resíduos, no período de 2004-2006; Bruxelas; 2009.

DIAS, Soveral; Código de Boas Práticas Agrícolas; Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

Site da Agência Europeia do Ambiente

Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/sludge/index.htm>

Site da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR)

Disponível em: <http://www.ersar.pt/website/>

Diretiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 21 de Junho.

Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, Diário da República, I Série – A, N.º 139.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 01 de Agosto; Diário da República, I Série – A, N.º 176.

Decreto-Lei n.º 118/2006, de 21 de Junho; Diário da República, I Série – A, N.º 118.

Decreto-Lei n.º 276/2009, de 02 de Outubro; Diário da República, 1ª série – N.º 192.

ANEXOS

DIRECTIVA 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

(86/278/CEE)

O CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS,

Tendo em conta o Tratado que institui a Comunidade Económica Europeia e, nomeadamente, os seus artigos 100º e 235º,

Tendo em conta a proposta da Comissão ⁽¹⁾,

Tendo em conta o parecer do Parlamento Europeu ⁽²⁾,

Tendo em conta o parecer do Comité Económico e Social ⁽³⁾,

Considerando que a presente directiva tem por objecto regulamentar a utilização agrícola das lamas de depuração por forma a evitar efeitos nocivos sobre os solos, a vegetação, os animais e o homem, incentivando ao mesmo tempo a sua correcta utilização;

Considerando que as disparidades entre as disposições nos diferentes Estados-membros relativamente à utilização de lamas na agricultura podem repercutir-se no funcionamento do mercado comum; que é portanto conveniente proceder nesta área à aproximação de legislações prevista no artigo 100º do Tratado;

Considerando que as lamas de depuração utilizadas no âmbito da exploração agrícola não estão abrangidas pela Directiva 75/442/CEE do Conselho, de 15 de Julho de 1975, relativa aos detritos ⁽⁴⁾;

Considerando que as medidas previstas na Directiva 78/319/CEE do Conselho, de 20 de Março de 1978, relativa aos detritos tóxicos e perigosos ⁽⁵⁾, se aplicam igualmente às lamas de depuração, na medida em que tais lamas contenham ou estejam contaminadas por qualquer das substâncias ou matérias constantes do anexo dessa directiva que sejam de natureza, teor ou concentração susceptível de constituir um risco para a saúde ou para o ambiente;

Considerando que importa prever um regime especial que faculte uma total garantia de que será assegurada a protecção do homem, dos animais, dos vegetais e do ambiente contra os efeitos nocivos da utilização não controlada das lamas;

Considerando que esta directiva tem ainda como objectivo elaborar algumas primeiras medidas comunitárias no âmbito da protecção dos solos;

Considerando que as lamas podem ter propriedades agromónicas e que, por conseguinte, se justifica incentivar a sua valorização na agricultura desde que correctamente utilizadas; que a aplicação das lamas de depuração não deve prejudicar a qualidade dos solos e da produção agrícola;

Considerando que certos metais pesados são tóxicos para as plantas e para o homem através da sua presença nas colheitas, e que importa fixar valores-limite obrigatórios para estes elementos no solo;

Considerando que há que proibir a utilização das lamas sempre que a concentração dos referidos metais nos solos ultrapasse tais valores-limite;

Considerando ainda que é conveniente evitar que esses valores-limite sejam ultrapassados na sequência de uma aplicação de lamas; que importa para o efeito limitar a adição de metais pesados aos solos cultivados, quer mediante a fixação de quantidades máximas anuais de adição de lamas, zelando por que não sejam ultrapassados os valores-limite de concentrações de metais pesados nas lamas utilizadas, quer zelando por que não sejam ultrapassados os valores-limite aplicáveis às quantidades de metais pesados adicionados ao solo com base numa média de dez anos;

Considerando que as lamas têm de ser tratadas previamente à sua utilização na agricultura; que os Estados podem, no entanto, autorizar em certas condições a utilização de lamas não tratadas, sem risco para a saúde humana ou animal, caso sejam injectadas ou enterradas no solo;

Considerando que deve ser respeitado um certo prazo entre a utilização das lamas e a utilização dos prados para pastagem, a colheita das culturas forrageiras ou de certas culturas que estão normalmente em contacto directo com o solo e são consumidas cruas; que a utilização das lamas nas

(1) JO nº C 264 de 8. 10. 1982, p. 3 e JO nº C 154 de 14. 6. 1984, p. 6.

(2) JO nº C 77 de 19. 3. 1984, p. 136.

(3) JO nº C 90 de 5. 4. 1983, p. 27.

(4) JO nº L 194 de 25. 7. 1975, p. 39.

(5) JO nº L 84 de 31. 3. 1978, p. 43.

culturas hortícolas e de frutas deve ser proibida durante a fase vegetativa, excepto no caso de árvores de fruto;

Considerando que, em conformidade com a Directiva 75/440/CEE ⁽¹⁾ e com a Directiva 80/68/CEE ⁽²⁾, a utilização deve ser efectuada em condições que garantam a protecção do solo e das águas superficiais e subterrâneas;

Considerando que para o efeito é necessário controlar a qualidade das lamas e dos solos em que são utilizadas e que por conseguinte terá de efectuar-se a respectiva análise e comunicar aos utilizadores determinados resultados;

Considerando que, para o melhor conhecimento da utilização das lamas na agricultura, há que estar na posse de certos dados essenciais, a comunicar à Comissão sob a forma de relatórios periódicos; que à luz de tais relatórios, a Comissão apresentará, caso necessário, propostas tendentes a salvaguardar uma maior protecção dos solos e do ambiente;

Considerando que as lamas provenientes de estações de depuração de pequenas dimensões, que tratem essencialmente apenas águas de origem doméstica, apresentam riscos reduzidos para a saúde humana, animal, vegetal e para o ambiente e que, por conseguinte, é conveniente permitir, relativamente a estas lamas, a isenção de algumas das obrigações de informação previstas em matéria de informação e de análise;

Considerando que os Estados-membros devem poder estabelecer disposições mais restritivas do que as contidas na presente directiva; e que essas disposições devem ser comunicadas à Comissão;

Considerando que o progresso técnico e científico pode vir a criar a necessidade de uma rápida adaptação de algumas das disposições contidas na presente directiva; que, para facilitar a execução das medidas necessárias para o efeito, há que prever um procedimento que estabeleça uma cooperação estreita entre os Estados-membros e a Comissão; que essa cooperação deve efectuar-se no seio de um comité para a adaptação ao progresso técnico e científico;

Considerando que não tendo sido previstos pelo Tratado poderes de acção para além dos do artigo 235º;

ADOPTOU A PRESENTE DIRECTIVA:

Artigo 1º

A presente directiva tem por objectivo regulamentar a utilização das lamas de depuração na agricultura, de modo a evitar efeitos nocivos nos solos, na vegetação, nos

animais e no homem, encorajando ao mesmo tempo a sua correcta utilização.

Artigo 2º

Para efeitos da presente directiva, entende-se por:

- a) «Lamas»:
- i) As lamas residuais provenientes de estações de depuração que tratam águas residuais domésticas ou urbanas e de outras estações de depuração que tratam águas residuais de composição similar às águas residuais domésticas e urbanas;
 - ii) As lamas residuais de fossas sépticas e de outras instalações similares para o tratamento de águas residuais;
 - iii) As lamas residuais provenientes de estações de depuração diferentes das referidas em i) e ii);
- b) «Lamas tratadas»:
- As lamas tratadas por via biológica, química ou térmica, por armazenagem a longo prazo ou por qualquer outro método adequado, de modo a reduzir, significativamente, o seu poder de fermentação e os inconvenientes sanitários da sua utilização;
- c) «Agricultura»:
- Todo o tipo de cultura com finalidade comercial e alimentar, incluindo a destinada à criação de animais;
- d) «Utilização»:
- A disseminação das lamas sobre o solo ou qualquer outra aplicação das lamas sobre e no solo.

Artigo 3º

1. As lamas referidas na alínea a), ponto i), do artigo 2º, só podem ser utilizadas na agricultura em conformidade com a presente directiva.

2. Sem prejuízo da Directiva 75/442/CEE e da Directiva 78/319/CEE:

— as lamas referidas na alínea a), ponto ii), do artigo 2º podem ser utilizadas na agricultura, sob reserva das condições que o Estado-membro em questão possa considerar necessárias a fim de assegurar a protecção da saúde do homem e do ambiente,

— as lamas referidas na alínea a), ponto iii), do artigo 2º podem ser utilizadas na agricultura com a condição de a sua utilização ser regulamentada pelo Estado-membro em questão.

Artigo 4º

Os valores relativos às concentrações de metais pesados nos solos receptores de lamas, às concentrações de metais pesados nas lamas e às quantidades máximas anuais destes

(1) JO nº L 194 de 25. 7. 1975, p. 26.

(2) JO nº L 20 de 26. 1. 1980, p. 43.

metais pesados que podem ser introduzidas nos solos de utilização agrícola constam dos Anexos I A, I B e I C.

Artigo 5º

Sem prejuízo do artigo 12º:

1. Os Estados-membros proibirão a utilização de lamas sempre que a concentração de um ou vários metais pesados nos solos ultrapasse os valores-limite por eles fixados em conformidade com o Anexo I A e tomarão as medidas necessárias para assegurar que esses valores-limite não sejam ultrapassados na sequência da utilização das lamas.
2. Os Estados-membros regulamentarão a utilização das lamas de maneira a que a acumulação dos metais pesados nos solos não conduza a uma ultrapassagem dos valores-limite referidos no nº 1. Para tal, aplicarão qualquer um dos procedimentos previstos nas alíneas a) e b) infra:
 - a) Os Estados-membros fixarão as quantidades máximas de lamas expressas em toneladas de matéria seca que podem ser fornecidas ao solo por unidade de superfície e por ano, respeitando os valores-limite de concentração de metais pesados nas lamas, que fixarão em conformidade com o Anexo I B;
 - ou
 - b) Os Estados-membros assegurarão o respeito de valores-limite de quantidades de metais introduzidos no solo por unidade de superfície e por unidade de tempo que constam no Anexo I C.

Artigo 6º

Sem prejuízo do artigo 7º:

- a) As lamas serão tratadas antes de serem utilizadas na agricultura. Todavia, os Estados-membros podem autorizar nas condições que estabelecerem a utilização das lamas não tratadas, se elas forem injectadas ou enterradas no solo;
- b) Os produtores de lamas de depuração fornecerão regularmente aos utilizadores todas as informações referidas no Anexo II A.

Artigo 7º

Os Estados-membros proibirão a utilização ou a entrega das lamas destinadas a serem utilizadas:

- a) Em prados ou culturas forrageiras, se nessas terras se proceder a pastagem ou à colheita de culturas forrageiras, antes de expirar um certo prazo. Este prazo, que será fixado pelos Estados-membros tendo em conta,

nomeadamente, a sua situação geográfica e climática, não pode em nenhum caso ser inferior a três semanas;

- b) Em culturas hortícolas e frutícolas durante o período vegetativo, com excepção das culturas de árvores de fruto;
- c) Em solos 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 dez meses antes da colheita e durante a colheita.

Artigo 8º

A utilização das lamas processa-se de acordo com as regras seguintes:

- a utilização deve ter em conta as necessidades nutricionais das plantas e não pode comprometer a qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas,
- se forem utilizadas lamas em solos cujo pH é inferior a 6, os Estados-membros terão em conta o aumento da mobilidade dos metais pesados e da sua absorção pelas plantas e, se for necessário, reduzirão os valores-limite que fixaram em conformidade com o Anexo I A.

