

OPTIMIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO PELA TRABITE

Ângela Isabel Silva Vaz

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Agro-Ambiental de Solos e Resíduos, realizada sob a orientação científica do Doutor Paulo Manuel Pires Águas, Professor Adjunto da Unidade Técnica Científica de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável e do Doutor João Paulo Baptista Carneiro, Professor Adjunto da Unidade Técnica Científica Ciências da Vida e dos Alimentos da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco

*O Valor das coisas não está no tempo em que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem.
Por isso existem momentos inesquecíveis,
coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.*

Fernando Pessoa



“A todos aqueles que são importantes na minha vida, e que contribuem para o que sou.”

Agradecimentos

Agradeço profundamente aos meus pais. Eles que sempre me apoiaram e nunca deixaram de acreditar em mim. Mais uma vez lhes provo, com mais uma meta concluída, que não irei nunca esquecer os valores que me transmitiram e a confiança que depositaram em mim, será sempre respeitada.

Um agradecimento muito especial às minhas avós, e ao meu irmão pelo carinho, amor e pela amizade que sempre me deram.

Agradeço profundamente ao professor e Doutor Paulo Manuel Pires Águas pela prontidão, disponibilidade, pela aprendizagem que me incutiu ao longo deste trabalho, pela enorme paciência que teve sempre comigo e pela amizade que nasceu com o início deste mestrado.

Igualmente agradeço ao professor e Doutor João Paulo Carneiro, pela boa vontade e disponibilidade em me ajudar sempre.

Uma palavra de reconhecimento por toda a aprendizagem dirijo à Eng.^a Catarina Cleto.

Aos meus queridos colegas de trabalho na TRABITE, à disponibilidade que tiveram sempre para comigo, aos nossos momentos bons e menos bons, à vossa capacidade de lutar sempre por algo melhor, e à lição de vida que daqui levo. Um agradecimento muito sentido.

Por fim, àqueles possuidores de uma “beleza” extrema e que têm um cantinho muito especial no meu coração, obrigado por tudo.

Palavras chave

Composto/compostagem, lamas, Classe II

Resumo

O processo de compostagem realizado pela TRABITE envolve vários resíduos orgânicos, tais como lamas de depuração urbanas provenientes de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), lamas provenientes de matadouros e processamento de frutas, serradura, casca de pinho, e ainda resíduos provenientes de biomassa florestal como cinza. Após uma perfeita homogeneização, estabilização e higienização das lamas e o cumprimento integral da legislação em vigor, o produto final desta actividade é a produção de um composto, inserido na Classe IIA, actualmente designado por Fertagri IIA.

A classificação (Classe IIA) atribuída pela Direcção Geral Actividades Económicas (DGAE) permite que este composto seja aplicado em culturas permanentes, como olival, vinha e pomares.

Com o trabalho desenvolvido verificou-se que depois de uma selecção rigorosa de lamas provenientes das diversas ETAR, é possível produzir um composto de Classe II, com características superiores ao composto já comercializa do pela empresa TRABITE, a partir do processo de compostagem anteriormente implementado na empresa. O produto obtido já reúne condições para se proceder à sua aplicação num número superior de culturas, nomeadamente em culturas como o sorgo e milho forrageiro, as quais ocupam uma elevada área de cultivo na zona envolvente à central de compostagem em estudo.

Para além do estudo referido, procedeu-se a um levantamento através de inquérito, que permitiu verificar qual a preferência do agricultor quanto à forma de aquisição do composto já colocado no mercado por esta empresa, chegando-se à conclusão que a principal preferência seria a obtenção do produto a granel.

Finalmente, e porque um folheto informativo deste tipo de produtos é sempre uma boa forma de apresentação junto dos agricultores, concebeu-se um documento onde se referem características e potenciais vantagens decorrentes da aplicação do produto em causa.

Keywords

Composite / composting, sludge, Class II

Abstract

The composting process involves TRABITE conducted by various organic wastes such as sewage sludge from urban sewage treatment sewage plant (WWTP), sludge from slaughterhouses and processing of fruits, sawdust, pine bark, and even waste from forest biomass as ash. After a perfect homogenization, stabilization and cleaning sludge and full compliance with current legislation, the final product of this activity is the production of a compound, placed in Class II, now known as Fertagri IIA.

The classification (Class II) assigned by the Directorate General Economic Activities (DGAE) allows this compound is applied to permanent crops such as olive groves, vineyards and orchards.

With the work it was found that after a careful selection of the various sludges treatment plant, it is possible to produce a compound of Class II with superior characteristics as the compound marketed by the company TRABITE from the composting process implemented in the previously company. The resulting product is fit to proceed to its application in a higher number of cultures, especially in crops such as maize and sorghum, which occupy a large area of cultivation in the area surrounding the composting study.

Apart from the above study, we proceeded to a survey using a questionnaire, which has shown that the preference of the farmer on how to purchase the compound already on the market by this company, coming to the conclusion that the main preference would be to obtain the product in bulk.

Finally, a leaflet and because this type of products is always a good way to show to the farmers, designed to be a document refer to features and potential benefits arising from the application of the product concerned.

Índice Geral

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Objectivos..... | 3 |
| 3. Apresentação da empresa - TRABITE..... | 4 |
| 3.1. Quantidades e características dos produtos acabados | 4 |
| 3.2. Descrição das operações efectuadas | 5 |
| 4. Processo de Compostagem | 6 |
| 5. Aspectos Legislativos..... | 9 |
| 6. Composto Orgânico Produzido pela TRABITE | 12 |
| 7. Culturas produzidas na região | 15 |
| 8. Material e Métodos | 16 |
| 8.1. Material utilizado no processo de compostagem | 16 |
| 8.2. Preparação das pilhas a compostar | 17 |
| 8.3. Procedimentos experimentais..... | 18 |
| 8.3.1. Temperatura..... | 18 |
| 8.3.2. Humidade | 19 |
| 8.3.3. Características das pilhas | 21 |
| 8.3.4. Volteio das pilhas | 21 |
| 8.3.5. pH..... | 21 |
| 9. Resultados e Discussão..... | 23 |
| 10. Preferência de cada agricultor da região quanto à aquisição do composto orgânico | 26 |
| 10.1. Áreas de cultivo..... | 26 |
| 10.2. Tipo de culturas | 27 |
| 10.3. Utilização de Composto Orgânico | 28 |
| 10.4. Forma de Aquisição | 28 |
| 11. Folheto Informativo | 29 |
| 12. Considerações Finais | 30 |
| 13. Bibliografia..... | 31 |

Anexos

Anexo I - Características de Biomassa - pinho estilha e pinho casca.

Anexo II - Boletim Inicial

Anexo III - Medição da Temperatura (°C) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

Anexo IV - Cálculo da Humidade (%) Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

Anexo V - Medição de pH (escala Sorensen) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

Anexo VI - Boletim Final

Anexo VII- Inquérito

Anexo VIII - Folheto Informativo

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Apresentação da central de compostagem | 4 |
| Figura 2 - Diagrama do processo | 5 |
| Figura 3- Comportamento de uma pilha de compostagem a nível de temperatura e pH | 7 |
| Figura 4- Perfil típico de temperatura numa pilha aeróbia | 8 |
| Figura 5 - Aparas de madeira | 17 |
| Figura 6 - Casca de Pinho..... | 17 |
| Figura 7 - Medição da temperatura (°C) com termómetro | 18 |
| Figura 8 - Temperatura das diferentes pilhas | 19 |
| Figura 9 - Estufa de secagem. | 19 |
| Figura 10 - Pesagem de cada cadinho com a amostra..... | 20 |
| Figura 11 - Humidade das diferentes pilhas..... | 20 |
| Figura 12 - Pilha de compostagem..... | 21 |
| Figura 13 - Leitura de pH..... | 22 |
| Figura 14 - Valores de pH registado nas diferentes pilhas durante a compostagem | 23 |
| Figura 15 - Número de agricultores inquiridos nas classes de área consideradas | 26 |
| Figura 16 - Tipo de culturas realizadas pelos agricultores em estudo | 27 |
| Figura 17 - Número de agricultores em estudo que já utilizam compostos orgânicos..... | 28 |
| Figura 18 - Formas de aquisição de produtos orgânicos preferidas pelos agricultores inquiridos que já utilizam produtos orgânicos | 29 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Aspectos relevantes que afectam o processo de compostagem (adaptado de Gestão de resíduos, 2000) | 9 |
| Tabela 2 - Resumo legislativo relativamente à utilização agrícola de lamas de ETAR..... | 10 |
| Tabela 3-Valores-limite da concentração de metais pesados nos solos e nas lamas destinadas a agricultura | 10 |
| Tabela 4-Valores limite de concentração de compostos orgânicos e dioxinas nas lamas destinadas à agricultura, produzidas em estações de tratamento de águas residuais urbanas que recebam águas residuais de outras origens para além da doméstica (mg kg ⁻¹ MS) | 11 |
| Tabela 5 - Valores limite de microrganismos nas lamas destinadas à agricultura | 11 |
| Tabela 6 - Valores máximos admissíveis para os teores “totais” de metais pesados, materiais inertes antropogénicos*, pedras de granulometria superior a 5 mm no Composto (valores reportados à matéria seca) e valores máximos admissíveis relativos à concentração em microrganismos patogénicos (valores reportados à matéria fresca)..... | 13 |
| Tabela 7 - Metodologia analítica utilizada na caracterização do composto | 14 |
| Tabela 8 - Caracterização analítica do composto e quantidade de nutrientes (kg) veiculados por cada tonelada de matéria seca do composto | 14 |
| Tabela 9 - Valores máximos admissíveis para todas as classes de composto. | 15 |
| Tabela 10 - Categoria de composto em função do grau de maturação..... | 15 |
| Tabela 11 - Superfície das culturas permanentes (ha) na Beira Interior Sul e Cova da Beira | 15 |
| Tabela 12 - Superfície das culturas temporárias, sorgo e milho forrageiro, na Beira Interior Sul e Cova da Beira | 16 |
| Tabela 13 - Nº. de Explorações agrícolas com culturas temporárias, sorgo e milho forrageiro, na Beira Interior Sul e Cova da Beira..... | 16 |
| Tabela 14 - Preparação das pilhas | 17 |
| Tabela 15 -Classificação de matérias fertilizantes da DGAE e teores em metais pesados em produtos já existentes e nos compostos produzidos no estudo realizado | 24 |
| Tabela 16 -Valores de diferentes parâmetros analíticos no composto final e compostos já estudados. | 25 |

1. Introdução

A produção animal em regime extensivo, sem cama, tem vindo a ser uma prática cada vez mais corrente. Assim, o recurso aos resíduos orgânicos tradicionalmente obtidos nas explorações agro-pecuárias tornou-se incapaz de satisfazer as necessidades de correcção orgânica dos solos agrícolas. Por outro lado, o crescente aumento populacional leva a um aumento de produção de resíduos orgânicos provenientes de estações de tratamento de águas residuais, ETAR. Em alternativa ao encaminhamento destes resíduos para aterro sanitário de acordo com a Directiva 1999/31/CE, de 26 de Abril e do Decreto-Lei 152/2002, de 23 de Maio, e inserindo-se numa estratégia de gestão integrada de resíduos orgânicos, é possível a sua utilização agrícola em solos, de acordo com o Decreto-Lei 276/2009 de 2 de Outubro, dando distinção a medidas que aumentem a valorização agrícola. Outra alternativa será o encaminhamento das lamas para obtenção de matérias fertilizantes a licenciar no âmbito da Direcção Geral das Actividades Económicas, nomeadamente como correctivos agrícolas orgânicos.

É precisamente neste campo que a empresa TRABITE - Tratamento Ambiental, Lda. actua. No sentido de valorizar resíduos orgânicos que recolhe numa vasta área, trata-os pelo processo de compostagem, de forma a poderem, posteriormente, ser aplicados em determinadas culturas e contribuir para o aumento da matéria orgânica e da fertilidade dos solos. Para a realização da

compostagem dos resíduos recolhidos, lamas de depuração, a empresa tem recorrido à sua mistura com aparas de madeira e casca de pinho, materiais que por si não trarão limitações de classificação aos produtos finais, Anexo I. Também tem recorrido como estruturante às cinzas oriundas de centrais de biomassa, que não serão utilizadas no âmbito deste trabalho devido à sua variabilidade.

A comercialização de produtos no formato de matérias fertilizantes é tutelada pela Direcção Geral das Actividades Económicas (DGAE). No âmbito do processo de solicitação de autorização de colocação no mercado deste tipo de matérias, de acordo com a Portaria 1322/2006 e em função das características do produto proposto, as mesmas serão classificadas num dos 4 tipos:

- **Adubos minerais** - adubo cujos nutrientes declarados se apresentam na forma mineral, obtida por extracção ou por processo industrial físico e ou químico, cianamida cálcica, a ureia e os produtos provenientes da respectiva condensação e associação assim como os adubos que contém micronutrientes quelatados ou complexados.

- **Adubos orgânicos** - o adubo cujos nutrientes são, na sua totalidade, de origem vegetal/ ou animal.

- **Adubo organominerais** - adubo obtido por mistura mecânica de adubos minerais e adubos orgânicos, contendo, pelo menos, 1% azoto orgânico.

- **Outros produtos**

No que diz respeito à comercialização dos produtos obtidos a partir de resíduos orgânicos, após tratamento, e de acordo com a Portaria anteriormente referida, os mesmos são classificados como “correctivos agrícolas”, num dos seguintes tipos:

- **Correctivo agrícola orgânico** - correctivo agrícola de origem vegetal ou animal, utilizado principalmente com o objectivo de aumentar o nível de matéria orgânica do solo.

- **Correctivo agrícola mineral** - correctivo agrícola de origem mineral destinado principalmente a modificar o valor do pH do solo.

- **Correctivo condicionador** - correctivo agrícola que se destina a modificar principalmente as propriedades físicas do solo.

A TRABITE - Tratamento Ambiental, Lda. produz actualmente um correctivo agrícola denominado Fertagri IIA, classificado pela DGAE como Classe IIA, fundamentalmente devido às concentrações mais elevadas de Zinco e Níquel. Esta classificação, tal como já referido, limita a sua utilização às culturas permanentes, deixando de fora actividades económicas extremamente importantes para este tipo de produtos, como é o caso das culturas hortícolas e arvenses.

Seria assim de todo o interesse, possibilitar a utilização dos produtos comerciais da TRABITE, em grupos de culturas como as referidas. No entanto, para que tal seja possível, é necessário garantir que os produtos finais obtidos e em condições de entrada no mercado cumpram, escrupulosamente, as exigências da DGAE. Considerando as características dos produtos em causa, parece-nos que a única forma de o conseguir, será através de uma

manipulação das matérias-primas, rastreabilizando os lotes de lamas de ETAR que apresentam valores mais baixos dos metais pesados que têm penalizado a classificação dos compostos, sistematizando os volumes de cada componente do composto, bem como os níveis de humidade apresentados, no sentido de ser possível disponibilizar para comercialização, além do já homologado correctivo de Classe IIA, um novo Classe I ou II.

