

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE BRASÍLIA - *CAMPUS* PLANALTINA**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

JOSÉ CARLOS DE COUTO

**VERMICOMPOSTAGEM E O TRATAMENTO DE RESÍDUO
ORGÂNICO**

REVISÃO DE LITERATURA

PLANALTINA-DF

2017

JOSÉ CARLOS DE COUTO

**VERMICOMPOSTAGEM E O TRATAMENTO DE RESÍDUO
ORGÂNICO**

REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB, como parte das exigências para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a. *Dra.* Eliane A. de S. Armando

PLANALTINA-DF

2017

JOSÉ CARLOS DE COUTO

**VERMICOMPOSTAGEM E O TRATAMENTO DE RESÍDUO
ORGÂNICO**

REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, aprovado
como requisito parcial para obtenção do grau de
Tecnólogo em Agroecologia do Instituto Federal de
Brasília, pela seguinte banca examinadora:

Prof.^a. *Dra.* Eliane A. de S. Armando

2º examinador

3º examinador

PLANALTINA-DF, __ de _____ de 2017

RESUMO

Mesmo com a crescente urbanização, mais da metade da população da Terra vive em áreas rurais. A agricultura é a principal atividade de subsistência e a mais antiga do planeta, e tal magnitude traz consigo efeitos benéficos e nocivos. O uso de pesticidas, por exemplo, revolucionou as práticas agrícolas, aumentando a produção no curto prazo. Já os efeitos em longo prazo podem ser desastrosos para a natureza e para a saúde pública. A vermicompostagem é uma tecnologia de tratamento e valorização controlada da fracção orgânica dos resíduos quando devidamente estabilizados. Esta pesquisa manteve caráter exploratório e descritivo, pois, são muitos os estudos que abordam a questão da vermicompostagem. Tem como objetivo compilar informações a cerca do tema. A vermicompostagem é um processo natural totalmente orgânico, complexo com diversas vantagens como retenção de água no solo, entre outras, uma vez que existem interações entre as várias componentes químicas, físicas e microbiológicas bem como entre os diferentes grupos de organismos biológicos, podendo e devendo, ser desenvolvido por todas as populações.

Palavras chave: compostagem, vermicompostagem, tratamento de resíduo orgânico.

ABSTRACT

Even with increasing urbanization, more than half the Earth's population lives in rural areas. Agriculture is the main subsistence activity and the oldest on the planet and such magnitude brings beneficial and harmful effects. The use of pesticides, for example, has revolutionized farming practices, increasing production in the short term. Long-term effects can be disastrous for nature and for public health. The vermicompost is a technology of treatment and controlled valorization of the organic fraction of the residues when properly stabilized. This research has remained an exploratory and descriptive character, since many studies have addressed the issue of vermicomposting. It aims to compile information about the topic. The vermicomposting is a totally organic natural process, complex with several advantages like water retention in the soil, among others, since there are interactions among the various chemical, physical and microbiological components as well as between the different groups of biological organisms, being able and owing, be developed by all populations.

Keywords: Composting, vermicomposting, organic waste treatment.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1. JUSTIFICATIVA.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. OBJETIVO GERAL	10
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3. REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS, DEJETOS E REJEITOS.....	11
3.3. LEGISLAÇÃO	12
3.4. VERMICOMPOSTAGEM.....	13
3.4.1 OLIGOQUETAS – MINHOCAS.....	15
3.4.2 MINHOCÁRIO	17
3.4.3 A FORMAÇÃO DO HÚMUS.....	19
3.4.4 VERMICOMPOSTAGEM NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS ...	21
3.5. COMPOSTAGEM vs VERMICOMPOSTAGEM.....	24
4. METODOLOGIA	29
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
6. REFERÊNCIAS.....	32
7. ANEXO I	37

INTRODUÇÃO

A sociedade atualmente é tida como “sociedade consumista”, em muitos sentidos, mesmo quando se falam em produtos oriundos da terra. O mercado se movimenta nesse sentido buscando produzir sempre mais, e mais barato, novas técnicas têm sido aplicadas para obtenção de resultados no produto final na agricultura, mas muitas vezes não respeitam os limites de nutrientes do solo, o excesso de materiais químicos e outros produtos nocivos à saúde, ao solo, animais, plantas e os seres humanos, trazendo como consequências a contaminação do solo, ar e as fontes de água. Segundo Fagundes (2009), a contaminação do solo e das águas, é feita pela disposição inadequada dos resíduos gerados pelas cidades, sendo que essa contaminação pode ser tanto superficial quanto subterrânea.

A degradação do ambiente, tal como a retirada do horizonte orgânico do solo de matas nativas para utilização em jardinagem, hortas residenciais e melhoramento de áreas pouco férteis, vem ocorrendo de forma devastadora e levando o solo a perder suas características produtivas. Para Zandonadi e Souza (2012), o manejo adequado do solo para a agricultura é de fundamental importância, o que nos leva a empreender estudos para o desenvolvimento de técnicas que diminuam os impactos ambientais. O solo onde operam pequenos agricultores, a agricultura familiar, e hortas residenciais, pode ser melhorado, com técnicas de preparo nestes pequenos pedaços de terra, através da produção orgânica que vem crescendo.

