



Agrupamento de Escolas
Dr. Manuel Gomes de Almeida - Espinho

VERMICOMPOSTAGEM E COMPOSTAGEM SECA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS VERDES E CASTANHOS

- Análise comparativa de ambos os processos

Ana Júlia Martins Triste Vieira nº1
Ana Sofia Amorim da Rocha nº5

Projeto associado ao Clube da Ciência

Ano e Turma: 12º2
Ano letivo: 2022/ 2023
Professores orientador(es): Alberto Caeiro e Ilda Ribeiro

RESUMO

A compostagem é um processo aeróbico controlado de bioxidação de substratos orgânicos por ação de microrganismos, dando-se a conversão da matéria orgânica num corretivo orgânico homogêneo, rico em substâncias húmicas, suficientemente estável para ser armazenado. Este processo é uma tecnologia vantajosa no tratamento, reciclagem e valorização de biomassas, destacando-se na eficaz gestão de resíduos sólidos. A compostagem seca e a vermicompostagem são dois tipos distintos de compostagem doméstica. Estes processos diferenciam-se, por na vermicompostagem atuarem minhocas e microrganismos e na compostagem seca apenas atuarem populações microbianas.

O objetivo principal deste projeto é a comparação do processo de vermicompostagem com o de compostagem seca de resíduos verdes e castanhos, apontando qual o mais rápido, fácil e eficiente, para ser aplicado em meio doméstico.

Como objetivos específicos pretendemos ser capazes de: comprovar as teses atualmente existentes acerca dos processos de compostagem doméstica; determinar a qualidade dos corretivos orgânicos conseguidos, avaliando a estabilidade e maturação dos mesmos, segundo ensaios experimentais que visam determinar o teor sólido de humidade, a fitotoxicidade pela determinação do índice de germinação da espécie *Lepidium sativum* *Lepidium* (agrião), odor, cor, homogeneidade e comparação relativa do número de microrganismos na biomassa; monitorizar o chorume produzido.

Palavras-Chave: Compostagem, Biomassas, Compostagem doméstica, Compostagem seca, Vermicompostagem, Resíduos verdes e castanhos, Qualidade dos corretivos orgânicos, Estabilidade, Maturação, Teor sólido de humidade, Fitotoxicidade, Índice de germinação, odor, cor, cheiro, homogeneidade, microrganismos, chorume.

ABSTRACT

Composting is a controlled aerobic process, where occurs the biooxidation of organic substrates, by the action of microorganisms. In this process the organic matter is converted into a homogeneous , rich in humic substances, stable enough to be stored organic corrective. Composting is classified as an advantageous technology in the treatment, recycling and recovery of biomass, being one of the most effective ways to manage solid waste. Dry composting and vermicomposting are two different types of home composting. Vermicomposting differs from dry composting by the simultaneous action of earthworms and microorganisms, while in dry composting only microbial populations acts.

The main objective of this project is to compare the vermicomposting process with the dry composting process of green and brown waste, and, finally, pointing out which one of them is most efficient and profitable.

As specific objectives we want to be able to: prove the currently existing studies about home composting; determine the quality of organic correctives obtained through composting, evaluating their stability and maturation, according to experimental tests such as determination of the solid moisture content, determination of phytotoxicity by determining the germination index of the species *Lepidium sativum* *Lepidium* (cress), smell, color, homogeneity, relative number of microorganisms in the biomass; monitor the liquid humus produced.

Key-words: Composting, Biomass, Home composting, Dry composting, Vermicomposting, Green and brown residues, Quality of organic correctives, Stability, Maturation, Phytotoxicity, Germination index, smell, color, homogeneity, microorganisms, liquid humus.

1. INTRODUÇÃO

A nossa investigação científica centra-se no aproveitamento e transformação de resíduos orgânicos verdes e castanhos em corretivos orgânicos sólidos, através de processos de compostagem. Estes corretivos podem ser utilizados para fertilizar diversas culturas agrícolas, de forma natural, livre de quaisquer agentes químicos prejudiciais à nossa saúde.

A compostagem é um processo aeróbico controlado de bioxidação de substratos orgânicos por ação de microrganismos, dando-se a conversão da matéria orgânica num corretivo orgânico homogéneo, rico em substâncias húmicas, suficientemente estável para ser armazenado. Este processo é uma tecnologia vantajosa no tratamento, reciclagem e valorização de biomassas, destacando-se na eficaz gestão de resíduos sólidos. A compostagem seca e a vermicompostagem são dois tipos distintos de compostagem doméstica. Estes processos diferenciam-se, por na vermicompostagem atuarem minhocas e microrganismos e na compostagem seca apenas atuarem populações microbianas.

O objetivo geral deste projeto é a comparação do processo de vermicompostagem com o de compostagem seca de resíduos verdes e castanhos, apontando qual o mais eficiente e rentável, reconhecendo a importância da compostagem doméstica na valorização e aproveitamento dos resíduos orgânicos. Este projeto aprofundou-se na análise teórica e experimental de sistemas de compostagem doméstica, através da realização de dois métodos distintos: a vermicompostagem e a compostagem seca, realizados em compostores de iguais dimensões, onde:

- a) Pretendeu-se comprovar de forma experimental a informação teórica acerca dos processos de compostagem doméstica.
- b) Comparou-se a duração dos processos de vermicompostagem e compostagem seca, apontando possíveis motivos para as eventuais desigualdades na sua duração.
- c) Avaliou-se a qualidade dos compostos finais em termos de qualidade, estabilização e maturação, através de ensaios concretos, como: o teor sólido da humidade, a fitotoxicidade através da determinação do índice de germinação da espécie *Lepidium sativum* *Lepidium* (agrião), odor, cor, homogeneidade, comparação relativa do número de microrganismos na biomassa, tendo como valores ótimos de referência o corretivo orgânico NUTRIMAIS Pulverulento.
- d) Com resultados dos ensaios conclui-se qual dos processos permite a obtenção de compostos mais estáveis, maturados e nutritivos num menor espaço de tempo, destacando qual o processo de compostagem mais eficiente.
- e) Pretendeu-se sensibilizar a população acerca das inúmeras questões ambientais e de que forma a compostagem pode ajudar na resolução de certos problemas.

No seguinte link é possível aceder ao referencial teórico, que constitui a base do nosso projeto, onde de forma detalhada se encontram descritas todas as especificidades referentes à compostagem. - <https://files.fm/f/qwx58vsud>

Neste link é possível aceder a um poster informativo, por nos produzido, sobre a compostagem e as suas vantagens. Este poster irá ser afixado junto aos nossos compostores no pavilhão A3 - <https://files.fm/u/ahhj7h8hh>

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 HIPÓTESES

Tendo em conta o que foi referido acima, apresentamos as seguintes hipóteses:

- Hipótese 1: O processo de vermicompostagem é mais rápido do que o processo de compostagem seca.

