



Governo de Moçambique

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

Centro de Investigação e Transferência de Tecnologias  
para o Desenvolvimento Comunitário  
(CITT)

# Manual Sobre Produção e Uso de Vermicomposto



Maputo, 2023



# Manual Sobre Produção e Uso de Vermicomposto



## Ficha Técnica

**Título:** Manual Sobre Produção e Uso de Vermicomposto

Propriedade: Centro de Investigação e Transferência de Tecnologias para o Desenvolvimento Comunitário (CITT)

### **Coordenação e Revisão:**

Henrique Cau

Ivone Muocha

### **Compilação:**

Joel Nhassengo

Kátya Chavel

Rosa Mandlate

Rogério Eusébio Tovela

Ruben Taibo

Nelma Ngonga

### **Colaboração**

Alírio Matavel

Belmiro Roger

Elvis Nhantumbo

José Fagema

José Simbe

Norberto Mucave

**Revisão Linguística:** Roseiro Moreira

**Concepção e Maquetização:** Ídolo, El

**Fotografias:** CITT

**Número de registo:** I 1287/RL/INICC/2023

**Tiragem:** 1000

## Abreviaturas

**CITT:** Centro de Investigação e Transferência de Tecnologias para o Desenvolvimento Comunitário

**MCTES:** Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

**RSU:** Resíduos Sólidos Urbanos

**SDAE:** Serviço Distrital de Actividades Económicas

**ONG:** Organização Não Governamental

## Índice

1	INTRODUÇÃO.....	10
2.	PRODUÇÃO DO VERMICOMPOSTO.....	11
2.1.	Materiais Necessários para a Produção do Vermicomposto.....	12
2.1.1.	Resíduos Orgânicos.....	12
2.1.2.	Minhocas.....	15
2.2.	Processo de Produção do Vermicomposto.....	16
2.3.	2.3.1. Selecção do Local para a Produção do Vermicomposto.....	16
2.3.2.	Instalações para a Produção do Vermicomposto.....	17
2.2.4.	Etapas para a Produção do Vermicomposto.....	20
2.2.5.	Pragas e Doenças.....	24
2.2.6.	Vermicompostagem no Meio Urbano.....	28
3.	USO DO VERMICOMPOSTO.....	30
3.1.	Armazenamento.....	30
3.2.	Comercialização.....	30
3.3.	Aplicação do Vermicomposto.....	30
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

## Índice de Figuras

<i>Figura 1:</i> Espécies de minhocas mais utilizadas para a produção do vermicomposto.....	15
<i>Figuras 2a,b:</i> Preparação da cama escavada, processo de foragem e enchimento.....	17
<i>Figuras 3a,b:</i> Cama em camalhões ou monte na superfície.....	17
<i>Figuras 4a,b:</i> Cama feita com base em madeira e bambú.....	18
<i>Figuras 5a,b:</i> Camas metálicas revestidas e forradas com telas.....	18
<i>Figuras 6 a,b:</i> Camas de cimento e de blocos.....	18
<i>Figuras 7:</i> Instalações construídas à base de material local nas comunidades.....	19
<i>Figuras 8:</i> Instalações convencionais de produção do vermicomposto.....	19
<i>Figuras 9a,b,c,d,e,f,g:</i> Etapas de produção do vermicomposto.....	23
<i>Figura 10:</i> Toupeiras.....	24
<i>Figura 11:</i> Aves.....	25
<i>Figura 12:</i> Centopeia.....	25
<i>Figura 13:</i> Formigas.....	26
<i>Figura 14:</i> Ácaros.....	26
<i>Figura 15:</i> Sanguessugas.....	27

## Prefácio



O “Manual sobre Produção e Uso de Vermicomposto” é um instrumento de apoio à produção agrícola produzido pelo Centro de Investigação e Transferência de Tecnologias para o Desenvolvimento Comunitário (CITT) e visa disponibilizar as ferramentas necessárias para o aproveitamento da tecnologia de vermicompostagem. Constitui um dos resultados das acções desenvolvidas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior na busca de soluções tecnológicas e inovadoras alternativas e que sejam sustentáveis visando o desenvolvimento das comunidades moçambicanas.

É corolário da experiência de produção e uso de vermicomposto e do trabalho desenvolvido pelo CITT e seus parceiros através dos Pólos de Investigação e Transferência de Tecnologias de Mandlakazi (Província de Gaza), Bárue e Manica (Província de Manica) Caia (Província de Sofala), Angónia (Província de Tete) e Angoche (Província de Nampula) e da Vila Sustentável de Molumbo (Província da Zambézia).

A tecnologia de vermicompostagem vem sendo usada em vários países do mundo e foi introduzida em Moçambique em 2016 pelo CITT. O vermicomposto, dela resultante, tem sido indicado como importante para a recuperação dos solos agrícolas apresentando como vantagens do seu uso o aumento do espaço dos macroporos, resultando em uma melhor relação ar-água no solo, melhoramento do pH do solo, aumento da população microbiana e das actividades enzimáticas do solo. O uso de vermicomposto em solos agrícolas reduz a proporção de substâncias químicas solúveis em água, que causam possível contaminação ambiental.

Congratula-me apresentar-vos esta importante ferramenta que serve de apoio aos agricultores, extensionistas, estudantes e outros interessados na produção, uso e disseminação da tecnologia de vermicompostagem.

A todos, desejamos um bom uso e aproveitamento do Manual que será actualizado regularmente de acordo com novas experiências neste processo.

Daniel Nivagara

Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

## Glossário

**Agricultura orgânica:** modelo de produção caracterizado por não utilizar fertilizantes sintéticos, agro-tóxicos, sementes modificadas, reguladores de crescimento animal e intensa mecanização das actividades.

**Cama:** material orgânico compostado, que serve de alimento para minhocas, normalmente disposto em camadas alternadas de material orgânico.

**Compostagem:** forma simples e eficiente de reciclar matéria orgânica vegetal e animal, através de micro-organismos decompositores que transformam o resíduo orgânico em um produto denominado composto.

**Isca:** material colocado nas camas, como sejam borras de café, cacau, farinha de milho ou açúcar amarelo, para atrair as minhocas, com a finalidade de extrair o vermicomposto.

**Inoculação das minhocas:** introdução manual das minhocas na cama.

**Matéria orgânica:** resíduos de vegetais (talos, folhas, raízes), esterco de animais e micróbios, em diferentes estágios de decomposição, até chegar à forma mais estável de decomposição, designada húmus.

**Minhocário:** lugar onde são criadas as minhocas.

**Pré-compostagem:** processo pelo qual o material sólido orgânico passa da fase termofílica (aquecimento/temperatura alta, cerca de 60-65°C) para a fase mesofílica (temperatura moderada), fase da introdução das minhocas.