A elevada área de cultivo na região centro, ainda continua a possibilitar uma agricultura comercial a muitos agricultores, que continuam a fazer desta prática a sua actividade principal. Para além das hortas tradicionais, muitos campos já se vêm plantados, quer com vinhas quer pomares, ou ocupados com culturas anuais, como o tomate, a melancia, ou o feijão, entre outras. Como na Beira Interior Sul muitos agricultores possuem vastas áreas de terreno, a produção de sorgo e milho para produção de forragem tem sido uma prática cada vez mais acentuada.

Assim, é de todo o interesse analisar a preferência de cada agricultor relativamente à aquisição de matérias fertilizantes, para ser possível ir ao encontro das suas necessidades. Avaliar as áreas de cultivo, as culturas produzidas, o tipo de fertilização que tem vindo a fazer-se e a eventual aceitação à utilização de um produto mais económico, com teores de matéria orgânica mais elevada, e de fácil aplicação ao solo, é uma avaliação a ter em conta na comercialização de matérias fertilizantes.

A disponibilização de informação adequada sobre os produtos a comercializar, deve ser uma aposta por parte das empresas produtoras de matérias fertilizantes. Uma apresentação explicativa, de fácil interpretação, com a informação fundamental, assim como apelativa e ilustrativa, poderá ser um passo importante para o sucesso da comercialização.

2. Objectivos

Com este trabalho, em termos de objectivo geral, pretende-se verificar a viabilidade de produção de um correctivo agrícola que se enquadre numa Classe I ou II, de acordo com a classificação de referência da DGAE. Nesse sentido o estudo incluirá os objectivos específicos:

- Caracterizar os diferentes lotes de resíduos orgânicos, nomeadamente das lamas de ETAR, na central de compostagem, mediante análises prévias aos metais pesados;
- Classificar previamente os lotes de acordo com as características iniciais em termos de metais pesados, particularmente em Zinco e Níquel;
- Sistematizar em volumes a dotação de resíduos orgânicos (as lamas) e os materiais estruturantes (aparas de madeira e casca de pinho), garantindo a repetibilidade dos processos;
- Acompanhamento semanal do processo de compostagem, efectuando leituras de temperatura, humidade e pH;

- Análise dos parâmetros ditos agronómicos e limitantes em termos de classificação pela DGAE, tais como azoto, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, metais pesados, entre outros;
- Desenvolver um sistema de registos, identificando lotes e parâmetros analíticos de matérias-primas e implementação de um sistema de registos dos produtos compostados para inserção de diferentes classes de comercialização;
- Estudo das culturas alvo na região com recurso a informação disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), mediante a classe de inserção dos correctivos;
- Preferência de cada agricultor da região quanto à aquisição do composto orgânico;
- Produção de um folheto informativo dos novos correctivos.

3. Apresentação da empresa - TRABITE

A operação de valorização que a TRABITE optou por licenciar foi a operação de compostagem/vermicompostagem, tendo como finalidade a garantia de uma perfeita higienização das lamas e o cumprimento integral da legislação em vigor.

Sediada na região de Castelo Branco, e localizada na Quinta da Rosmaninheira/Portela (freguesia de Louriçal do Campo), a central de compostagem (Figura 1) opera na área do ambiente, nomeadamente na gestão de resíduos e é possuidora de um licenciamento simplificado para as operações R3 - Compostagem e R13 - Armazenamento de Resíduos.



Figura 1 - Apresentação da central de compostagem

3.1. Quantidades e características dos produtos acabados

A quantidade de composto produzido, na operação de valorização, é aproximadamente metade da quantidade de resíduos inicialmente utilizada, sendo que aproximadamente 10% do produto final é ainda incorporado no processo de vermicompostagem, obtendo-se assim dois tipos de composto: o composto propriamente dito e o vermicomposto.

Tanto o composto como o vermicomposto, este último também designado por húmus, são susceptíveis de actuar como fertilizantes, melhorando significativamente as características do solo, destacando-se:

- Correção do pH dos solos;
- Aumento de macro e micro nutrientes;
- Aumento da permeabilidade à água;
- Resistência à erosão;
- Diminuição da densidade dos solos (TRABITE, 2010).

3.2. Descrição das operações efectuadas

As actividades desenvolvidas consistem na recolha, armazenamento e valorização de resíduos, provenientes de unidades fabris, empresas de serviços e estabelecimentos comerciais. Caso não seja possível a sua introdução imediata no processo de compostagem, é efectuado o armazenamento dos respectivos resíduos.

Na Figura 2 é apresentado todo o processo desenvolvido pela TRABITE na Central de Compostagem (TRABITE, 2010).

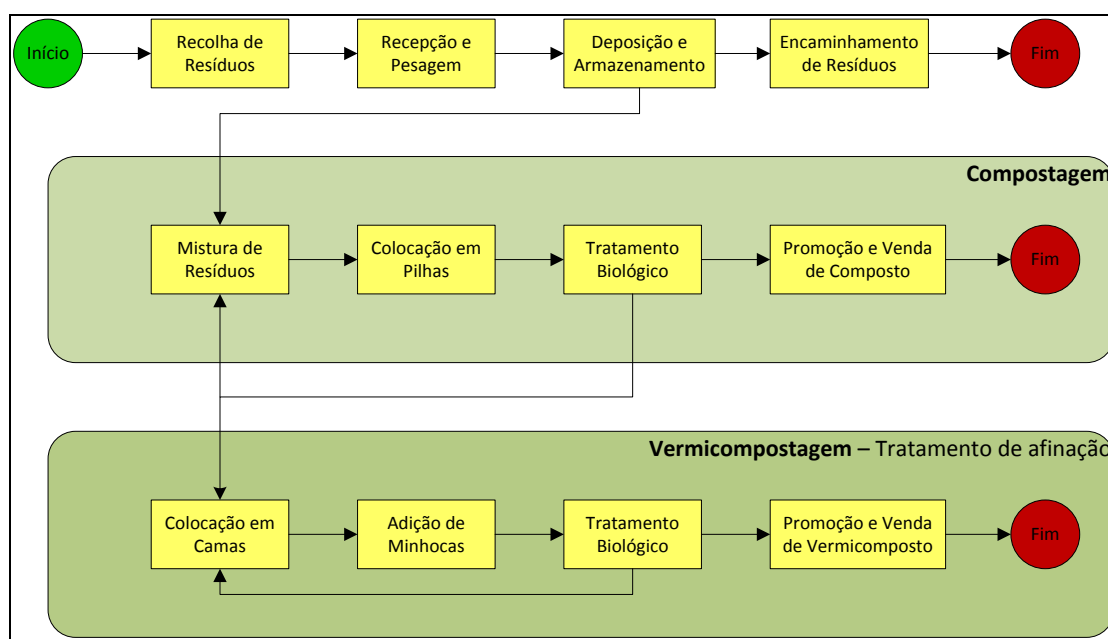


Figura 2 - Diagrama do processo.

Operações identificadas:

- Recolha de resíduos das unidades fabris, estabelecimentos comerciais ou empresas de serviços;

- Recepção e pesagem, nas instalações onde se efectua a operação de compostagem e o armazenamento temporário dos resíduos. Pesagem realizada através da utilização de uma balança;
- Deposição e armazenamento dos resíduos em contentores/locais devidamente acondicionados e identificados (com indicação Lista Europeia de Resíduos, código LER);
- Encaminhamento dos resíduos para destino final;
- Mistura dos resíduos destinados ao processo de compostagem;
- Colocação da mistura dos resíduos em pilhas;
- Tratamento biológico, que inclui o revolvimento e arejamento das pilhas;
- Monitorização do processo, incluindo a verificação dos parâmetros: pH, temperatura e humidade;
- Promoção e venda de composto, com aplicação nos solos agrícolas;
- Afinação do produto - vermicomposto, com colocação de parte do composto em camas, seguido da adição de minhocas;
- Promoção e venda de vermicomposto, com aplicação nos solos agrícolas;

4. Processo de Compostagem

A compostagem não é uma prática recente. Um dos primeiros registos da aplicação desta técnica na agricultura data do período do Império de Akkad, na Mesopotâmia, há cerca de 4500 anos atrás. Desde então várias civilizações, incluindo chineses, egípcios, gregos e romanos, amontoavam em pilhas a matéria vegetal, estrume, restos de comida e outros tipos de resíduos orgânicos e, deixavam-nos a decompor e a estabilizar até estarem prontos para serem devolvidos ao solo. No entanto, após a II Guerra Mundial, a crescente utilização de fertilizantes químicos aumentou e os métodos tradicionais de fertilização caíram em desuso (Almeida *et al.*, 2005).

A compostagem é uma tecnologia adequada ao tratamento, à reciclagem e à valorização de biomassas como por exemplo a fracção orgânica de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), resíduos orgânicos de origem agro-pecuária, agro-industrial e florestal, assumindo cada vez mais importância em virtude da produção de resíduos em especial a de RSU ter aumentado nos últimos anos bem como os resíduos provenientes de ETAR (Queda, 1999).

O processo de compostagem é explicado por inúmeros autores (Metcalf e Eddy, 1991; Tchobanoglous *et al.*, 1993; Lobato Faria *et al.*, 1997; Martinho e Gonçalves, 2000), que definem a compostagem como um processo onde ocorre a degradação, geralmente aeróbia, da fracção orgânica até à sua estabilização, levada a cabo por uma população heterogénea de microrganismos (bactérias, fungos e alguns protozoários).

No decorrer da compostagem desenvolvem-se processos físicos e químicos, que conduzem à produção de uma substância húmica (composto), muito idêntica ao húmus, constituída por matéria orgânica resistente, estável e higienizada.

A compostagem pode ocorrer em condições aeróbias (na presença de oxigénio) ou anaeróbias (na ausência de oxigénio), contudo em quase todos os tratamentos de lamas é

efectuado compostagem em aerobiose porque acelera a decomposição da matéria orgânica, dá lugar a elevadas temperaturas suficientes para destruir os organismos patogénicos e diminuir os odores desagradáveis (Metcalf e Eddy, 1991).

Durante a decomposição da matéria orgânica, 20 a 30% dos sólidos voláteis, contidos nos resíduos orgânicos convertem-se em dióxido de carbono e água e o composto tende a alcançar temperaturas entre os 50 e os 60°C, permitindo a destruição dos organismos patogénicos.

Apesar dos conhecimentos microbiológicos sobre o processo de compostagem não estarem concluídos, sabe-se que a actividade bacteriana a temperaturas termofílicas compreendidas entre 50°C e os 60°C são responsáveis pela decomposição das proteínas e dos lípidos, assim como de grande parte da energia produzida (Turner,2002). Os fungos e actinomicetas também estão presentes, em populações variáveis, durante todo o processo de estabilização e, segundo Metcalf e Eddy (2000), são responsáveis pela destruição da matéria orgânica complexa e celulósica presente no material de suporte a compostar. A Figura 3 exemplifica o processo “normal” de compostagem, nas suas diferentes etapas.

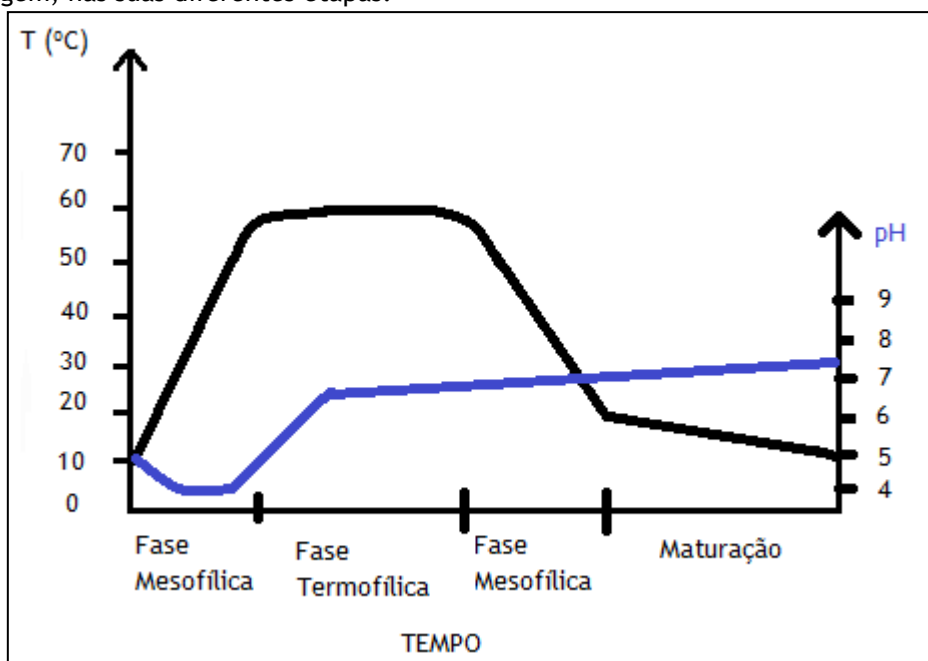


Figura 3- Comportamento de uma pilha de compostagem a nível de temperatura e pH.

De acordo com Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efectuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reacções bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

A primeira etapa tem uma duração aproximada de 21 dias e ocorre em três estágios de actividade distintos, associados às diferentes temperaturas ocorridas: mesofílica, termofílica e/ou novamente mesofílica.

Na fase mesofílica a temperatura atinge cerca de 50°C, e é acompanhada pelo aparecimento de fungos e bactérias, dando-se a decomposição dos compostos mais facilmente degradáveis, ficando a energia libertada sob a forma calor, retida na massa a compostar (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Quando a temperatura varia entre 50-60°C, inicia-se o estágio termofílico em que os microrganismos atrás referidos são substituídos por bactérias termofílicas, actinomicetas e fungos termofílicos. Neto (1987) considera que a manutenção de temperaturas termofílicas na fase de degradação activa, acelera a decomposição da matéria orgânica, promove a eliminação de microrganismos patogénicos e elimina os ovos de helmintos, ovos de insectos e sementes de ervas daninhas.

Na fase mesofílica as temperaturas descem novamente para valores próximos dos 10°C e caracteriza se por uma redução da actividade microbiana e a substituição dos microrganismos termofílicos por bactérias mesofílicas e fungos (Metcalf e Eddy, 1991).

A segunda etapa da compostagem, correspondente à maturação do composto, consiste na decomposição lenta dos compostos mais difíceis de degradar tais como a lenhina, a hemicelulose e outros polímeros. Esta etapa dura aproximadamente trinta dias e corresponde à fase em que os nutrientes passam da forma orgânica para a forma mineral.

Pode acompanhar-se a evolução da compostagem analisando vários factores ao longo do percurso, nomeadamente a evolução da temperatura que é considerada por Martinho & Gonçalves (2000) um dos factores mais importantes.

O aumento de temperatura, até determinado valor, da ordem dos 60°C, potencia a degradação da matéria orgânica através da maior actividade microbiana. A partir desse valor, o aumento da temperatura é prejudicial porque elimina os microrganismos. Segundo Martinho & Gonçalves (2000), quando a mistura em compostagem atinge valores próximos da temperatura ambiente, está terminada a primeira fase da compostagem, devendo encaminhar-se o composto estabilizado para maturação, pelo que outros factores também são importantes como o cheiro, a cor, a textura ou a granulometria.