Ainda de acordo com os autores supracitados, a procura por plantios economicamente viáveis de forma ecológica, e correta que possam verdadeiramente contribuir para a recuperação e preservação do meio ambiente principalmente no setor da agricultura familiar, tendo a utilização da vermicultura (*húmus vermiforme*) como uma alternativa ao atual desenho de agricultura intensiva, técnica esta que não agride a natureza e fertiliza o solo. Segundo Marques (2003), o *húmus vermiforme* é um regenerador biológico do solo, e apresenta vantagens tais como: controlar a toxidez do solo, corrigir excessos de alumínio, manganês e ferro, principalmente regulando o pH, evitando que os nutrientes benéficos as plantas se percam através da volatilização ou lixiviação, melhorando ainda a estrutura do solo, facilitando a circulação da água e do ar, permitindo a melhor absorção de água pelas raízes das culturas, fazendo com que aumente a capacidade de retenção de águas.

Estima-se que cinquenta por cento (50%) do que se chama de lixo, depositados nos aterros sanitários, composto de materiais que poderiam ser reutilizados ou reciclados (SBRT,

2004). A reciclagem de resíduos orgânicos pode amenizar os riscos ao meio ambiente que são resultantes da atual agricultura intensiva praticada (ORDOÑEZ *et al.*, 2006).

O desenvolvimento de técnicas apropriadas para o tratamento dos resíduos sólidos, chamados de lixo, além de solucionar problemas econômicos, ecológicos e de saúde causados pelo acúmulo inadequado destes resíduos urbano, traz resultado na produção de matéria orgânica, pronta para ser utilizada (DORES-SILVA *et al.*, 2013).

De acordo com Cotta *et al* (2015), a vermicompostagem e a vermicultura possuem um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas agrícolas e no desenvolvimento de uma agricultura sustentável, sendo a sua fertilização baseada numa utilização de fatores de produção de características orgânicas que promovem a valorização dos resíduos e o ciclo dinâmico dos nutrientes no solo e na planta. Desta forma, o tratamento dos resíduos por vermicompostagem, a produção de minhocas em vermicultura e a aplicação de produtos resultantes da vermicompostagem constituem atividades que deverão ser realizadas de forma correta e metódica de modo a garantir os benefícios ambientais e autonomia para o produtor. São técnicas e práticas de forma geral que buscam a inclusão e o desenvolvimento da agricultura e horticultura familiar (rural ou urbana) de uma forma sustentável, permitindo desmistificar e, sobretudo inovar os principais conceitos sobre a vermicompostagem e a vermicultura (LOURENÇO, 2014).

1. JUSTIFICATIVA

Os problemas causados pelo aquecimento global e o crescimento populacional obrigaram o mundo a refletir sobre a necessidade de se buscar alternativas que visem à diminuição destes danos. O aumento significativo dos índices de degradação ambiental decorrentes do uso intensivo de insumos químicos e do gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos (com o foco da revisão: resíduo orgânico) têm sido uma das grandes preocupações e desafio da sociedade atual. E em pesquisas realizadas por Rodriguez *et al* (2003), constatou-se que a vermicompostagem tem uma grande importância no cenário supracitado, tornando-se um mecanismo zootécnico eficaz no que se refere ao melhoramento da produção agrícola.

Em uma dimensão mais abrangente, sabe-se que o resíduo sólido hoje é um dos grandes problemas a ser enfrentado. Ademais, há no Brasil parte da população que carece de informações e orientações adequadas para a gestão dos resíduos e de atividades que estimulem a consciência ambiental, visando o desenvolvimento sustentável pautado no equilíbrio das relações do homem com a natureza (COELHO, 2005).

Assim sendo, a compostagem e a vermicompostagem tornam-se alternativas interessantes para o tratamento desses resíduos. Elas representam a reciclagem de nutrientes, da matéria orgânica que mantém os solos vivos e produtivos, sendo aplicável no campo e na cidade de maneira ampla e benéfica. Além disso, estes processos se mostram ecologicamente corretos, de baixo custo e os produtos gerados podem ser utilizados em diferentes áreas da agricultura (DORES-SILVA, 2011).

Além da questão ambiental há um aspecto técnico muito importante na utilização dos resíduos orgânicos para a produção de húmus de minhoca, pois estes, assim como o esterco, são fontes de microrganismos imprescindíveis no processo de reciclagem. Este pode substituir o esterco minimizando os custos e viabilizando a produção de húmus nas áreas urbanas. Já nas propriedades rurais, a produção de húmus pode ser fonte de renda complementar para os agricultores (CORRÊA, 2012).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Esta revisão de literatura tem como objetivo geral compilar informações existentes sobre vermicompostagem e o tratamento de resíduo orgânico, no ambiente científico.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No intuito de alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar definições sobre resíduos sólidos, dejetos e rejeitos;
- Pesquisar a legislação sobre o tratamento de resíduos orgânicos;
- Apresentar a vermicompostagem como processo de tratamento de resíduos orgânicos;
- Estabelecer um comparativo sobre compostagem e vermicompostagem.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o desenvolvimento e crescimento da população veio a preocupação com as questões ambientais, uma vez que em prol da evolução humana, o meio ambiente vem sendo devastado e contaminado pelos resíduos das atividades humanas, de forma assustadora, fazendo com que líderes mundiais cobrem dos países formas de produções e evolução mais sustentáveis (RODRIGUEZ, et al, 2003).