**Resíduos:** partes remanescentes dos processos derivados das actividades humanas, animais e de processos industriais.

**Substrato:** nome dado ao material (resíduos orgânicos) que serve de alimento para as minhocas.

**Vermicompostagem:** tecnologia na qual uma determinada espécie de minhocas, digere a matéria orgânica que depois é dejectada em forma de excrementos ricos em nutrientes.

**Vermicomposto:** adubo orgânico resultante da vermicompostagem.

## I Introdução

A produção e uso do vermicomposto são actividades relativamente novas em Moçambique, tendo sido introduzidas pelo CITT, em 2016 nos Pólos de Investigação e Transferência de Tecnologias para o aumento da produção e produtividade de arroz, trigo e milho em Mandlakazi, Bárue, Manica, Caia, Angónia e Angoche. No mundo, estas actividades vêm sendo praticadas desde a década de 1940, especialmente nos Estados Unidos da América.

O vermicomposto é um tipo de adubo orgânico altamente eficiente no melhoramento de solos e no desenvolvimento das plantas. É uma alternativa sustentável aos adubos inorgânicos que resulta da transformação de material orgânico (lixo urbano, restos de culturas, esterco de animais, etc.) pelas minhocas (vermes).

Desde a introdução da tecnologia da vermicompostagem o CITT treinou cerca de 5.539 beneficiários (2.824 homens e 2.715 mulheres) entre pequenos e médios produtores, extensionistas e estudantes. Estima-se que 30 % dos beneficiários estejam a usar o vermicomposto nas suas unidades de produção, incluindo algumas empresas que desenvolvem agricultura orgânica.

O presente Manual é uma ferramenta de apoio aos agricultores, extensionistas, técnicos e outros interessados na adopção da tecnologia da vermicompostagem para fins agrícolas, comerciais e de gestão de resíduos sólidos.

O Manual foi elaborado com base em experiências de produção e uso do vermicomposto em Moçambique e em outras regiões do mundo. É constituído por duas partes, sendo que a primeira aborda o processo de produção e a segunda o uso do vermicomposto, quer nas zonas rurais, quer nas zonas urbanas.

## PARTE I

### 2 PRODUÇÃO DO VERMICOMPOSTO

O processo de produção do vermicomposto é comumente designado por vermicompostagem, uma tecnologia que consiste na utilização de uma determinada espécie de minhocas, que em conjugação com os micro-organismos existentes no seu intestino, digerem toda a matéria orgânica que depois é dejectada em forma de excrementos (constituídos de agregados de terra e da matéria orgânica digerida) ricos em nutrientes facilmente assimiláveis pelas plantas.

A vermicompostagem é uma tecnologia recente comparada com a tecnologia de compostagem. Ambas tecnologias usam como base substratos de origem animal e/ ou vegetal, utilizando fontes de carbono e nitrogénio para que ocorra a degradação da matéria orgânica. O propósito desse processo é estabilizar a matéria or-

gânica e melhorar as suas características físico-químicas e biológicas.

No entanto, as principais diferenças entre as duas tecnologias residem na maneira como ocorre o processo de degradação do substrato. Na compostagem, o processo ocorre recorrendo ao revolvimento do substrato com o intuito de aumentar a disponibilidade de oxigénio no sistema, promovendo maior desenvolvimento dos micro-organismos que irão degradar a matéria orgânica.

A vermicompostagem acontece via simbiose entre minhocas e micro-organismos que vivem em seu trato digestivo, não demandando o revolvimento ao longo do processo.

A tabela I sintetiza as principais diferenças entre a compostagem e a vermicompostagem.

Parâmetros	Compostagem	Vermicompostagem
Uso de minhocas	Não utiliza minhocas	Processo dependente de minhocas
Produtos finais	Composto	Vermicomposto, lixiviado e minhocas
Teor de húmus	Menor teor final em substâncias húmicas	Maior teor final em substâncias húmicas (melhor qualidade)
Duração do processo	60 dias a 180 dias	45 a 60 dias
Temperaturas	Temperaturas altas	Temperaturas baixas

Tabela 1: Principais diferenças entre compostagem e vermicompostagem

Estudos sobre o uso do vermicomposto indicam que este aumenta o espaço dos macroporos variando de 50 a 500 micrómetros, resultando em uma melhor

relação ar-água no solo, o que favorece o crescimento das plantas (Saranraj & Stella, 2012). A aplicação do vermicomposto, melhora o pH do solo, aumenta a popu-

lação microbiana e as actividades enzimáticas do solo. Também reduz a proporção de substâncias químicas solúveis em água, que causam possível contaminação ambiental.

## 2.1. Materiais Necessários para a Produção do Vermicomposto

Os materiais necessários para a produção do vermicomposto devem ser seleccionados considerando as exigências alimentares das minhocas responsáveis pela decomposição. Assim, toda a matéria orgânica de origem animal ou vegetal pré-compostada e livre de fermentação pode ser utilizada para a produção de vermicomposto, devendo ser balanceada e rica em nitrogénio, fibras e carboidratos.

### 2.1.1. Resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos mais comuns utilizados para a produção do vermicom-

posto são agrupados em duas categorias: (i) resíduos agro-pecuários; e (ii) resíduos orgânicos e bio-sólidos da agro-indústria.

A categoria de resíduos agro-pecuários por sua vez subdivide-se em três grupos: (i) explorações agrícolas (machambas); (ii) plantações, florestas e jardins; e (iii) esterco de animais.

A categoria de resíduos orgânicos e bio-sólidos da agro-indústria subdivide-se em dez grupos:

(i) fábricas de processamento de alimentos; (ii) resíduos urbanos sólidos; (iii) refinarias de óleo vegetal; (iv) fábricas e moinhos de açúcar; (v) cervejarias e destilarias; (vi) fábricas de processamento de sementes; (vii) fábricas de extracção de óleo aromático; (viii) indústria de couro; (ix) fábrica de guardanapos; e (x) fábrica de papel.