Artigo 9º

As lamas e os solos sobre os quais elas são utilizadas serão analisados segundo o esquema referido nos Anexos II A e II B.

Os métodos de referência de amostragem e de análise são indicados no Anexo II C.

Artigo 10º

1. Os Estados-membros zelarão por que se mantenham actualizados registos onde são anotados:

- a) As quantidades de lamas produzidas e as entregues à agricultura;
- b) A composição e as características das lamas em relação aos parâmetros referidos no Anexo II A;
- c) O tipo de tratamento efectuado, tal como definido na alínea b) do artigo 2º;
- d) Os nomes e endereços dos destinatários das lamas e os locais de utilização das lamas.

2. Esses registos são mantidos à disposição das autoridades competentes e servem para estabelecer o relatório de síntese referido no artigo 17º.

3. A seu pedido, os métodos de tratamento e os resultados de análise são comunicados às autoridades competentes.

Artigo 11º

Os Estados-membros podem isentar das disposições da alínea b) do artigo 6º e do nº 1, alíneas b), c) e d), e do nº 2 do artigo 10º as lamas provenientes de estações de depuração de águas residuais cuja capacidade de tratamento seja inferior a 300 Kg DBO₅ por dia, correspondendo a 5 000 unidades equivalente habitantes e que sejam destinadas essencialmente ao tratamento das águas residuais de origem doméstica.

Artigo 12º

Os Estados-membros podem, se as condições o exigirem, adoptar medidas mais severas do que as previstas na presente directiva.

Qualquer decisão dessa ordem será imediatamente comunicada à Comissão, em conformidade com os acordos existentes.

Artigo 13º

A adaptação ao progresso técnico e científico em conformidade com o procedimento previsto no artigo 15º diz respeito às disposições dos anexos da directiva, com excepção dos parâmetros e valores referidos nos Anexos I A, I B e I C, de qualquer elemento susceptível de afectar a avaliação desses valores, bem como dos parâmetros a analisar referidos nos Anexos II A e II B.

Artigo 14º

1. É instituído um Comité de Adaptação ao Progresso Técnico e Científico, adiante denominado «Comité», que será composto por representantes dos Estados-membros e presidido por um representante da Comissão.

2. O Comité estabelece o seu regulamento interno.

Artigo 15º

1. Quando é feita referência ao procedimento definido no presente artigo, o Comité é chamado a pronunciar-se pelo seu presidente, ou por sua iniciativa ou a pedido de um representante de um Estado-membro.

2. O representante da Comissão submete ao Comité um projecto de medidas a tomar. O Comité emite o seu parecer sobre esse projecto num prazo que o Presidente pode fixar em função da urgência da matéria em questão. O Comité pronuncia-se por maioria de 54 votos, sendo aos votos dos Estados-membros atribuída a ponderação prevista no nº 2 do artigo 148º do Tratado. O Presidente não participa na votação.

3. a) A Comissão aprovará as medidas previstas quando estas são conformes ao parecer do Comité;
- b) Quando as medidas previstas não são conformes ao parecer do Comité, ou na ausência de parecer, a Comissão submeterá sem demora ao Conselho uma proposta relativa às medidas a tomar. O Conselho delibera por maioria qualificada;
- c) Se, no termo de um prazo de três meses a contar da data em que o assunto foi submetido ao Conselho, este não tiver deliberado, a Comissão aprovará as medidas propostas.

Artigo 16º

1. Os Estados-membros porão em vigor as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias para darem cumprimento à presente directiva num prazo de três anos a contar da sua notificação.

Os Estados-membros informarão desse facto imediatamente a Comissão.

Os Estados-membros comunicarão à Comissão o texto das disposições de direito interno que adoptarem no domínio regido pela presente directiva.

Artigo 17º

Os Estados-membros estabelecerão de quatro em quatro anos, e pela primeira vez cinco anos após a aplicação da presente directiva, um relatório de síntese sobre a utilização das lamas na agricultura, precisando as quantidades de lamas utilizadas, os critérios seguidos e as dificuldades encontradas e enviá-lo-ão à Comissão que publicará as informações contidas nesse relatório. À luz desse relatório, a Comissão submeterá, se for caso disso, propostas adequadas tendentes a assegurar uma maior protecção dos solos e do ambiente.

Artigo 18º

Os Estados-membros são destinatários da presente directiva.

Feito no Luxemburgo, em 12 de Junho de 1986.

Pelo Conselho

O Presidente

P. WINSEMIUS

ANEXO I A

VALORES-LIMITE DE CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NOS SOLOS

(mg/kg de matéria seca de uma amostra representativa dos solos com pH compreendido entre 6 e 7, tal como se encontra definido no Anexo II C)

| Parâmetros | Valores-limite ⁽¹⁾ |
|-----------------------|-------------------------------|
| Cádmio | 1 a 3 |
| Cobre ⁽²⁾ | 50 a 140 |
| Níquel ⁽²⁾ | 30 a 75 |
| Chumbo | 50 a 300 |
| Zinco ⁽²⁾ | 150 a 300 |
| Mercúrio | 1 a 1,5 |
| Crómio ⁽³⁾ | — |

⁽¹⁾ Os Estados-membros podem autorizar valores superiores aos limites acima reproduzidos quando se utilizem lamas em terrenos que, no momento da notificação da presente directiva, sejam destinados à eliminação de lamas mas onde se efectuem culturas com fins comerciais e destinadas unicamente ao consumo animal. Os Estados-membros comunicarão à Comissão o número e a natureza dos locais em causa. Zelarão além disso por que daí não resulte qualquer perigo para o homem e o ambiente.

⁽²⁾ Os Estados-membros podem autorizar que os valores-limite destes parâmetros sejam excedidos em terrenos cujo pH seja permanentemente superior a 7. Em caso algum podem as concentrações máximas autorizadas apresentar valores que excedam em mais de 50 % os valores acima reproduzidos. Os Estados-membros zelarão, além disso, por que do facto não resulte qualquer perigo para o homem e o ambiente e, nomeadamente, para os lençóis de água subterrâneos.

⁽³⁾ Não é possível neste estágio fixar valores-limite para o crómio. O Conselho fixará esses valores-limite num estágio posterior com base em propostas que apresentará à Comissão no prazo de um ano a seguir à notificação da presente directiva.

ANEXO I B

VALORES-LIMITE DE CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NAS LAMAS DESTINADAS À ESTRUMAÇÃO NA AGRICULTURA

(mg/kg de matéria seca)

| Parâmetros | Valores-limite |
|-----------------------|----------------|
| Cádmio | 20 a 40 |
| Cobre | 1 000 a 1 750 |
| Níquel | 300 a 400 |
| Chumbo | 750 a 1 200 |
| Zinco | 2 500 a 4 000 |
| Mercúrio | 16 a 25 |
| Crómio ⁽¹⁾ | — |

⁽¹⁾ Não é possível neste estágio fixar valores-limite para o crómio. O Conselho fixará esses valores-limite num estágio posterior com base em propostas que apresentará à Comissão no prazo de um ano a seguir à notificação da presente directiva.

ANEXO I C

VALORES-LIMITE PARA AS QUANTIDADES ANUAIS DE METAIS PESADOS QUE PODEM SER INTRODUZIDOS NOS SOLOS CULTIVADOS COM BASE NUMA MÉDIA DE 10 ANOS

(kg/ha/ano)

| Parâmetros | Valores-limite ⁽¹⁾ |
|-----------------------|-------------------------------|
| Cádmio | 0,15 |
| Cobre | 12 |
| Níquel | 3 |
| Chumbo | 15 |
| Zinco | 30 |
| Mercurio | 0,1 |
| Crómio ⁽²⁾ | — |

⁽¹⁾ Os Estados-membros podem autorizar valores superiores aos limites acima reproduzidos quando se utilizem lamas em terrenos que, no momento da notificação da presente directiva, sejam destinadas à eliminação de lamas mas onde se efectuem culturas com fins comerciais e destinadas unicamente ao consumo animal. Os Estados-membros comunicarão à Comissão o número e a natureza dos locais em causa. Zelarão além disso por que daí não resulte qualquer perigo para o homem e o ambiente.

⁽²⁾ Não é possível neste estágio fixar valores-limite para o crómio. O Conselho fixará esses valores-limite num estágio posterior com base em propostas que apresentará à Comissão no prazo da presente directiva.

ANEXO II A

ANÁLISE DAS LAMAS

1. Regra geral, as lamas devem ser analisadas de seis em seis meses, pelo menos. Se surgirem variações na qualidade das águas tratadas, deve ser aumentada a frequência das análises. Se os resultados das análises não variarem de maneira significativa durante um período de um ano, as lamas devem ser analisadas de doze em doze meses.
2. No caso das lamas provenientes das estações de depuração referidas no artigo 11º, se não tiver sido efectuada qualquer análise nos doze meses anteriores à aplicação da presente directiva, deve ser efectuada uma análise num prazo de doze meses a contar da aplicação da presente directiva, ou, eventualmente, num prazo de seis meses a contar da decisão de autorização da utilização na agricultura das lamas provenientes de tal estação. Os Estados-membros decidirão da frequência de análises posteriores em função dos resultados da primeira análise das eventuais variações surgidas na natureza das águas residuais tratadas e de quaisquer outros elementos pertinentes.
3. Sem prejuízo do nº 4, devem ser analisados os seguintes parâmetros:
 - matéria seca, matéria orgânica,
 - pH,
 - azoto e fósforo,
 - cádmio, cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio e crómio.
4. Para o cobre, o zinco e o crómio, quando se demonstrar a contento da autoridade competente do Estado-membro que tais metais não se encontram presentes ou apenas se encontram presentes em quantidade desprezível nas águas residuais tratadas pela estação de depuração, os Estados-membros decidirão das análises a efectuar.

ANEXO II B**ANÁLISE DOS SOLOS**

1. Antes de qualquer utilização das lamas, com excepção das provenientes das estações de depuração referidas no artigo 11º, os Estados-membros devem obter a garantia de que os teores de metais pesados dos solos não ultrapassam os valores-limite fixados nos termos do Anexo I A. Para o efeito, os Estados-membros decidirão das análises a efectuar, tendo em conta os dados científicos disponíveis sobre as características dos solos e a sua homogeneidade.
2. Os Estados-membros decidirão da frequência das análises posteriores, tendo em conta o teor de metais dos solos antes da utilização das lamas, a quantidade e a composição das lamas utilizadas, bem como qualquer outro elemento pertinente.
3. Devem ser analisados os seguintes parâmetros:
 - pH,
 - cádmio, cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio, crómio.

ANEXO II C**MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E DE ANÁLISE****1. Amostragem dos solos**

As amostras representativas dos solos sujeitos à análise devem ser constituídas pela mistura de 25 subamostras efectuada numa superfície inferior ou igual a cinco hectares homogeneamente explorada.

As colheitas devem ser efectuadas a uma profundidade de 25 cm, salvo se a profundidade da camada arável for inferior a este valor, não devendo, neste caso, a profundidade da colheita ser inferior a 10 cm.

2. Amostragem das lamas

As lamas serão objecto de amostragem após tratamento, mas antes da entrega ao utilizador, e devem ser representativas das lamas produzidas.

