



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

Faculdade de Ciência e Tecnologia

As Lamas e a Co-compostagem

Higiene Pública e Segurança Ambiental

Curso: Engenharia do Ambiente

Elaborado por:

Alcindo Queirós

Nuno Magalhães

Carla Sofia Silva

Docente: Eng.^a Alzira Dinis

Aluno n.º 17697

Aluno n.º 6366

Aluna n.º 18993

Março de 2009

ÍNDICE

I. RESUMO.....	3
II. COMPOSTAGEM	3
1. CENTRAL DE COMPOSTAGEM	3
2. PROCESSO DE VERMICOMPOSTAGEM.....	4
3. PROCESSO DE DIGESTÃO ANAERÓBIA.....	6
4. COMPOSTO.....	6
III. LAMAS.....	8
1. ORIGEM DAS LAMAS	8
2. IMPACTES NO AMBIENTE E NA SAÚDE PÚBLICA.....	9
IV. VALORIZAÇÃO E ELIMINAÇÃO DAS LAMAS	9
1. DIGESTÃO ANAERÓBIA.....	10
2. ESTABILIZAÇÃO QUÍMICA COM CAL	10
3. CO-COMPOSTAGEM DE LAMAS	10
4. SECAGEM TÉRMICA.....	11
5. ELIMINAÇÃO POR INCINERAÇÃO	11
V. DESTINO FINAL DAS LAMAS	12
VI. CONCLUSÃO	12
VII. BIBLIOGRAFIA	13

I. Resumo

A Directiva 1999/31/CE (relativa a aterros) ao limitar a quantidade de resíduos orgânicos a depositar em aterro, veio enfatizar a importância do tratamento biológico na gestão integrada de Resíduos Sólidos Urbanos. Em vários locais onde a quantidade destes resíduos não justifica a implantação de sistemas de tratamento biológico de grande escala, a compostagem municipal e/ou doméstica (realizada à escala local) pode revelar-se uma ferramenta importante para as autarquias que queiram intervir de forma célere e com poucos custos de investimento para a materialização dos objectivos daquela Directiva, reduzindo simultaneamente os seus custos na gestão de resíduos.

Sendo assim, neste momento as lamas obtidas nas estações de águas residuais estão a ser introduzidas no processo de compostagem dos resíduos sólidos urbanos, com a designação de co-compostagem.

II. Compostagem

Nada disto é de facto "lixo": estrumes, resíduos agrícolas e florestais, resíduos das indústrias agro-alimentares, resíduos urbanos Biodegradáveis (como restos de cozinha e de jardins e quintais) são a matéria-prima para a realização do "composto". Compostar é uma técnica e uma arte ao alcance de particulares e de entidades públicas e privadas, cujo produto representa uma importante riqueza: fertilizante, correctivo de solos, meio de cultura em espaços verdes ou simplesmente o que faltava florir o canteiro da janela.

A compostagem é um processo de tratamento/valorização de resíduos que consiste na degradação da matéria orgânica em presença de oxigénio, concretizada por microorganismos sob condições controladas, permitindo obter um composto final estabilizado, higienizado e rico em nutrientes, que pode ser utilizado como fertilizante ou correctivo de solos.

1. Central de compostagem

As instalações de compostagem de média ou grande escala são as mais divulgadas e permitem a valorização de praticamente todos os resíduos biodegradáveis de uma dada região, preferencialmente provenientes de recolha selectiva. Uma compostagem centralizada de

sucesso depende de um apertado controlo das operações, nomeadamente da homogeneização e mistura dos resíduos, arejamento, irrigação e controle de maus cheiros.

A monitorização dos parâmetros físicos, químicos e biológicos deve permitir manter o processo dentro de estreitas margens de variação. Embora os sistemas centralizados variem em complexidade e automação, as fases principais são comuns: preparação, decomposição, maturação e afinação.

Os produtos finais de uma central de compostagem incluem:

- Sólidos, na forma de composto e de rejeitados;
- Efluentes gasosos (dióxido de carbono, vapor de água e amónia);
- Efluentes líquidos (lixiviados).

Os métodos de compostagem centralizada podem ser categorizados em dois grandes grupos:

- Sistemas abertos (em pilha) ou
- Sistemas fechados (em reactor).