A degradação da matéria orgânica das biomassas na vermicompostagem é mais rápida, uma vez que atuam minhocas e microrganismos enquanto que na compostagem seca apenas atuam microrganismos, resultando assim um processo de compostagem mais curto.

- Hipótese 2: O processo de vermicompostagem apresenta um produto final de maior qualidade em comparação com o da compostagem seca.

Na vermicompostagem atuam minhocas, seres excelentes na degradação de matéria orgânica que consomem diariamente uma quantidade de matéria igual ao seu peso. Sendo assim, será degradada uma maior quantidade de matéria orgânica, produzindo-se uma maior quantidade substâncias húmicas nutritivas.

2.2 MATERIAIS

2.2.1 Resíduos orgânicos utilizados para a condução dos experimentos

Para serem obtidos corretivos orgânicos de qualidade, as biomassas sujeitas à compostagem passaram por um processo de seleção e triagem. As biomassas foram fragmentadas, obtendo-se resíduos com granulometria entre 1,3 e 7,6 cm, de modo a evitar a compactação das biomassas, assegurar um bom arejamento e aumentar a área de contacto dos resíduos com os microrganismos.

Quadro 1. Exemplos de resíduos verdes e castanhos seleccionados para a investigação

Resíduos verdes ou húmidos	Resíduos castanhos ou secos	Resíduos que não podem ser compostados
Materiais húmicos e ricos em Azoto • Folhas verdes e relva cortada; • Restos de vegetais crus e frutas; • Borrás de café e sacos de chá; • Restos de plantas (sem doenças nem pesticidas), hortaliças e flores; • Cascas de ovos esmagadas; • Migalhas de pão.	Materiais secos e ricos em Carbono • Folhas e erva secas e serradura; • Pequenos ramos; • Restos de frutos secos; • Cascas de batata; • Guardanapos e outros papéis não plastificados.	• Restos de comida cozinhada; • Plantas doentes ou com sementes; • Cortiça, carvão, cinzas, pontas de cigarro, excrementos; • Produtos lácteos e gordos (queijo, manteiga ou molhos); • Restos de plantas tratados com produtos químicos;

Figura 1. Resíduos verdes coletados



Figura 2. Resíduos castanhos coletados



2.2.2 Construção dos compostores

Tendo em conta que o investigador Martins (2012) concluiu que o compostor de 3 andares é o mais eficiente em meio doméstico, com matérias acessíveis a qualquer cidadão foram construídos dois compostores de 3 andares, um para a compostagem seca (nº pretos) e outro para a vermicompostagem (nº verdes), com base no seguinte tutorial:

<https://www.youtube.com/watch?v=o0EYneEPUmQ>

Os materiais utilizados na construção dos compostor são, os seguintes:

- 3 baldes ou caixas plásticas com tampa do mesmo tamanho para cada compostor;
- Um furador elétrico, equipado com uma broca de ponta fina ;
- Uma faca afiada com ponta fina;
- Uma meia de vidro (apenas para o vermicompostor).

Figura 3. 6 baldes ou caixas plásticas



Figura 4. Furador elétrico



Figura 5. Faca afiada com ponta fina



Figura 6. Meias de vidro



Procedimento realizado:

1. Numerar os baldes de 1 a 3 (figura 1).
2. Com o furador elétrico perfurar a base dos baldes 1 e 2, para formar furos com dimensões entre os 3mm e 5mm, que permitiram o escoamento do chorume.
3. Furar a parte lateral superior dos balde 1 e 2, com o furador, para permitir a entrada de oxigénio no compostor.
4. Com a faca cortar o centro das tampas dos baldes 2 e 3, deixando um rebordo de aproximadamente 5 cm, que permite empilhar os baldes uns sobre os outros.

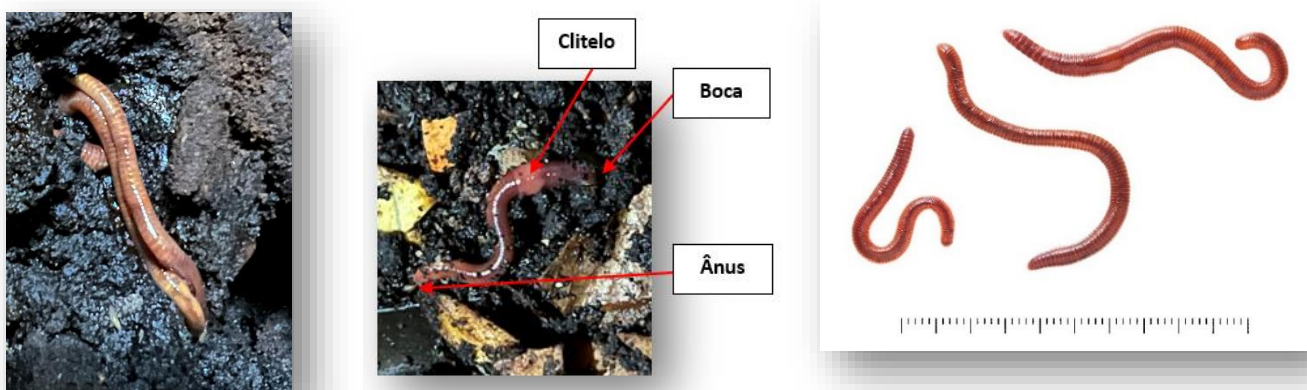
5. Passo realizado apenas no vermicompostor: tirar a tampa o balde 3, inserir a meia de vidro e na boca do balde, fechar o balde com a tampa e cotar o excesso de meia. A meia de vidro funciona como uma barreira à passagem das minhocas entre os baldes 2 e 3.
6. Ordenar os baldes de forma a obter a sequência de números do solo para topo – 3,2,1.

Procedimento 1	Procedimento 2	Procedimento 3
		
Procedimento 4	Procedimento 5	Procedimento 6
		

2.2.3 Espécie de minhocas para o processo de vermicompostagem

Nesta atividade foram utilizadas minhocas da espécie *Eisenia foetida*, conhecidas vulgarmente como “Minhocas vermelhas da Califórnia”, pelas seguintes razões: serem seres vivos saprófitos que se alimentam de matéria orgânica em decomposição; serem reconhecida pelo seu contributo para a compostagem; serem uma espécie autóctones europeia; serem uma espécie epígea (sobrevivem nas camadas superficiais do solo, conseguindo adquirir alimento nas camadas mais superficiais de uma biomassa); serem capazes duplicar o número populacional num período entre 2 a 3 meses.

Figura 7, 8 e 9. *Eisenia foetida* - Minhocas vermelhas da Califórnia



Por definição, por cada um m² de área deve ser colocada uma quantidade de 450 gramas de minhocas (200 indivíduos), de modo evitar competição por alimento. O nosso balde tem 0,12 m² (12 litros), logo foram usadas 54 gramas de minhocas (24 indivíduos).