Numa pilha de compostagem aeróbia, as temperaturas desenvolvem-se do interior para o exterior de forma decrescente, com o perfil típico representado na Figura 4 (Russo, 2003).

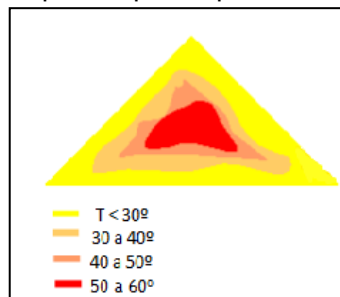


Figura 4- Perfil típico de temperatura numa pilha aeróbia (Russo, 2004).

A sobrevivência e desenvolvimento dos microrganismos decompositores depende de variados factores. Neto *et al.*(1986) e Diaz, *et al.*(1993) consideram que a temperatura, a humidade, o pH, a relação carbono/azoto, o arejamento e o tamanho das partículas inerentes ao processo de compostagem são os principais factores que afectam a compostagem. A Tabela 1, apresenta estes aspectos relevantes, relacionados com estes factores.

Tabela 1 - Aspectos relevantes que afectam o processo de compostagem (adaptado de Gestão de Resíduos, 2000)

| Factores Principais | Objectivos de Controlo | Valores médios aconselháveis |
|------------------------|---|--|
| Temperatura | Indica o equilíbrio biológico e reflecte a eficiência do processo. | Dependente de cada fase do processo. Não deve ultrapassar os 75°C. |
| Humidade | Garante a actividade dos microrganismos para realizarem a decomposição da matéria orgânica. | Não deve ser superior a 60%. |
| pH | Garante a actividade dos microrganismos. | Deve situar-se entre 6 a 9. |
| Relação Carbono/Azoto | Garante à população de microrganismos condições nutricionais e metabólicas não limitantes. | 10 |
| Volteio das pilhas | Deve voltear-se o material a compostar de forma periódica sempre que necessário, dependendo do tipo de compostagem para permitir as condições aeróbias. | - |
| Tamanho das partículas | Diminuir o tamanho para aumentar a área superficial em contacto com os microrganismos. | - |

5. Aspectos Legislativos

A utilização de resíduos provenientes de ETAR em solos destinados a produção agrícola é regulamentada pela Directiva do Conselho da União Europeia 86/278/CE, de 12 de Junho, posteriormente alterada pelo art.º 5º pela Directiva do 91/692/CE, de 23 de Dezembro. A sua transposição para o quadro legislativo português realizou-se através de Decreto-Lei 446/1991, de 22 de Novembro, legislação complementar, através das Portarias 176/1996 e 177/1996 de 3 de Setembro, pelo Despacho Conjunto 309-G/2005 de 19 de Abril e o Decreto-Lei 118/2006, de 21 de Junho, com as alterações introduzidas pela Declaração de Rectificação 53/2006 de 18 de Agosto, revogou o quadro legislativo existente. Posteriormente o Decreto-Lei 276/2009 de 2 de Outubro, tornou-se o único instrumento legal que transpõe a Directiva 86/278/ CE. A Tabela 2 esquematiza os principais pontos do Decreto-Lei 276/2009.

Tabela 2 - Resumo legislativo relativamente à utilização agrícola de lamas de ETAR (Decreto-Lei 276/2009 de 2 de Outubro)

| | |
|---|---|
| Capítulo I Disposições Gerais | 1. Transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva 86/278/CE de 12 de Junho; 2. Utilização de lamas de depuração em solos agrícolas; 3. Definição de lama. |
| Capítulo II Gestão de lamas | 1. Licenciamento de operações de armazenagem e tratamento; 2. Instalações de armazenagem e tratamento; 3. Valorização agrícola de lamas; 4. Técnico responsável; 5. Acreditação e requisitos do técnico; 6. Características e quantidades de lamas; 7. Análises às lamas e ao solo; 8. Mistura de lamas; 9. Utilizações proibidas; 10. Aplicação de lamas no solo. |
| Capítulo III Licenciamento da utilização de lamas em solos agrícolas | 1. Plano de gestão de lamas; 2. Procedimentos de licenciamento; 3. Aprovação do plano de gestão de lamas. |
| Capítulo IV Fiscalização e sanções | 1. Fiscalização; 2. Contra-ordenações. |
| Capítulo V Disposições finais | 1. Entidades informadas sobre licenciamentos; 2. Revogações. |
| Anexo I | 1. Valores limite de concentração relativos a metais pesados, compostos orgânicos e dioxinas e micro organismos. |
| Anexo II | 1. Análises a efectuar às lamas e aos solos. |
| Anexo III | 1. Elementos de instrução do plano de gestão de lamas. |
| Anexo IV | 1. Modelo de declaração de planeamento de operações. |

O Decreto-Lei nº 276/2009 fixou valores limite de concentrações de metais pesados nos solos, nas lamas destinadas à agricultura e quantidades anuais de metais pesados que podem ser introduzidos nos solos cultivados com base numa média de 10 anos, a Tabela 3 demonstra esses valores.

Tabela 3-Valores-limite da concentração de metais pesados nos solos e nas lamas destinadas a agricultura.

| Parâmetros | Valores-limite em função do pH (H ₂ O) | | | Valores-limite de concentração dos metais pesados nas lamas destinadas a agricultura | Valores-limite das quantidades anuais que podem aplicar-se ao solo através das lamas |
|------------|---|------------|--------|--|--|
| | pH ≤5,5 | 5,5<pH≤7,0 | pH>7,0 | | |
| | Miligrama/quilograma de matéria seca (mg kg ⁻¹ MS) | | | | |
| Cádmio | 1 | 3 | 4 | 20 | 0,15 |
| Cobre | 50 | 100 | 200 | 1000 | 12 |
| Níquel | 30 | 75 | 110 | 300 | 3 |
| Chumbo | 50 | 300 | 450 | 750 | 15 |
| Zinco | 150 | 300 | 450 | 2500 | 30 |
| Mercúrio | 1 | 1,5 | 2 | 16 | 0,1 |
| Crómio | 50 | 200 | 300 | 1000 | 4,5 |

Este documento fixou ainda valores limite de concentrações de composto orgânicos nas lamas destinadas a agricultura, Tabela 4, e valores limite de microrganismos nas lamas destinadas à agricultura, Tabela 5.

Tabela 4-Valores limite de concentração de compostos orgânicos e dioxinas nas lamas destinadas à agricultura, produzidas em estações de tratamento de águas residuais urbanas que recebam águas residuais de outras origens para além da doméstica (mg kg⁻¹MS).

| Compostos orgânicos | Valores limite (mg kg ⁻¹ MS) |
|--|---|
| AOX (compostos organohalogenados adsorvíveis ou haletos orgânicos adsorvíveis) | 500 |
| LAS (alquilo benzonossulfonatos lineares) | 2600 |
| DEHP (di(2-etilhexil) ftalato) | 100 |
| NPE (nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados) | 50 |
| PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) | 6 |
| PCB (compostos bifenilos policlorado) | 0,8 |
| Dioxinas | Valores limite (µg TE/kg MS) |
| PCDD/F (policlorodibenzodioxinas/furanos) | 100 |

Tabela 5 - Valores limite de microrganismos nas lamas destinadas à agricultura

| Microrganismos | Valores limite |
|------------------------|---------------------------------------|
| <i>Escherichiacoli</i> | < 1 000 células/g de matéria fresca. |
| <i>Salmonellaspp</i> | Ausente em 50 g de material original. |

O Decreto-Lei nº 276/2009 define que devem ser analisados quer às lamas quer aos solos as seguintes parâmetros:

- Matéria seca;
- Matéria orgânica;
- pH;
- Azoto total;
- Azoto nítrico e amoniacal;
- Fósforo total;
- Potássio total;
- Magnésio total;
- Cálcio total;
- Metais pesados (Cádmio, Cobre, Níquel, Chumbo, Zinco, Mercúrio e Crómio).
- Microrganismos patogénicos:
 - *Salmonella spp.*;
 - *Escherichia coli*.

A regulamentação sobre a aplicação de lamas de ETAR na agricultura implica a intervenção de diversas entidades: as entidades produtoras dos resíduos, as entidades reguladoras e as entidades utilizadoras. Assegurar todos os compromissos inerentes a esta gestão deve ser uma prática o mais simplificada possível no sentido de ser motivador para as diversas entidades envolvidas, para a sua promoção e para a sua execução.

Após o envolvimento dos componentes intrínsecos ao processo de compostagem, como é o caso de lamas de depuração, casca de pinho e aparas de madeira, por exemplo, e depois de um período e de condições que permitam o decorrer da compostagem dos materiais, o produto final é designado por composto. O termo composto orgânico pode ser aplicado ao produto compostado, estabilizado e higienizado (Zucconi e Bertoldi, 1987).

Para que a venda de uma matéria fertilizante seja possível, e depois de obedecer aos critérios anteriormente descritos, deve cumprir Decreto-Lei n.º 190/2004, de 17 de Agosto, que veio estabelecer as regras relativas à colocação no mercado das matérias fertilizantes juntamente com a Portaria n.º 1322/2006 de 24 de Novembro.

Para enquadrar as exigências que se afiguram fundamentais numa perspectiva de utilização sustentável das matérias fertilizantes com componentes orgânicos, estabelecem-se critérios de qualidade para estas matérias fertilizantes produzidas a partir de matérias orgânicas biodegradáveis.

Após várias revisões surge em Dezembro de 2008 uma proposta de regulamentação sobre qualidade de composto para utilização na agricultura, “Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto” (DGAE, 2008), são estabelecidas classes de qualidade para o composto, em função de alguns parâmetros e fixados os critérios para a sua utilização bem como as restrições julgadas convenientes para evitar efeitos indesejáveis para o solo, água, plantas, animais e seres humanos. Em Dezembro de 2010, uma proposta de projecto de diploma sobre Matérias Fertilizantes, que integra o Decreto-Lei n.º 190/2004, de 17 de Agosto, a Portaria n.º 1322/2006, de 24 de Novembro, a Norma Portuguesa NP 1048, Janeiro de 1991 e as Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilização do Composto, Dezembro de 2008, estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado de matérias fertilizantes não harmonizadas. Parâmetros como metais pesados, grau de maturação, granulometria, valores máximos admissíveis dos teores de compostos orgânicos, da razão carbono/azoto total, são entre outros, fazem parte dos anexos do referido documento, e aos quais os compostos das diferentes classes devem obedecer. Estes documentos, apesar de ainda estarem em discussão, são ferramentas muito úteis para a avaliação da qualidade de compostos.

6. Composto Orgânico Produzido pela TRABITE

Como já referido anteriormente, a TRABITE desenvolve a sua actividade na área da compostagem, de onde se obtém um produto designado por composto. Este composto devido às concentrações de metais pesados, materiais inertes antropogénicos e microrganismos patogénicos que possui, foi incluído na Classe IIA, e posteriormente designado por Fertagri IIA.

Na Tabela 6 fixam-se os valores máximos admissíveis dos teores destes parâmetros para cada uma das classes existentes.

Tabela 6 -Valores máximos admissíveis para os teores “totais” de metais pesados, materiais inertes antropogénicos*, pedras de granulometria superior a 5 mm no Composto (valores reportados à matéria seca) e valores máximos admissíveis relativos à concentração em microrganismos patogénicos (valores reportados à matéria fresca).

| Parâmetros | Composto | | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Classe I | Classe II | Classe IIA | Casse III |
| Cádmio (mg kg ⁻¹) | 0,7 | 1,5 | 3 | 5 |
| Chumbo (mg kg ⁻¹) | 100 | 150 | 300 | 500 |
| Cobre (mg kg ⁻¹) | 100 | 200 | 400 | 600 |
| Crómio (mg kg ⁻¹) | 100 | 150 | 300 | 400 |
| Mercúrio (mg kg ⁻¹) | 0,7 | 1,5 | 3 | 5 |
| Níquel (mg kg ⁻¹) | 50 | 100 | 200 | 200 |
| Zinco (mg kg ⁻¹) | 200 | 500 | 1000 | 1500 |
| Materiais inertes antropogénicos (%) | 0,5 | 1 | 2 | 3 |
| Pedras > 5 mm (%) | 5 | 5 | 5 | - |
| <i>Salmonella spp</i> | Ausente em 25g | Ausente em 25g | Ausente em 25g | Ausente em 25g |
| <i>Escherichia coli</i> (células/g) | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

Na Tabela 7 apresenta-se a metodologia analítica utilizada na Escola Superior Agrária de Castelo Branco (ESACB) para a avaliação dos parâmetros avaliados no composto.

A caracterização analítica do composto é apresentada de seguida, Tabela 8, e está dividida em duas colunas, uma que diz respeito ao composto que a ESACB analisou e outra ao composto da TRABITE, analisado previamente. Observa-se alguma instabilidade nos valores dos diversos parâmetros, o que é uma situação regular pois a composição dos resíduos que originam o composto pode apresentar também alguma variabilidade. No entanto, no que diz respeito à razão C/N, N-total, P₂O₅ e K₂O os resultados são similares.

Analisando resultados de ensaios com utilização do composto produzido na TRABITE (Horta *et al.*, 2011), verifica-se que os metais pesados que condicionam a inserção do composto na Classe IIA são, claramente, o Níquel e o Zinco.

Na Tabela 9, fixam-se os valores máximos admissíveis dos teores de compostos orgânicos e dioxinas para todas as classes estabelecidas do composto.

Por fim, o grau de maturação, que será avaliado através de temperaturas atingidas pelo composto no teste de autoaquecimento em vasos de Dewar, Tabela 10.