Resíduos Sólidos são quaisquer materiais que não façam falta ao seu detentor, é o mesmo desfaça dos mesmos. Compreende-se também como resíduo resultante da evolução humana (da atividade humana) (BRASIL, 2010).

De acordo com Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS, os resíduos orgânicos domésticos (ROD), foco desta revisão literária, são materiais ricos em proteínas, que na maioria das vezes são armazenados ou descartados, em sacolas plásticas, mas, se bem utilizados podem ser transformados em adubo orgânico pelo processo de compostagem e ou vermicompostagem em pequenas recipientes de reciclagem. Desta maneira e com estes objetivos busca-se selecionar e utilizar a melhor espécie de minhoca detritívora adequando o melhor número de indivíduos para estabilizar o RODC (Resíduo Orgânico Domestico) (BRASIL, 2010).

Segundo Cunha (2015), a matéria orgânica (MO) pode ser entendida como toda matéria orgânica, vegetal ou animal (matéria orgânica ligada intimamente aos argilominerais do solo, liteira, compostos solúveis, fragmentos de resíduos e biomassa microbiana). Ainda segundo o autor, alguns pesquisadores classificam MO de acordo com húmus, em: mull (cálcio e florestal), moder, mor, turfas e anmoor.

3.2. RESÍDUOS SÓLIDOS, DEJETOS E REJEITOS

Comumente as terminologias resíduos sólidos, dejetos e rejeitos são entendidas como sinônimos relacionados a matérias resultantes do processo natural da evolução humana (seja industrial, doméstica, hospitalar, comercial, etc). Esse resíduo sólido poderá ter três destinações: descarte, reutilização ou a reciclagem. Na primeira opção, o resíduo sólido é denominado de dejetos ou rejeitos. No caso das duas últimas opções, o resíduo sólido retorna para o consumo como um novo produto (BRASIL, 2010).

Sendo assim, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), no seu Artigo 3º, a definição de rejeitos e dejetos são:

[...] resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010, s/p).

Ainda de acordo com a lei supracitada, vale destacar a diferença entre reutilização e reciclagem. A primeira é entendida como o “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química [...]” (BRASIL, 2010, s/p). E a segunda como “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas com vistas à transformação em insumos ou novos produtos [...]” (BRASIL, 2010, s/p).

Sendo assim, após o apresentado das definições científicas anteriormente, pode-se entender que a terminologia resíduo sólido é termo genérico e amplo, e por outro lado, rejeitos e dejetos podem ser entendidas como a palavra associada ao resíduo sólido que não pode ser reaproveitado ou reutilizado, como por exemplo os resíduos orgânicos.

No Brasil, as formas mais comuns para a destinação dos resíduos sólidos são: aterros sanitários, lixões e aterros controlados. De acordo com Milaré (2004), os aterros sanitários são a melhor solução para a destinação dos resíduos sólidos. Neste processo, o solo é impermeabilizado, recebendo monitoramento constante e tratamento especializado, com objetivo de minimizar o máximo possível qualquer tipo de poluição e a produção de gases tóxicos

3.3. LEGISLAÇÃO

A Constituição de 1988 em seu artigo 24, prevê que a União, o Estado e os Municípios têm competência para legislar sobre o meio ambiente, combatendo a poluição e visando sua proteção, art. 24. Estabelece ainda no seu art. 225, que todos têm o direito a um meio ambiente equilibrado, cabendo ao Poder Público assim como a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para o presente e para as gerações futuras. No mesmo artigo no parágrafo 3º prevê sanções penais para a pessoa física ou jurídica que tiverem condutas lesivas ao meio ambiente.

A Lei nº 9.605/98 estabelece as seguintes penalidades para os seguintes crimes ambientais, “*in verbis*”:

“Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena: reclusão, de um ano a quatro anos, e multa.

§ 2º Se o crime:

V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos:

Pena: reclusão, de um a cinco anos. ” (BRASIL, 1998, s/p)

No que se refere ao tratamento dos resíduos sólidos resultantes da evolução natural do homem (seja o lixo doméstico, industrial, comercial, etc), a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é um instrumento essencial para a busca de soluções para o que muitos autores consideram o maior problema de poluição ambiental, o tratamento do lixo.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico¹, da plataforma eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada em 2008, 50,8% das cidades destinavam o lixo produzido para lixões, 27,7% das cidades possuíam aterros sanitários e 22,5% das cidades possuíam aterros controlados.

Ratificando, o art. 3º da PNRS, define resíduos sólidos como qualquer:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.” (BRASIL, 2010, S/P)

No âmbito legal, existem leis que definem os crimes ambientais, assim como prevê sanções penais para os infratores, e PNRS tentando solucionar uma das questões mais graves da atualidade, devido ao crescimento desordenado da população, o tratamento do lixo humano, com intuito de preservar o meio ambiente (SILVA, 2015).