Foi realizada uma visita guiada à LIPOR com o excelentíssimo Sr. Engenheiro Fernando Coelho, que se disponibilizou a nos fornecer as minhocas necessárias para a nossa pesquisa.

2.2.4 NUTRIMAIS Pulverulento – corretivo orgânico de qualidade

Para comparar a qualidade dos compostos finais dos processos de compostagem doméstica e determinar qual o de maior qualidade, foi realizada a mesma avaliação de parâmetros nos corretivos orgânico NUTRIMAIS Pulverulento, produzido através de resíduos verdes e castanhos pela LIPOR. Os resultados desses testes foram usados como valores ótimos de referência.

Figura 10. NUTRIMAIS



2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.3.1 Condicionamento dos resíduos nos compostores

Foram controladas todas as possíveis variáveis, para que não houvesse margens para conclusões incorretas. Para isso a disposição dos resíduos foi realizada de forma inequívoca, sendo usada a mesma massa de resíduos orgânicos em ambos os compostores.

O condicionamento dos resíduos é praticamente transversal, a única diferença existente é a construção de uma “caminha” no vermicompostor para garantir a sobrevivência e uma boa adaptação das minhocas ao seu novo habitat.

No dia 23 de fevereiro iniciamos o processo de compostagem seca, no compostor que se encontra no jardim do edifício A3. No dia 24 de fevereiro, iniciamos o processo de vermicompostagem em casa de uma das investigadora, já que o jardim do A3 fica exposto ao relento, o que pode comprometer a sobrevivência das minhocas, uma vez que estas são sensíveis às variações da temperatura.

Figura 11 e 12. Processo compostagem seca de resíduos verdes e castanhos, no jardim do pavilhão A3



Figura 13 e 14. Processo de vermicompostagem e resíduos orgânicos verdes e castanhos, na casa da Ana Sofia Rocha



Os resíduos foram condicionados de acordo com os processos abaixo descritos.

Construção de “caminha” para acondicionar as minhocas (só no vermicompostor):

1. Picar tiras de jornal (2,5 cm de largura), umedecê-las com água.
2. Cobrir o fundo do balde 1 com uma camada de 8 a 10 cm de papel jornal umedecido e adicionar uma camada de folhas secas junto à camada de jornal.
3. Cobrir com uma fina camada de terra para facilitar o processo de digestão das minhocas, e colocar as cerca de 54 gramas de minhocas sob a camada de terra.

Figura 15 e 16. Construção de “caminha” para acondicionar as minhocas no vermicompostor



Passos transversais no condicionamento dos resíduos no vermicompostor e compostor direcionado à compostagem seca:

1. Encher o balde 1 com ramos grossos, com dimensões entre 1,3 cm e 7,6 cm. Esta camada funciona como um agente de suporte, permitindo um bom arejamento nas zonas mais profundas do balde e facilitando a escorrência da água do balde 1.
2. Sobre a camada de ramos adicionar 200 gramas de resíduos castanhos e regar generosamente os resíduos já colocados no compostor.
3. Adicionar 700 gramas de resíduos verdes, com dimensões superior a 0,7 cm, para a aumentar a área de contacto da biomassa com as minhocas e microrganismos, impedindo a compactação da mistura e formação de zonas anaeróbicas.
4. Colocar uma nova camada de resíduos castanhos, de modo a evitar a formação de odores e proliferação de moscas da fruta e fechar o balde com a tampa.

Figura 17 e 18. Passos transversais no condicionamento de resíduos nos dois compostores



2.3.2 Monotorização dos processos

Foram controlados parâmetros como a aeração das biomassas e a humidade, através do revolvimento e rega, respetivamente, para que ocorresse o desenvolvimento saudável das minhocas e microrganismos.

➤ Revolvimento

A pilha foi revolvida uma a duas vezes por semana, deixando sempre os resíduos verdes por baixo dos castanhos, para garantir a aeração dos resíduos (presença de O_2 entre os interstícios das biomassas), essencial para as minhocas e microrganismos, evitando a formação de cheiros indesejáveis e proliferação de pequenos insetos.

➤ Rega

Durante todo o processo a mistura não pode estar nem muito seca nem muito húmida. Quando estava seca, procedemos à rega, por outro lado, quando estava muito húmida foram adicionados à mistura mais resíduos castanhos, que baixam o teor de humidade.

Para saber se era necessário regar realizamos o Teste da esponja, que consiste em espremer um pouco do composto. Se pingar, a mistura está húmida. Se a mão continuar seca, a pilha está com falta de água, sendo necessário regar.

➤ Acondicionamento de novos resíduos

No dia 29 de março de 2023 foram adicionados 300 gramas de resíduos a ambos os compostores, assegurando que a última camada de resíduos se trata de resíduos castanhos. Como os resíduos que adicionamos não transcenderam o balde 1, não foi necessário trocar o balde 1 com o balde 2 e adicionar mais resíduos a este último balde.

Figura 19. Compostagem seca (continuando o balde 1 em cima)



Figura 20. Vermicompostagem (continuando o balde 1 em cima)



➤ Formação de chorume

Era previsto se acumular no balde 3, semanalmente, húmus líquido (chorume), muito rico em nutrientes, o que não aconteceu (tópico será abordado no tópico 3 – Resultados).

O chorume iria ser coletado semanalmente, pois quando este se acumula, a taxa de O₂ dissolvido diminui, formando-se um sistema anaeróbico no balde 3.

➤ Correção de possíveis imprevistos

Apesar de controlados vários parâmetros, ocorreram alguns imprevistos e durante o processo. Nos quadros 2, 3 e 4 encontra-se uma lista de problemas e as respectivas soluções.

Quadro 2. Lista de soluções para problemas que podem ocorrer durante o processo de vermicompostagem

Problema	Causa provável	Solução
Mistura muito húmida e/ou minhocas a acumularem-se no topo do compostor	- Excesso de água.	- Juntar resíduos castanhos/secos, como papel ou folhas secas; - Não adicionar resíduos verdes com elevado teor de água.
Aparecimento de pequenos insetos (moscas)	- Decomposição lenta; - Ambiente ácido (citrinos);	- Não adicionar alimentos podres ou citrinos; - Colocar resíduos verdes variados cortados em pequenas dimensões e retirar os resíduos em decomposição.
Odores desagradáveis ou sobre aquecimento do sistema	- Pouco arejamento; - Excesso de alimento (pode levar à morte das minhocas).	- Interromper a adição de resíduos verdes; - Revolver a mistura; - Retirar caso exista brócolos ou cebolas, pois estes alimentos cheiram mal quando decompostos.
Minhocas alimentam-se de excrementos tóxicos	- Pouco alimento para as minhocas.	- Adicionar mais resíduos verdes à mistura.
Minhocas acumulam-se no fundo do compostor	- Falta de água.	- Proceder à rega da mistura.
Minhocas a subir pelo compostor	- Excesso de acidez; - Muitas minhocas no compostor; - Excesso de calor.	- Adicionar cascas de ovo esmagadas à mistura; - Colocar o compostor num local mais arejado e revolver os materiais.