Tabela 7 - Metodologia analítica utilizada na caracterização do composto

| Parâmetros | Metodologia | Unidades |
|--|---|--------------------------|
| Humidade | Norma EN 12880:2000 - Método Gravimétrico | % |
| pH (H ₂ O) | Norma EN NP 12176:2000 - Potenciometria (1:5) | |
| Condutividade eléctrica (1:5) | Método Interno (Condutímetro) | dS m ⁻¹ |
| Matéria Orgânica | Norma EN 12879:2000 | % |
| Azoto (N-Total) | Norma EN 13342:1995 | % |
| Azoto (Hong) | Método de Kjeldahl | % |
| Azoto (N-NH ₄ ⁺) | (Modificado) | % |
| Cloretos (Cl ⁻) | Método de Mohr | mg 100g ⁻¹ |
| Fósforo total (P) | Norma EN 13346:2005 (Extracção por Água Régia) e doseamento por espectrofotometria de absorção molecular (colorimetria) | % |
| Potássio total (K) Cálcio total (Ca), Magnésio total (Mg), Sódio total (Na), Ferro Total (Fe), Manganês total (Mn) | Método de extracção com HCl (1+1) e doseamento por espectrofotometria de absorção atómica | % mg kg ⁻¹ |
| Zinco total (Zn), Cobre total (Cu), Chumbo total (Pb), Cádmio total (Cd), Níquel total (Ni), Crómio total (Cr) | Norma EN 13346:2005 (Extracção por Água Régia) e doseamento por espectrofotometria de absorção atómica | mg kg ⁻¹ |

*Métodos em uso no laboratório de solos e fertilidade da Escola Superior Agrária

Tabela 8 – Caracterização analítica do composto e quantidade de nutrientes (kg) veiculados por cada tonelada de matéria seca do composto

| Parâmetros | Nº de amostra Referencia | | Composto ESA | Composto TRABITE |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------|------------------|
| Humidade a 80 °C | | % | 34,87 | |
| Humidade a 105 °C | | % | 37,10 | |
| pH | | | 6,3 | 8,7 |
| Condutividade eléctrica | | mScm ⁻¹ | 1,34 | 1,34 |
| Matéria Orgânica | | % | 41,2 | 51 |
| C/N | | | 10 | 13,1 |
| C/P | | | 17 | |
| Azoto total | N-Total | % | 1,53 | 0,90 |
| Azoto orgânico | Hong | % | 1,40 | |
| Azoto Amoniacal | N-NH ₄ ⁺ | % | n.q. | |
| Fósforo total | P ₂ O ₅ | % | 1,4 | 1,20 |
| Potássio total | K | % | 0,64 | 0,52 |
| Cálcio total | Ca | % | 0,15 | 1,20 |
| Magnésio total | Mg | % | 0,02 | 0,28 |
| Sódio total | Na | % | 0,09 | |
| Cloretos | Cl ⁻ | mg100g ⁻¹ | 0,75 | |
| Ferro total | Fe | % | 0,72 | |
| Manganês total | Mn | mgkg ⁻¹ | 457 | |
| Zinco total | Zn | mgkg ⁻¹ | 199 | 898 |
| Cobre total | Cu | mgkg ⁻¹ | 961 | 148 |
| Chumbo total | Pb | mgkg ⁻¹ | 24,5 | 50,3 |
| Cádmio total | Cd | mgkg ⁻¹ | n.q. | 0,76 |
| Níquel total | Ni | mgkg ⁻¹ | 26,1 | 110 |
| Crómio total | Cr | mgkg ⁻¹ | 34,4 | 49,9 |

Tabela 9 - Valores máximos admissíveis para todas as classes de composto

| Compostos orgânicos | Valores limite (mg kg ⁻¹ MS) |
|--|---|
| AOX (compostos organohalogenados adsorvíveis ou haletos orgânicos adsorvíveis) | 500 |
| LAS (alquilo benzonossulfonatos lineares) | 2600 |
| DEHP (di(2-etilhexil) ftalato) | 100 |
| NPE (nonilfenóis e nonilfenóis etoxilados) | 50 |
| PAH (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) | 6 |
| PCB (compostos bifenilos policlorado) | 0,8 |
| Dioxinas e Furanos | Valores limite (µg TE/kg MS) |
| PCDD/F (policlorodibenzodioxinas/furanos) | 100 |

Tabela 10 - Categoria de composto em função do grau de maturação

| Temperaturas atingidas no teste de autoaquecimento em vasos de Dewar (T°C) | Graus | Categoria do Composto |
|--|--------|-----------------------|
| T < 40 | IV e V | Maturado |
| 40 < T < 50 | III | Semimaturado |
| T > 50 | I e II | Fresco |

7. Culturas produzidas na região

Dado que a central de compostagem se situa no distrito de Castelo Branco, com o auxílio do INE, verificou-se quais as áreas ocupadas pelas culturas possíveis de aplicação do composto fertilizante, Fertagri IIA, Tabela 11.

Tabela 11 - Superfície das culturas permanentes (ha) na Beira Interior Sul e Cova da Beira.

| Localização geográfica (NUTS - 2001) | Superfície das culturas permanentes (ha) por Localização geográfica (NUTS - 2001) e Tipo (culturas permanentes); Decenal | | | |
|--------------------------------------|--|----------|--------|-------|
| | Período de referência dos dados - 2009 | | | |
| | Tipo (culturas permanentes) | | | |
| | Frutos frescos (excepto citrinos) | Citrinos | Olival | Vinha |
| | ha | | | |
| Beira Interior Sul | 295 | 138 | 20614 | 1156 |
| Cova da Beira | 3965 | 51 | 5949 | 2445 |

(INE, 2012)

Posteriormente verificou-se qual a área ocupada por sorgo e milho forrageiro aqui na região, Tabela 12. Como o objectivo do presente trabalho é verificar a possibilidade de produzir um composto possível de enquadrar numa classe inferior, e como no documento “Especificações Técnicas sobre Qualidade e Utilização do Composto” refere que o composto da Classe I e II pode ser utilizado, genericamente, na agricultura, optou-se por estudar as áreas que estas duas culturas apresentam na zona pois, possivelmente serão duas culturas em que o nosso futuro composto possa ser incorporado.

Tabela 12 - Superfície das culturas temporárias, sorgo e milho forrageiro, na Beira Interior Sul e Cova da Beira.

| Tipo (culturas temporárias) | Tipo de ocupação (Cultura secundária) | Superfície das culturas temporárias (ha) por Localização geográfica (NUTS - 2001), Tipo (culturas temporárias) e Tipo de ocupação (Cultura secundária); Decenal | |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|---------------|
| | | Período de referência dos dados - 2009 | |
| | | Beira Interior Sul | Cova da Beira |
| | | ha | |
| Sorgo forrageiro | Total | 63 | 149 |
| Milho forrageiro | Total | 1251 | 687 |

(INE, 2012)

Este estudo permitiu verificar que, embora a área ocupada pelas espécies indicadas na Tabela 11 ocupem 34613ha na Beira Interior Sul e Cova da Beira, a área ocupada por sorgo e milho forrageiro é de 2150ha (Tabela 12). Ainda que, esta segunda área seja bastante inferior, é de salientar, que estas culturas são temporárias e que têm um peso bastante significativo na nossa região em termos do número de explorações, como é possível de verificar pela Tabela 13.

Tabela 13 - N.º. de Explorações agrícolas com culturas temporárias, sorgo e milho forrageiro, na Beira Interior Sul e Cova da Beira.

| Tipo (culturas temporárias) | Explorações agrícolas com culturas temporárias (N.º) por Localização geográfica (NUTS - 2001), Tipo (culturas temporárias); Decenal | |
|-----------------------------|---|---------------|
| | Período de referência dos dados - 2009 | |
| | Beira Interior Sul | Cova da Beira |
| | N.º | |
| Total | 3303 | 3234 |
| Sorgo forrageiro | 372 | 226 |
| Milho forrageiro | 1528 | 1321 |

(INE, 2012)

Na Beira Interior Sul, 1900 explorações produzem sorgo e milho forrageiro e 1547 explorações na Cova da Beira, o que corresponde a 58% e 48%, respectivamente.

8. Material e Métodos

Neste capítulo, proceder-se-á à descrição sucinta dos procedimentos e métodos utilizados, para a realização do presente trabalho.

8.1. Material utilizado no processo de compostagem

Foram consideradas neste estudo lamas recebidas na TRABITE provenientes de ETAR geridas pela empresa Águas do Centro SA, nomeadamente das estações Norte Castelo Branco, Pedrógão Grande, Santa Cita, Monsanto, Outeiros e Vale Tábuas. Cada uma das lamas foi analisada (a partir de uma amostra compósita), no dia da sua receção, relativamente ao teor em metais pesados.

Mediante a caracterização obtida (boletim analítico em Anexo II), chegou-se à conclusão que o estudo iria recair apenas sobre lamas de depuração provenientes de algumas das ETAR

consideradas, nomeadamente sobre as que apresentavam menor percentagem de metais pesados, e que em princípio proporcionariam melhores resultados.

O processo de compostagem foi realizado com:

1- Lamas provenientes de ETAR:

- Pedrógão Grande;
- Norte de Castelo Branco;
- Santa Cita

2- Como estruturante foi adicionado:

- Aparas de madeira (Figura 5);
- Casca de pinho (Figura 6).



Figura5 - Aparas de madeira.



Figura 6 - Casca de Pinho

8.2. Preparação das pilhas a compostar

Os ensaios das pilhas foram iniciados dia 6 de Fevereiro, tendo as mesmas sido realizadas em duplicado, à excepção da que continha lama proveniente da ETAR de Santa Cita, Tabela 14.

Tabela 14 - Preparação das pilhas

| Pedrógão 1 | Pedrógão 2 | Norte 1 | Norte 2 | Santa Cita |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 240l de lama | 240l de lama | 240l de lama | 240l de lama | 240l de lama |
| 60l de apara de madeira | 60l de apara de madeira | 60l de apara de madeira | 60l de apara de madeira | 60l de apara de madeira |
| 60 l de casca de pinho | 60 l de casca de pinho | 60 l de casca de pinho | 60 l de casca de pinho | 60 l de casca de pinho |

As proporções de resíduos orgânicos utilizados, 50% de lamas de depuração, 25% de casca de pinho e 25% de aparas de madeira, basearam-se numa simetria de volumes, isto porque na central de compostagem o trabalho é sempre realizado em volume e não em massa (peso).

É de salientar que os 240 l de lama utilizados, em termos de quantidade de matéria seca, não representa grandes diferenças entre cada pilha, pois a diferença maior nas humidades não ultrapassou os 5%

O rácio de volumes seleccionados resultou do elevado teor inicial de humidade que as lamas de depuração apresentavam, o que implicava uma adição considerada de inertes (estruturante), de forma a garantir-se uma estabilidade maior às pilhas a compostar.

Actualmente na central de compostagem da TRABITE é adicionado ao processo de compostagem, cinza. Nos ensaios em estudo, a cinza não foi incluída no processo, dado não se ter conhecimento do seu boletim analítico e do seu eventual comportamento ou interferência no desenrolar do processo. Assim, a sua influência deverá ser testada em trabalhos futuros.

8.3. Procedimentos experimentais

8.3.1. Temperatura

No processo de compostagem a temperatura é um dos parâmetros de controlo mais importante para se determinar se o processo está a decorrer como desejado, pois a produção de calor é um factor indicativo da actividade biológica e, por isso, indirectamente, do grau de decomposição que se estará a desenvolver. Para além disso, é um factor determinante para o grau de higienização do produto final.

A produção de calor depende da velocidade a que os microrganismos crescem e actuam, sendo esta condicionada pelo teor de humidade, arejamento, relação C/N, da forma e do tamanho da pilha de compostagem (que afecta o arejamento e a dissipação do calor da pilha) e da temperatura exterior a pilha (Bidlingmaier, 1985)

Cálculo da Temperatura (°C) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha) -

A medição da temperatura das pilhas era efectuada durante a semana, à 2.^a, 4.^a e 6.^a feira, no período da manhã. No trabalho desenvolvido o procedimento foi o seguinte:

1. Verificava-se se o aparelho de medição da temperatura se encontrava em bom estado de funcionamento;
2. Fazia-se a medição no interior de cada da pilha de compostagem (Figura 7);
3. Registava-se cada valor na tabela de registos: “Cálculo da Temperatura (°C) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha) ” (Anexo III).



Figura 7 - Medição da temperatura (°C) com termómetro.

Na Figura 8 apresenta-se a evolução da temperatura nas diferentes pilhas, ao longo do tempo.

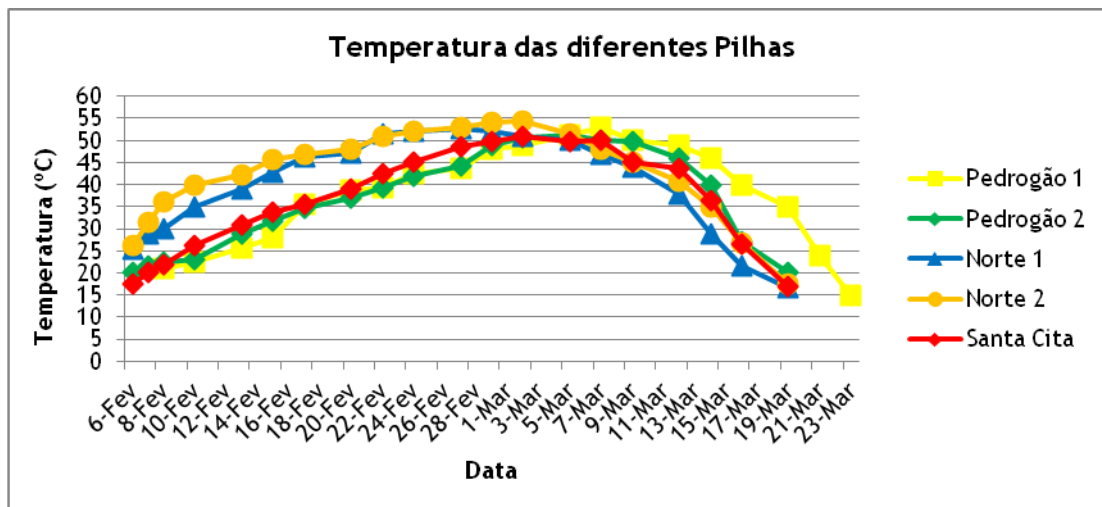


Figura 8 - Temperatura nas diferentes pilhas.

8.3.2. Humidade

Um teor de humidade de 50 a 60% é considerado indicado para a compostagem. Abaixo de 35-40% a decomposição da matéria orgânica é fortemente reduzida e abaixo de 30% é praticamente interrompida. O limite superior depende do material e do tamanho das partículas. Uma humidade superior a 65% retarda a decomposição, e produzem-se maus odores em zonas de anaerobiose localizadas no interior da pilha de compostagem. Para além do referido tais valores de humidade permitirão a lixiviação de nutrientes (Neto *et al.*, 1986).

Determinação da humidade (%) nas Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

A medição da humidade nas pilhas foi efectuada durante a semana, à 2.^a, 4.^a e 6.^a feira, no período da manhã. A metodologia seguida foi a seguinte:

1. Ligava-se a estufa a 105 °C (Figura 9);



Figura 9 -Estufa de secagem.

2. Identificava-se, o cadinho com a origem da amostra;
3. Recolhia-se uma amostra de composto de cada pilha para o recipiente respectivo;
4. Ligava-se a balança analítica;
5. Efectua-se a pesagem de cada cadinho com a amostra (Figura 10);



Figura 10 - Pesagem de cada cadinho com a amostra.

6. Registava-se cada valor na tabela de registos: “Determinação da humidade (%)... (Peso Inicial) (Anexo IV);
7. Colocava-se os cadinhos com as amostras dentro da estufa;
8. No final do dia de trabalho, desligava-se a estufa com as amostras dentro;
9. No dia seguinte de manhã, efectuava-se nova pesagem de todos os cadinhos;
10. Registava-se cada valor na tabela de registos “Determinação da humidade (%) - Peso final;
11. Calculava-se a % de Humidade, através do programa Excel, para todas as pilhas, mediante a tara do cadinho utilizado.

Os valores da humidade determinados nas pilhas apresentam-se na Figura 11. É de salientar que a partir do dia 8 de Março o registo não pôde ser efectuado, pois a estufa de secagem avariou.