3.4. VERMICOMPOSTAGEM

A minhocultura ou a vermicompostagem, podem ser entendidas como a reciclagem de resíduos orgânicos (foto 1), utilizando-se a criação de minhocas, em minhocários, tornando-se assim importante alternativa para resolver economicamente e ambientalmente as questões dos dejetos orgânicos, como o lixo domiciliar. Tagliari (1997), explica que a vermicompostagem, produção de húmus a partir de resíduos orgânicos degradados por minhocas, podendo se tornar atividade rentável, na produção de adubo de alta qualidade, que devido aos impactos

¹ Disponível em <http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/default.shtm> acessado em 27/11/2016

negativos de algumas tecnologias do modelo produtivista mostram a necessidade urgente de fontes alternativas que auxiliam a produtividade agrícola, sem degradar o ambiente. Martín e Schiedeck (2015) diferenciam a minhocultura e a vermicompostagem sendo como:

“A criação de minhocas de terra em resíduos orgânicos denomina-se ‘minhocultura’, e o manejo dos resíduos por meio delas chama-se ‘vermicompostagem’ (MARTÍN; SCHIEDECK, 2015, p. 11).”

Foto 1: Vermicompostagem: reciclagem de resíduos orgânicos



Fonte: José Carlos de Couto

De acordo com os autores supracitados, a vermicompostagem pode ser explicada pela interação das minhocas e os microrganismos existentes no solo, por meio de um processo de decomposição, sendo que, são os microrganismos os verdadeiros responsáveis pela degradação química de toda matéria orgânica. Os autores explicam o papel das minhocas como:

Agentes determinantes de fragmentação, pois aumentam a superfície de contato do substrato para a atividade microbiológica e influenciam na sua própria atividade biológica de forma considerável. As minhocas atuam como um “moinho biológico” e, por meio da transformação da matéria orgânica, modificam suas características físicas, químicas e biológicas. Dessa forma, reduzem progressivamente a relação C/N e aumentam a área exposta, tornando-se muito mais suscetível à atividade microbiológica e, portanto, mais degradável. Quando a matéria orgânica passa pelo sistema digestório da minhoca, os fragmentos e os excrementos ricos em bactérias

são misturados, e o material torna-se homogeneizado (MARTÍN; SCHIEDECK, 2015, p. 11).

O uso de vermicomposto em pequenas propriedades vem aumentando significativamente nos últimos anos, segundo Venturini *et al.* (2005), no entanto há preferência pelos adubos químicos em função de financiamento, custos e retorno imediato dos gastos, em detrimento dos impactos de uso contínuo sobre o solo e os microrganismos que nele vivem sejam negativos, explica Tagliari e Grassmann (1995).

Martín e Schiedeck (2015) definem o vermicomposto como o produto final da vermicompostagem, semelhante-se com o húmus, com alta porosidade, baixa relação C/N e alta capacidade de reter água. Ainda segundo os autores, a vermicompostagem é uma “ecotecnologia”, e com baixíssimos custos energéticos, investimentos e de manutenção, e tendo os seguintes benefícios:

- Eliminação de elementos orgânicos nocivos;
- Geração de um produto final útil (vermicomposto) de alta qualidade como fertilizante orgânico e que pode substituir a adubação mineral;
- Produção de uma grande biomassa de minhocas, com elevados conteúdo proteico e de grande valor na alimentação de aves, suínos e peixes (MARTÍN; SCHIEDECK, 2015, p. 12).

Para Corrêa (2015), a vermicompostagem pode ser descrita como uma técnica de decomposição e posteriormente de estabilização da matéria orgânica, com a utilização de minhocas e microrganismos do trato digestivo das mesmas. E durante seu processo, ocorre uma redução significativa de sólidos voláteis, por meio da mineralização de componentes orgânicos de menos complexidade.

3.4.1 OLIGOQUETAS – MINHOCAS

Os oligoquetas podem ser encontrados em ambiente aquático, tanto em águas doces como marinhas, mas preferencialmente em ambiente terrestre. Pode-se afirmar que a comunidade de minhocas presente em um dado terreno é garantia das condições edáficas (tipo de solo, minerais predominantes, temperatura, pH, conteúdo de matéria orgânica (MO), umidade, textura e estrutura), vegetais (tipo de vegetação e cobertura), históricas (especialmente humana, mas também geológica), topográficas (posição fisiográfica, inclinação) e climáticas (precipitação, temperatura, vento, umidade relativa do ar) do local (REYNOLDS; JORDAN 1975; LAVELLE 1996 apud BROWN; DOMÍNGEZ, 2010). As minhocas (foto 2) são vermes segmentados do tipo Anellida que possuem divisões, semelhantes a anéis, aos quais são chamadas de anelídeos. Seus órgãos de sentido são pouco desenvolvidos, exceto o tato (VERAS; POVINELLI, 2004). O fator umidade é

importantíssimo para que a minhoca sobreviva, cuja preferência por “habitat” natural são solos úmidos, porosos, fofos, nitrogenados, ligeiramente alcalinos contendo reservas de nutrientes (BIDONE, 2001).