Quadro 3. Lista de soluções para possíveis problemas que podem ocorrer durante o processo de compostagem seca

Problemas	Causas possíveis	Soluções
Cheiro a podre	- Humidade em excesso; - Demasiados resíduos verdes; - Compactação exagerada.	- Revire a mistura regularmente; - Adicione resíduos castanhos; - Misture materiais que não compactem (pequenos troncos) para aumentar a circulação de ar.
Temperatura alta (acima dos 70°C)	- Falta de resíduos verdes; - Arejamento ou humidade insuficientes.	- Revire a pilha regularmente; Adicione verdes; - Aumente ou diminua a quantidade de composto.
Temperatura baixa (abaixo dos	- Poucos materiais para compostar; - Arejamento insuficiente.	- Aumente a quantidade de materiais para compostar; - Adicione água quando revirar a pilha.

O compostor atraí animais (cães, gatos, moscas ou ratos)	- Foram adicionados materiais impróprios.	- Não adicione carne, ossos, peixe ou molhos; - Adicione uma pequena cobertura de solo aos restos de materiais frescos para evitar moscas.
Processo de compostagem muito lento	- Os materiais adicionados têm dimensões demasiado grandes;	- Corte os materiais em pedaços mais pequenos (nunca superiores a 8 cm); - Adicione um pouco de terra de modo a ativar o processo.
Composto demasiado húmido	- Drenagem insuficiente; - Falta de ar; - Excesso de água.	- Adicione folhas seca; - Remexa o composto para aumentar a circulação de ar.

Quadro 4. Solução para infestação de larvas de mosca da fruta (*Tephritidae* e *Drosophila*)

Materiais	Procedimento
- Recipiente; - 200 ml de vinagre de maçã; - 2 colheres de sopa de açúcar; - 2 colheres de sopa de detergente líquido.	1. No recipiente juntar todos os materiais e mexer ficar um líquido homogêneo. 2. Fazer um pequeno buraco nas biomassas em compostagem que permita colocar o recipiente com a mistura ao nível das biomassas. (Atentar para não derramar a mistura sobre as biomassas). 3. As moscas da fruta e as larvas serão atraídas para esta mistura. Quando infestação terminar retire o recipiente do compostor.

No dia 9 de março, no compostor direcionado para a compostagem seca os resíduos orgânicos começaram a ganhar, em termos muito corriqueiros, “bolor”. Para contornar esta situação foram retirados os resíduos com bolor e adicionados novos resíduos verdes.

No dia 12 de abril, no vermicompostor ocorreu uma infestação de larvas de mosca de fruta, que poderia pôr em causa o processo de compostagem e a vida das minhocas, assim foi realizado o procedimento descrito no quadro 4, o que solucionou a situação.

Figura 21. Infestação de larvas da mosca da fruta no compostor de vermicompostagem.



Figura 22. Solução para infestação de larvas de mosca da fruta (*Tephritidae* e *Drosophila*) dentro do compostor da vermicompostagem



Figura 23. Resultados da solução para infestação de larvas de mosca da fruta (*Tephritidae* e *Drosophila*)



2.3.3 Avaliação da estabilidade, maturação e qualidade dos produtos finais dos processos de compostagem

Teoricamente, após 2 a 12 meses do início dos processo de compostagem doméstica o composto já está pronto a ser utilizado, uma vez que, a atividade microbiana é reduzida, o que provoca a diminuição da temperatura da mistura, o que indica o fim da compostagem.

No dia 18 de maio, após 3 meses do início dos processos de compostagem foi avaliada a qualidade dos corretivos orgânicos da vermicompostagem compostagem seca, tendo em conta os procedimentos abaixo descritos.

2.3.3.1 TEOR SÓLIDO DE HUMIDADE

A análise do teor de sólido da humidade, permite determinar a quantidade de água presente no corretivo orgânico, e compará-la com os valores ótimos tomados como referência, e assim, avaliar a qualidade dos nossos corretivos orgânicos.

Materiais:

- Balança;
- 10 gramas de corretivo orgânico;
- 1 Vidro de relógio;
- Estufa laboratorial.

Para isso, foi realizado o seguinte procedimento:

1. Coletar a amostra de composto orgânico;
2. Pesar o vidro de relógio;
3. Tarar a balança, adicionar ao vidro de relógio 10 g de corretivo orgânico – massa total da amostra;
4. Colocar o vidro de relógio na estufa a 120 °C e deixar por 3 horas, até o corretivo ficar completamente seco;
5. Retirar a amostra da estufa e deixar arrefecer à temperatura ambiente;
6. Pesar o vidro de relógio com o corretivo orgânico;
7. Retirar a massa pesada no passo 6, a massa do vidro de relógio – massa da amostra seca;
8. Determinar a percentagem de humidade sólida através da seguinte fórmula:

$$\text{Teor sólido} = \frac{\text{Massa da amostra seca}}{\text{Massa total da amostra}} \times 100 \quad \% \text{ Teor sólido de humidade} = 100 - \% \text{ Teor sólido}$$

Figura 24. Estufa laboratorial



Figura 24. Pesagem do corretivo orgânico



2.3.3.2 ÍNDICE DE GERMINAÇÃO

O ensaio de germinação tem como objetivo analisar os efeitos das fitotoxinas na germinação de agrião (*Lepidium sativum* *Lepidium*); detetar a fitotoxicidade num composto, quando o processo de compostagem não tiver decorrido corretamente, isto é, o composto não se encontrar devidamente estável e maturado (anaerobiose, falta de homogeneização e tempo de compostagem insuficiente).

Para este método são necessários os seguintes materiais:

- 50 gramas de amostra de húmus sólido;
- Peneira;
- Colher;
- 3 Placas de Petri;
- 3 Papéis de filtro;
- Água destilada;
- Sementes de agrião (*Lepidium sativum* *Lepidium*);
- Estufa.

Figura 25 e 26. Pesagem dos corretivos



Inicialmente, amostra de húmus sólido foi humedecida até que no Teste da esponja, escorra água quando pressionado. De seguida, a amostra foi deixada em repouso à temperatura ambiente durante 30 minutos. Para extrair a fração solúvel em água presente no húmus, a amostra foi colada numa peneira, onde com a colher foi aplicada pressão.

Figura 27. Corretivos orgânicos humedecidos



Figura 29 e 30. Fração solúvel do húmus



Figura 28. Extratos aquosos diluídos

O extrato aquoso obtido foi diluído 30% com água destilada, obtendo-se um extrato aquoso diluído, que foi utilizado na germinação das sementes.



O índice de germinação foi realizado com um tempo de incubação de 24 horas e 120 horas, a 27°C na estufa. Foram utilizadas 3 placas de Petri, uma para a vermicompostagem, uma para a compostagem seca e uma placa testemunha com água destilada.