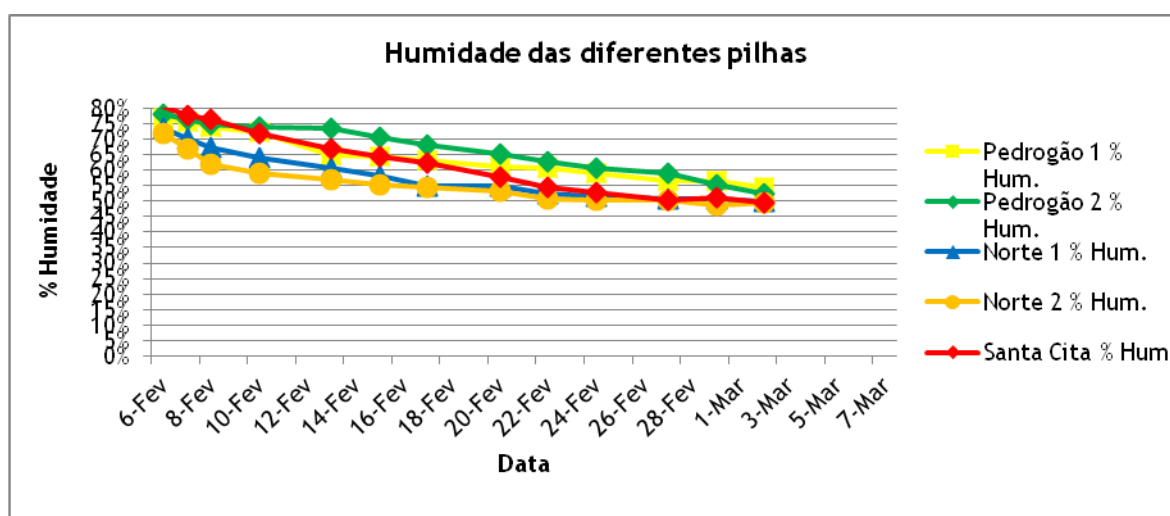


Figura 11 - Humidade das diferentes pilhas.

8.3.3. Características das pilhas

As dimensões das pilhas são de acordo com a quantidade de material utilizado e tendo em conta que se tratavam de ensaios de pequena dimensão (Neto *et al.*, 1986; Diaz, *et al.* 1993).

A forma de pilhas era piramidal (Figura 12) com dimensões aproximadas 1,40mx1,70mx1,5m (comprimento, largura, altura).

As pilhas de compostagem encontravam-se dentro de um pavilhão. Desta forma não estavam directamente expostas ao sol ou ao vento, para que não secassem em demasia, nem à chuva, para não ficassem sujeitas à lixiviação de nutrientes.



Figura 12 - Pilha de compostagem.

8.3.4. Volteio das pilhas

O volteio das pilhas é efectuado nos primeiros dias, caso a temperatura não suba acima dos 55°C, por forma a aumentar o oxigénio disponível aos microrganismos responsáveis pelo processo de degradação. Caso esta situação não se verifique, o volteio da pilha é efectuado semanalmente e/ou quando esta atinja os 60 °C, de modo a evitar que os microrganismos necessários para a degradação sejam eliminados.

Quando após o volteio da pilha não resulta um aumento significativo da temperatura, poderá considerar-se que o processo de compostagem está terminado, sem prejuízo da existência de um período mais longo de maturação do composto (Metcalf e Eddy, 2000).

No trabalho desenvolvido o procedimento foi o seguinte:

1. O primeiro volteio foi passado 7 dias, uma vez ter-se verificado que a temperatura não registava grande aumento;
2. Posteriormente os volteios foram sendo efectuados mediante as temperaturas atingidas.

8.3.5. pH

O pH do composto pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Jimenez e Garcia (1989) indicaram que durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores próximos de 5 e, posteriormente, o mesmo aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando, finalmente,

valores entre 7 e 8. Assim, valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo de tratamento e/ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem.

De acordo com os mesmos autores, à medida que os fungos e as bactérias digerem a matéria orgânica, libertam-se ácidos que se acumulam e acidificam o meio. Este abaixamento do pH favorece o crescimento de fungos e a decomposição da celulose e da lenhina. Posteriormente estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados. No entanto, se existir escassez de oxigénio, o pH poderá descer a valores inferiores a 4,5 e limitar a actividade microbiana, retardando, assim, o processo de compostagem. Nestes casos deve-se remexer as pilhas para o pH voltar a subir.

Medição de pH (escala Sorensen) nas Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

A medição do pH nas pilhas era efectuada durante a semana, à 2.^a, 4.^a e 6.^a feira, no período da manhã. A metodologia seguida foi a seguinte:

1. Removia-se a protecção de plástico existente na extremidade do eléctrodo e mergulhava-se em água da torneira, durante 1 a 2 minutos antes de se utilizar;
2. Colocava-se dentro de um recipiente uma amostra com cerca de 80g proveniente de cada pilha;
3. Vertia-se água destilada numa quantidade próxima de 1/4 l para dentro do mesmo recipiente e mexia-se bem;
4. Deixava-se decantar os sólidos maiores e transferia-se a solução para um recipiente limpo;
5. Lavava-se o eléctrodo com água destilada;
6. Ligava-se o equipamento;
7. Pressionava-se MODE para seleccionar o modo pH;
8. Mergulhava-se o eléctrodo na solução;
9. Agitava-se suavemente a sonda para criar uma solução homogénea e até o valor de pH estabilizar (Figura 13);



Figura 13 - Leitura de pH.

10. Registava-se os valores na tabela: “ Medição de pH (escala Sorensen) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha) ” (Anexo V);

11. Lavava-se o eléctrodo e mergulhava-se em água destilada no intervalo de cada medição;

12. Repetia-se todo o procedimento para todas as amostras.

Os registos dos valores de pH obtidos são apresentados na Figura 14.

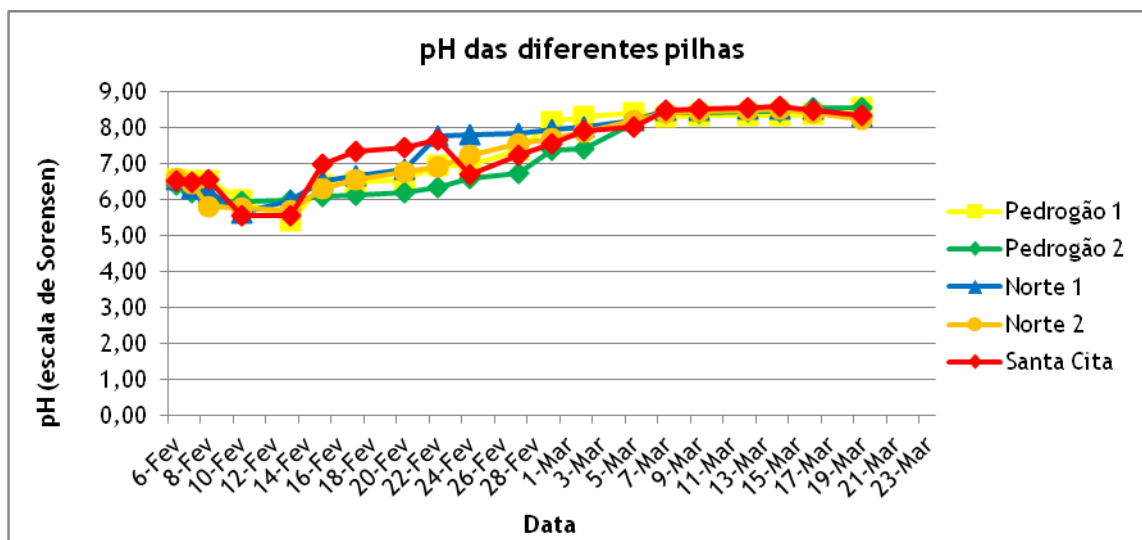


Figura 14 - Valores de pH registado nas diferentes pilhas durante a compostagem

9. Resultados e Discussão

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos após o processo de compostagem.

A partir do dia 23 de Março deu-se por concluído o processo de compostagem nas diferentes pilhas, o que indica que este decorreu durante 47 dias consecutivos.

As análises laboratoriais que deram origem ao boletim analítico (Anexo VI), foram realizadas nos laboratórios da ESACB, e os resultados obtidos permitiriam inserir o composto na respectiva Classe.

Dado que os ensaios foram realizados em duplicado para cada pilha, com a excepção das lamas provenientes da ETAR de Santa Cita, os resultados a seguir apresentados são a média aritmética dos valores obtidos para cada parâmetro, em cada uma das pilhas. É de referir que a colheita das amostras foi feita de forma a obter-se uma amostra o mais homogénea e representativa possível. A Tabela 15 compara os resultados obtidos com as classificações da DGAE, bem como com valores referentes a compostos já existentes (Composto TRABITE e Composto ESACB). Aos compostos em análise foi, para cada parâmetro, atribuída a cor correspondente à Classe da DGAE. A classificação que vinculará cada composto será a do parâmetro mais limitante.

Tabela 15 - Classificação de matérias fertilizantes da DGAE e teores em metais pesados em produtos já existentes e nos compostos produzidos no estudo realizado.

| Parâmetros | Matéria fertilizante (DGAE) | | | | Composto TRABITE | Composto ESACB | Composto final | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|---------|
| | Classe I | Classe II | Classe IIA | Classe III | | | Norte C. B. | Pedrogão Grande | S. Cita |
| Zinco (mg kg ⁻¹) | 200 | 500 | 1000 | 1500 | 898 | 199 | 655,5 | 275 | 391 |
| Cobre (mg kg ⁻¹) | 100 | 200 | 400 | 600 | 148 | 961 | 108 | 40,5 | 96,7 |
| Chumbo (mg kg ⁻¹) | 100 | 150 | 300 | 500 | 50,3 | 24,5 | 34,35 | 9,58 | 28,9 |
| Cádmio (mg kg ⁻¹) | 0,7 | 1,5 | 3 | 5 | 0,76 | n.q. | <LQ | <LQ | <LQ |
| Níquel (mg kg ⁻¹) | 50 | 100 | 200 | 200 | 110 | 26,1 | 8,88 | 8,42 | 17,7 |
| Crómio (mg kg ⁻¹) | 100 | 150 | 300 | 400 | 49,9 | 34,4 | 15,4 | <LQ | 37,4 |
| Mercúrio (mg kg ⁻¹) | 0,7 | 1,5 | 3 | 5 | - | - | - | - | - |

n.q. - não quantificável; <LQ - inferior ao limite quantificável (Cd - 1,43; Cr - 14,3)

O único elemento que não foi avaliado foi o Mercúrio, porque os meios analíticos disponíveis nos laboratórios da ESACB não o permitem determinar. Ainda assim, este metal pesado não foi considerado poder constituir-se como factor limitante, dado que em trabalhos anteriormente realizados em ETAR da região centro, em 264 análises (Águas, 2009), nunca o Mercúrio apresentou valores superiores ao limite de detecção em mg kg⁻¹. No entanto, este facto não invalida que no processo de licenciamento de novos compostos, esta análise não tenha de ser realizada.

A partir da informação apresentada na Tabela 15, torna-se notório, pela diferença de cores estabelecida, que o único elemento que continua a não permitir uma inclusão directa na Classe I, é o Zinco. Ainda assim, fica claro que os materiais produzidos com utilização de lamas provenientes de Pedrogão Grande e Santa Cita, permitem uma inclusão do composto na Classe II.

Para além dos metais pesados, também os outros elementos analisados serão comparados com resultados anteriores. Na Tabela 16 apresentam-se os valores obtidos para parâmetros de grande interesse para uma eventual utilização agrícola dos produtos obtidos.

Apesar de a legislação não obrigar a que os parâmetros anteriormente considerados sejam avaliados para posterior enquadramento numa Classe, essa mesma avaliação foi considerada, por forma a ser possível uma apreciação mais abrangente dos produtos obtidos.

Se por um lado pela informação apresentada na Tabela 15 se depreendia que compostos produzidos eram perfeitamente enquadráveis na Classe II (caso dos compostos Pedrogão Grande e Santa Cita), através da Tabela 16 verifica-se haver alguma variação nos valores de parâmetros de interesse agronómico, quando se consideram os resultados do produto final obtido relativamente a outros compostos previamente estudados. De uma forma genérica, pôde constatar-se uma tendência para um aumento do valor fertilizante dos produtos agora obtidos relativamente aos já produzidos, merecendo destaque os teores mais elevados em matéria orgânica, em Azoto (nomeadamente na forma orgânica) e em Cálcio agora conseguidos.

Tabela 16- Valores de diferentes parâmetros analíticos no composto final e compostos já estudados.

| Parâmetros | Composto TRABITE | Composto ESACB | Composto final | | |
|--|------------------|----------------|----------------|-----------------|---------|
| | | | Norte C. B. | Pedrogão Grande | S. Cita |
| Humidade (%) | | 37,10 | 40,70 | 49,40 | 41,60 |
| pH (H ₂ O) | 8,7 | 6,3 | 6,5 | 7,2 | 7,1 |
| Condutividade Eléctrica (mS.cm ⁻¹) | 1,34 | 1,34 | 1,57 | 0,70 | 1,72 |
| Matéria orgânica (%) | 51 | 41 | 65 | 75 | 78 |
| C/N | 13,1 | 10,0 | 11,1 | 10,3 | 10,5 |
| Azoto Total (%) | 0,90 | 1,53 | 3,41 | 4,21 | 4,32 |
| Azoto Orgânico (%) | | 1,40 | 2,37 | 3,06 | 3,43 |
| Azoto Amoniacal (%) | | n.q. | Vest. | Vest. | Vest. |
| Fósforo Total (%) | 1,2 | 1,4 | 0,16 | 0,16 | 0,2 |
| Potássio Total (%) | 0,52 | 0,64 | 0,36 | 0,38 | 0,39 |
| Cálcio Total (%) | 1,2 | 0,2 | 4,3 | 3,1 | 4,7 |
| Magnésio Total (%) | 0,28 | 0,02 | 0,14 | 0,13 | 0,25 |
| Sódio Total (%) | | 0,090 | 0,070 | 0,092 | 0,098 |
| Cloretos (mg.100g ⁻¹) | | 0,75 | 0,67 | 0,77 | 0,73 |
| Ferro Total (%) | | 0,72 | 1,50 | 0,89 | 1,05 |
| Manganês Total (mg.kg ⁻¹) | | 457 | 480 | 429 | 488 |

Legenda:

Aumentou Diminui

Relativamente aos nutrientes, importa recordar que o Azoto é um constituinte vital de muitas substâncias essenciais ao crescimento e desenvolvimento da planta, e é o elemento mais importante num plano de fertilização (Santos, 2001; Fry e Bingru, 2004,). Quanto ao Cálcio, é um nutriente com várias funções na planta, tais como o fortalecimento das paredes celulares, estimular a divisão celular, promover o crescimento vegetativo, síntese proteica, movimento dos hidratos de carbono e o equilíbrio da acidez celular (McCarty, 2005).