3. Métodos de análise

A análise dos metais pesados é efectuada após digestão com ácido forte. O método de referência da análise é a espectrometria de absorção atómica. O limite de detecção para cada metal não deve exceder 10 % do valor-limite adequado.

conhecidos, cujo curso de director de segurança tenha sido aprovado por despacho do Ministro da Administração Interna.

2 — Os estabelecimentos de ensino superior oficialmente reconhecidos que pretendam ministrar o curso de director de segurança devem apresentar o seu pedido de acreditação, acompanhado dos seguintes documentos:

- a) Requerimento de modelo próprio;
- b) Regulamento do curso;
- c) Programa do curso e respectivos conteúdos;
- d) Relação de formadores.

3 — Os processos de acreditação são instruídos pelo Departamento de Segurança Privada da Direcção Nacional da Polícia de Segurança Pública, no prazo de 30 dias.

4 — O programa do curso a ministrar terá a duração mínima de 180 horas e deve ter por base as seguintes matérias:

- a) Regime jurídico da segurança privada;
- b) Segurança física;
- c) Segurança electrónica;
- d) Segurança das pessoas;
- e) Segurança da informação;
- f) Prevenção e protecção contra incêndios;
- g) Planeamento e gestão da segurança privada.

5 — Pode igualmente ser reconhecida a formação, com aproveitamento, ministrada em estabelecimento de ensino superior oficialmente reconhecido, em curso de pós-graduação na área da segurança, desde que inclua as matérias e tenha a duração mínima previstas no número anterior.

7.º

Ausências e impedimentos

1 — Sempre que por qualquer motivo o director de segurança estiver ausente por um período de tempo superior a 30 dias deve o facto ser comunicado, no prazo de 48 horas, ao Departamento de Segurança Privada.

2 — Se a ausência se prolongar por um período superior a 60 dias deve ser nomeado um novo director de segurança que esteja devidamente habilitado para o exercício da profissão.

8.º

Norma transitória

As entidades de segurança privada devem adaptar-se às condições previstas na presente portaria no prazo de seis meses a contar da data da sua entrada em vigor.

9.º

Entrada em vigor

A presente portaria entra em vigor no 1.º dia útil do mês seguinte ao da sua publicação.

O Ministro da Administração Interna, *Rui Carlos Pereira*, em 21 de Setembro de 2009.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Decreto-Lei n.º 276/2009

de 2 de Outubro

O Decreto-Lei n.º 118/2006, de 21 de Junho, estabeleceu o regime jurídico da utilização agrícola das lamas de depuração e demais legislação regulamentar, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, relativa à protecção do ambiente e, em especial, dos solos na utilização agrícola de lamas de depuração.

Da experiência colhida na vigência do regime jurídico referido resulta a necessidade de proceder à sua actualização, por forma a adequar e tornar mais simples o procedimento de licenciamento da utilização agrícola das lamas de depuração nele previsto e a harmonizá-lo com outros regimes jurídicos entretanto aprovados, designadamente o regime geral dos resíduos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, e o 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.

A actividade de valorização agrícola de lamas de depuração corresponde a uma operação de valorização, de acordo com o anexo III-B da Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março, e constitui uma melhor técnica disponível nos termos do regime jurídico da prevenção e controlo integrados da poluição, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de Agosto.

Não obstante a importância desta actividade, importa garantir que a aplicação das lamas não prejudica a qualidade do ambiente, em especial das águas e dos solos, e não constitui um risco para a saúde pública.

A grande motivação do regime jurídico em apreço reside, assim, na necessidade de regular a utilização agrícola das lamas de depuração, congregando dois objectivos ambientais primordiais: a credibilização da operação de valorização de resíduos e a protecção do ambiente e da saúde pública.

Neste contexto, e tal como o diploma que ora se revoga, o presente decreto-lei dispõe sobre requisitos de qualidade para as lamas e para os solos, verificáveis através da conformidade das análises requeridas com os valores limite estabelecidos, define um conjunto de restrições à utilização das lamas no solo, prevê procedimentos específicos de aplicação das lamas, bem como deveres de registo e informação por parte dos operadores de gestão de lamas.

A alteração mais significativa introduzida por este diploma consubstancia-se na simplificação e agilização do procedimento de licenciamento da actividade, facilitando o respectivo exercício, sem, no entanto, descuidar as exigências crescentes do ponto de vista da salvaguarda dos valores ambientais e da saúde humana. O licenciamento da utilização agrícola das lamas de depuração passa a ter por base o plano de gestão de lamas que, entre outros aspectos, identifica as explorações onde se prevê realizar as respectivas aplicações. O referido plano é complementado pela declaração anual do planeamento das operações, que define as parcelas a utilizar. A introdução destes instrumentos de planeamento e gestão, cujo cumprimento fica a cargo de um técnico responsável acreditado de acordo com um conjunto concreto de requisitos, obvia a necessidade de licenciamento por proveniência e destino das lamas — o

que, de resto, se traduzia, na prática, numa multiplicidade de processos autorizativos. O novo modelo de licenciamento permite ainda antecipar e prevenir situações de deposição de lamas incompatíveis com os objectivos de salvaguarda do ambiente e da saúde pública.

Foram ouvidos os órgãos de governo próprio das Regiões Autónomas.

Assim:

Nos termos da alínea *a*) do n.º 1 do artigo 198.º da Constituição, o Governo decreta o seguinte:

CAPÍTULO I

Disposições gerais

Artigo 1.º

Objecto

O presente decreto-lei estabelece o regime de utilização de lamas de depuração em solos agrícolas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de Junho, de forma a evitar efeitos nocivos para o homem, para a água, para os solos, para a vegetação e para os animais, promovendo a sua correcta utilização.

Artigo 2.º

Âmbito

O presente decreto-lei aplica-se à utilização, em solos agrícolas, de lamas de depuração provenientes de estações de tratamento de águas residuais domésticas, urbanas, de actividades agro-pecuárias, de fossas sépticas ou outras de composição similar, adiante designadas por lamas.

Artigo 3.º

Definições

Para efeitos do disposto no presente decreto-lei, entende-se por:

a) «Lamas de depuração»:

i) 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;

ii) As lamas de fossas sépticas e de outras instalações similares para o tratamento de águas residuais;

iii) As lamas provenientes de estações de tratamento de águas residuais de actividades agro-pecuárias;

b) «Lamas de composição similar»:

i) As lamas provenientes do tratamento de efluentes de preparação e processamento de frutos, legumes, cereais, óleos alimentares, cacau, café, chá e tabaco, da produção de conservas, da produção de levedura e extracto de levedura e da preparação e fermentação de melaços, segundo a classificação da Lista Europeia de Resíduos (LER) 020305, prevista na Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março;

ii) As lamas provenientes do tratamento de efluentes do processamento do açúcar, de acordo com a classificação da LER 020403;

iii) As lamas provenientes do tratamento de efluentes da indústria de lacticínios, nos termos da classificação da LER 020502;

iv) As lamas provenientes do tratamento de efluentes da indústria de panificação, pastelaria e confeitaria, segundo a classificação da LER 020603;

v) As lamas provenientes do tratamento de efluentes da produção de bebidas alcoólicas e não alcoólicas, excluindo café, chá e cacau, de acordo com a classificação da LER 020705;

vi) As lamas provenientes do tratamento de efluentes da produção e transformação da pasta para papel, papel e cartão, nos termos da classificação da LER 030311;

c) «Lamas tratadas» as lamas após serem 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;

d) «Tratamento» a redução dos microrganismos patogénicos que ponham em risco a saúde pública, bem como a diminuição significativa do poder de fermentação de modo a evitar a formação de odores desagradáveis;

e) «Solo agrícola» as superfícies agrícolas, florestais e agro-florestais destinadas à produção vegetal, incluindo as superfícies de pastagem permanente;

f) «Utilização» a aplicação de lamas no solo, através de espalhamento e, ou, incorporação, com o objectivo de manter e, ou, de melhorar a sua fertilidade;

g) «Estabilização» o processo de tratamento que conduz a uma produção de lamas cuja fermentação esteja concluída ou bloqueada durante o período compreendido entre a saída das lamas da instalação de tratamento e o seu espalhamento nos solos agrícolas;

h) «Produtor» qualquer pessoa, singular ou colectiva, pública ou privada, de cuja actividade resultem lamas de depuração ou de composição similar a aplicar no solo;

i) «Operador» qualquer pessoa, singular ou colectiva, pública ou privada, responsável pela exploração, gestão e controlo da instalação de armazenagem e, ou, de tratamento de lamas a aplicar no solo;

j) «Armazenagem» a deposição controlada de lamas, por prazo determinado, de lamas de depuração ou de composição similar, em instalações apropriadas, antes do seu tratamento ou valorização;

l) «Instalação» qualquer unidade dedicada ao tratamento por via biológica, química, térmica ou armazenagem de lamas;

m) «Requerente» o produtor ou operador que requer uma autorização para aplicação de lamas no solo;

n) «Incorporação» a operação efectuada por meios mecânicos destinada a promover, no âmbito da aplicação de lamas, uma mistura homogénea das lamas com o solo;

o) «Índice de qualificação fisiográfica da parcela (IQFP)» o índice atribuído no âmbito do Sistema de Identificação do Parcelário Agrícola (iSIP) que expressa a fisiografia da parcela, tendo em consideração os declives médios e máximos;

p) «Perímetro de intervenção» a área de intervenção com potencial interesse para aplicação de lamas no solo, integrada na área de jurisdição de uma direcção regional de agricultura e pescas (DRAP);

q) «Valorização agrícola de lamas de depuração» a aplicação de lamas no solo agrícola com o objectivo de manter ou melhorar a sua fertilidade, nos termos do presente decreto-lei.

CAPÍTULO II

Gestão de lamas

Artigo 4.º

Licenciamento das operações de armazenagem e tratamento de lamas

As operações de armazenagem e de tratamento de lamas são licenciadas nos termos dos 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.

Artigo 5.º

Instalações de armazenagem e tratamento

1 — Os produtores de lamas devem dispor de uma capacidade mínima de armazenagem de lamas equivalente à produção média de três meses.

2 — No caso de várias estações de tratamento de águas residuais pertencentes à mesma entidade, a armazenagem pode ser efectuada numa única estação dessa entidade.

3 — Para efeitos do disposto no número anterior, a capacidade de armazenagem deve ser calculada com base na produção média de três meses de todas as estações produtoras.

4 — A capacidade das instalações de armazenagem e, ou, de tratamento de lamas deve ser calculada tendo em conta os períodos de não aplicação de lamas.

5 — A capacidade de armazenagem prevista nos n.ºs 1, 3 e 4 pode ser reduzida caso seja demonstrada a contratualização da transferência de lamas para operador devidamente licenciado.

6 — 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.

Artigo 6.º

Valorização agrícola de lamas

A actividade de valorização agrícola de lamas só pode ser exercida por produtores de lamas ou por operadores que comprovem dispor de um técnico responsável acreditado nos termos do artigo 8.º e que sejam titulares de alvará para a armazenagem e, ou, tratamento de lamas, emitido ao abrigo do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de Setembro, sem prejuízo do disposto nos artigos 14.º a 18.º

Artigo 7.º

Técnico responsável

Compete ao técnico responsável assegurar o cumprimento das disposições do presente decreto-lei no que se refere à utilização de lamas em solos agrícolas, designadamente as relativas ao controlo da qualidade das lamas e dos solos, aos procedimentos de aplicação das lamas, aos deveres de registo e informação, à formação do pessoal afecto à actividade de utilização das lamas em solos agrícolas, e, bem assim, assegurar o cumprimento das demais orientações técnicas impostas pelas entidades competentes.