A tabela 2 ilustra as categorias e os grupos de resíduos orgânicos utilizados para a produção do vermicomposto

Tabla 2. Categorias e grupos de resíduos testados para a produção do vermicomposto

Categoria e grupos de resíduos	Exemplo de Resíduos
<b>Resíduos agropecuários</b>	
Explorações Agrícolas (machambas)	Restolhos de culturas (cereais, hortícolas, leguminosas e oleaginosas), capim (gramíneas), ervas daninhas, cascas, palhas, serradura, e estrume verde.
Plantações, Florestas e Jardins	Pequenos pedaços de caules, folhas secas e verdes trituradas, casca de frutas, polpa de café, restolhos, recortes de relva, casca e restos de madeira e serradura.
Esterco de animais	Excremento de animais (bovinos, caprinos, ovinos, suínos, aves, equinos), urina, pasta de biogás.
<b>Resíduos orgânicos e biosólidos da agro-indústria</b>	
Fábricas de Processamento de Alimentos	Cascas, polpa não utilizada de frutas e legumes.
Resíduos Sólidos Urbanos	Restos de cozinha domiciliar, hotéis, pousadas e restaurantes (ex: cascas de batata, alface, repolho, couve...) folhas das árvores da cidade e lixo urbano orgânico.

Refinarias de Óleo Vegetal	Lama de pressão, casca de sementes
Fábricas e Moinhos de Açúcar	Bagaço fino, caldeira / cinzas volantes, lodo e efluentes de açúcar, e polpa.
Cervejarias e Destilarias	Resíduos de cevada, lamas de levedura
Fábricas de Processamento de Sementes	Sementes com data de validade expirada.
Fábricas de Extração de Óleo Aromático	Pequenos pedaços de caules, folhas e flores após a extração de óleo.
Indústria de Couro	Pele de couro
Fábrica de Guardanapos	Papel, restos de plântulas ágar
Fábrica de Papel	Jornais desfiados, papéis usados, pano de algodão, lama de fibra de papel.

*Nota: evitar a mistura de algodão, seringas descartáveis, fluidos corporais, folhas, tintas, produtos químicos tóxicos, resíduos agrícolas pulverizados com pesticidas, óleos, sabão, produtos cítricos, cebola, alho, ácido e alimentos picantes, carnes, excrementos de aves de capoeira, estacas de couro e outros materiais infecciosos nos resíduos para vermicompostagem.*

A tabela 3 ilustra os atributos por cada tipo de resíduo utilizado para a produção do vermicomposto.

Tabela 3. Atributos mais importantes de alguns dos materiais mais comuns usados na produção do vermicomposto.

Alimentos	Vantagens	Desvantagens	Anotações
Estrume de gado bovino	Boa nutrição; alimento natural, facilidade de adaptação dos vermes.	Necessidade de pré-compostagem devido a presença de sementes de ervas daninhas incorporadas no excremento do gado.	Todos os adubos são parcialmente decompostos e, portanto, prontos para consumo por vermes.
Estrume de aves	Alto conteúdo de Nitrogénio que resulta em boa nutrição e um vermicomposto de alto valor.	Recomenda-se a pré-compostagem deste material devido a níveis elevados de proteínas e deve ser usado em pequenas quantidades; é necessária uma adaptação para vermes não acostumados a esta alimentação.	Alguns livros sugerem que o estrume de galinha não é adequado para minhocas porque é muito “quente”; entretanto, há pesquisas que mostram que as minhocas podem adaptar-se.
Estrume de gado caprino	Boa nutrição.	Exige pré-compostagem (sementes de plantas daninhas)	Com aditivos correctos para aumentar a relação Carbono/ Nitrogénio.
Estrume de gado suíno	Boa nutrição; produz um vermicomposto excelente.	Geralmente na forma líquida, portanto, deve ser desidratado ou usado com material altamente absorvente.	O vermicomposto feito com esterco de gado suíno tem superado outros vermicompostos e fertilizantes.

Estrume de coelhos	É rico em Nitrogénio, portanto, possui uma boa nutrição e contém uma mistura muito boa de vitaminas e minerais, alimentação ideal para os vermes.	Deve ser lixiviado (redução ou lavagem da urina) antes do uso por causa do alto conteúdo de urina; Pode superaquecer se as quantidades forem demasiado grandes.	Alguns criadores de coelhos colocam camas das minhocas sob suas coelheiras para receber os excrementos enquanto caem da grelha da coelheira.
Resto de alimentos frescos (por exemplo cascas de preparação de alimentos, restos de processamento de alimentos, desperdícios).	Excelente nutrição, bom teor de humidade.	Extremamente variável (dependendo da fonte); Nitrogénio alto pode resultar em superaquecimento; Resíduos de carne com alto teor de gordura podem criar condições anaeróbicas e odores, atrair pragas, por isso não deve ser incluído sem pré-compostagem.	Alguns resíduos de alimentos são melhores que outros: bagaço de café é excelente, pois tem elevado teor de Nitrogénio, não é gorduroso ou malcheiroso, e é atraente às minhocas; restos de batata resistem à degradação e requerem um longo tempo para ser consumido pelas minhocas.
Bio sólidos	Excelente nutrição e excelente produto; podem ser lamas activas ou não activas, lamas sépticas; possibilidade de obtenção de receitas resultantes da gestão de resíduos.	Contaminação de metais pesados e/ou químicos (se proveniente de fontes municipais); Odor durante a aplicação em camas (controle de minhocas com bastante rapidez); possibilidade de sobrevivência do patógeno se o processo não for completo.	
Algas	Boa nutrição; resulta em excelente vermicomposto, rico em micronutrientes e micro-organismos benéficos.	O sal deve ser lavado, pois é prejudicial para as minhocas.	
Grãos	Excelente, nutrição equilibrada, fácil de manusear; sem odor, pode usar grãos orgânicos.	Baixo teor de humidade; alguns grãos são maiores, difíceis de digerir e lentos para quebrar.	As minhocas consomem grãos, mas não conseguem digerir grãos maiores e mais duros; Estes são passados em peças fundidas e acumulam-se na cama de vermicompostagem, resultando em super aquecimento súbito.
Caixa de papelão	Excelente nutrição (devido à cola rica em proteínas usada para manter as camadas unidas); as minhocas gostam deste material.	Devem ser triturados antes, para facilitar a trituração pelas minhocas.	Algumas experiências indicam que a caixa de papelão estimula a reprodução das minhocas.
Peixe, miudezas de aves; resíduos de sangue de animais mortos.	Alto teor de Nitrogénio fornece boa nutrição; Oportunidade de transformar os resíduos de difícil manuseio em produtos de alta qualidade.	Deve ser pré-compostado até a fase de pós-termófila.	Compostagem de miudezas e resíduos de sangue é difícil e produz um forte odor. Deve ser feito apenas com sistemas de vasilhas internas; É necessário muito volume.

## 2.1.2. Minhocas

As minhocas são seres hermafroditas, possuindo ambos órgãos masculino e feminino. As minhocas são pequenos animais invertebrados de corpo alongado e composto por vários anéis na sua extensão.