Relativamente ao Fósforo e ao Potássio, os “novos” compostos apresentaram teores inferiores aos veiculados por produtos já produzidos. No caso do Potássio o teor agora obtido é da ordem de 50% do presente no Composto TRABITE e Composto ESACB, e relativamente ao Fósforo a diminuição da sua importância ainda foi maior, doseando cerca de apenas 11-16% do veiculado por aqueles produtos. Tendo em conta que o Fósforo é essencial para o desenvolvimento das plantas, estando envolvido nas transferências de energia no processo metabólico, como parte da molécula ATP (McCarty, 2005), e que o Potássio é necessário para um óptimo desenvolvimento vegetativo da planta e é o segundo nutriente mineral mais necessário para o seu desenvolvimento (Marschner, 2008), os resultados agora apurados devem ser tidos em conta no âmbito de uma fertilização racional.

De uma forma geral o valor da razão C/N dos produtos produzidos, comparado com o valor do Composto TRABITE, apresentou algum decréscimo, de 13 para cerca de 11. Tal redução resulta certamente do aumento da importância da presença do Azoto no produto, facto que pode ser indiciador de se estar perante um produto mais rapidamente mineralizável e, como tal, mais adequado para culturas de ciclo mais curto do que o Composto TRABITE.

Apesar de se conseguir evidenciar que a TRABITE tem capacidade para produzir um composto enquadrado na Classe II, possível de ser aplicado, genericamente, na agricultura, é de mencionar que a aplicação deste composto não deve exceder as 25 toneladas por hectare, anualmente (DGAE, 2010). Se a aplicação for de composto fertilizante de Classe I, esta poderá atingir as 50 toneladas por hectare, anualmente (DGAE, 2010).

10. Preferência de cada agricultor da região quanto à aquisição do composto orgânico

Ainda no decorrer do ano de 2011 realizou-se um inquérito (Anexo VII) aos agricultores pertencentes à Associação Distrital dos Agricultores de Castelo Branco - ADACB. Num universo de 591 agricultores, o inquérito pretendia averiguar a preferência de cada agricultor no que diz respeito à aquisição de composto orgânico. Após a recolha dos dados, procedeu-se ao estudo estatístico, à representação gráfica dos dados e por fim retiram-se breves conclusões, mediante os dados com interesse para a TRABITE.

10.1. Áreas de cultivo

Neste ponto são apresentados os resultados relativos às áreas de cultivo num universo de 591 agricultores inquiridos. Na Figura 15 é apresentado o número de agricultores que correspondem às várias classes de área em estudo consideradas (≤ 1 ha, 1-50ha e ≥ 50 ha).

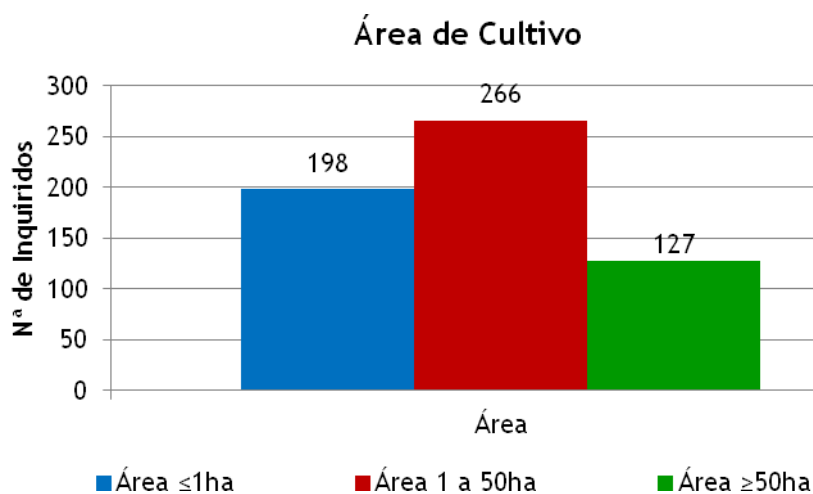


Figura 15 - Número de agricultores inquiridos nas classes de área consideradas.

Para o caso em estudo, as classes de área de cultivo com interesse são as superiores a 1 ha.

Assim, e pela análise da Figura apresentada, podemos afirmar que do total dos agricultores inquiridos apenas 393 têm áreas de cultivo superiores a 1 ha, o que corresponde a um total de 66,49% dos inquiridos.

10.2. Tipo de culturas

Neste ponto são apresentados os resultados relativos ao tipo de culturas desenvolvidas, no universo de 393 agricultores inquiridos, ou seja, são apresentadas o tipo de culturas efectuadas pelos agricultores com áreas de cultivo superiores a 1 ha, Figura 16.

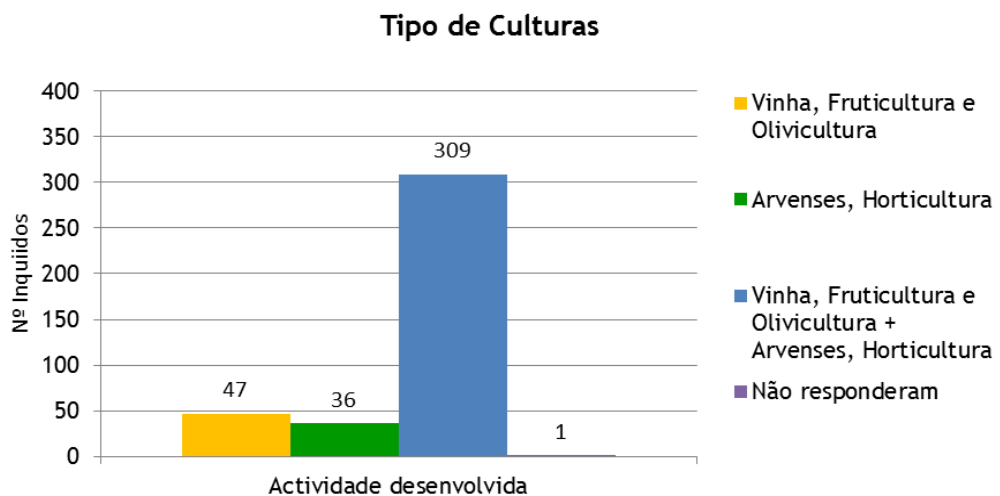


Figura 16 - Tipo de culturas realizadas pelos agricultores em estudo.

Pela análise à Figura 16 pode-se verificar que:

- 11,96 % Cultivam vinha, fruticultura e olivicultura;
- 9,16 % Cultivam arvenses, horticultura;
- 78,62 % Cultivam ambos os grupos;
- 0,26 % Não responderam.

Uma vez que o composto orgânico produzido por nós é passível de ser utilizado apenas nas culturas de vinha, fruticultura e olivicultura, serão os agricultores que produzem estas culturas o nosso objecto de estudo, correspondendo a um total de 90,58 %.

Assim, o universo de agricultores em estudo, com áreas de cultivo superiores a 1 ha e com culturas de vinha, fruticultura e olivicultura, é reduzido para 356 agricultores.

10.3. Utilização de Composto Orgânico

Na Figura 17 apresenta-se o número de agricultores em estudo (393) que já utiliza, ou que ainda não usa, algum tipo de composto orgânico na fertilização das suas culturas (vinha, fruteiras e olival).

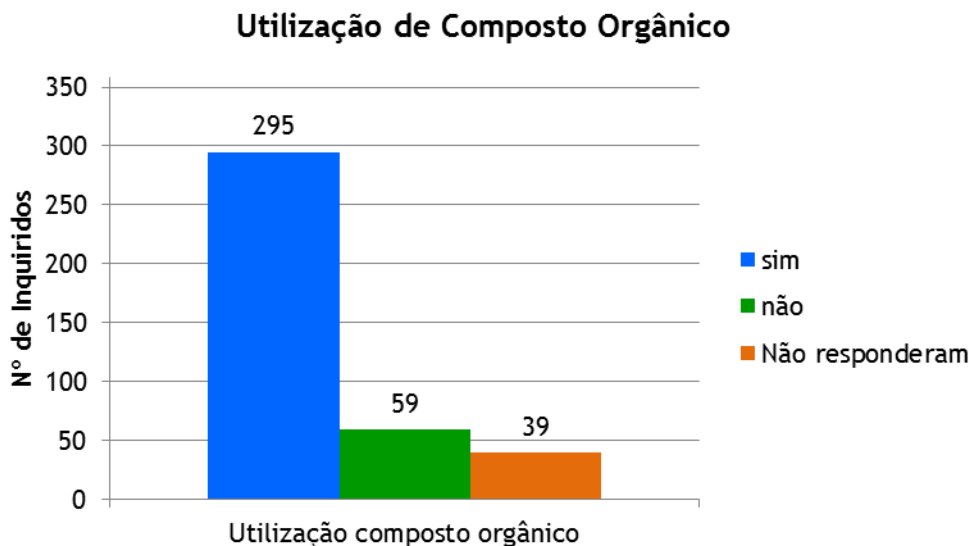


Figura 17 - Número de agricultores em estudo que já utilizam compostos orgânicos.

Pela análise da Figura 17, verifica-se que:

- 82,86 % Utilizam composto orgânico;
- 16,57 % Não utilizam composto orgânico;
- 0,56 % Não responderam.

Através deste estudo o nosso universo de trabalho passa de um total de 356 para 295 agricultores, uma vez que apenas estes utilizam ou pretendem continuar a utilizar compostos orgânicos.

10.4. Forma de Aquisição

Por fim foi efectuado um estudo acerca da forma de aquisição que mais satisfazia os agricultores. Na Figura 18 pode-se verificar qual a preferência expressa.

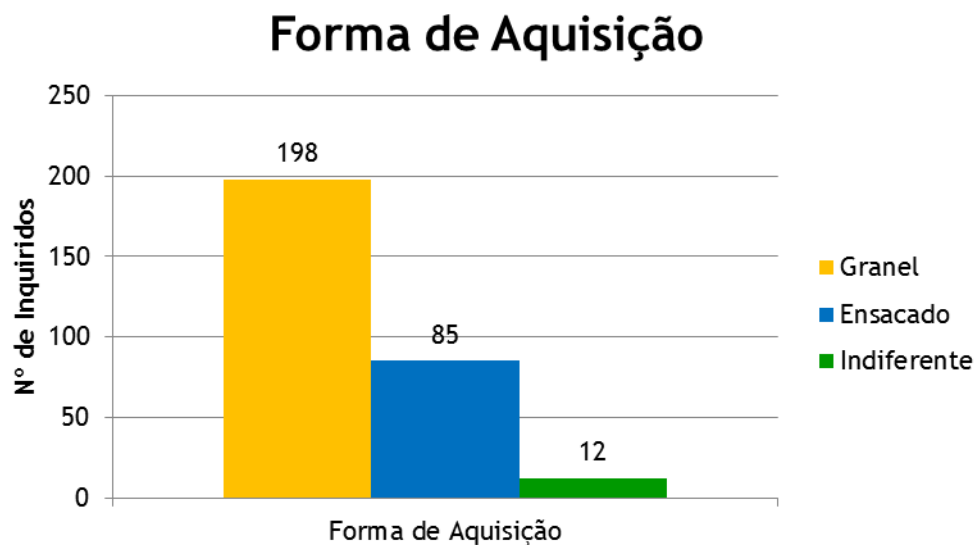


Figura 18 - Formas de aquisição de produtos orgânicos preferidas pelos agricultores inquiridos que já utilizam produtos orgânicos

Para o estudo em questão e no total dos 295 agricultores que têm área \geq 1ha e que produzem as culturas em estudo:

- 67,11 % A granel;
- 28,81 % Ensacado;
- 4,07 % Indiferente.

11. Folheto Informativo

Avaliando outros produtos presentes no mercado concorrentes do novo composto obtido no âmbito deste trabalho, desenvolveu-se um folheto de divulgação/promoção do composto enquadrável na Classe II.

A informação disponibilizada deverá enquadrar-se nos requisitos legais (DGAE, 2010), no que respeita à rotulagem, bem como informação que se considerou relevante para os eventuais utilizadores.

Procurou-se que toda a informação disponibilizada surgisse num formato atractivo e que contemplasse uma amostra do produto (Anexo VIII).

O folheto apresenta paisagens agrícolas representando culturas onde o novo produto pode ser aplicado. Para além das culturas permanentes, como os pomares, surgem também imagens de culturas arvenses e hortícolas.

Impresso em ambos os lados e dobrado pela metade, feito de papel e de fácil manuseamento, permite atingir grandes públicos em pouco tempo e a baixo custo. O seu formato em A5 é no sentido de poder ser guardado até num bolso.

O saco com a amostra procura evidenciar a facilidade de distribuição do produto nomeadamente através de distribuidores centrífugos.

12. Considerações Finais

Garantir a rastreabilidade e a emissão de um boletim analítico relativo aos resíduos orgânicos previamente à sua utilização num processo de compostagem, é fundamental.

Para que seja possível produzir compostos de Classe I e de Classe II, passíveis de utilização em todo o tipo de culturas agrícolas, os resíduos orgânicos que irão integrar o processo de compostagem deverão ser alvo de análises antecedentes ao processo, registar-se a sua origem antes de serem canalizados para a produção de diferentes compostos, em função das suas características de base.

Apesar de ser um processo dispendioso a nível monetário para qualquer empresa, o trabalho realizado antecedendo o processo de compostagem será posteriormente recompensado com a colocação no mercado de compostos possíveis de serem utilizados em diferentes culturas e modos de produção agrícola. Deste modo, o universo de culturas alvo, bem como o número de agricultores, será alargado.

Como os metais pesados são os elementos fundamentais na inserção em diferentes Classes, e atendendo aos resultados obtidos, o Zinco deve ser o elemento alvo de continuação de estudos por parte da TRABITE, pois foi o elemento mais condicionante para a classificação dos compostos.

Realizar inquéritos com alguma periodicidade, não só pela preferência dos agricultores quanto à forma de aquisição de compostos orgânicos mas também a nível da sua satisfação no que diz respeito aos resultados obtidos com produtos adquiridos na TRABITE, é um procedimento a implementar pela empresa, para que a mesma possa ir ao encontro das exigências dos agricultores.

A elaboração de folhetos por parte da empresa deve ser uma atitude a implementar. Os folhetos devem ser apelativos, de fácil leitura, simples e com figuras ilustrativas de produtos hortícolas ou outros evidenciando boa qualidade que poderá advir de uma correcção e fertilização racionais. Estes folhetos devem ser distribuídos pela empresa, quer junto dos agricultores, quer junto das associações a que estes pertençam, para que a divulgação do produto seja efectuada de uma forma mais eficaz e esclarecedora.

Em trabalhos futuros recomenda-se a análise às cinzas provenientes de centrais de biomassa, para que se verifique se a sua inserção no processo de compostagem altera as características dos produtos, nem interfira na inserção do composto em Classes menos condicionadas que a IIA.