Foto 2: Minhocas na vermicompostagem



Fonte: José Carlos de Couto

O autor supracitado, afirma que apesar de possuírem olhos, as minhocas sofrem de fotofobia, são intolerantes à luz, assim como a radiação solar pode dessecá-las de maneira muito rápida e letal. Possuem sangue frio, composto de hemoglobina e coloração vermelha, e absorvem oxigênio pela pele e liberam dióxido de carbono.

São animais hermafroditos, não fazem autofecundação, “a permuta de sêmen ocorre quando dois vermes se justapõem com formação de um casulo 48 h após a copulação; uma camada mucosa é produzida sobre o clitelo (porção mais espessa da minhoca), que endurece gradativamente ao ser exposta ao ar” (KIEHL, 1985, p. 89).

No aparelho digestivo, segundo Bidone (2001), destaca-se um tubo que se estende desde a boca até o ânus, com várias dilatações em seu trajeto, onde na faringe, o alimento recebe uma espécie de saliva, contendo muco para facilitar seu deslocamento e a degradação de substâncias por ação de várias enzimas digestivas, ocasião em que o alimento já amolecido é triturado pela ação de sua forte musculatura e dura cutícula na moela. Os produtos da

excreção das minhocas são resultantes da ação de microrganismos naturalmente existentes no intestino desses vermes.

Após o exposto, cabe ressaltar que a minhoca desempenha um papel importante na fertilidade do solo. Ao cava "túneis", atuam como arado, aumentando a aeração e a circulação da água. Além do que, suas fezes contêm substâncias nutritivas que se misturam com a terra e agem como adubo, fertilizando o solo.

3.4.2 MINHOCÁRIO

O papel fundamental exercido pelas minhocas tanto para as plantas quanto para o solo, já é conhecido de longa data, Aristóteles (384-322 a.C) denominava-as como “intestinos da terra” e Darwin (1881) por sua vez, dedicou seu último livro exclusivamente a essa espécie, denominando-as de “arados naturais.” Os baixos custos investidos exigidos para a criação de minhocas têm levado muitas pessoas, até mesmo leigos no assunto, a se interessarem por esta atividade como fonte de húmus, carne para alimentação animal e a comercialização dos organismos (KUSDRA; FIUZA, 2015).

Dois são os tipos de minhoqueira: doméstica e comercial. Caso a finalidade seja comercial deve-se considerar custos com instalação, produção e transporte, já a minhoqueira doméstica visa atender a horta e o pomar doméstico, agricultura familiar e pelos pequenos agricultores, muitas das vezes só para subsistência e sem fins lucrativos, pois produz pouca quantidade de húmus e tem como finalidade reduzir os gastos domésticos podendo até comercializar o excedente em pequenas feiras, além de fornecer um produto livre de agrotóxicos (KUSDRA; FIUZA, 2015).

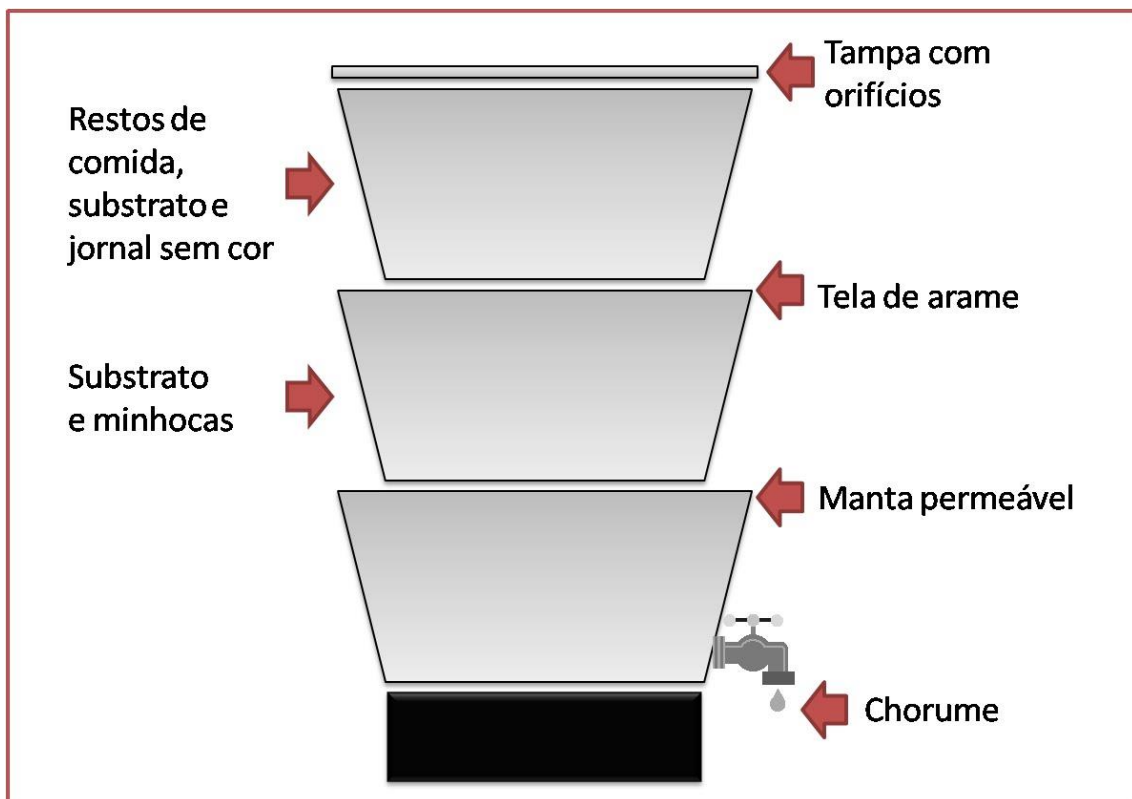
Para se instalar um minhocário doméstico (figura 1): Os materiais orgânicos mais recomendados são os esterco (bovinos, ovinos, equinos), lixo urbano, resíduos de sólidos de feiras, restaurantes, cozinhas industriais, resíduos de curtume, vinhaça, e outros mais. Para a minhoqueira doméstica costuma-se recomendar o uso da caixa de madeira que preferencialmente, forradas com tela de mosquiteiro ou tela de sombrite, com as seguintes dimensões: 1 metro de comprimento, 60 centímetro de largura e 20 ou 30 centímetros de altura. (IBIDER, 2015)