Elas trabalham incansavelmente para transformar a terra, dos extratos mais baixos para os do topo, misturando-a com o solo superficial e formando vários

túneis lineares abaixo da subsuperfície.

Este trabalho da minhoca mantém a estrutura do solo e facilita os processos de aeração. Esses túneis duram muito tempo mesmo depois que as minhocas tenham morrido. Os túneis facilitam a infiltração de água no subsolo, reduzem o escoamento e ajudam na captação de água da chuva.

São conhecidas aproximadamente 3000 espécies de minhocas, subdivididas em três tipos principais:

- **Anecic** (do grego para “fora da terra”) – estas são minhocas escavadoras que vêm à superfície à noite para arrastar comida para suas tocas permanentes nas profundezas das camadas minerais do solo.

- **Endogeic** (do grego para “dentro da terra”) – estas também são minhocas escavadoras, mas suas tocas são tipicamente mais rasas e se alimentam da matéria orgânica já existente no solo. Elas vêm à superfície apenas raramente.

- **Epigeic** (do grego “sobre a terra”) – estas minhocas vivem na superfície da terra e se alimentam de matéria orgânica em decomposição. Elas não têm tocas permanentes. Esses “decompositores” são o tipo de minhoca utilizada na produção do vermicomposto.

A figura 1 mostra as três espécies de minhocas mais utilizadas na produção do vermicomposto, nomeadamente *Perionyx excavatus*, *Eisenia Fetida* e *Eudrilus Eugeniae*:



Figura 1: Espécies de minhocas mais utilizadas para a produção do vermicomposto (fonte: <https://blog.eccooar.com/las-minhocas>)

Entre as espécies das minhocas acima mencionadas, Moçambique adoptou a *Eisenia Fetida*. Trata-se de uma espécie importada pelo CITT do Zimbabwe e introduzida oficialmente em Moçambique em 2016.

Mundialmente, a *Eisenia Fetida*, também conhecida como “minhoca do composto”, “minhoca do esterco” e “minhoca vermelha, é das mais comumente usadas”. Ela é extremamente resistente e adaptável, reproduz-se facilmente e ocorre em quase todo o mundo.

Geralmente, as minhocas utilizadas para a criação comercial são do tipo *Epigéico*. *Eisenia Fetida* certamente não é a única minhoca *Epigéica*, mas é a mais usada para fins de vermicompostagem nos climas mais quentes. Ela pode lidar com uma ampla faixa de temperaturas (entre 0 e 35°C) e pode realmente sobreviver por algum tempo quase completamente envolto em material orgânico congelado (desde que possa continuar a alimentar-se). Os seus casulos (ovos) demonstraram permanecer viáveis após terem sido congelados por várias semanas.

Portanto, a *Eisenia Fetida* é a escolha natural para quem deseja fazer a sua vermicompostagem ao ar livre, durante todo o ano, tanto em climas quentes como em invernos rigorosos.

## 2.2. Processo de Produção do Vermicomposto

O processo de produção de vermicomposto varia de acordo com a localização (interior ou exterior), intensidade dos

cuidados e escala de produção (doméstica, pequena e industrial), sistemas utilizados (caixa, cama, bio reactores), métodos de alimentação e preparação de materiais orgânicos.

Neste processo é comum combinar compostagem termofílica (temperatura elevada) na qual uma temperatura máxima da cama de cerca de 60-65°C é atingida. Isso é chamado de estágio de pré-compostagem, durante o qual compostos orgânicos complexos são degradados por micro-organismos. Ao final desse estágio termofílico, a temperatura da pilha cai gradativamente e o processo de compostagem torna-se mesofílico (temperatura moderada). Isso sinaliza o momento certo para iniciar o segundo estágio em que a espécie certa da minhoca é introduzida.

### 2.2.1. Seleção do Local para a Produção do Vermicomposto

As minhocas precisam de um ambiente com características específicas incluindo, humidade adequada, boa drenagem e temperatura ideal (20°-30°C) para a sua rápida multiplicação e o seu crescimento.

Aspectos a ter em conta para a construção de uma unidade de produção de vermicomposto:

- a. Local sombreado e húmido, de preferência debaixo de uma árvore ou de um galpão, infra-estruturas abandonadas e com boa ventilação;
- b. Boa drenagem ao longo do leito ou unidade da vermicompostagem.
- c. Livre de riscos de ventos fortes,

- inundações, encharcamento, incidência directa do sol e inacessível a animais predadores de minhocas (ex: galinhas, patos, formigas);
- d. Proximidade com a fonte de matéria-prima (resíduos orgânicos);
- e. Facilidade de acesso ao local para o manejo diário, principalmente na época chuvosa;
- f. Proximidade à fonte de água;
- g. Distante de usinas de biogás. Quando as minhocas utilizam o carbono do biogás como alimento retardam o processo de decomposição do material; e
- h. Proximidade do mercado e de fonte de energia para os casos de produção em grande escala.

### 2.2.2. Instalações para a Produção do Vermicomposto

As minhocas podem ser criadas em camas. As camas para a criação de minhocas e produção do vermicomposto variam muito. De preferência, devem adequar-se aos materiais disponíveis localmente (figuras 2 a 6). As camas facilitam na organização. Mas, dependendo do objectivo da vermicompostagem, podem ser dispensáveis. Então, os substratos são colocados directamente no solo.

Para quem pretende iniciar a criação de minhocas e a produção do vermicomposto, o sistema de camas é o mais utilizado. A seguir são apresentadas imagens sobre tipos de camas mais comumente usadas para a produção do vermicomposto.



Figura 2a: Preparação da Cama escavada



Figura 2b: Processo de foragem e enchimento



Figura 3: Cama em forma de camalhões ou monte





Figura 4a: Cama feita com base em madeira



Figura 4b: Cama feita com base em bambú



Figura 5: Camas metálicas revestidas e forradas com telas.



Figura 6a: Camas de cimento



Figura 6b: Camas de blocos

Como se pode verificar, as camas podem ser construídas recorrendo a diversos tipos de materiais, quer para fabricação artesanal, quer para fabricação industrial.

As instalações ou sistemas da vermicompostagem em uso no nosso país também variam em função do material localmente disponível.

A nossa experiência mostra que as ins-

talações podem ser construídas com base em material local (caniço, palha, tijolos) e convencional (blocos e ferros), conforme mostram as figuras 7 e 8, respectivamente. Ou ainda, pode recorrer-se a locais com boas sombras, debaixo de árvores, como sucede nalgumas comunidades assistidas pelas Delegações Distritais do CITT (fig. 8)

Independentemente do tipo de instala-

ções de produção de vermicomposto escolhido, estas devem ser instaladas numa superfície com uma inclinação de 2 a 5%.