13. Bibliografia

- Águas, Paulo Manuel Pires - Sostenibilidad ambiental y ecónica rural. La generación y reutilización de bioresíduos de uso agrícola. Tesis Doctoral, Cáceres, 2009.
- Almeida, C.; Oliveira; J., Pena; T.; Pinto, M.; Santos, P.; Teixeira; F., Xará, S. e Silva, M. 2005. Guia da Reciclagem Orgânica. Resíduos Orgânicos, compostagem e digestão anaeróbica. Gabinete de Estudos Ambientais Universidade Católica Portuguesa.
- Bidlingmaier, I. W. (1985). Quality-testing of waste sewage sludge composts. *Acta Hort.* 172:99-116
- Cunha Queda, A.C.F. (1999). Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis. Dissertação de doutoramento em Engenharia Agro-Industrial, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- Decreto-lei 190/2004 de 17 de Agosto, Ministério da Economia
- Decreto-Lei 276/2009. DR 192, I serie. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais.
- Decreto-Lei no 118/2006. D.R. I Serie-A. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. (21/06/2006)
- Diaz, L.; Savage, G.; Eggerth, L. e Golueke, C. (1993). *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*. Lewis Pub.
- DGAE (2008). Proposta de diploma sobre Especificações técnicas sobre Qualidade e Utilização do Composto, Direcção Geral das Actividades Económicas, Lisboa.
- DGAE (2010). Documento de Trabalho - Matérias Fertilizantes. Direcção Geral das Actividades Económicas, Lisboa.
- EnerForest (2007) - A logística da biomassa florestal. Seminário: Aproveitamento da biomassa florestal para fins Energéticos. Santarém 6 de Junho de 2007.
- Fry, J. e H. Bingru (2004). *Applied Turfgrass Science and Physiology*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Jiménez, E.I.e Garcia V. P. (1989). Evaluation of city refuse compost maturity: A review. *Biol. Wastes* 27:115-142.
- Lobato Faria, A. (1997). Tecnologia do confinamento de resíduos urbanos em grandes aterros. *Águas e Resíduos*.
- Marschner, H. (2008). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. CPI Antony Rowe, Eastbourne.
- Martinho, M. e Gonçalves, M. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta. Lisboa.
- McCarty, L. (2005). *Best Golf Course Management Practises*. 3 edition. Prentice Hall. New Jersey

- Metcalf & Eddy. (2000). - Ingeniería de Aguas Residuals, Tratamiento vertido y reutilización..3rd Edition. McGraw-Hil.
- Metcalf e Eddy (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. 3ª Edition. McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series. New York
- Metcalf e Eddy (2000). Ingeniería de Aguas Residuals, Tratamiento vertido y reutilización. 3rd Edition. McGraw-Hil.
- Monteiro, M.C.S.H.; Carneiro, J.P.B.; Águas, P.M.P.; Batista, M.S.S.; Cipriano, V.M.P e Sebastião, P. (2011). Relatório Técnico para a Empresa TRABITE - Tratamento Ambiental, LDA: Validação de um Composto como Fertilizante para Efeitos de Legalização de Uso Agrícola. Escola Superior Agrária de Castelo Branco.
- Neto, P. e Mesquita, M. (1992). - Compostagem de resíduos sólidos urbanos. Aspectos teóricos, operacionais e epidemiológicos. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- Pereira Neto, J. T. (1987) - “On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting - a Low Technology Approach”. PhD These The University of Leeds, UK. 376 pp. (cit. Russo, 2004).
- Pereira, J. F.; Matos, E. M.; Valente, C. A.; Vaz, A. R.(1987). - Tratamento de lamas do tratamento primário do fabrico da pasta para papel: compostagem em pilhas com arejamento forçado. 1ª Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente. U. Aveiro. Mimeografado.
- Portaria 1322/2006 de 24 de Novembro, Ministério da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento rural e das pescas.
- Portaria no 176/1996. D.R. no 230, II Serie. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das pescas e do Ministério do Ambiente. (96-10-03).
- Portaria no 177/1996. D.R. no 230, II Serie. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas e do Ministério do Ambiente.
- Russo, M.A.T. 2003. - Tratamento de Resíduos Sólidos. Faculdade de Ciências e Tecnologias, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra,
- Santos, J. Q., (2001). - Fertilização & Ambiente - Reciclagem Agro-Florestal de Resíduos e Efluentes. ed. Europa-América Lda. Mem Martins, Portugal
- Tchobanoglous George., THEISEN Hillary, VIGIL Samuel A. - *Integrated Solid Waste Management -Engineering Principles and Management Issues*. Mc-Graw Hill, 1993. ISBN 0-07-112864-4.
- TRABITE (2010) - Pedido de Licenciamento Geral ao abrigo do artigo 27.º do DL n.º 178/2006,de 5 de Setembro. Alcains - Castelo Branco.
- Turner, M. e Lillywhite, R. (2003). - Management of mineralization from crop residues of high N content. Soil Use and management
- www.ine.pt, consultado em 18-01-2012
- Zucconi, F. e Bertoldi, M. DE. (1987). *Compost specifications forthe production and characterization of compost from municipal solid waste*. In: *Compost: Production, Quality*

and Use. Bertoldi, M de; Ferranti, M. P.; L'Hermite, P. Eds.. Elsevier Applied Science Publishers. London.

Anexos

Anexo I

Características de Biomassa - pinho estilha e pinho casca



Casca de pinho

| | Typical Value | Typical Range |
|---|---------------|---------------|
| Poder Calorífico Superior/ Gross Calorific value Cal/g | 4750 | 4700 - 5000 |
| Poder Calorífico Inferior/ Net Calorific Value Cal/g | 4200 | 3900 - 4400 |
| Humidade/Moisture % | 40 | 40 - 50 |
| Cinzas/Ash % | 3,5 | < 6 |
| Azoto/Nitrogen % | 0,27 | < 0,4 |
| Carbono/Carbon % | 55 | < 60 |
| Enxofre/Sulphur % | 0,02 | < 0,02 |
| Hidrogénio/Hydrogen % | 5,2 | < 5,4 |
| Cloro/chlorine % | 0,009 | < 0,01 |



Estilha de pinho

| | Typical Value | Typical Range |
|---|---------------|---------------|
| Poder Calorífico Superior/ Gross Calorific value Cal/g | 4700 | 4600 - 5000 |
| Poder Calorífico Inferior/ Net Calorific Value Cal/g | 4200 | 3900 - 4400 |
| Humidade/Moisture % | 35 | 35 - 45 |
| Cinzas/Ash % | 0,7 | < 1 |
| Azoto/Nitrogen % | 0,4 | < 0,7 |
| Carbono/Carbon % | 47 | < 50 |
| Enxofre/Sulphur % | 0,03 | < 0,04 |
| Hidrogénio/Hydrogen % | 6 | < 7 |
| Cloro/chlorine % | 0,02 | < 0,03 |

Fonte - EnerForest



Anexo II

LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

| | |
|--|---|
| Nome do Proprietário: Ângela -Aluna do Mestrado em GAASR Nº Contribuinte: Morada: Castelo Branco | Data de Entrada: 18/01/2012 Data de Colheita: -- |
|--|---|

| PARÂMETROS | Nº da amostra Referência | | 74 Norte C.Bran | 75 Pedrógão Grande | 76 Santa Cita | 77 Monsanto |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|---------------|-------------|
| Humidade | | % | 78, | 80,8 | 82, | 68,6 |
| pH(H ₂ O) | | | | | | |
| Condutividade | | mS.cm ⁻¹ | | | | |
| Matéria orgânica | | % | | | | |
| Azoto total | N-Total | % | | | | |
| Azoto orgânico | Hong | % | | | | |
| Azoto amoniacal | N-NH ₄ ⁺ | % | | | | |
| Fósforo total | P | % | | | | |
| Potássio total | K | % | | | | |
| Cálcio total | Ca | % | | | | |
| Magnésio total | Mg | % | | | | |
| Sódio total | Na | % | | | | |
| Cloretos | Cl | mg.100g ⁻¹ | | | | |
| Ferro total | Fe | % | 1,7 | 1,23 | 2,0 | 2,08 |
| Manganês total | Mn | mg.kg ⁻¹ | 543 | 495 | 810 | 291 |
| Zinco total | Zn | mg.kg ⁻¹ | 112 | 378 | 751 | 685 |
| Cobre total | Cu | mg.kg ⁻¹ | 17 | 144 | 220 | 339 |
| Chumbo total | Pb | mg.kg ⁻¹ | 51, | <LQ(8,6) | 51, | 43,7 |
| Cádmio total | Cd | mg.kg ⁻¹ | <LQ(2,9) | <LQ(2,9) | <LQ(2,9) | <LQ(2,9) |
| Níquel total | Ni | mg.kg ⁻¹ | <LQ(5,7) | <LQ(5,7) | <LQ(5,7) | <LQ(5,7) |
| Crómio total | Cr | mg.kg ⁻¹ | <LQ(14,3) | <LQ(14,3) | 104 | <LQ(14,3) |

Notas:

Os valores referem-se à matéria seca, com excepção do pH e Condutividade eléctrica. LQ- Limite de Quantificação.

Castelo Branco, 16 de Abril de 2012



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

| PARÂMETROS | Nº da amostra Referência | | 78 Outeiros | 79 Vale Tábuas | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|----------------------|--|--|
| Humidade | | % | 82,6 | 79,9 | | |
| pH (H ₂ O) | | | | | | |
| Condutividade | | mS.cm ⁻¹ | | | | |
| Matéria orgânica | | % | | | | |
| Azoto total | N-Total | % | | | | |
| Azoto orgânico | Hong | % | | | | |
| Azoto amoniacal | N-NH ₄ ⁺ | % | | | | |
| Fósforo total | P | % | | | | |
| Potássio total | K | % | | | | |
| Cálcio total | Ca | % | | | | |
| Magnésio total | Mg | % | | | | |
| Sódio total | Na | % | | | | |
| Cloretos | Cl | mg.100g ⁻¹ | | | | |
| Ferro total | Fe | % | 2,29 | 6,92 | | |
| Manganês total | Mn | mg.kg ⁻¹ | 373 | 3722 | | |
| Zinco total | Zn | mg.kg ⁻¹ | 886 | 1081 | | |
| Cobre total | Cu | mg.kg ⁻¹ | 339 | 228 | | |
| Chumbo total | Pb | mg.kg ⁻¹ | 70,0 | 36,0 | | |
| Cádmio total | Cd | mg.kg ⁻¹ | <LQ (2,9) | <LQ (2,9) | | |
| Níquel total | Ni | mg.kg ⁻¹ | <LQ (5,7) | <LQ (5,7) | | |
| Crómio total | Cr | mg.kg ⁻¹ | <LQ (14,3) | <LQ (14,3) | | |

Notas:

Os valores referem-se à matéria seca, com excepção do pH e Condutividade eléctrica. LQ- Limite de Quantificação.

Castelo Branco, 16 de Abril de 2012



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

| PARÂMETROS | UNIDADES | MÉTODOANALÍTICO |
|--|-----------------------|--|
| Humidade | % | NormaEN12880:2000-Método Gravimétrico |
| pH (H ₂ O) | | NormaENNP12176:2000-Potenciometria (emsuspensão1:5) |
| Condutividade Eléctrica | mS.cm ⁻¹ | Método Interno (Condutívimetro) |
| Matéria Orgânica | % | NormaEN12879:2000 |
| Azoto Total | % | NormaEN13342:1995-MétododeKjeldahl (Modificado) |
| Azoto Orgânico e Azoto Amoniacal | % | Método de Kjeldahl (Modificado) |
| Fósforo Total | % | NormaEN13346:2005 (Extracção por Água Régia) e Doseamento por EspectrofotometriadeAbsorçãoMolecular (Colorim |
| Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio Totais | % | MétododeextracçãocomHCl (1+1) eDoseamentoporEspectrofotome triadeAbsorçãoAtómica |
| Cloretos | mg.100g ⁻¹ | Método de Mohr |
| MetaisPesados:Ferro, Manga nês, Zinco, Cobre, Crómio, Cá dmio, NíqueleChumbo | mg.kg ⁻¹ | NormaEN13346:2005 (Extracção por Água Régia) e Doseamento por Espectrofotometriade Absorção Atómica |

Responsável do
Laboratório

(Prof. Doutora Maria do Carmo Horta)

Anexo III

Cálculo da Temperatura (°C) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

| Data | Pedrogão | | Norte C. Branco | | Santa Cita |
|------------|---------------|------|-----------------|------|------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 06-02-2012 | | | | | |
| 07-02-2012 | | | | | |
| 08-02-2012 | 21 | 20 | 25,3 | 26,1 | 17,5 |
| 09-02-2012 | | | | | |
| 10-02-2012 | 22,5 | 21,6 | 28,9 | 31,4 | 20,2 |
| 11-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 12-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 13-02-2012 | 25,7 | 22,4 | 30,1 | 36,2 | 22 |
| 14-02-2012 | Revolteadas | | | | |
| 15-02-2012 | 28 | 23,1 | 34,9 | 40 | 26,2 |
| 16-02-2012 | | | | | |
| 17-02-2012 | 35,6 | 28,8 | 38,9 | 42,3 | 30,8 |
| 18-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 19-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 20-02-2012 | 38,8 | 31,7 | 42,9 | 45,6 | 33,9 |
| 21-02-2012 | | | | | |
| 22-02-2012 | 39,4 | 34,6 | 46,3 | 46,8 | 35,4 |
| 23-02-2012 | | | | | |
| 24-02-2012 | 42,5 | 37 | 47,1 | 48 | 39 |
| 25-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 26-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 27-02-2012 | 43,6 | 39,4 | 51,5 | 51 | 42,6 |
| 28-02-2012 | Revolteadas | | | | |
| 29-02-2012 | 47,9 | 41,9 | 52 | 52 | 45 |
| 01-03-2012 | | | | | |
| 02-03-2012 | 48,9 | 44,3 | 52,7 | 53 | 48,7 |
| 03-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 04-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 05-03-2012 | 51,3 | 48,9 | 52 | 54 | 49,8 |
| 06-03-2012 | | | | | |
| 07-03-2012 | 53 | 50,5 | 51 | 54,3 | 51 |
| 08-03-2012 | Revolteadas | | | | |
| 09-03-2012 | 50 | 51,2 | 50 | 51,5 | 49,8 |
| 10-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 11-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 12-03-2012 | 48,9 | 50 | 47 | 48 | 50 |
| 13-03-2012 | | | | | |
| 14-03-2012 | 45,9 | 49,7 | 44 | 45 | 45 |
| 15-03-2012 | Revolteadas | | | | |
| 16-03-2012 | 40 | 46 | 37,9 | 40,9 | 43,6 |
| 17-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 18-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 19-03-2012 | 35 | 39,8 | 28,9 | 34,9 | 36,5 |
| 20-03-2012 | | | | | |
| 21-03-2012 | 24 | 27 | 21,5 | 26,7 | 26,6 |
| 22-03-2012 | | | | | |
| 23-03-2012 | 15 | 20 | 16,7 | 17,5 | 17 |