Os factores que condicionam o tipo de sistema a escolher são essencialmente:

- As características e quantidade dos resíduos biodegradáveis;
- Os custos de operação, incentivos, impostos;
- A localização da central, das fontes de resíduos biodegradáveis e área disponível;
- Os objectivos adicionais do processo de compostagem (secagem de resíduos, inactivação de agentes patogénicos);
- A proximidade de zonas habitadas.

2. Processo de vermicompostagem

A vermicompostagem é um processo de bio-oxidação e estabilização onde microrganismos, minhocas e outros invertebrados transformam resíduos biodegradáveis em fertilizante - o vermicomposto. Sendo este um processo de decomposição biológica, é imprescindível monitorizar os parâmetros físicos e químicos da vermicompostagem, de modo a promover populações saudáveis de minhocas e um produto final de qualidade. Os factores que influenciam o processo incluem:

- Minhocas - A *Eisenia foetida*, também conhecida como minhoca vermelha, é uma das espécies mais utilizada no processo de vermicompostagem porque prefere meios ricos em matéria orgânica, processa rapidamente grandes quantidades de resíduos

biodegradáveis, é tolerante a um intervalo mais alargado de factores ambientais e dá-se bem em populações densas. Este anelídeo tem cerca de 12 cm de comprimento quando atinge a maturidade e a pigmentação varia do roxo e vermelho, com ou sem listas.

- **Matéria orgânica** - As principais fontes de matéria orgânica tratada pela Vermicompostagem são os resíduos alimentares e de jardim, papel, resíduos agrícolas, agro-alimentares e lamas. A recolha deve ser diferenciada de modo a evitar a presença de metais pesados e de outros contaminantes no vermicomposto. A matéria orgânica é ingerida pelas minhocas, transformada por enzimas do tracto digestivo e excretada sob a forma de matéria estabilizada.
- **Humidade** - Nas minhocas a troca gasosa e a excreção metabólica ocorre através da pele, que deve encontrar-se sempre húmida. No entanto, se a humidade for em excesso, pode reduzir a quantidade de oxigénio presente no meio e causar morte generalizada. A 'cama' das minhocas representa um elemento fulcral para manter a humidade adequada no meio, que idealmente varia entre 80 e 90%.
- **Luminosidade** - As minhocas são sensíveis à luminosidade, sendo necessário protegê-las da luz.
- **pH** - As espécies utilizadas na vermicompostagem toleram valores de pH que variam entre 5 e 9. Situações fora deste intervalo causam a morte ou emigração das minhocas.
- **Temperatura** - Os valores óptimos de temperatura para as minhocas decompor matéria orgânica encontram-se entre os 15 e 25°C. Temperaturas mais baixas diminuem a velocidade do processo e valores superiores podem matar as minhocas. Materiais por decomporem podem causar um aumento drástico nos valores da temperatura e por isso a importância da monitorização frequente ou contínua. Um local bem ventilado promove a evaporação da humidade da cama das minhocas e o seu consequente arrefecimento.

- Oxigénio - As minhocas são aeróbias, necessitando do oxigénio para os seus processos metabólicos - o arejamento é pois fundamental.

A vermicompostagem é igual à compostagem?

Alguns autores defendem que o processo não é igual ao da compostagem, porque a vermicompostagem decorre a temperaturas relativamente baixas (20°C) e resulta sobretudo da actividade de anelídeos, para além de microrganismos. Comparando a vermicompostagem e a compostagem em termos de logística e processo, a vermicompostagem não necessita de espaço exterior e a formação de produto final é mais rápida.

Em Riba de Ave - O Sistema Intermunicipal de Resíduos do Vale do Ave (SIRVA) inaugurou a primeira unidade de vermicompostagem do mundo para resíduos indiferenciados. Esta infraestrutura ambiental é gerida pela AMAVE.

Nesta unidade, milhões de minhocas irão trabalhar dia e noite para tratar 1500 toneladas de lixos urbanos por ano, o que corresponde aos resíduos gerados por quatro mil habitantes.

3. Processo de digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia é um processo que envolve a degradação biológica da matéria orgânica em condições de ausência de oxigénio (anaerobiose). A decomposição é levada a cabo através da actividade combinada de diferentes populações de microrganismos que atacam a estrutura de materiais orgânicos complexos e produzem uma mistura de compostos simples onde predomina o metano (biogás), o qual apresenta um elevado interesse enquanto fonte de energia renovável.