Esta inclinação é muito importante para garantir a adequada drenagem do lixiviação e outros líquidos.



Figura 7: Instalações construídas à base de material local nas comunidades



Figura 8: Instalações convencionais usadas nas Delegações Distritais do CITT

### 2.2.3. Dimensão da Unidade de Produção do Vermicomposto

As unidades de produção do vermicomposto podem ser classificadas segundo as suas dimensões: doméstica, pequena escala e grande escala ou industrial.

#### 2.2.3.1. Vermicompostagem Doméstica (Produção Doméstica do Vermicomposto)

A vermicompostagem doméstica é perfeitamente adaptada às moradias e aos apartamentos, desde que seja em ambien-

tes fechados. A vermicompostagem doméstica é a opção mais aconselhada para reciclar a matéria orgânica produzida na cozinha ou no jardim, podendo ser feita recorrendo a recipientes simples como caixas de madeira, baldes, tambores, caixas de blocos de cimento, manilhas de cimento, etc.

Quando realizada em pequenas unidades de carácter familiar, em caixas apropriadas, a vermicompostagem doméstica tem duas vantagens: reduz os custos com a recolha de resíduos, especialmente nas zonas urbanas; e permite o envolvimento da população local no tratamento de resíduos.

### 2.2.3.2. Vermicompostagem de Pequena Escala

Este tipo de vermicompostagem é utilizado essencialmente em pequenas e médias explorações agro-pecuárias, aproveitando esterco de animais e restos de culturas agrícolas localmente produzidos.

Nas explorações agrícolas e mercados urbanos existe uma grande produção de resíduos orgânicos que, se não forem tratados convenientemente, podem gerar focos de poluição. A vermicompostagem em pequena escala é, pois, uma forma de diminuir esse risco.

### 2.2.3.3. Vermicompostagem de Grande Escala ou Industrial

A vermicompostagem de grande escala ou industrial é feita em instalações cen-

tralizadas cujo grau de mecanização do processo é muito evoluído e a quantidade do produto final é superior a 2 toneladas por mês e destina-se para fins comerciais. Tem também como finalidade principal, valorizar uma quantidade significativa de resíduos urbanos bio degradáveis e agrícolas de uma forma rentável, que de outra forma poderiam representar um custo para a sua eliminação

## 2.2.4. Etapas para a Produção do Vermicomposto

A vermicompostagem é um método de compostagem eficaz e alternativo e pode ser feita em espaços muito pequenos. É uma tecnologia muito interessante e para obtenção do vermicomposto de qualidade a partir de resíduos orgânicos requer uma série de etapas:

### I. Preparação do Substrato (figura 9a)

- (i) Colecta de resíduos orgânicos (restolhos de culturas, esterco de animais e restos de alimentos frescos);
- (ii) Corte os restolhos em partes mais finas para facilitar a sua decomposição através do aumento da área da superfície disponível para a acção microbiana e proporcionando melhor circulação do ar;
- (iii) Mistura de materiais cortados com o esterco num rácio de 7:3, isto é, 70 % restolhos/lixo e 30 % esterco animal como fonte de nitrogénio; e
- (iv) A montagem do material cortado

é feita de forma alternada com o esterco até uma altura de 0,3 a 0,4 metros e um metro de largura

## 2. Pré-compostagem (figura 9b)

- (i) Empilhamento de substrato numa cama medindo 1x5 metros ou mais, com uma altura de 0,4 metros. Adicionar água para aumentar a humidade (50 a 70 %). Garantir que a cama da vermicompostagem esteja num local sombreado, com acesso a água e protegido contra o sol e chuvas.
- (ii) O substrato, quando não tiver sido pré-compostado, geralmente aquece em 24 a 48 horas, o que marca o início do processo de pré-compostagem. Em 15 a 20 dias (dependendo do estado do material usado) a temperatura baixa, sendo considerado o momento certo para a inoculação das minhocas.

## 3. Inoculação das Minhocas (figura 9c)

- (i) Recomenda-se colocar de 1,0 kg a 1,2 kg de minhocas por metro quadrado da cama, o que equivale entre 1.000 a 1.500 minhocas. Após serem colocadas e espalhadas suavemente no topo da cama, as minhocas descem facilmente para o interior do substrato e procedem com a trituração do mesmo transformando-o em vermicomposto;

## 4. Cuidados e Manutenção da Cama (figura 9d)

- i. Regar a cama regularmente para manter a humidade;
- ii. Garantir a manutenção das condições ideais para o desenvolvimento das minhocas, isto é, pH neutro, humidade entre 70 a 85% e temperatura entre 15,7 a 23,2° C;
- iii. Limpar a área ao redor regularmente e verificar a presença de inimigos naturais das minhocas como galinhas, pássaros, lagartos, sapos, formigas, besouros, etc. Para melhor segurança, pode recorrer-se a redes para cercar o local de produção do vermicomposto.

*Nota bem: Para que se obtenha um vermicomposto de qualidade a cama preparada deve garantir os cinco itens básicos a saber: (i) ambiente apropriado para a sobrevivência das minhocas; (ii) boa fonte de alimento; (iii) humidade adequada; (iv) boa circulação de ar; e (v) protecção contra temperaturas extremas.*

## 5. Monitoria da Humidade e Colheita do Vermicomposto (figura 9e e figura 9f)

- i. A colheita do vermicomposto pode ocorrer entre 40 a 60 dias após a inoculação das minhocas. Antes deve-se observar que 80 % do substrato inicialmente depositado foi decomposto e estabilizado. Através do teste das mãos, pode verificar-se

se o vermicomposto está pronto para ser colhido;

- ii. Prepara-se o novo substrato em outra(s) cama(s) onde serão colocadas as minhocas retiradas da(s) cama(s) a ser colhida(s). Em caso de não ter nova(s) cama(s), organiza-se um minhocário onde serão depositadas as minhocas em espera, enquanto se arruma o novo substrato na cama onde foi colhido o vermicomposto, e se reinicia o processo da vermicompostagem. Deve-se evitar deixar as minhocas separadas fora das camas ou dos minhocários por muito tempo;
- iii. Cerca de uma semana antes de iniciar a colheita do vermicomposto deve-se suspender a rega para permitir a secagem ou diminuição da humidade na parte superior do substrato, fazendo com que as minhocas procurem refugiar-se na parte inferior que ainda preserva a humidade;
- iv. Uma vez criadas as condições para a retirada cuidadosa das minhocas das camas, segue-se a fase da separação do vermicomposto, recorrendo-se às(aos) seguintes técnicas/métodos:

**a. catação manual:** consiste na triagem manual ou colheita manual das minhocas directamente do vermicomposto. Este processo é lento e trabalhoso, mas permite a separação e classificação das minhocas por tamanho;

**b. uso de peneiras (manuais/me-cânicas):** consiste no uso de peneiras manuais ou mecânicas para proceder a separação das minhocas do vermicomposto. Recomenda-se que as peneiras tenham malhas de 4mm e o vermicomposto com uma humidade de 40%;

**c. uso de iscas:** baseia-se na tendência das minhocas de migrar para novas regiões, seja para encontrar novos alimentos ou para evitar condições indesejáveis, como *secura* ou incidência directa de luz. Assim, coloca-se alimentos num canto da cama e as minhocas migrarão na direcção do alimento, deixando maior parte do vermicomposto livre e pronto para ser colhido;

**d. pulsos magnéticos:** consiste em usar um aparelho eléctrico, constituído por um acumulador de energia, ligado a um fio eléctrico de 4 metros de comprimento, que é colocado na cama. Ao ser transportada pelo fio, a energia do acumulador provoca descargas eléctricas nas minhocas, repelindo-as de encontro às paredes. De seguida retira-se o vermicomposto num espaço equivalente a 4 metros.

- v. Em qualquer uma destas técnicas deve-se assegurar que o produto final seja fino e uniforme. As

partículas que não forem devidamente decompostas e retidas no processo da separação devem ser devolvidas para uma nova cama e sujeitas a um novo processo da vermicompostagem.

*Nota: O processo de colheita do vermicomposto deve ser feito nas horas mais frescas do dia, pois, as temperaturas elevadas são prejudiciais para as minhocas.*

*Figura 9: Imagens ilustrativas das etapas de produção do vermicomposto:*



Figura 9a: Preparação do substrato



Figura 9b: Pré-compostagem de minhocas



Figura 9c: Inoculação de minhocas



Figura 9d: Cuidados e manutenção da cama



Figura 9e: Monitoria da humidade e rega



Figure 9f: Colheita do vermicomposto



Figure 9g: Ensacamento

### 2.2.5. Pragas, Doenças e Predadores

As minhocas não estão sujeitas a doenças causadas por micro-organismos, mas podem sofrer predação de certos animais e

insectos. Por outro lado, são susceptíveis ao “sour crop”, doença causada por condições ambientais.

As pragas mais comuns são: toupeiras, aves, centopeias, formigas, ácaros, sanguessugas, lesmas e rãs.



Figura 10: Toupeiras

#### I. Toupeiras

As minhocas são o alimento natural das toupeiras (figura 10). Portanto, se uma toupeira tiver acesso ao leito das minhocas, em pouco tempo irão se perder muitas. Isso geralmente é um

problema ao usar camas ou outros sistemas ao ar livre. A forma de prevenção das toupeiras consiste na colocação de barreiras, como por exemplo, tela de arrame, blocos ou tijolos, pavimentação ou uma boa camada de argila sobre a cama.

## 2. Aves

As aves (figura 11) não são um grande problema para as minhocas, mas se elas descobrem suas camas, elas aparecerão regularmente e se alimentarão das minhocas. A forma de prevenção

consiste na colocação de cobertura (exemplo: capim, tapetes velhos ou outros materiais apropriados) sobre a cama. De recordar que esta cobertura também é útil para a retenção da humidade e evita a incidência directa das chuvas e do sol.



Figura 11: Aves

## 3. Centopeias

As centopeias alimentam-se de vermes de compostagem e seus casulos, elas não se multiplicam com facilidade dentro dos minhocários ou camas, por este facto os danos são geralmente leves. Quando elas ocorrem, o método de prevenção mais comumente aplicado é molhar fortemente

(mas não inundar) as camas das minhocas. A água força as centopeias e outras pragas de insectos (mas não os vermes) para a superfície, onde podem ser catadas e destruídas por meio de uma tocha de propano portátil ou algo semelhante.

O mesmo método de prevenção e destruição das centopeias (figura 12) é aplicável para as lesmas.



Figura 12: Centopeias

#### 4. Formigas

As formigas são mais problemáticas porque consomem o alimento destinado às minhocas. Um dos factores que atrai as formigas (figura 13) para os mi-

nhocários ou camas são alimentos contendo açúcar, portanto, se evitarmos alimentos doces nos minhocários ou camas, reduz-se o risco. Também pode-se reduzir o ataque de formigas mantendo pH da cama acima de 7.



Figura 13: Formigas



#### 5. Ácaros

Existem vários tipos de ácaros, mas apenas um tipo é problema para a vermicompostagem: os ácaros vermelhos (figura 14). Os outros tipos de ácaros (brancos, etc..) competem com os vermes por comida e podem, portanto, ter algum impacto económico, mas os ácaros vermelhos são parasitas das minho-

cas. Os ácaros vermelhos sugam sangue ou fluido corporal dos vermes, incluindo o dos casulos.

A melhor forma de prevenção dos ácaros vermelhos é garantir que o pH permaneça neutro ou acima. Isso pode ser feito mantendo os níveis de humidade abaixo de 85 % e adicionando carbonato de cálcio, conforme necessário.



Figure 14: Ácaro vermelho

## 6. “Sour crop”

A doença “*sour crop*”, também designada envenenamento por proteína é o resultado de muita proteína na cama ou substrato. Isso ocorre quando as minhocas são super alimentadas. À medida que a proteína se decompõe, acumula-se na cama e produz ácidos e gases.

Os sinais da doença “*sour crop*” são notados quando uma minhoca apresenta nós ao longo do corpo, um clitelo inchado, rasteja sem direcção em cima da cama, tem cor branca e em seguida morre. Uma das formas de prevenção da “*sour crop*” consiste em evitar a super alimentação, assegurar uma monitoria permanente e manter o pH neutro ou acima.



Figure 15: Sanguessugas

## 7. Sanguessugas

A sanguessuga é um anelídeo que vive em ambientes semelhantes aos da minhoca e, apesar da sua semelhança com a minhoca, a sua identificação é fácil, pois possui uma ventosa na parte posterior do corpo. No caso de infestação,

a sua separação é feita por meio de catação manual e posterior eliminação pelo fogo.

A forma de prevenção contra a sanguessuga (figura 15) consiste na redução da humidade, aplicação de uma camada de cinza e calcário no fundo da cama, no momento do seu enchimento.

## **2.2.6. Vermicompostagem no Meio Urbano**

A crescente urbanização e industrialização do nosso país leva à geração de grandes quantidades de resíduos.