Passando à montagem das placas de Petri:

- Para as placas de placas de Petri da vermicompostagem e compostagem seca foram colocados 3 ml de extrato líquido na placa, o papel de filtro e 10 sementes de agrião.
- Para a placa testemunha foram colocados 3 ml de água destilada, o papel de filtro e 10 sementes de agrião.

Figura 29. Placas prontas com o extrato líquido e as sementes de agrião



Figura 30. Acondicionamento das placas na estufa



Após a incubação na estufa, procedemos à contagem do número de sementes germinada em cada placa e o comprimento radicular (cm) de cada semente germinada, calculando o Índice de germinação em percentagem (%IG) de acordo com a seguinte fórmula:

$$\%IG = \frac{NSG(a) \times MCR(a)}{NSG(t) \times MCR(t)} \times 100$$

NSG: média do número de sementes germinadas

MCR: média do comprimento da radícula

(a): ensaio com amostra de composto

(t): ensaio com a testemunha (água desionizada)

2.3.3.4 Parâmetros macroscópicos

❖ ODOR

Com sentido olfativo foi apurado o odor do corretivo orgânico, registrando detalhadamente o cheiro percebido. Um corretivo orgânico deve ter um cheiro agradável, não se deve sentir um cheiro desagradável. O cheiro desagradável é interpretado como um sinal de fraco arejamento, tendo a biomassa se tornado num meio anaeróbico, na

ausência de O₂ os seres aeróbicos não realizam os seus processos metabólicos, predominando a atuação de microrganismos anaeróbicos, que contrariamente aos aeróbicos, realizam fermentação, libertando compostos orgânicos como ácidos orgânicos voláteis, sulfuretos e amoníaco, caracterizados pelo seu odor desagradável e elevada fitotoxicidade.

❖ COR

Foram fotografados e observados a cor do húmus, para comparar a sua cor com os demais húmus sólidos dos diferentes tipos de compostagem com o corretivo orgânico NUTRIMAIS.

O húmus deve ter uma cor castanha uniforme. Quanto mais húmido mais escura é a cor do húmus sólido.

❖ HOMOGENEIDADE

Foi analisada a homogeneidade do húmus sólido dos diferentes tipos de compostagem, com o corretivo orgânico NUTRIMAIS. Um húmus de qualidade maturado deve ser homogêneo, sem restos de resíduos em decomposição. Caso o húmus não seja homogêneo, indica que o processo de compostagem ainda não está finalizado, pelo que o corretivo orgânico em questão não é de qualidade, não estando devidamente maturado e estabilizado.

2.3.3.5 Parâmetros microscópicos

A velocidade do processo de compostagem seca depende da ação dos microrganismos que se alimentam dos resíduos em decomposição, como fungos e bactérias saprófitas. Enquanto que a velocidade do processo de vermicompostagem depende não só da ação dos microrganismos como a ação das minhocas. Para ajudar a comparar a rapidez dos processos de compostagem doméstica, foi realizada a cultura de microrganismos encontrados nos compostores em Placas de Petri com um meio de cultura nutritivo.

❖ CULTURA DE MICRORGANISMOS

Materiais utilizados:

- 6 gramas de Agar Agar;
- Placa de aquecimento;
- 200 ml de água destilada;
- 20 gramas de açúcar;
- 5 Placas de Petri;
- Álcool 96%;
- Colher;
- Microscópio Ótico;
- Cotonete;
- Estufa.

Figura 31. Microscópio ótico composto



Figura 32. Agar Agar



Figura 33. Colocação do meio de cultura em Placas de Petri identificadas



Preparação do meio de cultura das Placas de Petri:

1. Pesar o agar agar. Colocar a água destilada a aquecer numa placa de aquecimento até que ferva.
2. Dissolver o agar agar, e o açúcar na água, mexendo com uma colher esterilizada cuidadosamente.
3. Desinfetar com álcool as placas de Petri e verter o preparado de agar agar nas Placas de Petri cobrindo-as de seguida para evitar contaminações.
4. Deixar as placas arrefecer durante 30 minutos e de seguida coloca-las no frigorífico por pelo menos 16 horas.

Inoculação das placas:

1. Esfregar o cotonete contra as paredes do compostor e do húmus solido.
2. Levantar tampa da placa apenas o suficiente para inserir o cotonete, evitando contaminações por bactérias do ar, e esfregar o cotonete no meio de cultura.
3. Colocar as placas inoculadas na estufa a 27 graus Celsius durante quatro dias, com a tampa virada para baixo, para caso o vapor de água condensar na placa, este não cair na superfície do meio de cultura.

Figura 34. Inoculação das placas de Petri



Figura 35. Acondicionamento das placas de Petri na estufa



Contagem relativa de microrganismos:

1. Observar a placa de Petri no microscópio ótico e ajustar a ampliação, de modo a observar nitidamente os microrganismos.
2. Analisar as placas, contando os microrganismos, de modo a estabelecer uma relação comparativa entre as diferentes placas de Petri.

3. RESULTADOS

3.1 Avaliação da estabilidade, maturação e qualidade dos produtos finais dos processos de compostagem

3.1.1 Teor sólido de humidade

$$\text{Teor sólido} = \frac{\text{Massa da amostra seca}}{\text{Massa total da amostra}} \times 100 \quad \% \text{ Teor sólido de humidade} = 100 - \% \text{ Teor sólido}$$

❖ Nutrimais pulverulento

Massa vidro de relógio	83,160 gramas
Massa total da amostra	10,000 gramas
Massa da amostra seca + vidro de relógio	90,955 gramas
Massa da amostra seca	$(90,955 - 83,160) = 7,795$ gramas
Temperatura estufa	120 graus
Tempo	3 horas

$$\% \text{ Teor sólido} = \frac{7,795}{10,000} \times 100 = 77,95 \%$$

$$\% \text{ Teor sólido de humidade} = 100 - 77,95 = 22,05 \%$$

❖ Vermicompostagem

Massa vidro de relógio	24,85 gramas
Massa total da amostra	10,00 gramas
Massa da amostra seca + vidro de relógio	27,05 gramas
Massa da amostra seca	$(27,05 - 24,85) = 2,20$ gramas
Temperatura estufa	120 graus
Tempo	3 horas

$$\% \text{ Teor sólido} = \frac{2,20}{10,00} \times 100 = 22,00 \%$$

$$\% \text{ Teor sólido de humidade} = 100 - 22,00 = 78 \%$$

❖ Compostagem seca

Massa vidro de relógio	24,52 gramas
Massa total da amostra	10,00 gramas
Massa da amostra seca + vidro de relógio	26,89 gramas
Massa da amostra seca	$(26,89 - 24,52) = 2,37$ gramas
Temperatura estufa	120 graus
Tempo	3 horas

$$\% \text{ Teor sólido} = \frac{2,37}{10,00} \times 100 = 23,70 \%$$

$$\% \text{ Teor sólido de humidade} = 100 - 23,70 = 76,30 \%$$

3.1.2 Índice de germinação

Depois de proceder à contagem do número de sementes germinadas em cada placa e o comprimento radicular (cm) de cada semente germinada, foi calculado o Índice de germinação em percentagem (%IG) de acordo com a seguinte fórmula:

Figura 36. Amostra de corretivo NUTRIMAIS seco



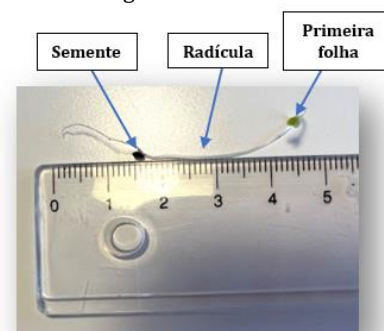
Figura 37. Amostra de vermicomposto húmido



Figura 38. Amostra de composto de compostagem seca húmido



Figura 39. Características da semente germinada



$$\%IG = \frac{NSG(a) \times MCR(a)}{NSG(t) \times MCR(t)} \times 100$$

NSG: média do número de sementes germinadas

MCR: média do comprimento da radícula

(a): ensaio com amostra de composto

(t): ensaio com a testemunha (água desionizada)

3.1.2.1 Índice de germinação - 24 horas

❖ Placa testemunha

NSG (t)	8/10 = 0,8
MCR (t)	1 mm

❖ Compostagem seca

NSG (t)	8/10 = 0,8
MCR (t)	1 mm
NSG (a)	8/10 = 0,8
MCR (a)	$\frac{0,1 + 0,3 + 0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,2}{8} = 0,1625 \text{ cm}$

$$\%IG = \frac{NSG(a) \times MCR(a)}{NSG(t) \times MCR(t)} \times 100 = \frac{0,8 \times 0,1625}{0,8 \times 1} \times 100 = 16,25\%$$

❖ Vermicompostagem

NSG (t)	8/10 = 0,8
MCR (t)	1 mm
NSG (a)	4/10 = 0,4
MCR (a)	$\frac{0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,3}{4} = 0,23 \text{ cm}$

$$\%IG = \frac{NSG(a) \times MCR(a)}{NSG(t) \times MCR(t)} \times 100 = \frac{0,4 \times 0,23}{0,8 \times 1} \times 100 = 11,50\%$$

3.1.2.2 Índice de germinação - 120 horas

❖ Placa testemunha

NSG (t)	9/10 = 0,9
MCR (t)	$\frac{3 + 0,3 + 0,5 + 0,8 + 5,2 + 0,9 + 2 + 3 + 3,5}{9} = 21,3 \text{ mm}$

Figura 40. %IG 24 horas – Compostagem seca



Figura 41. %IG 24 horas – Vermicompostagem



Figura 42. %IG 120 horas – Placa testemunha

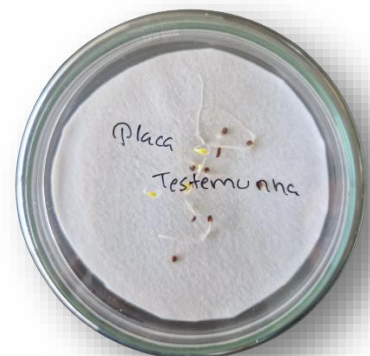


Figura 43. %IG 120 horas – Compostagem seca

❖ **Compostagem seca**

NSG (t)	9/10 = 0,9
MCR (t)	21,3 mm
NSG (a)	9/10 = 0,9
MCR (a)	$\frac{5,5 + 6,5 + 6,5 + 0,3 + 6 + 5,2 + 3 + 1 + 1,7}{9} = 3,97 \text{ cm}$

$$\%IG = \frac{NSG(a) \times MCR(a)}{NSG(t) \times MCR(t)} \times 100 = \frac{0,9 \times 3,97}{0,9 \times 21,3} \times 100 = 18,64\%$$



Figura 44. %IG 120 horas – Vermicompostagem

❖ **Vermicompostagem**

NSG (t)	9/10 = 0,8
MCR (t)	21,3 mm
NSG (a)	7/10 = 0,7
MCR (a)	$\frac{0,7 + 1,5 + 6,1 + 5 + 3,3 + 3 + 0,6}{7} = 2,89 \text{ cm}$

$$\%IG = \frac{NSG(a) \times MCR(a)}{NSG(t) \times MCR(t)} \times 100 = \frac{0,7 \times 2,89}{0,9 \times 21,3} \times 100 = 10,55\%$$



3.1.3 Parâmetros macroscópicos

Odor	Nutrimais	Cheiro agradável terroso seco.
	Vermicompostagem	Cheiro agradável terroso húmido.
	Compostagem seca	Cheiro agradável terroso húmido.
Cor	Nutrimais	Castanho claro.
	Vermicompostagem	Castanho escuro.
	Compostagem seca	Castanho muito escuro quase preto.
Homogeneidade	Nutrimais	Mistura homogênea.
	Vermicompostagem	Mistura heterogênea com grandes restos de resíduos ainda em compostagem.
	Compostagem seca	Mistura heterogênea com resto de resíduos ainda em compostagem.

Figura 45. Húmus sólido Nutrimais



Figura 46. Húmus sólido Vermicompostagem



Figura 47. Húmus sólido Compostagem seca



3.1.4 Parâmetros microscópios: cultura de microrganismos

3.1.4.1 Placa testemunha: não se observou a proliferação de uma cultura de microrganismos, o que indica que os equipamentos estavam devidamente esterilizados.

Figura 48. Cultura microrganismos
– Placa testemunha



Figura 49. Observação MOC com ampliação total 40x
– Placa testemunha



3.1.4.2 Nutrimais: não se observou a proliferação de uma cultura de microrganismos, o que indica que o processo de compostagem está finalizado, não atuando microrganismos.

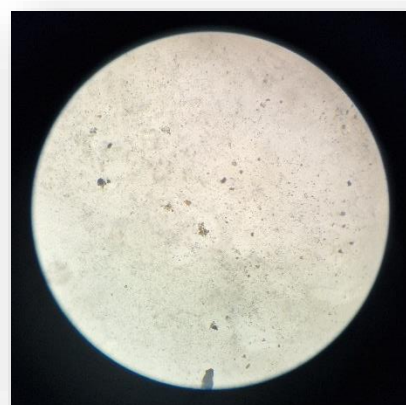
Figura 50. Cultura
microrganismos – Nutrimais



Figura 51. Observação MOC com
ampliação total 40x – Nutrimais



Figura 52. Observação MOC com
ampliação total 100x – Nutrimais



3.1.4.3 Vermicompostagem

❖ **Vermicompostagem 1:** observou-se um menor número de microrganismos em comparação com a placa da vermicompostagem 2. Detetou-se a presença de fungos, uma vez que, foram detetados várias estruturas fúngicas – micélios (conjunto de hifas). Foi detetado um menor número de hifas quando comparada com a placa da vermicompostagem

❖ **Vermicompostagem 2:** em comparação com a placa da vermicompostagem 1 observou-se um maior número de microrganismos e detetou-se a presença de um grande número de fungos saprófitos através da observação e identificação de um grande conjunto de hifas (micélios).