Grupos de microrganismos que intervêm no processo de digestão anaeróbia:

- Bactérias fermentativas - Responsáveis pelas primeiras fases do processo de digestão anaeróbia: a hidrólise e a acidogénese;
- Bactérias acetogénicas - Responsáveis pela decomposição dos produtos da acidogénese em ácido acético, hidrogénio e dióxido de carbono;
- Bactérias metanogénicas - Levam a cabo a fase final do processo e convertem o ácido acético e a mistura de hidrogénio e dióxido de carbono em metano.

4. Composto

Chama-se composto à matéria orgânica estabilizada por degradação biológica aeróbia e que se encontra em fase de humificação. Quando é adicionado ao solo a sua decomposição continua devagar, dando posteriormente origem ao húmus - um material constituído por macromoléculas orgânicas complexas, sem forma ou estrutura específicas.

A natureza do húmus ainda não é totalmente compreendida, mas os compostos complexos podem ser agrupados em 3 categorias de acordo com a sua solubilidade:

- Ácidos fúlvicos (solúveis em meio ácido e alcalino);
- Ácidos húmicos (insolúveis em meio ácido);
- Humina (insolúvel em meio alcalino).

O húmus desempenha um papel central nos ecossistemas edáficos, incluindo:

- A melhoria das características físico-químicas do solo (textura, arejamento, capacidade de troca catiónica e retenção de água, estabilidade do pH e temperatura, etc.);
- A disponibilização lenta e prolongada de nutrientes vegetais;
- A protecção de nutrientes contra a lixiviação e a viabilização de vastas comunidades biológicas.

Para além de precursor do húmus, o efeito imediato da introdução de composto no solo não é desprezível: reduz a sua erosão, melhora a capacidade de retenção de água, aumenta a capacidade de sustentar vida vegetal e animal e liberta os nutrientes lentamente, de modo a que se mantenham disponíveis para as plantas durante meses a fio (ao contrário dos adubos sintéticos, que são facilmente lixiviados).

O produto final da compostagem é constituído por macroatmentos, tais como o azoto, o fósforo, o cálcio, o carbono, o potássio, o enxofre e o magnésio, e por oligoelementos como o ferro, o zinco, o níquel, o cobre, o manganês e o boro, de que as plantas necessitam em pequenas quantidades. No entanto, o perfil exacto dos constituintes presentes no composto varia consoante as características da matéria-prima utilizada para o produzir: por exemplo, há menos celulose no composto que tem por base ingredientes alimentares quando comparado com uma produção a partir de restos agrícolas. Havendo diferentes tipos de composto é natural que as respectivas aplicações específicas também possam variar.

III. Lamas

As lamas são um produto inevitável do tratamento de águas residuais, provenientes essencialmente da acumulação dos produtos em suspensão na água residual afluente, geralmente transformados pela acção de microrganismos em acção durante o tratamento.

Em termos genéricos, pode dizer-se que as lamas antes da sua aplicação final devem ser preferencialmente estabilizadas com o objectivo de se reduzir o seu poder de fermentação, responsável pela produção de gases e odores; reduzidas em volume para facilitar o seu manuseamento, transporte e armazenamento e, purificadas para eliminar o máximo de microrganismos patogénicos e elementos tóxicos.

O produtor das lamas ou a empresa responsável pela sua gestão tal como é estabelecido na legislação (Decreto-Lei nº 446/91 de 22 de Novembro e Portarias nº 176/96 e 177/96 de 3 de Outubro, Decreto-Lei nº 239/97 de 9 de Setembro) deverão ser responsáveis pela forma como irão ser utilizadas/valorizadas ou colocadas em depósitos de lamas/resíduos, respectivamente. Além da preparação adequada do biosólido, tendo em conta a sua utilização, deverá assegurar-se o acompanhamento da respectiva aplicação, disponibilizando os meios necessários à distribuição, deposição no solo, controlo analítico e eventual apoio técnico para definição da qualidade, quantidade e frequência de utilização dos biosólidos de modo adequado às necessidades.

1. Origem das lamas

As lamas caracterizam-se por apresentarem um elevado teor de humidade, de matéria orgânica e nutrientes (azoto, fósforo e potássio) e potencialmente metais pesados (micropoluentes inorgânicos), numa concentração importante de microrganismos patogénicos. Face a estas características, as lamas têm que ser convenientemente tratadas antes de serem enviadas para destino final.