Artigo 8.º

Acreditação e requisitos do técnico responsável

1 — O técnico responsável deve dispor de formação superior ou equivalente na área agrícola, florestal ou do ambiente e cumprir pelo menos um dos seguintes requisitos:

a) Exercer actividade comprovada no âmbito da valorização agrícola de lamas ou deter experiência comprovada na área da fertilização das plantas de, pelo menos, três anos;

b) Dispor de certificado de frequência, com aproveitamento, de acção de formação em valorização agrícola de lamas reconhecida pela Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR);

c) Dispor de certificado de frequência, com aproveitamento, de acção de formação em produção integrada das culturas, de acordo com os requisitos previstos na legislação aplicável.

2 — O técnico responsável deve dispor de 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 ou, em alternativa, apresentar comprovativos de frequência de acções de formação profissional, designadamente participação em seminários e colóquios, os quais são apreciados pela DGADR.

3 — O pedido de acreditação ou renovação da acreditação de técnico responsável é apresentado pelo interessado à DGADR, que emite uma decisão no prazo máximo de 30 dias após a recepção do pedido.

4 — A acreditação do técnico responsável é válida por um período de seis anos.

5 — O técnico responsável pode assumir funções em mais de um perímetro de intervenção, não podendo o quantitativo de lamas pelo qual é responsável ultrapassar o limite de 40 000 t em matéria fresca, em cada ano civil.

Artigo 9.º

Características e quantidades de lamas utilizáveis

1 — Apenas é permitida a utilização, em solos agrícolas, de lamas que cumpram os valores limite constantes dos parâmetros fixados no anexo I do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.

2 — Na aplicação de lamas em solos agrícolas devem ser tidas em consideração as seguintes condicionantes:

a) A concentração de metais pesados nos solos receptores de lamas não pode ultrapassar os valores limite previstos no quadro n.º 1 do anexo I do presente decreto-lei;

b) 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 n.º 3 do anexo I do presente decreto-lei;

c) Na definição das quantidades de azoto (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) 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 a fertilização de culturas a divulgar pelo Instituto Nacional dos Recursos Biológicos, I. P., no seu sítio da Internet;

d) As quantidades totais dos nutrientes referidos na alínea anterior são determinadas em função da análise ao solo, à água e, ou, à análise foliar, e tendo em conta a produção esperada para a cultura que se pretende fertilizar.

Artigo 10.º

Análises às lamas e ao solo

1 — É obrigatória a realização de análises às lamas e aos solos, nos termos do anexo II do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante, devendo os respectivos resultados ser expressos nas unidades nele indicadas.

2 — As análises e as amostragens são realizadas preferencialmente por laboratórios acreditados para o efeito no âmbito do Sistema Português da Qualidade.

3 — As análises e as amostragens realizadas por laboratórios não acreditados são acompanhadas da respectiva ficha técnica de análise, contendo a indicação do procedimento ou norma utilizada para assegurar a qualidade dos resultados analíticos.

4 — As análises e as amostragens referidas nos números anteriores são realizadas com base em normas europeias do Comité Europeu de Normalização (CEN) ou em normas internacionais, designadamente as normas da ISO (International Organization for Standardization).

5 — Em caso de inexistência das normas técnicas referidas no número anterior, aplicam-se as correspondentes normas nacionais.

6 — O disposto nos n.ºs 1.2.2, 1.2.3 e 1.2.4 do anexo II do presente decreto-lei só é aplicável na sequência da realização de análises e amostragens nos termos do presente decreto-lei.

7 — Se justificável, por motivos de protecção da saúde pública, do ambiente ou das culturas, as DRAP, as comissões de coordenação e desenvolvimento regional (CCDR) ou as administrações de região hidrográfica (ARH) territorialmente competentes podem solicitar a realização de análises com maior frequência ou de análises a parâmetros adicionais, designadamente os referidos no n.º 1.1.5 do anexo II do presente decreto-lei.

Artigo 11.º

Mistura de lamas

1 — Quando se verifique a mistura de lamas de diferentes origens, é obrigatória a análise às mesmas por origem, em conformidade com o disposto no anexo II do presente decreto-lei.

2 — É ainda obrigatória a análise da mistura de lamas de diferentes origens, em conformidade com o disposto no anexo II do presente decreto-lei.

3 — A mistura de lamas deve ser justificada no âmbito do plano de gestão de lamas (PGL), nos termos do disposto no artigo 15.º

Artigo 12.º

Utilizações proibidas

1 — Constituem utilizações proibidas:

- a) Injectar lamas no solo sem valorização agrícola;
- b) Enterrar lamas no solo, sem prejuízo do disposto no regime jurídico da deposição de resíduos em aterro;

c) Aplicar lamas no solo quando:

i) A concentração de um ou vários metais pesados no solo ultrapasse os valores limite dos parâmetros fixados no quadro n.º 1 do anexo I do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante;

ii) A concentração de um ou vários metais pesados na lama ultrapasse os valores limite dos parâmetros fixados no quadro n.º 2 do anexo I do presente decreto-lei;

iii) As quantidades de metais pesados introduzidos no solo por unidade de superfície, numa média de 10 anos, ultrapassem os valores limite dos parâmetros fixados no quadro n.º 3 do anexo I do presente decreto-lei;

iv) A concentração de um ou mais compostos orgânicos na lama ultrapasse os valores limite dos parâmetros fixados no quadro n.º 4 do anexo I do presente decreto-lei, quando aplicável;

d) Entregar ou aplicar lamas destinadas à utilização:

i) Em prados ou culturas forrageiras, dentro das três semanas imediatamente anteriores à apascentação do gado ou à colheita de culturas forrageiras;

ii) Em culturas hortícolas e hortifrutícolas durante o período vegetativo;

iii) Em solos destinados a culturas hortícolas ou hortifrutícolas 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;

iv) Em solos destinados ao modo de produção biológica;

e) Aplicar lamas em margens de águas, compreendendo estas:

i) Uma faixa de terreno de 50 m, no caso de margens das águas do mar, bem como das águas navegáveis ou fluviáveis sujeitas a jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias;

ii) Uma faixa de terreno de 30 m, no caso das margens de outras águas navegáveis ou fluviáveis;

iii) Uma faixa de terreno de 10 m, no caso de margens de águas não navegáveis nem fluviáveis;

f) Aplicar lamas na zona terrestre de protecção das albufeiras de águas públicas de serviço público, numa faixa, medida na horizontal, com a 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;

g) Aplicar lamas na zona terrestre 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 a 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;

h) Aplicar lamas sob condições climatéricas adversas, designadamente em situações de alta pluviosidade;

i) Aplicar lamas no solo no período de Novembro a Janeiro, excepto quando a aplicação precede a instalação imediata de uma cultura ou seja realizada sobre uma cultura já instalada e seja agronomicamente justificável;

j) Aplicar lamas nas terras aráveis em pousio agrónomico e não incluídas em rotação;

l) Aplicar lamas após a colheita das culturas de Primavera-Verão, se estas não precederem uma cultura de Outono-Inverno, ou se o solo permanecer em pousio agrónomico;

m) Aplicar lamas numa extensão de terreno de:

i) 25 m relativamente a captações para água de rega;

ii) 50 m relativamente a habitações isoladas, podendo esta distância ser reduzida por autorização escrita do residente;

iii) 100 m relativamente a captações de água para consumo humano, sem prejuízo do disposto no Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de Setembro, relativo ao estabelecimento de perímetros de protecção para captação de águas subterâneas destinadas ao abastecimento das populações;

iv) 200 m relativamente a aglomerados populacionais, escolas ou zonas de interesse público;

n) Aplicar lamas em parcelas com IQFP superior a 3, excepto nas culturas arbóreas e arbustivas se implantadas em terraços;

o) Aplicar lamas em solos inundados e inundáveis e sempre que, durante o ciclo vegetativo das culturas, ocorram situações de excesso de água no solo, devendo, neste caso, aguardar-se que o solo retome o seu estado de humidade característico do período de sação.

2 — A aplicação de lamas em solos agrícolas, em zonas vulneráveis a nitratos de origem agrícola, aprovadas por portaria do membro do Governo responsável pela área da agricultura, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de Setembro, encontra-se condicionada ao estipulado nos respectivos programas de acção em vigor e, na sua ausência, ao disposto no presente artigo.

Artigo 13.º

Aplicação de lamas no solo

1 — Sem prejuízo do disposto no artigo anterior, a operação de aplicação de lamas no solo deve ser realizada do seguinte modo:

a) As lamas com teor em matéria seca (MS) inferior a 20% devem ser:

i) Imediatamente injectadas no solo;

ii) Imediatamente espalhadas no terreno e incorporadas no solo no prazo máximo de vinte e quatro horas;

b) As lamas com MS superior ou igual a 20% devem ser imediatamente espalhadas no terreno e incorporadas no solo no prazo máximo de 48 horas.

2 — A incorporação de lamas no solo deve ser realizada com alfaia apropriada, de modo a garantir, no mínimo, uma mobilização superficial do solo.

CAPÍTULO III

Licenciamento da utilização de lamas em solos agrícolas

Artigo 14.º

Plano de gestão de lamas

1 — 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.

2 — O PGL deve evidenciar a aptidão dos solos para a valorização agrícola de lamas, demonstrar que a mesma é compatível com os objectivos definidos no presente decreto-lei e prever destinos alternativos adequados quando não seja possível a valorização agrícola da totalidade das lamas.

3 — A elaboração do PGL compete ao técnico responsável.

Artigo 15.º

Procedimento

1 — O PGL é apresentado pelo requerente junto da DRAP territorialmente competente, instruído com os elementos constantes do anexo III do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.

2 — A DRAP pode rejeitar liminarmente o PGL, no prazo de cinco dias a contar da sua recepção, se o mesmo não incluir todos os elementos de instrução obrigatórios.

3 — A DRAP, no prazo referido no número anterior, remete o PGL à CCDR e à ARH territorialmente competentes, para emissão de parecer nos termos do n.º 7.

4 — A CCDR e a ARH, no prazo de 10 dias, analisam o PGL e verificam se o mesmo se encontra correctamente instruído nos termos do anexo III do presente decreto-lei.

5 — A DRAP, por sua iniciativa ou a pedido da CCDR ou da ARH, no prazo de 15 dias a contar da remessa do PGL para aquelas entidades, pode solicitar ao requerente, por uma única vez, a prestação de informações ou elementos complementares, bem como o aditamento ou reformulação do PGL, suspendendo-se o prazo para a emissão de parecer referido no n.º 7, bem como o prazo de decisão final de aprovação do PGL referido no n.º 8, os quais retomam o seu curso com a recepção de todos os elementos ou informações exigidos.

6 — No caso de o requerente não remeter à DRAP todos os elementos ou informações solicitados, ou não reformular o PGL nos termos do número anterior, no prazo de 30 dias a contar da notificação do pedido de elementos ou informações ou de reformulação ou aditamento do PGL, ou de os juntar de forma deficiente ou insuficiente, o PGL é liminarmente indeferido.

7 — A CCDR e a ARH, no prazo de 15 dias a contar da recepção do PGL, emitem parecer sobre as matérias da sua competência.