Micélios (conjuntos de hifas): são estruturas celulares que compõem os fungos, cuja função é garantir a alimentação do fungo permitindo a liberação de enzimas hidrolíticas responsáveis por digerir o alimento, o seu crescimento e reprodução.

Figura 53. Observação MOC com ampliação total 40x – Hifas



Figura 54. Observação MOC – Hifas

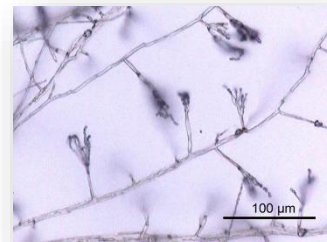


Figura 55. Cultura microrganismos – Vermicompostagem 1



Figura 56. Observação MOC com ampliação total 40x – Vermicompostagem 1



Figura 57. Observação MOC com ampliação total 100x – Vermicompostagem 1

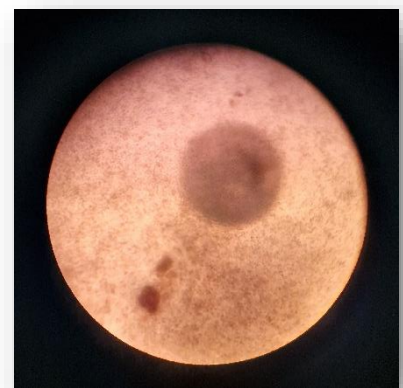


Figura 58. Cultura microrganismos – Vermicompostagem 2



Figura 59. Observação MOC com ampliação total 40x – Vermicompostagem 2



Figura 60. Observação MOC com ampliação total 100x – Vermicompostagem 2



3.1.4.4 Compostagem seca

- ❖ **Compostagem seca 1:** observou-se um maior número de microrganismos e hifas em comparação com as placas da vermicompostagem 1 e 2.
- ❖ **Compostagem seca 2:** observou-se um menor número de microrganismos e hifas em relação às placas da compostagem seca. Foram encontrados e identificados vermes cilíndricos ecdizoários do filo *Nematode*, subclasse *Chromadoria* e classe *Adenophorea*.

Figura 61. Cultura microrganismos
– Compostagem seca 1



Figura 62. Observação MOC com ampliação
total 40x – Compostagem seca 1

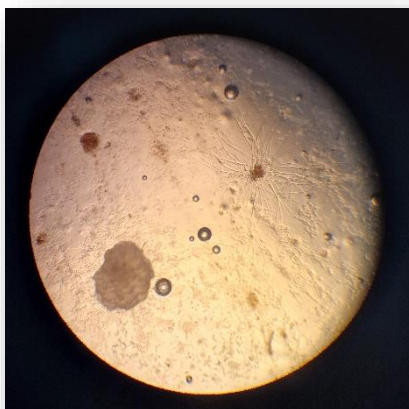


Figura 63. Observação MOC com ampliação
total 100x – Compostagem seca 1



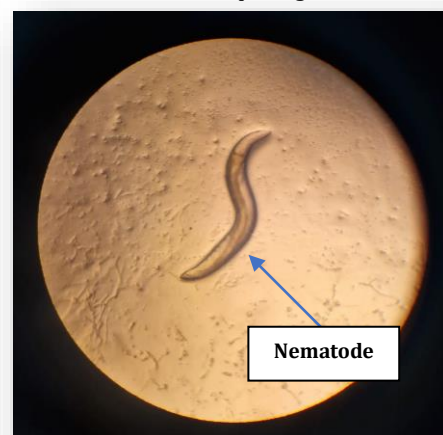
Figura 64. Cultura microrganismos
– Compostagem seca 2



Figura 65. Observação MOC com ampliação
total 40x – Compostagem seca 2



Figura 66. Observação MOC com ampliação
total 100x – Compostagem seca 2



3.2 Monotorização da produção de chorume

Era previsto acumular-se no balde 3, semanalmente, húmus líquido (chorume), o que não aconteceu. No dia 5 de abril no compostor da compostagem seca foi retirado chorume que continha vários microrganismos, larvas e mosca da fruta das famílias *Tephritidae* e *Drosophila* e um inseto da família *Staphylinidae* de nome específico *Atheta*.

Figura 67. Chorume retirado do compostor
da compostagem seca



Figura 68. Larvas e mosca da fruta das
famílias *Tephritidae* e *Drosophila*



Figura 69. Inseto da família *Staphylinidae*
de nome específico *Atheta*



4. DISCUSSÃO

Como já referido anteriormente, um dos objetivos deste projeto é comparar principalmente a duração e qualidade do corretivo orgânico (ume), conseguidos através dos processos de vermicompostagem e compostagem seca de resíduos verdes e castanhos em compostores de três andares.

De forma a comprovar ou refutar as nossas hipóteses (Tópico 2.1), passamos agora à interpretação e discussão dos resultados dos ensaios experimentais realizados.

4.1 Avaliação da estabilidade, maturação e qualidade dos produtos finais dos processos de compostagem

4.1.1 Teor sólido de humidade

Tomando como valor de referência o corretivo orgânico Nutrimais (teor sólido de humidade = 22,05%), concluímos que os compostos finais da compostagem seca (teor sólido = 77,30%) e da vermicompostagem (teor sólido de humidade = 78%) apresentam um teor sólido de humidade muito mais elevado., o que nos leva a crer que deveriam ter sido adicionados mais resíduos castanhos.

Apesar de tudo o composto final da compostagem seca apresenta um teor sólido de humidade mais próximo do valor de referência.

4.1.2 Índice de germinação

Com esta atividade experimental concluímos que o corretivo orgânico produzido através da compostagem seca apresenta um maior índice de germinação das sementes de agrião (%IG = 18,64%), em comparação com o índice de germinação do corretivo orgânico produzido na vermicompostagem (%IG = 10,55%).

Consequentemente podemos afirmar que o composto final da vermicompostagem apresenta maior fitotoxicidade, não estando tão estabilizado e maturado como o composto final da compostagem seca.

4.1.3 Parâmetros macroscópicos

4.1.3.1 Odor

Ambos os corretivos orgânicos apresentam um cheiro agradável, o que indica que as biomassas em compostagem foram devidamente arejadas, não ocorrendo a formação de meios anaeróbicos, não se formando ácidos orgânicos voláteis, sulfuretos e amoníaco responsáveis pelo cheiro desagradável e elevada fitotoxicidade.