Já as minhoqueiras comerciais são utilizadas geralmente, como canteiros em alvenaria, podendo também ser feita de madeira ou bambu, que devem medir: 1 metro de largura, 30 a 40 centímetros de altura e comprimento variável. Os canteiros precisam apresentar uma declividade mínima de 2% para facilitar a saída do excesso de água, caso

fiquem expostos ao tempo, podendo ser cobertos com lona preta, ou ainda colocando-se canos do tipo dreno nas extremidades dos mesmos. (GÓMES-BRANDÓN et al, 2012)

Para a instalação do minhocário o primeiro passo é fazer a limpeza do material básico, o esterco, utilizando luvas para evitar uma possível contaminação. A caixa poderá ou não receber no fundo uma fina camada de palha. O esterco deverá ocupar 1/2 ou 2/3 da altura da caixa, devendo o restante ser ocupado pela palha (KUSDRA; FIUZA, 2015).

Figura 1. Figura representativa da montagem de um minhocário



Fonte: <http://omelhordabiologia.blogspot.com/2010/08/feira-de-ciencias-o-solo.html>

As minhocas poderão ser adicionadas na quantidade de 50-100 (adultas), aguardando-se a aceitação do material por 24 horas, colocando as demais após este período, que deverá totalizar de 300-500 minhocas, cobrir o material com palha, para manter a umidade e protegê-la (KUSDRA; FIUZA, 2015).

De acordo com a plataforma eletrônica "O melhor da biologia", o material estará pronto para ser peneirado dentro de 45-70 dias, se a vermicompostagem for bem conduzida. As minhocas trabalham em conjunto. Se isto não ocorrer algo estará errado. A alimentação das minhocas deverá ser feita, em princípio com frutas e/ou verduras. Inicia-se a alimentação no mesmo dia em que as minhocas foram colocadas nas caixas de vegetação ou uma semana depois de preferencia com frutas e ou verduras. O abastecimento das caixas é

feito em etapas, abrindo-se um pequeno sulco no substrato assim adicionando-se o material e cobrindo com esterco e palha. Este processo deverá ser repetido uma vez por semana, até que a vermicompostagem se processe.

Para Cotta et al (2015), tempo necessário para obtenção do vermicomposto, depende da relação C/N, assim como das características químicas e físicas da matéria-prima. O autor também destaca que nesse tipo de processo é necessário oferecer um ambiente propício para o desenvolvimento dos microrganismos, ou seja, um ambiente aeróbio.

3.4.3 A FORMAÇÃO DO HÚMUS

As minhocas são classificadas em epígeas (sobre a terra, que vivem em liteira e consomem Matéria Orgânica – MO - mais fresca) e anécicas (que vivem no solo, mas consomem uma mistura de serapilheira e MO do solo) facilitam a decomposição da MO, fragmentando as partículas maiores e aumentando seu contato com o solo e a atividade de outros organismos (especialmente microrganismos) (BROWN; DOMINGUEZ 2010).

De acordo com a plataforma eletrônica “cultura mix²”, o húmus é resultado da decomposição de animais e plantas mortos, geradores da matéria orgânica. Sendo que o húmus é formado por frações de ácido fúlvico, ácido húmico e humina³.

De acordo com Aquino *et al.* (1992), a maioria dos produtores de vermicomposto utiliza a espécie *Eisenia fétida*, conhecida como minhoca vermelha da Califórnia ou minhoca de esterco, a espécie possui habilidade em converter resíduos orgânicos pouco decompostos em material estabilizado, de extraordinária proliferação e rápido crescimento, já o gênero *Pheretima* sp, minhoca muito comum em nossos solos e vulgarmente chamada de puladora, ou minhoca brava é facilmente reconhecida pela presença de um "colarinho branco". Esta espécie pode ser usada na compostagem de resíduos em estágio mais avançado de decomposição, sendo útil em campo na incorporação de matéria orgânica ao solo.