8 — Após a recepção dos pareceres referidos no número anterior, a DRAP profere a decisão final sobre o PGL, no prazo de 20 dias, dando conhecimento da mesma ao requerente, à CCDR e à ARH.

9 — A DRAP só pode aprovar o PGL se os pareceres da CCDR e da ARH referidos no n.º 7 tiverem sido favoráveis.

Artigo 16.º**Aprovação do PGL**

1 — A aprovação do PGL pressupõe o cumprimento do disposto nos artigos 4.º a 13.º do presente decreto-lei, bem como das disposições legais e regulamentares relativas ao ordenamento do território, ao domínio hídrico e ao tipo de culturas e respectivo uso do solo.

2 — A decisão de aprovação do PGL estabelece os termos e as condições de que depende a execução do PGL, designadamente a origem e quantidade de lamas que podem ser utilizadas por parcela da exploração agrícola.

3 — Nos termos do número anterior, a DRAP pode fixar condições para a aplicação de lamas com valores limite de microrganismos superiores aos fixados no quadro n.º 5 do anexo I do presente decreto-lei.

4 — O PGL aprovado tem uma validade máxima de cinco anos, sendo obrigatoriamente revisto no final deste prazo.

5 — Para efeitos do disposto no número anterior, o requerente deve apresentar junto da DRAP territorialmente competente, com a antecedência mínima de três meses antes do final do prazo de validade do PGL, um pedido de aprovação de um novo PGL.

Artigo 17.º**Actualização do PGL**

1 — O PGL deve ser actualizado sempre que se verifiquem alterações ao nível das lamas a aplicar, do perímetro de intervenção, das parcelas e da caracterização dos factores condicionantes da aplicação das lamas.

2 — Para efeitos da actualização referida no número anterior, o requerente apresenta, junto da DRAP, uma adenda ao PGL identificando todas as alterações verificadas, a qual é aprovada nos termos dos artigos 15.º e 16.º

Artigo 18.º**Declaração do planeamento das operações**

1 — O titular do PGL aprovado 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, conforme o modelo constante do anexo IV do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.

2 — A DPO é relativa a uma exploração agrícola e reporta-se a cada ano civil.

3 — As operações objecto de declaração de planeamento podem ter início no prazo de sete dias sobre a apresentação da DPO à DRAP se não se verificar o previsto no n.º 4.

4 — A DRAP aprecia a DPO, podendo solicitar ao requerente a prestação de informações ou elementos complementares, bem como o aditamento ou reformulação da DPO.

5 — Caso a DRAP verifique que a DPO não está em conformidade com as disposições legais e regulamentares aplicáveis pode impor outras condições para a realização dos espalhamentos.

6 — No caso de o titular do PGL proceder à aplicação das lamas em data não prevista na DPO, notifica a DRAP, com pelo menos um dia de antecedência, da data efectiva de aplicação das lamas e do local e quantidade de lamas a aplicar.

7 — No caso de o titular do PGL não proceder à aplicação das lamas na data prevista deve notificar a DRAP com pelo menos três dias de antecedência.

Artigo 19.º**Dever de informação ao titular da exploração agrícola**

Os produtores de lamas ou os operadores abrangidos pelo presente decreto-lei 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, fornecendo-lhe as seguintes informações:

a) Os elementos de identificação, designadamente nome, número de identificação fiscal e domicílio ou sede social;

b) As quantidades de lamas a aplicar, assim como a respectiva classificação de acordo com a Lista Europeia de Resíduos, aprovada pela Portaria n.º 209/2004, de 3 de Março;

c) O conjunto das análises realizadas às lamas previsto no presente decreto-lei, aos solos e, quando necessárias, análises foliares e, ou, à água de rega;

d) Cópia da declaração de planeamento das operações enviada à DRAP e das condições impostas pela DRAP, quando aplicável, nos termos do artigo anterior;

e) Cópia das notificações referidas nos n.ºs 6 e 7 do artigo 18.º

Artigo 20.º**Registo de informação**

Os produtores de lamas e os operadores abrangidos pelo presente decreto-lei estão obrigados a manter, por um período mínimo de 10 anos e à disposição das autoridades competentes, um registo actualizado com a seguinte informação:

a) Origem, características e métodos de tratamento de lamas;

b) Conjunto de todas as análises realizadas às lamas, aos solos e, quando aplicável, à água de rega e ou foliares;

c) Quantidade de lamas produzida, aplicada nos solos agrícolas e enviada para outros destinos;

d) Nomes e endereços dos destinatários das lamas e dos locais de utilização das mesmas.

Artigo 21.º**Apresentação de documentos**

1 — Os documentos exigidos no âmbito do presente decreto-lei são apresentados em suporte informático e de preferência por via electrónica.

2 — Os documentos a que se refere o número anterior são acompanhados de declaração que ateste a autenticidade das declarações prestadas, elaborada e assinada pelo responsável, ou pelo seu legal representante quando se trate de pessoa colectiva, sendo a assinatura substituída, no caso dos elementos apresentados em suporte informático e por meio electrónico, pelos meios de certificação electrónica disponíveis.

3 — Até à disponibilização do modelo da DPO na Internet, esta declaração é apresentada em suporte papel.

Artigo 22.º

Taxa de aprovação do PGL

1 — O procedimento de apreciação e aprovação do PGL está sujeito ao pagamento de uma taxa de apreciação no valor de € 3000.

2 — O procedimento de actualização do PGL está sujeito ao pagamento de uma taxa correspondente a 20% do valor da taxa de apreciação.

3 — O produto da cobrança da taxa de apreciação do PGL e das alterações é afectado da seguinte forma:

- a) 40% para a DRAP territorialmente competente;
- b) 10% para a DGADR;
- c) 25% para a CCDR territorialmente competente;
- d) 25% para a ARH territorialmente competente.

Artigo 23.º

Actualização do valor das taxas

O valor da taxa prevista no artigo anterior é automaticamente actualizado por aplicação do índice de preços no consumidor fixado anualmente pelo Instituto Nacional de Estatística, I. P., arredondando-se o resultado para a casa decimal superior, devendo a DGADR proceder à divulgação regular dos valores em vigor para cada ano.

CAPÍTULO IV

Fiscalização e sanções

Artigo 24.º

Fiscalização

A fiscalização do cumprimento do disposto no presente decreto-lei compete às CCDR, às DRAP, às ARH e às autoridades policiais, sem prejuízo das competências fixadas por lei a outras entidades.

Artigo 25.º

Contra-ordenações

1 — Constitui contra-ordenação ambiental leve, nos termos da lei quadro das contra-ordenações ambientais, aprovada pela Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, a prática dos seguintes actos:

- a) O incumprimento do dever de notificação previsto no n.º 7 do artigo 18.º;
- b) O incumprimento dos deveres de registo de informação, em violação do disposto no artigo 20.º

2 — Constituem contra-ordenações ambientais graves, nos termos da lei quadro das contra-ordenações ambientais, aprovada pela Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, a prática dos seguintes actos:

- a) O exercício da actividade de valorização agrícola de lamas em violação do disposto no artigo 6.º;
- b) O incumprimento dos requisitos técnicos relativos à aplicação das lamas nos solos agrícolas previstos nos artigos 9.º, 10.º, 11.º e 13.º;
- c) A aplicação de lamas em solo agrícola em incumprimento do disposto nos n.ºs 1, 3 e 6 do artigo 18.º

3 — Constituem contra-ordenações ambientais muito graves, nos termos da lei quadro das contra-ordenações ambientais, aprovada pela Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, a prática dos seguintes actos:

- a) A utilização de práticas proibidas, em violação do disposto no artigo 12.º;
- b) A aplicação de lamas em solo agrícola sem PGL aprovado ou válido, em violação do disposto no artigo 14.º;
- c) A utilização de lamas em desrespeito pelo PGL aprovado, em violação do disposto no artigo 16.º

4 — A condenação pela prática das contra-ordenações ambientais previstas nos n.ºs 2 e 3 pode ser objecto de publicidade, nos termos do disposto no artigo 38.º da lei quadro das contra-ordenações ambientais, aprovada pela Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto, quando a medida concreta da coima aplicada ultrapasse metade do montante máximo da coima abstracta aplicável.

Artigo 26.º

Instrução dos processos

Compete às DRAP e às ARH instruir os respectivos processos de contra-ordenação e decidir da aplicação da coima e sanções acessórias.

Artigo 27.º

Apreensão cautelar e sanções acessórias

A entidade competente para a aplicação da coima pode proceder a apreensões cautelares e aplicar as sanções acessórias que se mostrem adequadas, nos termos do disposto na lei quadro das contra-ordenações ambientais, aprovada pela Lei n.º 50/2006, de 29 de Agosto.

CAPÍTULO V

Disposições finais

Artigo 28.º

Comunicação de informação

As DRAP remetem a seguinte informação à APA e à DGADR, até 1 de Fevereiro do ano imediatamente seguinte ao dos actos a que se reporta:

- a) Declaração do planeamento das operações;
- b) Nome do titular da exploração agrícola;
- c) Identificação da(s) parcela(s) através do número de parcelário e respectivas áreas;
- d) Localização das parcelas (concelho e freguesia);
- e) Informação relativa à aprovação do PGL;
- f) Origem, tipo (LER), características (parâmetros agrónomicos, metais pesados, microrganismos e outros parâmetros se aplicável) e quantidade das lamas valorizadas agronomicamente;
- g) Tipo de tratamento a que as lamas foram sujeitas.

Artigo 29.º

Regime transitório

As licenças emitidas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 118/2006, de 21 de Junho, mantêm-se em vigor até à data da sua caducidade.

Artigo 30.º

Regiões Autónomas

O presente decreto-lei aplica-se às Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, com as devidas adaptações, nos termos da respectiva autonomia político-administrativa, cabendo a sua execução administrativa aos serviços e organismos das respectivas administrações regionais autónomas com atribuições e competências no âmbito do presente decreto-lei, sem prejuízo das atribuições das entidades de âmbito nacional.

Artigo 31.º

Norma revogatória

É revogado o Decreto-Lei n.º 118/2006, de 21 de Junho.

Artigo 32.º

Entrada em vigor

1 — Sem prejuízo do disposto no n.º 2, o presente decreto-lei entra em vigor no dia seguinte ao da sua publicação.

2 — Os artigos 5.º e 6.º entram em vigor um ano após a data de entrada em vigor do presente decreto-lei.

Visto e aprovado em Conselho de Ministros de 30 de Julho de 2009. — *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa* — *João Titterington Gomes Cravinho* — *Francisco Carlos da Graça Nunes Correia* — *Luís Medeiros Vieira*.

Promulgado em 18 de Setembro de 2009.

Publique-se.

O Presidente da República, ANÍBAL CAVACO SILVA.

Referendado em 21 de Setembro de 2009.

O Primeiro-Ministro, *José Sócrates Carvalho Pinto de Sousa*.

ANEXO I

Valores limite de concentração relativos a metais pesados, compostos orgânicos e dioxinas e microrganismos

QUADRO N.º 1

Valores limite de concentração de metais pesados nos solos em função do seu pH

| Parâmetro | pH ≤ 5,5 | 5,5 < pH ≤ 7 | pH > 7 (*) |
|-----------|-----------------------|--------------|------------|
| | mg/kg de matéria seca | | |
| 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 |

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

As DRAP indicam o número e a natureza dos locais em causa.