A maior parte destes resíduos, especialmente os sólidos, é despejada em aterros sanitários sem nenhum pré-tratamento, o que cria ainda mais carga orgânica nas águas subterrâneas e mais emissões de gases de aterro.

A melhor opção possível para reduzir o seu potencial poluente antes de entrar no sistema biológico natural é o pré-tratamento antes do aterro final.

A tecnologia da vermicompostagem é uma alternativa sustentável para a reciclagem de resíduos sólidos, principalmente nas cidades e zonas autárquicas, podendo ser aplicada em pequenos espaços (casas, machambas, mercados, etc.) ou em aterros sanitários.

Portanto, a vermicompostagem pode ser utilizada como uma estratégia sustentável para a promoção da agricultura urbana sobretudo a horticultura, através do reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos.

A sua adopção pode contribuir para: (i) aumento da disponibilidade de adubo orgânico para abastecer a agricultura urbana; e (ii) gestão económica e sustentável do lixo urbano.

### **2.2.6.1. Experiência de Vermicompostagem no Meio Urbano**

A primeira experiência de aplicação desta tecnologia nas zonas autárquicas foi lançada no Município de Chimoio, Província de Manica, através da iniciativa “Uma Família, Uma Horta”. No âmbito desta iniciativa, foi inaugurado o Centro Piloto de Produção do Vermicomposto, com recurso a resíduos sólidos vegetais processados pelas minhocas da espécie *Eisenia Fetida*.

Esta iniciativa, que marca o início da transformação de resíduos sólidos em fertilizantes orgânicos através da tecnologia de vermicompostagem é implementada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (MCTES), através do Centro de Investigação e Transferência de Tecnologias para o Desenvolvimento Comunitário (CITT) em parceria com o Município de Chimoio. Participam igualmente nesta iniciativa as ONGs Venture 37 e a USAID.

Na base da iniciativa em alusão, os resíduos sólidos de material vegetal gerados neste município são recolhidos e canalizados para o centro supracitado, onde, com o recurso à acção das minhocas, são transformados em fertilizantes orgânicos e posteriormente disponibilizados aos produtores de hortícolas no âmbito do

programa “Uma Família, Uma Horta”.

Alguns benefícios da tecnologia de vermicompostagem são:

### **Para agricultura:**

- Redução dos custos de produção (agricultores reduzem a aquisição de insumos comprados);
- Aumento da produtividade através da melhoria da qualidade do solo;
- Melhor quantidade e qualidade das colheitas;
- E como fonte adicional de geração de renda.

### **Para a indústria:**

- Redução da poluição.

### **Para o ambiente:**

- Os resíduos não criam poluição, pois se tornam matérias-primas valiosas para aumentar a fertilidade do solo.

### **Para a economia:**

- Impulsionar a economia rural e urbana; e
- Economia de insumos adquiridos.

Portanto, o CITT augura que a tecnologia de vermicompostagem seja adotada e usada pelas comunidades (rurais e urbanas) em todo o país, pois a sua utilização trará vários benefícios para agricultura, indústria, meio ambiente e economia nacional em geral.

## PARTE II

### 3. USO DO VERMICOMPOSTO

#### 3.1. Armazenamento

Antes de armazenar o vermicomposto, este deve ser peneirado a fim de eliminar torrões, restos de palha e outras impurezas. Os torrões separados devem ser triturados e peneirados novamente.

Após a sua produção, o vermicomposto pode ser armazenado em granel, num local coberto, escuro, ventilado protegido contra a luz solar e contra a chuva. A humidade do vermicomposto deve estar entre 35 a 40 %, podendo aí permanecer por um período de seis meses.

#### 3.2. Comercialização

Para efeitos de venda, o vermicomposto deve ser comercializado em sacos plásticos de dois, quatro ou dez quilogramas. Quantidades maiores são comercializadas em sacos de vinte e cinquenta quilogramas.

A humidade do vermicomposto deve ser mantida a 40%. Recomenda-se fazer análises químicas do vermicomposto em laboratórios apropriados e indicar na respectiva embalagem os valores de pH, humidade, nutrientes, matéria orgânica e a dosagem para diferentes culturas.

#### 3.3. Aplicação do Vermicomposto

O vermicomposto pode ser aplicado

como adubo orgânico em todas as culturas agrícolas. Entretanto, as doses para a sua correcta utilização em cada cultura são ainda objecto de estudos em Moçambique.

Sabe-se que a sua aplicação, mesmo em doses elevadas não causa danos às culturas/plantas nem ao solo, sendo que a administração em doses certas oferece maior economia e eficiência no seu uso.

Por exemplo, os primeiros ensaios realizados no Pólo de Investigação e Transferência de Tecnologias de Mandlakazi, demonstraram que a aplicação do vermicomposto resultou num maior diâmetro do bolbo da cebola, quando comparado com a aplicação de estrume de gado bovino.

No Pólo de Manica, um estudo comparativo entre três amostras do vermicomposto e uma de solo sem aplicação do vermicomposto, demonstrou uma maior concentração de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Estudos realizados na Índia por Saranraj & Stella (2012), envolvendo a cultura de Feijão Nhemba (*Vigna Unguiculata*), concluíram que o teor de matéria seca e fresca foi maior em solos tratados com vermicomposto que aqueles tratados com pasta bio digerida. Noutro estudo, com a cultura do tomate, demonstrou-se que a aplicação do vermicomposto aumenta significativamente o rendimento desta cultura.

De acordo com o estudo realizado por Karmegam & Alagumalai (1999), a aplicação do vermicomposto proporciona uma maior germinação de sementes.

No do Feijão Jugo (*Vigna Radiata*) verificou-se um nível de 93% de germinação em campos adubados com vermicomposto e 84% em campos não adubados. Além disso, o crescimento e o rendimento do Feijão Jugo também foram significativamente maiores com a aplicação do vermicomposto.

Da mesma forma, em outro experimento de vaso, os rendimentos de matéria fresca e seca de Feijão Nhamba foram maiores quando o solo foi corrigido com vermicomposto do que com estrume bio digerido.

### 3.3.1. Doses e formas de Aplicação do Vermicomposto

As doses do vermicomposto a serem aplicadas em cada cultura ainda são objecto de estudos. Quanto às formas de aplica-

ção, o vermicomposto pode ser aplicado da seguinte forma:

- **A lanço ou cobertura:** com a mão ou com máquina de espalhar estrume em toda a área;
- **Em faixas ou sulcos:** somente na faixa ou sulco de plantio;
- **No berço (covacho):** na projecção da copa de árvores, cobertura para mudas e árvores (fruteiras, ornamentais, nativas) ; e
- **Em vasos:** misturado com a terra.