Anexo IV

Determinação da humidade (%) nas Pilhas de Compostagem(interior da pilha)

| Data | Pedrogão | | | | | | Norte C. Branco | | | | | | Santa Cita | | |
|------------|----------------|--------------|--------|----------------|--------------|--------|-----------------|--------------|--------|----------------|--------------|--------|----------------|--------------|--------|
| | 1 | | | 2 | | | 1 | | | 2 | | | 1 | | |
| | P. Inicial (g) | P. final (g) | % Hum. | P. Inicial (g) | P. final (g) | % Hum. | P. Inicial (g) | P. final (g) | % Hum. | P. Inicial (g) | P. final (g) | % Hum. | P. Inicial (g) | P. final (g) | % Hum. |
| 06-02-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-02-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08-02-2012 | 80,2 | 27,1 | 77% | 80,3 | 26,4 | 78% | 69,1 | 26,6 | 73% | 89,7 | 33,2 | 72% | 83,8 | 25,3 | 80% |
| 09-02-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-02-2012 | 83,8 | 28,9 | 76% | 54,2 | 21,2 | 77% | 90,7 | 35 | 70% | 70,8 | 31 | 67% | 56 | 21,2 | 78% |
| 11-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-02-2012 | 75,2 | 28 | 74% | 70,3 | 26,1 | 75% | 79,4 | 33,5 | 67% | 79,1 | 37 | 62% | 88,5 | 29,4 | 76% |
| 14-02-2012 | Revolteadas | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-02-2012 | 82,4 | 31 | 72% | 83,6 | 30 | 74% | 66 | 31 | 64% | 59,6 | 31 | 59% | 73,5 | 28,6 | 72% |
| 16-02-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-02-2012 | 75,3 | 33,7 | 65% | 66,9 | 26 | 73% | 55,9 | 28,8 | 61% | 43,5 | 25,1 | 57% | 99 | 40,1 | 67% |
| 18-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-02-2012 | 75,3 | 34 | 64% | 81,4 | 31,7 | 71% | 69,9 | 35,8 | 58% | 73,9 | 39,2 | 55% | 86,5 | 38 | 64% |
| 21-02-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-02-2012 | 75,5 | 35 | 63% | 59,1 | 26,5 | 68% | 100 | 51,2 | 55% | 78,3 | 41,8 | 54% | 71,6 | 34 | 62% |
| 23-02-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24-02-2012 | 88,4 | 41,4 | 61% | 88 | 37,9 | 65% | 73 | 39 | 55% | 90,8 | 48,3 | 53% | 74,2 | 37,8 | 58% |
| 25-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 26-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 27-02-2012 | 73,9 | 36 | 60% | 100,1 | 44,4 | 63% | 54,5 | 31,9 | 52% | 70,4 | 40,3 | 51% | 74,5 | 39,9 | 55% |
| 28-02-2012 | Revolteadas | | | | | | | | | | | | | | |
| 29-02-2012 | 111,9 | 52,3 | 59% | 72,5 | 35,3 | 61% | 93,2 | 50,8 | 52% | 94,1 | 52,4 | 50% | 59,2 | 33,9 | 53% |
| 01-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02-03-2012 | 71,2 | 37,3 | 57% | 54 | 28,7 | 59% | 74,1 | 42,3 | 51% | 89,7 | 50,2 | 50% | 74,1 | 42,3 | 50% |
| 03-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 04-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 05-03-2012 | 82,6 | 42,4 | 56% | 73,9 | 39,2 | 55% | 78,7 | 44,5 | 51% | 66,4 | 39,5 | 49% | 93,4 | 51,2 | 51% |
| 06-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07-03-2012 | 51 | 29,3 | 55% | 58,5 | 33,6 | 53% | 98,5 | 54,9 | 50% | 51,8 | 31,8 | 49% | 67,9 | 39,8 | 49% |
| 08-03-2012 | Revolteadas | | | | | | | | | | | | | | |
| 09-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15-03-2012 | Revolteadas | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | | | | | | | | | | | |
| 18-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23-03-2012 | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo V

Medição de pH (escala Sorensen) das Pilhas de Compostagem (interior da pilha)

| Data | Pedrogão | | Norte C. Branco | | Santa Cita |
|------------|---------------|------|-----------------|------|------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 06-02-2012 | | | | | |
| 07-02-2012 | | | | | |
| 08-02-2012 | 6,55 | 6,39 | 6,55 | 6,58 | 6,53 |
| 09-02-2012 | | | | | |
| 10-02-2012 | 6,5 | 6,20 | 6,30 | 6,43 | 6,47 |
| 11-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 12-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 13-02-2012 | 6,5 | 5,90 | 6,22 | 5,8 | 6,55 |
| 14-02-2012 | Revolteadas | | | | |
| 15-02-2012 | 5,97 | 5,96 | 5,64 | 5,75 | 5,56 |
| 16-02-2012 | | | | | |
| 17-02-2012 | 5,41 | 5,99 | 5,98 | 5,7 | 5,54 |
| 18-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 19-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 20-02-2012 | 6,40 | 6,10 | 6,51 | 6,30 | 6,97 |
| 21-02-2012 | | | | | |
| 22-02-2012 | 6,48 | 6,12 | 6,67 | 6,54 | 7,32 |
| 23-02-2012 | | | | | |
| 24-02-2012 | 6,54 | 6,20 | 6,85 | 6,76 | 7,45 |
| 25-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 26-02-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 27-02-2012 | 6,94 | 6,33 | 7,76 | 6,90 | 7,65 |
| 28-02-2012 | Revolteadas | | | | |
| 29-02-2012 | 6,96 | 6,60 | 7,80 | 7,23 | 6,70 |
| 01-03-2012 | | | | | |
| 02-03-2012 | 7,38 | 6,72 | 7,85 | 7,56 | 7,23 |
| 03-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 04-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 05-03-2012 | 8,15 | 7,37 | 7,94 | 7,69 | 7,56 |
| 06-03-2012 | | | | | |
| 07-03-2012 | 8,30 | 7,41 | 8,03 | 7,87 | 7,89 |
| 08-03-2012 | Revolteadas | | | | |
| 09-03-2012 | 8,39 | 8,12 | 8,2 | 8,20 | 8,01 |
| 10-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 11-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 12-03-2012 | 8,30 | 8,4 | 8,47 | 8,39 | 8,49 |
| 13-03-2012 | | | | | |
| 14-03-2012 | 8,32 | 8,42 | 8,48 | 8,45 | 8,53 |
| 15-03-2012 | Revolteadas | | | | |
| 16-03-2012 | 8,35 | 8,44 | 8,50 | 8,49 | 8,55 |
| 17-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 18-03-2012 | Fim-de-Semana | | | | |
| 19-03-2012 | 8,33 | 8,45 | 8,51 | 8,50 | 8,58 |
| 20-03-2012 | | | | | |
| 21-03-2012 | 8,36 | 8,56 | 8,52 | 8,40 | 8,49 |
| 22-03-2012 | | 41 | | | |
| 23-03-2012 | 8,56 | 8,55 | 8,30 | 8,23 | 8,35 |



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Anexo VI

LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

| | |
|---|-----------------------------|
| Entidade requerente: ESACB-Prof.Paulo Águas | Data de Entrada: 23/03/2012 |
| Nome do Proprietário: Ângela - Aluna do Mestrado em GAASR | Data de Colheita: --- |
| NºContribuinte: | |
| Morada: Castelo Branco | |
| Compostas: | |

| PARÂMETROS | Nºda amostra Referência | | 80 Norte | 81 Norte | 82 Pedrogão | 83 Pedrogão |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|----------------|----------------|
| Humidade | | % | 37, | 43, | 65, | 33, |
| pH (H ₂ O) | | | 6, | 6, | 7,0 | 7, |
| Condutividade | | mS.cm ⁻¹ | 1,4 | 1,6 | 0,73 | 0,66 |
| Matéria orgânica | | % | 65, | 65, | 77, | 72, |
| Azoto total | N-Total | % | 3,8 | 2,9 | 5,8 | 2,5 |
| Azoto orgânico | N-Org | % | 2,1 | 2,6 | 4,1 | 1,9 |
| Azoto amoniacal | N-NH ₄ ⁺ | % | Vest | Vest. | Vest. | Vest. |
| Fósforo total | P | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Potássio total | K | % | 0,3 | 0,36 | 0,42 | 0,3 |
| Cálcio total | Ca | % | 4,1 | 4,4 | 2,8 | 3,3 |
| Magnésio total | Mg | % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Sódio total | Na | mg.kg ⁻¹ | 669 | 733 | 1008 | 841 |
| Cloretos | Cl | mg.100g ⁻¹ | 0,48 | 0,85 | 0,82 | 0,7 |
| Ferro total | Fe | % | 1,5 | 1,4 | 0,87 | 0,9 |
| Manganês total | Mn | mg.kg ⁻¹ | 473 | 487 | 457 | 401 |
| Zinco total | Zn | mg.kg ⁻¹ | 614 | 697 | 284 | 266 |
| Cobre total | Cu | mg.kg ⁻¹ | 105 | 11 | 70,7 | 70, |
| Chumbo total | Pb | mg.kg ⁻¹ | 32, | 36, | 10, | 8,8 |
| Cádmio total | Cd | mg.kg ⁻¹ | <LQ(1,43) | <LQ(1,43) | <LQ(1,43) | <LQ(1,43) |
| Níquel total | Ni | mg.kg ⁻¹ | 9,3 | 8,3 | 8,4 | <LQ(5,71) |
| Crómio total | Cr | mg.kg ⁻¹ | 14, | 16, | <LQ(14,3) | <LQ(14,3) |

Notas:

Os valores referem-se à matéria seca, com excepção do pH e Condutividade eléctrica. LQ- Limite de Quantificação.

Castelo Branco, 17 de Abril de 2012



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

| PARÂMETROS | Nº da amostra Referência | | 84 Santa | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------|--|--|--|
| Humidade | | % | 41,6 | | | |
| pH (H ₂ O) | | | 7,1 | | | |
| Condutividade | | mS.cm ⁻¹ | 1,72 | | | |
| Matéria orgânica | | % | 77,9 | | | |
| Azoto total | N-Total | % | 4,32 | | | |
| Azoto orgânico | H- org | % | 3,43 | | | |
| Azoto amoniacal | N-NH ₄ ⁺ | % | Vest. | | | |
| Fósforo total | P | % | 0,15 | | | |
| Potássio total | K | % | 0,39 | | | |
| Cálcio total | Ca | % | 4,68 | | | |
| Magnésio total | Mg | % | 0,25 | | | |
| Sódio total | Na | % | 983 | | | |
| Cloretos | Cl | mg.100g ⁻¹ | 0,73 | | | |
| Ferro total | Fe | % | 1,05 | | | |
| Manganês total | Mn | mg.kg ⁻¹ | 488 | | | |
| Zinco total | Zn | mg.kg ⁻¹ | 391 | | | |
| Cobre total | Cu | mg.kg ⁻¹ | 96,7 | | | |
| Chumbo total | Pb | mg.kg ⁻¹ | 28,9 | | | |
| Cádmio total | Cd | mg.kg ⁻¹ | <LQ (1,43) | | | |
| Níquel total | Ni | mg.kg ⁻¹ | 17,7 | | | |
| Crómio total | Cr | mg.kg ⁻¹ | 37,4 | | | |

Notas:
Os valores referem-se à matéria seca, com excepção do Ph e Condutividade eléctrica. LQ- Limite de Quantificação.

Castelo Branco, 17 de Abril de 2012



LABORATÓRIO DE SOLOS E FERTILIDADE
BOLETIM ANALÍTICO DE AMOSTRAS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

| | | |
|---|-----------------------|--|
| Humidade | % | NormaEN12880:2000-MétodoGravimétrico |
| pH (H ₂ O) | | NormaENNP12176:2000- Potenciometria |
| Condutividade | mS.cm ⁻¹ | Método Interno(Condutívimetro) |
| Matéria Orgânica | % | NormaEN12879:200 |
| Azoto | % | NormaEN13342:1995-MétododeKjeldahl(Modificado) |
| Azoto Orgânico e Azoto | % | Método de Kjeldahl(Modificado) |
| Fósforo Total | % | NormaEN13346:2005(Extracção por Água Régia) e Doseamento por |
| Cálcio, Magnésio, Potássio e Sódio | % | Métododeextracção com HCl (1+1) e Doseamento por Espectrof otometriade Absorção Atómica |
| Cloret | mg.100g ⁻¹ | Método de |
| Metais Pesados: Ferro, Man ganês, Zinco, Cobre, Crómi o, Cádmi o, Níquel e Chumbo | mg.kg -1 | NormaEN13346:2005(Extracção por Água Régia) e Doseamento por Espectrofotometriade Absorção |

Responsável do Laboratório

(Prof. Doutora Maria do Carmo Horta)

Anexo VII

Folheto Informativo



Fertagri II

Correctivo Agrícola Orgânico - Classe II

O Fertagri II é um composto com um teor de matéria orgânica superior a 50%. Por ter sofrido um processo de compostagem, cujos intervenientes são: lamas de depuração, casca de pinho e aparas de madeira, é perfeitamente higienizado, livre de agentes patogénicos, infestantes e odores.

Características

- Humidade- 49,4%
- Razão C/N- 10,3
- pH - 7,2
- Matéria Orgânica - 75%
- Azoto total (N)- 4,21%
- Fósforo total (P)- 0,16%
- Potássio total (K)- 0,38%
- Cálcio total (Ca)- 3,1%
- Magnésio total (Mg)- 0,13%

Vantagens de aplicação:

- Aumento da matéria orgânica no solo;
- Disponibilidade, gradual, dos nutrientes;
- Maior retenção de água no solo;



A small image of a basket filled with various fruits like apples, oranges, and watermelon, placed on a background of green grass.



Central de Compostagem

Quinta da Rosmaninheira/Portela
6005-210 Lourical do Campo



Tlm: 910 689 184
E-mail: geral@trabite.pt

The image shows a large industrial composting facility with several green trucks and piles of material. The background is a clear blue sky.



Anexo VIII

INQUÉRITO

Utilização de adubos/correctivos orgânicos em solos agrícolas

1. Área de terreno de cultivo

a) $A \leq 10\,000\text{ m}^2$ $10\,000\text{ m}^2 < A < 50\,000\text{ m}^2$ c) $A \geq 50\,000\text{ m}^2$

2. Actividade desenvolvida

a) Horticultura b) Fruticultura c) Olivicultura

d) Vinha e) C. Arvenses

3. Qual o tipo de adubos que utiliza e respectiva quantidade anual?

4. Para além dos adubos já referidos, utiliza estrume ou composto orgânico?

a) Sim b) Não

4.1. Em caso afirmativo, qual a quantidade utilizada e respectivos custos anuais?

a) Quantidade produzida: _____

b) Quantidade adquirida: _____ Custo anual: _____

5. Em situação de aquisição, de que forma gostaria que fosse fornecido o estrume/composto orgânico?

a) A granel Ensacado

Alcains, 21 de Fevereiro de 2011

TRABITE – Tratamento Ambiental, Lda.
Zona Industrial de Alcains – Rua da Fartancha – Lote 5 – 6005-001 Alcains
T. (+351) 272 343 300 – F. (+351) 272322 362 – E-mail: geral@trabite.pt
Contribuinte PT 507790600 Capital Social € 125.000 Matriculada na C.R.C. de Castelo Branco sob n.º 507790600