Nas estações de tratamento convencionais, as lamas têm origem na operação de decantação primária e nos processos secundário e terciário. Em muitos casos, as lamas são obtidas na forma de lama mista (lamas primárias misturadas com lamas secundárias) no decantador

primário. Noutras situações, as lamas são separadas em decantadores distintos e só posteriormente processadas em comum. As lamas geradas no tratamento terciário são geralmente em pequena quantidade, exceptuando quando está envolvida a precipitação química para remoção de fósforo.

As lamas são geralmente enviadas para espessamento de modo a ficarem espessas, tal como o nome indica, seguindo para desidratação, onde se reduz o volume de água presente nas lamas. A montante da desidratação as lamas podem ser estabilizadas, consoante o seu destino final.

2. Impactes no Ambiente e na Saúde Pública

Devido ao seu elevado teor em matéria orgânica, as lamas têm tendência a desenvolver condições anaeróbias, fermentando, entrando em putrefacção e, por conseguinte, gerando efeitos prejudiciais, quer para o Ambiente quer para a Saúde Pública.

Quando depositadas no solo sem qualquer tratamento, as lamas libertam gases tóxicos, resultado da decomposição anaeróbia, o que origina poluição atmosférica e riscos para o Homem, além dos óbvios odores intensos que causam incómodo. Os metais pesados que potencialmente se encontram na constituição das lamas (devido à potencial descarga de águas residuais industriais na rede de drenagem pública de águas residuais) irão infiltrar-se no solo, com consequente contaminação deste e das águas subterrâneas. Os metais pesados têm um efeito cumulativo e tóxico, pelo que, a ingestão de alimentos produzidos no solo contaminado e a utilização destas águas de má qualidade pode ser letal para o Homem. Relativamente aos microrganismos patogénicos, estes irão proliferar quer no solo, superficialmente ou por infiltração, quer nas águas subterrâneas, pelo que, além das evidentes contaminações ambientais, serão causa de proliferação de doenças.

IV. Valorização e eliminação das lamas

As principais técnicas utilizadas para o tratamento das lamas, tendo em vista a sua adequada aplicação são: digestão anaeróbia, estabilização química com cal, compostagem de lamas, secagem térmica e eliminação por incineração.

1. Digestão anaeróbia

A digestão anaeróbia das lamas consiste num processo bioquímico de várias etapas que pode ser aplicado para a estabilização de diversos tipos de materiais orgânicos. O processo ocorre em três estágios sequenciais:

- 1º estágio/fase hidrolítica – ocorre a hidrólise dos complexos orgânicos sólidos, celulose, proteínas e lípidos que pela acção de enzimas extracelulares são degradados a formas solúveis, ácidos gordos orgânicos, álcoois, dióxido de carbono e amónia;
- 2º estágio/fase acidogénea – as bactérias acidogéneas transformam os compostos anteriormente referidos em ácido acético, ácido propiónico, hidrogénio, anidrido carbónico, sulfureto de hidrogénio e em compostos orgânicos de baixo peso molecular;
- 3º estágio/fase metanogénea – por acção das bactérias metanogéneas ocorre a conversão dos compostos obtidos na fase acidogénea em dióxido de carbono e metano. O biogás produzido, devido ao metano, permite a valorização energética das lamas.

2. Estabilização química com cal

Com o intuito de evitar os impactes negativos ambientais e na saúde pública anteriormente descritos, torna-se necessário efectuar um tratamento às lamas tendo em vista a sua adequada aplicação, garantindo a sua inocuidade, ou seja, a sua higienização. Isto consegue-se recorrendo à estabilização química com cal.

A utilização de cal não produz uma redução de matéria orgânica das lamas. A sua acção de estabilização/desinfecção dos microrganismos presentes nas lamas é evidenciada quer através de simples elevação do pH das mesmas (para valores superiores a 12), com a utilização de cal hidratada [Ca(OH)₂], quer através da conjugação deste fenómeno com o aumento de temperatura para valores superiores a 60 °C, quando utilizada sob a forma de cal viva (CaO).

3. Co-Compostagem de lamas

A co-compostagem de lamas é um processo utilizado para transformar as lamas num produto de valor agronómico. Pode definir-se como um método de tratamento de resíduos sólidos

provenientes do tratamento de águas residuais, no qual os compostos orgânicos decompõem-se biologicamente, em condições aeróbias controladas, até alcançar um estado que permita a sua manipulação, o seu armazenamento e a respectiva aplicação, sem impactes ambientais negativos, fazendo de todo o composto um excelente fertilizante e um adjuvante capaz de melhorar e de enriquecer as propriedades físico-químicas e biológicas dos solos.