Também pode ser aplicado na forma de bio fertilizante, que é um adubo orgânico líquido utilizado para complementar a adubação.

A tabela 4 apresenta recomendações em termos de doses e formas de aplicação do vermicomposto nas culturas agrícolas, segundo as experiências colhidas na Índia.

<b>Cultura</b>	<b>Durante o plantio</b>	<b>Em cobertura</b>
Café, Cacau e citrinos	500 a 700 g/covacho	Antes da floração: 1 a 2 kg/planta; Após a colheita: 1 a 2 kg/planta. <i>Nb. Aumentar 30% a cada ano.</i>
Fruteiras (excepto ananaseiro)	500 a 700 g/covacho	Antes da floração: 500 a 700 g/covacho; Após a colheita: 500 a 700 g/covacho. <i>Nb. Aumentar 30% a cada ano.</i>
Hortícolas de folha (alface, almeirão, espinafre, agrião, couve-flor, repolho, brócolos e alcachofra)	200 g/covacho ou 300 g/ metro de sulco ou 1 kg/m <sup>2</sup> de canteiro	Nos períodos de maior demanda: repetir a dose de plantio.
Abóbora, melão, melancia e pepino.	200 a 400 g/covacho	Início da floração: 300 g/metro de sulco.
Milho, arroz e feijão	500 a 700 g/metro de sulco	Início da floração: 300 g/metro de sulco
Ananaseiro (abacaxi)	500 g/covacho	Nos períodos de maior demanda: 300 g/planta
Mudas	500 a 700 g/m <sup>2</sup> de canteiro	Repetir a cada três meses 500 a 700 g/m <sup>2</sup> de canteiro
Plantas ornamentais de jardim, roseiras e arbustos	200 g/vaso	Repetir a cada 3 meses: 300 g ao redor de cada planta. <i>Nb. Aumentar 30 % por cada ano</i>
Plantas ornamentais de vaso	20 a 30 % do volume do vaso	Repetir a cada 3 meses: 300 a 700 g/planta.

Fonte: adaptado de Ricci, 1996

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme demonstrado ao longo deste Manual, o vermicomposto, produto final de um processo de vermicompostagem bem sucedido, é um excelente adubo orgânico para o uso agrícola na produção de alimentos, flores, plantas (ornamentais aromáticas e medicinais), temperos, mudas, etc. Pode ser utilizado em jardins, hortas, pastagens e, ainda, para a recuperação de áreas degradadas.

Mesmo produzido em pequena escala, o vermicomposto possui diversos atributos para a recuperação da vida no solo, por disponibilizar nutrientes a

longo prazo e elevar a qualidade nutricional das plantas que, por receber o vermicomposto, se tornam, frequentemente, uma alternativa muito mais saudável se comparadas a opções industrializadas disponíveis no mercado.

A tecnologia de vermicompostagem tem várias aplicações e adapta-se facilmente ao meio rural e ao meio urbano, tendo dupla função: produção do vermicomposto e produção de minhocas. A comercialização de ambos produtos pode complementar a renda familiar e contribuir para a reciclagem de resíduos orgânicos que poluem o ambiente.

## Referências Bibliográficas

1. Agricultural Training Institute, S.D., Vermicomposting Banana Trashes, South Cotabato, Philippine.
2. André, M. J. d. B. A. (2004). Effects of various soil properties on ecotoxicological testing [Universidade de Aveiro (Portugal)].
3. Angélique Internacional, Lda, 2016. Manual sobre Vercompostagem, Projecto de Investigação e Transferência de Tecnologias para o Aumento da Produtividade do Arroz, Milho e Trigo. Moçambique
4. Atiyeh, R.M, S. Subler, C.A. Edwards, G. bachman, J.D. Metzger, and W. Shuster. 2000. "Effects of vermicompost and composts on plan growth in horticultural container media and soil". In *Pedo biologia*, 44, pp. 579-590.
5. Domínguez, J., Velando, A., & Ferreira, A. (2005). Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Lumbricidae) different biological species? *Pedobiologia*, 49(1), 81-87.
6. Edwards, C., & Lofty, J. (1972). Earthworms and microorganisms *Biology of Earthworms* (pp. 155-162). Springer.
7. Guerrero, Rafael D. III, (1978-2008). Earthworm Culture for Vermicompost and Vermimeal Production and for Vermiceutical Application in the Philippines – A Review. *Aquatic Biosystems*, Bay, Laguna, Philippine.
8. Hendrix, P. F., & Bohlen, P. J. (2002). Exotic earthworm invasions in North America: ecological and policy implications: expanding global commerce may be increasing the likelihood of exotic earthworm invasions, which could have negative implications for soil processes, other animal and plant species, and importation of certain pathogens. *Bioscience*, 52(9), 801-811.
9. Karmegam, N., & Alagumalai, K. (1999). Effect of vermicompost on the growth and yield of green gram (*Phaseolus aureus* Roxb.).
10. Kerr, M., & Stewart, A. J. (2003). Tolerance test of *Eisenia fetida* for sodium chloride. *Journal of Undergraduate Research*.
11. Monroy, F., Aira, M., Domínguez, J., & Velando, A. (2006). Seasonal population dynamics of *Eisenia fetida* (Savigny, 1826)(Oligochaeta, Lumbricidae) in the field. *Comptes Rendus Biologies*, 329(11), 912-915.
12. Ministério de Agricultura e Segurança Alimentar, 2015. Inquérito Agrário Integrado, Moçambique.
13. Ricci, M. S. T. Manual de vermicompostagem. Porto Velho, RO: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1996
14. Saranraj, P., & Stella, D. (2012). Vermicomposting and its importance in improvement of soil nutrients and agricultural crops. *Novus Natural Science Research*, 1(1), 14-23.
15. Silva, R. F. d. (2017). A análise multicritério de tecnologias utilizadas na gestão de resíduos sólidos urbanos.
16. Sreenivasan, Ettammal, 2018. Handbook of vermicomposting technology, The Western India Plywoods Ltd, India.
17. Steffen, G. P. K., Antonioli, Z. I., Steffen, R. B., & Jacques, R. J. S. (2013). Importância ecológica e ambiental das minhocas. *Revista de Ciências Agrárias*, 36(2), 137-147.
18. Tripathi, G., & Bhardwaj, P. (2004). Comparative studies on biomass production, life cycles and composting efficiency of *Eisenia fetida* (Savigny) and *Lampito mauritii* (Kinberg). *Bioresource technology*, 92(3), 275-283.





Projecto Financiado por:

**IsDB**   
البنك الإسلامي للتنمية  
Islamic Development Bank