QUADRO N.º 2

Valores limite de concentração de metais pesados nas lamas destinadas à aplicação no solo agrícola

| Parâmetro | Valores limite (mg/kg de matéria seca) |
|-----------|--|
| Cádmio | 20 |
| Cobre | 1 000 |
| Níquel | 300 |
| Chumbo | 750 |
| Zinco | 2 500 |
| Mercúrio | 16 |
| Crómio | 1 000 |

QUADRO N.º 3

Valores limite para as quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidas nos solos cultivados, com base numa média de 10 anos

| Parâmetro | Valores limite (kg/ha/ano) |
|-----------|----------------------------|
| Cádmio | 0,15 |
| Cobre | 12 |
| Níquel | 3 |
| Chumbo | 15 |
| Zinco | 30 |
| Mercúrio | 0,1 |
| Crómio | 4,5 |

QUADRO N.º 4

Valores limite de concentração de compostos orgânicos nas lamas destinadas à agricultura (aplicável nos casos previstos no n.º 1.1.5 do anexo II)

| Compostos orgânicos | Valores limite (matéria seca) |
|---|-------------------------------|
| LAS (alquilo benzenossulfonatos lineares) | 5 000 mg/kg |
| NPE (nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados) | 450 mg/kg |
| PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) | 6 mg/kg |
| PCB (compostos bifenilos policlorados) | 0,8 mg/kg |
| PCDD (policlorodibenzodioxinas) | 100 ng TEQ/kg |
| PCDF (furanos) | |

QUADRO N.º 5

Valores limite de microrganismos nas lamas destinadas à agricultura

| Microrganismos | Valores limite |
|-------------------------|---------------------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> | < 1 000 células/g de matéria fresca. |
| <i>Salmonella</i> spp. | Ausente em 50 g de material original. |

ANEXO II

Análises a efectuar às lamas e aos solos

- 1 — Análise das lamas:
 1.1 — Parâmetros a analisar em todas as lamas destinadas a utilização agrícola:
 1.1.1 — Parâmetros agronómicos:

- a) Matéria seca;
 b) Matéria orgânica;
 c) pH;
 d) Azoto total;

- e) Azoto nítrico e amoniacal;
- f) Fósforo total;
- g) Potássio total;
- h) Magnésio total;
- i) Cálcio total.

1.1.2 — Metais pesados:

- a) Cádmio;
- b) Cobre;
- c) Níquel;
- d) Chumbo;
- e) Zinco;
- f) Mercúrio;
- g) Crómio.

1.1.3 — Microrganismos patogénicos:

- a) *Salmonella* spp.;
- b) *Escherichia coli*.

1.1.4 — A CCDR e a ARH podem dispensar a realização de análises do cobre, do 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.

1.1.5 — A CCDR, a ARH e, ou, a DRAP podem exigir a realização de análises a outros parâmetros, nomeadamente compostos orgânicos (LAS, NPE, PAH e PCB, PCDD, PCDF).

1.2 — Frequência das análises:

1.2.1 — As lamas devem ser analisadas com intervalos regulares durante o ano e pelo menos com a frequência que consta do quadro n.º 6.

QUADRO N.º 6

Frequência anual das análises às lamas

| Produção anual de lamas — Toneladas de matéria seca | Número mínimo de análises por ano | |
|---|---|-------------|
| | Parâmetros agronómicos e metais pesados | Patogénicos |
| < 250 | 2 | 2 |
| 250-5 000 | 4 | 4 |
| > 5 000 | 6 | 6 |

1.2.2 — 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 esse parâmetro é sistematicamente inferior a 75 % do valor limite.

1.2.3 — 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.

1.2.4 — As frequências reduzidas são as que constam do quadro n.º 7.

QUADRO N.º 7

Frequência reduzida das análises às lamas

| Produção anual de lamas — Toneladas de matéria seca | Número mínimo de amostragens por ano | |
|---|---|-------------|
| | Parâmetros agronómicos e metais pesados | Patogénicos |
| ≤ 2 500 | 1 | 1 |
| > 2 500 | 2 | 2 |

1.2.5 — Sempre que surjam variações significativas na qualidade da água bruta ou alterações no funcionamento da estação de tratamento de águas residuais, deve ser realizada uma análise após a primeira produção de lamas.

1.3 — Métodos de análise:

1.3.1 — Amostragem:

a) As lamas são objecto de amostragem após tratamento e antes da entrega ao utilizador, devendo as amostras ser representativas das lamas produzidas;

b) As amostras devem ser recolhidas na época de maior produção de lamas ou após variações significativas da qualidade dos efluentes;

c) As amostras devem ser recolhidas em vários locais, a diferentes profundidades e horas, sendo posteriormente homogeneizadas antes de se proceder à sua análise.

1.3.2 — Métodos de análise a utilizar:

a) Os métodos de referência a utilizar na análise das lamas são os constantes das normas aplicáveis de acordo com o quadro n.º 8;

b) A análise dos metais pesados (cádmio, cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio e crómio) é efectuada após digestão com água-régia;

c) O método de referência para a quantificação é a espectrofotometria de absorção atómica;

d) O limite de detecção para cada metal não deve exceder 10 % do respectivo valor limite de concentração.

2 — Análise dos solos:

2.1 — Parâmetros a analisar:

2.1.1 — Parâmetros agronómicos:

- a) pH;
- b) Azoto;
- c) Fósforo.

2.1.2 — Metais pesados:

- a) Cádmio;
- b) Cobre;
- c) Níquel;
- d) Chumbo;
- e) Zinco;
- f) Mercúrio;
- g) Crómio.

2.2 — Frequência das análises:

a) Deve ser efectuada uma análise aos parâmetros agronómicos e metais pesados antes de serem aplicadas lamas

pela primeira vez no solo e posteriormente com a seguinte frequência:

i) Parâmetros agronómicos — deve ser realizada, no mínimo, uma análise por cada período de três anos consecutivos;

ii) Metais pesados — deve ser realizada, no mínimo, uma análise por cada período de cinco anos consecutivos;

b) Cada análise deve ser representativa de uma zona homogênea de área inferior a 5 ha.

2.3 — Métodos de análise:

2.3.1 — Amostragem:

a) Os métodos de referência a utilizar na análise ao solo são os constantes das normas aplicáveis de acordo com o quadro n.º 9;

b) As amostras representativas dos solos sujeitos à análise devem ser constituídas pela mistura de 25 subamostras efectuada numa superfície inferior ou igual a 5 ha homogeneamente explorada;

c) As colheitas devem ser efectuadas a uma profundidade de 25 cm, salvo se a profundidade da camada arável for inferior a este valor, não devendo, neste caso, a profundidade da colheita ser inferior a 10 cm;

d) As subamostras devem ser transferidas para um recipiente (balde), de material não contaminante, procedendo-se, cuidadosamente, à homogeneização da terra colhida, retirando-se desta amostra uma porção de 0,5 kg, que é colocada num saco apropriado, devidamente etiquetado, e enviada para o laboratório.

2.3.2 — Métodos de análise a utilizar:

a) A análise dos metais pesados (cádmio, cobre, níquel, chumbo, zinco, mercúrio e crómio) é efectuada após digestão com água-régia; no caso do mercúrio, a análise pode ser feita directamente a partir do material original, por decomposição térmica, num analisador de mercúrio;

b) O método de referência para a quantificação é a espectrofotometria de absorção atómica ou a espectrofotometria acoplada de plasma induzido (ICP);

c) O limite de detecção para cada metal não deve exceder 10% do respectivo valor limite de concentração.

3 — Normas de referência — a amostragem e a análise dos solos e das lamas devem ser realizadas com base nas normas CEN. Em caso de inexistência das normas CEN, aplicam-se as correspondentes normas ISO, caso existam, ou, na falta destas, as normas nacionais.

3.1 — Análise das lamas — as normas de referência para a análise às lamas são as que constam do quadro n.º 8.

QUADRO N.º 8

Normas de referência para a análise às lamas

| Parâmetros | Unidades | Normas de referência | |
|------------------------------------|--|---|--|
| | | Título | Referência |
| Amostragem | | Qualidade da água — amostragem — parte 13 do guia sobre amostragem de lamas provenientes de estações de tratamento de águas e de águas residuais. | NP EN ISO 5667-13 |
| Matéria seca | % | Caracterização das lamas — determinação do teor em matéria seca e do teor em água. | EN12880 |
| Matéria orgânica | % na matéria seca | Caracterização das lamas — determinação da perda de massa por ignição. | EN12879 |
| pH | | Caracterização das lamas — determinação do valor do pH | EN12176 |
| Azoto total | mg/kg de matéria seca | Caracterização das lamas — determinação do azoto Kjeldahl | EN13342 |
| Metais pesados, fósforo, potássio. | mg/kg de matéria seca | Caracterização das lamas — determinação dos elementos metálicos vestigiais e do fósforo — extracção por água-régia. | EN13 346 |
| Salmonella spp. | Presente/ausente em 50 g de matéria original. | <i>Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the detection of Salmonella spp.</i> | ISO 6579:2002 (¹) (²) |
| Escherichia coli | Número de células viáveis/g de matéria original. | <i>Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli — part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide.</i> | ISO 16649-2:2001 (¹) (³) (⁴) |

(¹) Aplicável até entrada em vigor da respectiva norma europeia.

(²) Considerar ainda: ISO 6579:2002/Cor 1:2004 e ISO 6579:2002/Amd 1:2007. *Annex D: Detection of Salmonella spp. in animal faeces and in environmental samples from the primary production stage.*

(³) Recomenda-se uma toma inicial mínima de 20 g de matéria fresca, diluição 1:5 ou 1:10 em solução estéril de NaCl 0,9% e agitação a 150 rpm, a 5°C ± 3°C, durante o tempo necessário a que se obtenha a máxima homogeneidade possível.

(⁴) Métodos a usar em alternativa.

3.2 — Análise dos solos — as normas de referência para as análises dos solos são as que constam do quadro n.º 9.

QUADRO N.º 9

Normas de referência para a análise dos solos

| Parâmetros | Unidades | Normas de referência | |
|----------------------|----------|---|-----------------|
| | | Título | Referência |
| Amostragem | | Qualidade do solo — amostragem — parte 1 do guia sobre programas de amostragem. | ISO/DIS 10381-1 |

5. Compromissos assumidos com a aplicação das lamas de depuração

1- Criar condições que garantam o cumprimento das disposições legais relativas à aplicação das lamas ao solo, designadamente através do acompanhamento pelo responsável técnico indicado:

A) Respeitar o período de proibição da aplicação de lamas às culturas, designadamente:

- Prados e culturas forrageiras: - até 3 semanas antes da apascentação ou colheita.
- Hortícolas ou horto-frutícolas (excepto árvores de fruto): - durante o período vegetativo.
- Hortícolas ou horto-frutícolas em contacto directo com o solo e para consumo em cru: - até 10 meses da colheita e durante a colheita

B) Respeitar as seguintes distâncias mínimas:

- Habitlações - 50m
- Aglomerados Popacionais, escolas e outras zonas de interesse público - 200m
- Poços e furos de captação de água de rega -25m
- Captações de água de consumo - 100m
- Albufeiras de águas públicas de serviço público classificadas - 100m, contados na horizontal, a partir do Nível de Pleno Armazenamento
- Lagoas ou lagos de águas públicas constantes do anexo I do Decreto-Lei n.º 107/2009, de 15 de Maio - 100m, contados na horizontal, a partir da linha limite do leito

C) Não aplicar nas margens de águas, entendendo-se estas como:

- Margem de águas do mar e de águas navegáveis ou flutuáveis sujeitas a jurisdição das autoridades marítimas ou portuárias - 50m
- Margem de outras águas navegáveis ou flutuáveis - 30m
- Margem de águas não navegáveis nem flutuáveis - 10m

D) Não aplicar em condições climáticas adversas, designadamente em situação de alta pluviosidade.