4.1.3.2 Cor

O corretivo orgânico Nutrimais apresenta uma cor castanha clara, enquanto os corretivos orgânicos produzidos pela vermicompostagem e compostagem seca apresentam uma cor castanha escura, o que indica que apresentam um maior teor sólido de humidade, o que vai de encontro com os resultados obtidos no cálculo do teor sólido de humidade

4.1.3.3 Homogeneidade

Os compostos orgânicos produzidos pelos processos de compostagem doméstica, são heterogêneos, apresentando ainda restos de resíduos ainda em decomposição, o que indica que os processos de compostagem ainda não estão totalmente finalizados.

Quando comparada a homogeneidade do composto final da compostagem seca com a vermicompostagem, percebemos que este é mais homogêneo, o que indica que a degradação da matéria está a ocorrer mais rapidamente quando comparada com a vermicompostagem.

4.1.4 Parâmetros microscópicos: cultura de microrganismos

Apesar das pequenas diferenças entre placas do mesmo composto, foi possível chegar a conclusões muito interessantes.

Nas placas dos processos de compostagem doméstica ocorreu a formação de culturas de microrganismos (principalmente fungos saprófitos), não se verificando o mesmo na placa de Nutrimais, não se tendo desenvolvido nenhuma cultura. Podemos concluir que a compostagem seca e a vermicompostagem ainda não estão finalizadas uma vez que os microrganismos ainda se encontram a degradar a matéria orgânica, desenvolvendo-se assim no meio de cultura.

Detetou-se um maior número de microrganismos e hifas de fungos nas placas conseguidas através das amostragens da compostagem seca, o que nos indica que existe uma maior comunidade de seres vivos no compostor da compostagem seca do que no vermicompostor. Este facto explica a razão pela qual o corretivo orgânico da compostagem seca apresenta um teor sólido de humidade mais próxima ao valor de referência, menor fitotoxicidade e maior homogeneidade.

5. CONCLUSÕES

Os factos expostos e argumentados na discussão refutam por completo as hipóteses inicialmente conjecturadas.

- Hipótese 1: O processo de vermicompostagem é mais rápido do que o processo de compostagem seca.

Os resultados experimentais demonstraram que o processo de compostagem seca é mais rápido que processo de vermicompostagem. Teoricamente a vermicompostagem deveria ter ocorrido mais rápido por aturem tanto minhocas como microrganismos, porém quando realizamos a cultura de microrganismos percebemos que existia uma maior comunidade de microrganismos na compostagem seca, o que terá tornado a compostagem seca mais rápida. O desvio na quantidade de microrganismos pode ser explicado pela diferente local onde as compostores se encontraram. O compostor da compostagem seca encontrava-se num local rodeado de muita vegetação e ventoso o que pode ter conduzido ao desenvolvimento de mais microrganismos.

- Hipótese 2: O processo de vermicompostagem apresenta um produto final de maior qualidade em comparação com o da compostagem seca.

Como o processo de compostagem seca ocorreu mais rápido que a vermicompostagem, o corretivo orgânico apresenta maior qualidade e estabilidade, sendo por isso menos húmido, com menor fitotoxicidade e mais homogéneo.

O processo de vermicompostagem exige maior monitorização, sendo necessária constante atenção com as minhocas, tendo sempre muito cuidado verificando se as condições são propícias à sua sobrevivência. A compostagem seca quando comparada com a vermicompostagem exige menor monitorização, tornando-se mais fácil de ser executado e mantido num meio doméstico.

Concluindo e terminando com a concretização dos objetivos gerais e específicos por nos propostos no início deste projeto, apontamos como mais fácil, rentável e eficaz o processo de compostagem seca para ser implementado em meio doméstico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambisousa – Dos seus resíduos tratamos nós. *Compostagem doméstica. Projetos – compostagem doméstica*. Acedido a 1 de novembro de 2022, em: <https://www.ambisousa.pt/pt/projetos/compostagem-domestica/>

Associação Comercial, Industrial e Agropecuária de Nova Era e CDL Nova Era (2020, 14 de janeiro). *TIPOS DE COMPOSTEIRA /COMPOSTAGEM*. Acedido a 10 de novembro de 2022, em: <https://www.acianecdil.com.br/tipos-de-composteira-compostagem/>

Cordeiro, Nathalie (2010). *Compostagem de resíduos verdes e avaliação da qualidade dos compostos obtidos - caso de estudo da algar S.A.*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente – Tecnologias ambientais. Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Acedido a 28 de outubro de 2022, em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3353/1/TESE.pdf>

Gonçalves, Isadora e Marchi, Cristina (2020, 3 de abril). Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. *Revista Monografias Ambientais*, v. 19, e1, 2020 - Universidade Federal de Santa Maria Brasil. Acedido a 29 de outubro de 2022 em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/41718/html>

Lipor. *As nossas visitas*. Acedido a 4 de novembro de 2022, em: <https://www.lipor.pt/pt/visitar/as-nossas-visitas/>

Mesófilos: características, tipos, habitat, doenças, exemplos. *Maestrovirtuale.com – Ciência – Biologia*. Acedido a 10 de novembro de 2022, em: <https://maestrovirtuale.com/mesofilos-caracteristicas-tipos-habitat-doencas-exemplos/>

Paes, Lílian e Santos, Thainá e (2016, 27 de junho). Substâncias húmicas: um breve relato sobre sua importância e suas interações. *Educação Pública*. Acedido a 3 de novembro de 2022, em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/16/13/substancias-hmicas-um-breve-relato-sobre-sua-importancia-e-suas-interaes>

Pereira, Bárbara (2016). *SISTEMAS EXPERIMENTAIS DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: ESTUDOS DE CASO*. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia da UNESP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Bauru, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção. Acedido a 1 de novembro de 2022, em: <https://docplayer.com.br/86118643-Barbara-silva-pereira.html>

Pinheiro, Raul (2017, 12 de janeiro). Compostagem. *Phosphorland*. Acedido a 4 de novembro de 2022, em: <https://www.phosphorland.pt/vermicompostagem/>

Saldo Posi+ivo (2019, 14 de outubro). *Compostagem doméstica - Saiba como funciona e como começar a reciclar*. Acedido a 3 de novembro de 2022, em: <https://www.cgd.pt/Site/Saldo-Positivo/Sustentabilidade/Pages/programa-compostagem-domestica.aspx>

SILVA, Amparo e outros. *Terra, Universo de Vida*. 1ª Edição, Porto Editora. Lisboa.

Siqueira, Gilson (2019, 14 de janeiro). Teor de Sólidos / Umidade: O que é? Qual a importância? Quais as principais técnicas? *LinKed in*. Acedido a 10 de janeiro de 2023, em: <https://pt.linkedin.com/pulse/teor-de-s%C3%B3lidos-umidade-o-que-%C3%A9-qual-import%C3%A2ncia-quais-siqueira>

FIM