Na Maia (LIPOR) encontra-se em funcionamento a primeira estação de co-compostagem de lamas em Portugal, com uma produção média de 8 a 10 toneladas diárias de composto, que são facilmente escoadas para a jardinagem e para a agricultura.

4. Secagem térmica

Este processo consiste em reduzir o teor de humidade das lamas por adição de calor (através da evaporação da água), até um teor desejado que pode chegar aos 90 %. Consegue-se desta forma um produto quase sólido com cerca de 75 a 95 % de matéria seca, de textura geralmente granular, adequado a vários destinos finais. Permite ainda estabilizar e higienizar as lamas, facilitar a sua valorização orgânica ou a sua incineração, bem como reduzir os custos associados ao tratamento das lamas.

5. Eliminação por incineração

O objectivo principal deste processo é a queima dos componentes orgânicos combustíveis das lamas, para que os produtos resultantes (gases e cinzas) sejam relativamente inertes. Complementarmente, conseguem-se obter reduções de cerca de 95 % em volume e peso sólido das lamas e a destruição de compostos tóxicos e patogénicos.

A incineração das lamas poderá ser efectuada aproveitando o poder calorífico das mesmas, em equipamentos específicos para o efeito, com ou sem prévia secagem térmica. Existem também a nível europeu experiências de co-incineração, em incineradoras de resíduos sólidos urbanos (RSU), com capacidade excedentária ou a queima em fornos de cimenteiras ou em centrais termoeléctricas a carvão.

V. Destino final das lamas

No que concerne ao destino final das lamas, apontam-se como referência as seguintes soluções: valorização agrícola; recuperação de solos; florestas; recobrimento de aterros sanitários; selagem de lixeiras (recuperação paisagística); construção civil (fábricas de tijolos); cerâmica (incorporação de 20 % de lamas); estradas (recuperação/sementeira de taludes); áreas verdes; co-incineração/cimento (incorporação no cimento, valor calorífico para a queima); incineração (combustível, valor calorífico para as incineradoras); co-compostagem com RSU.

VI. Conclusão

O objectivo deste trabalho concentrou-se entender em que consistia a co-compostagem e a sua aplicação na eliminação das lamas. Da pesquisa efectuada foi identificado que actualmente apenas existe uma central de co-compostagem, a LIPOR na cidade da Maia.

Sendo este tratamento uma forma eficaz de eliminação das lamas para fins agrícolas, podemos facilmente concluir com a capacidade instalada é claramente insuficiente face às necessidades existentes.

Como alternativa ao método da co-compostagem, a nossa pesquisa identificou a existência em Riba de Ave da primeira unidade de vermicompostagem do mundo para resíduos indiferenciados. Desta forma, seria interessante estudar a viabilidade da introdução das lamas neste processo de forma a conseguir a sua eliminação. Existe no entanto alguns factores a ter em consideração neste estudo, tais como, os efeitos dos metais pesados (característico das lamas) nas minhocas.

Deverá ter-se como especial preocupação o encorajamento do uso correcto das lamas, a protecção das plantas, solo e águas subterrâneas e a salvaguarda da saúde humana e dos animais.

VII. Bibliografia

- ✓ Appelhof, M. (1997). *Worms eat my garbage*, Flower Press, Michigan
- ✓ Neto, J. T.P. (1996). *Manual de compostagem – Processo de baixo custo*, Belo Horizonte, Brasil
- ✓ Portal do ambiente e do cidadão [em linha]. Disponível em <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/residuos/mais-informacao-1/sobre-os-residuos-1/compostagem/> [Consultado em 2009/03/03].
- ✓ Centro de demonstração de compostagem [em linha]. Disponível em <http://www.esb.ucp.pt/gea/myfiles/compostagem/sobre/sobre.html> [consultado em 2009/03/03].
- ✓ Água de Portugal [em linha]. Disponível em http://www.adp.pt/content/index.php?action=listfo&rec=2011&tp_content=glossary [Consultado em 2009/03/03].
- ✓ Russo, M.A.T. (1995). *Resíduos Sólidos Industriais*, Citeve, V.N. Famalicão.
- ✓ Environmental Protection Agency (1989) *Decision-Makers Guide to Solid Waste Management*, EPA/530-SW-89-072, Washington, DC.
- ✓ Russo, M.A.T., (1994) *O aterro sanitário na base de uma gestão integrada de resíduos sólidos*, VI SILUBESA, Florianópolis, Brasil.