E) Não aplicar em solos destinados ao modo de produção biológico.

F) Respeitar as regras de aplicação no solo de lamas

G) Respeitar as quantidades máximas de aplicação autorizadas.

H) Respeitar outras condições que os serviços oficiais competentes venham a determinar.

I) Notificar, à Direcção Regional de Agricultura e Pescas territorialmente competente, com pelo menos 3 dias de antecedência a data de aplicação de lamas

2- Guardar o triplicado, da guia de transporte de lamas e remeter cópia do mesmo ao produtor/detentor das lamas no prazo de 30 dias.

Declaro por minha honra, que são verdadeiros os elementos constantes neste formulário e que sou conhecedor dos compromissos que assumirei com a aplicação das lamas de depuração após a obtenção da respectiva licença.

_____ de _____ de 20 _____

_____ O Requerente

Decreto-Lei n.º 277/2009

de 2 de Outubro

No quadro das orientações definidas pelo Programa de Reestruturação da Administração Central do Estado (PRACE) e dos objectivos do Programa do Governo no tocante à modernização administrativa e à melhoria da qualidade dos serviços públicos com ganhos de eficiência, importa concretizar o esforço de racionalização estrutural consagrado no Decreto-Lei n.º 207/2006, de 27 de Outubro, que aprovou a Lei Orgânica do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (MAOTDR), avançando na definição dos modelos organizacionais dos serviços que integram a respectiva estrutura.

Nos termos da Lei Orgânica do MAOTDR, foi decidida a manutenção e reestruturação do Instituto Regulador de Águas e Resíduos, I. P. (IRAR, I. P.), redenominado Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, I. P. (ERSAR, I. P.), instituto público na esfera da administração indirecta do Estado, com o objectivo de reforçar as medidas e instrumentos que privilegiam a eficácia da acção na área da regulação dos serviços públicos de águas e resíduos.

As actividades de abastecimento de água às populações, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos constituem serviços de interesse geral, que visam a prossecução do interesse público, essenciais ao bem-estar dos cidadãos, à saúde pública e à segurança colectiva das populações, às actividades económicas e à protecção do ambiente, e devem pautar-se por princípios de universalidade no acesso, de continuidade e qualidade de serviço, e de eficiência e equidade dos preços.

Na medida em que constituem monopólios naturais ou legais de cariz local ou regional, estas actividades requerem uma forma de regulação que permita ultrapassar a inexistência de mecanismos de auto-regulação que caracterizam os mercados concorrenciais. Sem regulação não há incentivos a um aumento da eficiência e da eficácia das entidades gestoras, aumentando o risco de prevalência destas sobre os utilizadores, com a consequente possibilidade de estes últimos receberem serviços de menor qualidade e de preço mais elevado.

Com o Decreto-Lei n.º 147/95, de 21 de Junho, foi criado um observatório nacional dos sistemas multimunicipais e municipais de captação, tratamento e distribuição de água para consumo público, de recolha, tratamento e rejeição de efluentes e de recolha e tratamento de resíduos sólidos, tendo-lhe sido atribuídas funções com vista à análise prévia dos processos de concurso para adjudicação de concessões de sistemas municipais, à recolha de informações relativas à qualidade do serviço prestado nos sistemas multimunicipais e municipais e à formulação de recomendações para os concedentes e as entidades gestoras concessionárias.

Face à crescente complexidade dos problemas suscitados pelos segmentos de actividade económica em causa e à sua especial relevância para as populações, foi entendido ser necessário substituir a figura do referido observatório por uma entidade reguladora com atribuições ampliadas no que se refere à promoção da qualidade na concepção, na execução, na gestão e na exploração dos mesmos sistemas multimunicipais e municipais, de onde resultou a criação do IRAR, I. P., pelo Decreto-Lei n.º 230/97, de 30 de Agosto, ao qual foi posteriormente atribuído o estatuto de autoridade competente para a qualidade de água para consumo humano.

Após alguns anos de actividade, foi considerado, através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 72/2004, de

VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DE LAMAS DE DEPURAÇÃO ANEXO

Caracterização da Exploração e das Parcelas Agrícolas:

ANEXO ao Requerimento

1. Identificação das Parcelas Agrícolas de Destino

| N.º Parcela | Número do parcelário (1) | Nome | Concelho | Freguesia | Área (2) (ha) | Cultura ou entalho | Respeito da Zona de Protecção (3) (Sim/Não) |
|-------------|--------------------------|------|----------|-----------|---------------|--------------------|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

2- Plano de fertilização - Folha de registo (4)

N.º Seq: _____

| Cultura | Produção esperada (t/ha) | Data da semeadura | Fertilização recomendada (kg/ha) | N, P e K utilizados (kg/ha) | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|-------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|---|---|--------|---|---|---|------------------------|---|---|--|
| | | | | Lamas | | | | Outros | | | | Fertilizantes minerais | | | |
| | | | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

3- Ficha de registo dos fertilizantes orgânicos aplicados (4)

N.º Seq: _____

| Cultura | Data da semeadura | Fertilizantes orgânicos | | | |
|---------|-------------------|-------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------|
| | | Nome | Data da aplicação | Quantidade (t/ha ou m³/ha) | Técnica de aplicação |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Documentos anexos:

- a) Identificação das parcelas (identificadas pelo seu parcelário - P1 a P3) onde serão realizadas as aplicações de lamas, na carta militar à escala 1:25000 e em formato shape file, com indicação do local onde é efectuada a deposição de lamas
- b) Análises aos solos tendo em conta os parâmetros e a frequência legalmente previstos
- c) Análises às lamas tendo em conta os parâmetros e a frequência legalmente previstos
- d) Boletim de análises das águas de rega e foliares quando aplicável
- e) Quantidades (ton/ha) de lamas a aplicar por parcela
- f) Uma justificação do acordo dos utilizadores de lamas relativamente à disponibilidade das suas parcelas para espalhamento de lamas
- g) Indicação do método de aplicação das lamas

Notas:

- (1) - É obrigatória a identificação de parcelas com base no Sistema de Identificação Parcelar (SIP)
- (2) - Apenas são consideradas as parcelas individuais ou contiguas com área superior ou igual a 0,5ha
- (3) - Salvaguardar as distâncias a respeitar
- (4) - Preencher um quadro por cada parcela agrícola de destino

Declaro por minha honra, que são verdadeiros os elementos constantes neste formulário e que sou conhecedor dos compromissos que assumirei com a aplicação das lamas de depuração após a obtenção da respectiva licença.

_____ de _____ de _____

_____ O Requerente

Documentos anexos:

- a) Identificação das parcelas (identificadas pelo seu parcelário - P1 a P3) onde serão realizadas as aplicações de lamas, na carta militar à escala 1:25000 e em formato shape file, com indicação do local onde é efectuada a deposição de lamas
- b) Análises aos solos tendo em conta os parâmetros e a frequência legalmente previstos
- c) Análises às lamas tendo em conta os parâmetros e a frequência legalmente previstos
- d) Boletim de análises das águas de rega e foliares quando aplicável
- e) Quantidades (ton/ha) de lamas a aplicar por parcela
- f) Uma justificação do acordo dos utilizadores de lamas relativamente à disponibilidade das suas parcelas para espalhamento de lamas
- g) Indicação do método de aplicação das lamas

Notas:

- (1) - É obrigatória a identificação de parcelas com base no Sistema de Identificação Parcelar (SIP)
- (2) - Apenas são consideradas as parcelas individuais ou contiguas com área superior ou igual a 0,5ha
- (3) - Salvaguardar as distâncias a respeitar
- (4) - Preencher um quadro por cada parcela agrícola de destino

Declaro por minha honra, que são verdadeiros os elementos constantes neste formulário e que sou conhecedor dos compromissos que assumirei com a aplicação das lamas de depuração após a obtenção da respectiva licença.

_____ de _____ de _____

_____ O Requerente

Análise Química de Lama

Requisição nº 03107 de 2013-07-23
Início da Análise em: 2013-07-23
Conclusão da Análise em: 2013-08-22

Dados da Amostra

Origem: ---

Colheita

Colhida por: Cliente
Ponto de Colheita: ---
Efectuada em: 2013-07-22

Obs: Ovos Parasitas Subcontratados.

Rótulo: ID-07 (Tese)

Cliente:

SIMTEJO - ETAR Beirolas
Estrada de Beirolas - Parque das Nações
1990 Lisboa

Matriz: Lama

Nota(s):

Resultados expressos nas unidades do D.L. 276/2009, quando especificadas.
(m.s.) - matéria seca

| Parâmetro | Resultado | Método |
|--------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Matéria Seca | 21 % | EN 12880:2000 |
| Matéria Orgânica (550°C) | 66 % (m.s.) | EN 12879:2000 |
| pH (a) | 7,7 (a 24°C) | NP EN 12176:2000 |
| Azoto Total | 58000 mg/kg (m.s.) | EN 13342:2000 |
| Azoto Amoniacal | 3500 g/kg (m.s.) | SMEWW 4500 NH ₃ - B e C |
| Fósforo Total | 18 g/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Potássio Total | 2300 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Magnésio Total | 5500 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Cálcio Total | 94000 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Cádmio | < 4 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Chumbo | 50 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Zinco | 800 mg/kg (m.s.) | SMEWW 3120 (ICP) |
| Mercúrio | 0,6 mg/kg (m.s.) | EPA 7473:2007 |
| Carbono Orgânico Total | 38 % (m.s.) | M.M. 8.6 (A.E) (2009-05-06) |

O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação

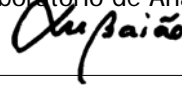
Os resultados constantes neste Boletim referem-se exclusivamente à amostra e parâmetros analisados. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade.
A apresentação de um resultado incluindo o símbolo < (menor), representa o limite de quantificação para esse parâmetro pelo método indicado. Lista de Métodos/Técnicas fornecida mediante solicitação.

Observações

(a) determinação numa suspensão aquosa da lama.
Digestão da amostra para metais e Fósforo: EN 13346:2000.

Lisboa, 2013-08-22

O Laboratório de Análises



Miguel Baião
(Responsável de Núcleo)

O ensaio assinalado com (*) não está incluído no âmbito da acreditação

*Os resultados constantes neste Boletim referem-se exclusivamente à amostra e parâmetros analisados. Este Boletim só pode ser reproduzido na totalidade.
A apresentação de um resultado incluindo o símbolo < (menor), representa o limite de quantificação para esse parâmetro pelo método indicado. Lista de Métodos/Técnicas fornecida mediante solicitação.*



E Q U I L I B R I U M

Laboratório de
Controlo de
Qualidade e de
Processos
Lda

Boletim Analítico Nº: 20133979
Âmbito: Determinações em Amostras de Lamas

Versão: 1.0

Boletim Definitivo

Requisitante: Laboratório de Análises do IST
Morada: Av. Rovisco Pais nº 1 - 1049 - 001 Lisboa

Designação da Amostra: Lamas de ETAR

COLHEITA DE AMOSTRAS

| | | | |
|-------------------|------------|-------------------------|------------|
| Data: | 23-07-2013 | Colheita efectuada por: | Cliente |
| Hora de Colheita: | --- | Ponto: | Ref. 20342 |
| Tipo de Análise: | Biológica | Método de Recolha: | --- |
| Origem: | Etar | Tratamento: | --- |

ANÁLISE

| | | |
|-----------------------------|---|------------------------|
| Data de Entrada: 24-07-2013 | Período de Análise: 29-07-2013 a 12-08-2013 | Ref. Amostra: 20133979 |
|-----------------------------|---|------------------------|

| Descrição | Métodos | Exp. Result. | Resultados | Lim. lei |
|--|---------------------|--------------|------------|----------|
| Quantificação de Ovos de Parasitas intestinais | MI 30 (SMEWW 10550) | N/g | 0 | --- |

Obs.:

O ensaio assinalado com (*) não se encontra no âmbito da acreditação do laboratório.