Existem vários materiais orgânicos que podem ser utilizados na vermicompostagem, como: lixo doméstico, restos vegetais e esterco em geral. Porém, materiais fibrosos, que tenham alta relação C/N, são pobres em nitrogênio, e conseqüentemente possuem limitações para o desenvolvimento da vermicultura (AQUINO et al, 1992).

² Texto na íntegra disponível em <http://meioambiente.culturamix.com/agricultura/o-que-e-humus-e-os-seus-beneficios-para-o-solo>

³ Humina – O componente que mais aparece nas substâncias húmicas do solo. Trata-se de uma fração insolúvel no meio ácido e alcalino por ter maior peso molecular. Esse componente é considerado como o produto final do processo de humificação.

Ainda de acordo com a plataforma eletrônica supracitada, o húmus apresenta características positivas ao solo, trazendo como benefícios:

- **Propriedades Físicas do Solo** – O húmus ajuda a melhorar as propriedades físicas do solo.
- **Liberação de Nutrientes** – O húmus libera nutrientes de forma lenta o que ajuda a tornar a adubação mais eficaz e prolongada.
- **Tamponamento do Solo** – O húmus também aumenta a capacidade de tamponamento do solo.
- **Umidade** – Esse composto ajuda a reter a umidade por mais tempo no solo.
- **Reservatório Fixo de Nitrogênio** – Uma das principais vantagens do húmus é funcionar como um tipo de reservatório fixo de nitrogênio o que deixa o solo mais fértil.
- **Compactação** – O húmus evita que haja a compactação dos solos argilosos e contribui para a agregação dos solos arenosos.
- **Adubo Foliar** – Quando o húmus é diluído na água pode ser usado como um tipo de adubo foliar suave que ajuda a prevenir o surgimento de diversas pragas.

Com base em experimentos realizados por Aquino et al (1994), recomenda-se a utilização de esterco e material celulósico (palha, bagaço de cana-de-açúcar e similares) na proporção 1:1 (p/ (p)). Nesta proporção é possível a produção de coprólitos (massa fecal endurecida) sendo estas bastante proliferas, já outra alternativa a utilização de esterco puro, Fernandes (1991), sugere a utilização da mistura de esterco + palha + leucena, na proporção de 1:1:1 (v/v). O acréscimo da leucina permitiu a obtenção de um material de 30% mais rico em N. Além da obtenção de material mais rico em N, por sua vez menos fibroso (relação C/N mais baixa), utiliza-se menor volume de esterco. Nesta proporção, foi possível uma economia de 56% de esterco/planta. O uso de esterco com 20 a 30 dias, quando retirado do curral com temperatura abaixo de 35°C, e também quando retirado da esterqueira, é recomendado, uma vez que desta forma, obtém-se um produto mais estabilizado, e com mais rapidez, mesmo porque esse material será facilmente transformado pelas minhocas.

3.4.4 VERMICOMPOSTAGEM NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Segundo Mélo Filho (2002), a produção de resíduos orgânicos nas áreas urbanas no Brasil, tem seu crescimento em decorrência do aumento do consumo de bens, das melhorias nos sistemas de coleta/tratamento de esgoto e das mudanças no estilo de vida, sendo que na década de 90, a produção de lixo nas metrópoles aumentou 2,4 vezes.

A população brasileira vem apresentando hábitos desperdiçadores de consumo, o que acarreta no agravamento do problema da disposição de resíduos (CALDERON, 2003 apud CORRÊA, 2015). As áreas de disposição e aterros não cresceram proporcionalmente a quantidade de lixo orgânico produzidos pelas cidades (BARTON et al, 2008 apud CORRÊA, 2015). O estilo perdulário das grandes cidades é tão preocupante, que as sobras anuais dos pratos da população americana, seriam mais que suficiente 80 milhões de pessoas/ano (CORRÊA, 2015).

Nesse cenário, fica evidente a necessidade do aproveitamento dos resíduos sólidos, porém, a compostagem e vermicompostagem mesmo de tratando de processo eficazes neste tratamento, não são muitos utilizados no Brasil. Dentre os 80% da coleta de lixo dos domicílios brasileiros, menos de 1% é compostado (MÉLO FILHO, 2002).

De acordo com Corrêa (2015), em decorrência da desidratação, higienização e a estabilização serem alcançadas em um único processo, a vermicompostagem apresentam mais vantagens econômicas que outros processos de tratamento de resíduos. Quanto ao enfoque produtivo, a limitação na quantidade de esterco disponível para os produtores de vermicomposto, vem impulsionando pesquisas na procura de parcial ou total substituto para o resíduo animal, como demonstrado na foto abaixo:

Foto 3: Vermicompostagem de resíduo verde



Fonte: José Carlos de Couto

A reciclagem de resíduos domiciliares por meio da vermicompostagem pode limitar a proliferação das minhocas, mas atende à produção de matéria orgânica para solos (LOUREIRO et al., 2007). A compostagem de resíduos, como forma de produzir substrato para vermicompostagem (conforme demonstrado na foto 4 abaixo), sana os problemas que tornam certos materiais inapropriados para a técnica de vermicompostagem (CORRÊA et al., 2007) (LOUREIRO et al.; CORRÊA et al., 2007 apud CORRÊA, 2015, p. 173).