A amostragem efectuada não se encontra incluída no âmbito da acreditação.

NP: Norma Portuguesa; SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed; ISO: International Standard Organization; NF: Norma Francesa; EN: Norma Europeia; M: Método interno; DIN: Norma Alemã; LQ: Limites de Quantificação.

EMISSÃO

Porto, 13 de Agosto de 2013

O Director do Laboratório

Maria Cristina Antão

Maria Cristina Antão, S.C.
(Este Boletim Analítico foi assinado digitalmente)

Os resultados apresentados referem-se exclusivamente à amostra designada neste Boletim Analítico.
O Boletim Analítico não deve ser reproduzido, a não ser na íntegra, sem acordo escrito do Laboratório.

Relatório sobre a aplicação da Directiva 94/741/CE, de 24 de Outubro de 1994

- Período 2010 a 2012 -

**Ministério do Ambiente, Ordenamento do
Território e Energia**

Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

Rua da Murgueira, 9/9A - Zambujal Ap. 7585

2611-865 Amadora, Portugal

Tel: (351) 21 472 8200 Fax: (351) 21 471 9074

geral@apambiente.pt ; www.apambiente.pt

Ponto de contacto:

Eng^a. Paula Gama

1. Introdução

1.1. Âmbito e Objectivos

Resposta ao questionário sobre a transposição e aplicação da Directiva 86/278/CEE¹, de 12 de Julho de 1986, relativa à protecção do ambiente, e em especial dos solos, na utilização agrícola de lamas de depuração, integrado na Decisão da Comissão 94/741/CE², de 24 de Outubro de 1994.

O relatório sectorial abrange o período compreendido entre 2010 a 2012.

1.2. Organização do relatório

O relatório está organizado de acordo com a estrutura do formulário que consta da Decisão da Comissão 94/741/CE, de 24 de Outubro de 1994.

¹ JO n.º L 181 de 04.07.1986, p. 6-12.

² JO n.º L 296 de 17.11.1994, p. 42-55.

Relatório

I. Transposição para o Direito Nacional

1. a) Foram comunicados à Comissão os pormenores das disposições legislativas, regulamentares e administrativas adoptadas em cumprimento da directiva?

(Sim/Não)

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

2. a) Na eventualidade de terem sido tomadas medidas a nível nacional, em conformidade com o artigo 5º, para assegurar que é proibida a utilização de lamas de depuração nos solos em que a concentração de um ou vários metais pesados excede os valores-limite estabelecidos, indique se tais medidas foram notificadas à Comissão.

(Sim/Não)

Sim.

2. b) No caso de a resposta à alínea a) ser « não », indique as razões.

2. c) Na eventualidade de terem sido adoptadas a nível nacional disposições mais estritas que as previstas na directiva, indique se tais disposições foram comunicadas à Comissão, em conformidade com o artigo 12º.

(Sim/Não)

Sim.

2. d) No caso de a resposta à alínea c) ser « não », indique as razões.

II. Aplicação da Directiva

1. a) Indique as condições específicas consideradas necessárias para assegurar a protecção da saúde humana e do ambiente, em conformidade com o nº 2, primeiro travessão, do artigo 3º, quando são utilizadas para fins agrícolas lamas residuais de fossas sépticas ou de instalações similares de tratamento de águas residuais.

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

2. a) No que diz respeito ao artigo 5º, preencha o quadro que se segue, indicando se alguns dos dados são estimativas.

Os valores limite nacionais de metais pesados nos solos e nas lamas encontram-se definidos no Decreto-Lei n.º 276/2009, de 2 de Outubro.

| Metal | n.º 1 do artigo 5.º | | | | N.º 2 alínea a) do artigo 5.º | | N.º 2 alínea a) do artigo 5.º | |
|-----------------|------------------------|--------------------------|--------------|-----|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | Concentração nos solos | | | | Concentração nas lamas | | Aplicação agrícola | |
| | Directiva Anexo IA | Valores-limite nacionais | | | Directiva Anexo IB | Valores-limite nacionais | Directiva Anexo IC | Valores-limite nacionais |
| | mg/kg matéria seca | mg/kg matéria seca | | | mg/kg matéria seca | mg/kg matéria seca | kg/ha/ano | kg/ha/ano |
| | pH ≤ 5,5 | 5,5 < pH ≤ 7,0 | pH > 7,0 (*) | | | | | |
| Cádmio | 1 a 3 | 1 | 3 | 4 | 20 a 40 | 20 | 0,15 | 0,15 |
| Cobre | 50 a 140 | 50 | 100 | 200 | 1000 a 1750 | 1000 | 12 | 12 |
| Níquel | 30 a 75 | 30 | 75 | 110 | 300 a 400 | 300 | 3 | 3 |
| Chumbo | 50 a 300 | 50 | 300 | 450 | 750 a 1200 | 750 | 15 | 15 |
| Zinco | 150 a 300 | 150 | 300 | 450 | 2500 a 4000 | 2500 | 30 | 30 |
| Mercúrio | 1 a 1,5 | 1 | 1.5 | 2 | 16 a 25 | 16 | 0,1 | 0,1 |
| Crómio | - | 50 | 200 | 300 | - | 1000 | - | 4,5 |

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

2. b) Caso o Estado-membro tenha optado pela alternativa proposta no nº 2, alínea a), do artigo 5º, indique a quantidade máxima de lamas que pode ser utilizada no solo por unidade de superfície e por ano (expressa em toneladas de matéria seca por hectare e ano).

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

2. c) No caso de terem sido autorizados, a título da nota de pé-de-página (1) do anexo IA, valores-limite menos severos para a concentração de metais pesados nos solos, preencha o quadro que se segue, indicando se alguns dos dados são estimativas.

Os elementos facultados, no quadro apresentado na resposta a esta questão, no relatório referente ao triénio entre 1998 a 2000 mantêm-se em vigor.

2. d) No caso de terem sido autorizados, a título da nota de pé-de-página (2) do anexo IA, valores-limite menos severos para a concentração de metais pesados nos solos, preencha o quadro que se segue (o preenchimento das três primeiras colunas é facultativo).

Os elementos facultados, no quadro apresentado na resposta a esta questão, no relatório referente ao triénio entre 1998 a 2000 mantêm-se em vigor.

2. e) No caso de terem sido autorizados, a título da nota de pé-de-página (1) do anexo IC, valores-limite menos severos para a concentração de metais pesados nos solos, preencha o quadro que se segue, indicando se alguns dos dados são estimativas.

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 1998 a 2000, mantém-se em vigor.

3. a) No que diz respeito ao artigo 6º, indicar sucintamente as tecnologias utilizadas para o tratamento das lamas.

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 1998 a 2000, mantém-se em vigor.

3. b) Foram estabelecidas disposições para que as análises sejam efectuadas com maior frequência do que a prevista no ponto 1 do anexo IIA? (Sim/Não)

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

3. c) No caso de a resposta à alínea b) ser « sim », especifique.

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

3. d) Foram fixadas condições para a autorização de injeção ou enterro no solo de lamas não tratadas [alínea a) do artigo 6º]? (Sim/Não)

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

3. e) No caso de a resposta à alínea d) ser « sim », especifique.

4. No que diz respeito ao artigo 7º, indique, se for caso disso, a duração do período durante o qual é proibida a utilização de lamas nas pastagens antes de se proceder ao pastoreio e nas culturas forrageiras antes de se proceder à colheita.

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

5. a) Foram autorizados a nível nacional valores-limite reduzidos ou, eventualmente, outras medidas, quando o pH do solo é inferior a 6, tal como previsto no artigo 8º? (Sim/Não)

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

5. b) No caso de a resposta à alínea a) ser « sim », preencha o quadro que se segue.

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

6. a) Se for caso disso, indique que tipos de análises são efectuados, a título do artigo 9º, relativamente às características do solo, de acordo com as indicações do ponto 1 do anexo IIB, para além das mencionadas no ponto 3 do anexo IIB (pH e metais pesados).

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

6. b) Indique a frequência mínima das análises do solo (ponto 2 do anexo IIB).

A resposta dada no relatório referente ao triénio compreendido entre 2006 a 2009, mantém-se em vigor.

7. A partir dos dados apresentados nos registos mencionados no artigo 10º, preencha os quadros que se seguem, indicando se alguns dos dados são estimativas.

| | Matéria Seca (toneladas/ano) | | | Superfície abrangida (facultativo) | | |
|---|---------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|--|--|
| | 2010(c) | 2011(c) | 2012(c) | | | |
| Lamas produzidas pelas estações de tratamento: | | | | | | |
| Urbanas ^(a) | 98 369,73 | 83 728,17 | 119 221,46 | | | |
| Industriais ^(b) | 64 310,34 | 56 285,04 | 165 554,64 | | | |
| Total | 162 680,07 | 140 013,21 | 284 776,10 | | | |
| | 2010 (c) | 2011 (c) | 2012 (c) | | | |
| Lamas utilizadas na agricultura: | | | | | | |
| Urbanas ^(a) | 3490,96 | 14693,33 | 21252,96 | | | |
| Industriais ^(b) | 2155,80 | 8394,66 | 7918,87 | | | |
| Total | 5646,76 | 23087,98 | 29171,83 | | | |

^(a) Lamas produzidas em estações de tratamento e fossas sépticas de águas residuais urbanas.

^(b) Lamas produzidas em estações de tratamento de águas residuais industriais.

RADC_04_2007 – Relatório sobre a aplicação da Directiva 86/278/CEE, de 12 de Julho, no período de 2004 a 2007

(c) Foi utilizado um valor médio estimado de matéria seca de 20%.

| LAMAS UTILIZADAS NA AGRICULTURA | | | |
|---|---------|---------|---------|
| Valor médio de concentração (mg/kg de matéria seca) | | | |
| Parâmetros | 2010 | 2011 | 2012 |
| Metais | | | |
| Cádmio | 2,079 | 1,802 | 4,241 |
| Cobre | 232,817 | 151,237 | 203,383 |
| Níquel | 30,397 | 43,881 | 44,502 |
| Chumbo | 55,135 | 32,444 | 48,900 |
| Zinco | 628,654 | 501,544 | 560,82 |
| Mercúrio | 0,771 | 0,978 | 1,730 |
| Crómio | 67,431 | 113,036 | 87,443 |
| Elementos | | | |
| Azoto N total | 49292 | 28709 | 37092 |
| Fósforo P total | 22869 | 9793 | 17847 |

8. Indique o número de casos em que foram concedidas isenções ao abrigo do artigo 11º.

A resposta dada no relatório, referente ao triénio compreendido entre 1998 a 2000, mantém-se em vigor.