Foto 4: Compostagem para obtenção de substrato para vermicompostagem



Fonte: José Carlos de Couto

A integração desses dois processos (compostagem e vermicompostagem), resulta na otimização da reciclagem de resíduos orgânicos e na redução no tempo de processamento. Dependendo da estabilização dos resíduos orgânicos, o composto pode ser utilizado para uso agrícola, ou ser destinado como matéria-prima para a vermicompostagem, caso não alcance o nível de higienização desejado (CORRÊA, 2015).

Para Veras (2004), a vermicompostagem em si só não aumenta a quantidade de nutrientes no húmus formado, porém, ela aumenta a disponibilidade dos nutrientes em relação ao resíduo orgânico que foi utilizado como matéria prima (VERAS, 2004 apud CORRÊA, 2015). A este respeito Corrêa et al (2007), nos diz que:

A mineralização da matéria orgânica é necessária para que a maior parte dos nutrientes contidos em fontes de matéria orgânica torne-se disponível para as

plantas. Neste sentido, a compostagem e a vermicompostagem são processos que tornam mais estável a matéria orgânica presente em resíduos, e a liberação lenta de nutrientes é uma consequência inerente do produto formado. Portanto, resíduos estabilizantes pela compostagem e vermicompostagem são mais adequados como fontes de matéria orgânica para condicionamento de solos do que como fontes de nutrientes para plantas (CORRÊA et al, 2007 apud CORRÊA, 2015, p. 185).

Para Corrêa (2015), o vermicomposto, no que se refere a questão econômica, possui maior valor no mercado, devido sua alta qualidade da matéria orgânica e maior segurança sanitária. Tal processo causa modificações biológicas, físicas e químicas nos resíduos, além de causar a perda de elementos voláteis como Carbono (C), Sódio (S) e Nitrogênio (N), ao mesmo tempo em que concentra elementos não voláteis como Fósforo (P), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Zinco (Zn) e outros na matéria seca dos materiais processados.

3.5. COMPOSTAGEM vs VERMICOMPOSTAGEM

Zucconi e Bertoldi (1987) definem a compostagem como processo bio-oxidativo de resíduos orgânicos, em um processo que envolve humificação parcial de matéria orgânica e mineralização, resultando em um composto estável, livre de patógenos e fito-tóxico e possuindo algumas propriedades húmicas.

Já Nolan et al (2011), entende compostagem como um processo aeróbico de decomposição de matéria orgânica com temperaturas previamente controladas, assim como oxigênio, umidade e nutrientes. Para Nahssen (2016), a maturação e estabilização são os fatores que vão determinar a efetividade do processo de compostagem, porém, para tanto se faz necessário a preparação correta e condições iniciais.

Como já exposto, Corrêa (2016) define a compostagem como uma técnica de decomposição, com a estabilização da matéria orgânica com a utilização de minhocas e microrganismos existentes no próprio animal.

Segundo Fernández-Gomez et al (2015), durante a utilização da técnica de vermicompostagem, a matéria orgânica tem sua forma mudada e seu volume é aumentado, e ocorre a diminuição dos ácidos húmicos, fúlvicos e proteínas. Mas durante esse mesmo processo, ocorre o aumento de materiais inorgânicos, devido a mineralização, resultando em um vermicomposto com elevados teores de fósforos e nitratos.

De acordo com Nahssen (2016) tanto a vermicompostagem quanto a compostagem, resultam em um composto de boa qualidade, com grande potencial de fertilizante, rico em nutrientes, mas para que isso ocorra se faz necessário um produto integrado e de boa qualidade.

Em experimentos de vermicompostagem e compostagem realizados por Cotta et al (2015), provenientes de três tratamentos: resíduos verdes e resíduos animais (como ilustrado na foto 5), resíduos verdes (como ilustrado na foto 6) e resíduos verdes, serragem e resíduo animal (como ilustrado na foto 7), foi constatado um diferencial nos valores no teor de substâncias húmicas entre os dois processos de decomposição, na tabela a seguir, pode-se notar que no vermicomposto foi observado o maior teor de substância húmicas em todos os tratamentos:

Para Nahssen (2015), no processo de compostagem são amontoados os restos orgânicos (de origem vegetal e animal – Foto 5), sendo revolvidos de tempos em tempos para aceleração da decomposição para a utilização mais rápida do composto na vermicompostagem.

Foto 5: Compostagem/Vermicompostagem de resíduos verdes e resíduos animais (esterco)



Fonte: José Carlos de Couto

Ainda de acordo com autor supracitado, na compostagem de resíduos verdes (foto6) é possível a obtenção de composto degradável de boa qualidade, para a introdução de minhocas nesse composto, afim da obtenção de vermicomposto resultante da decomposição de resíduos verdes.

Foto 6: Compostagem/Vermicompostagem de resíduos verdes



Fonte: José Carlos de Couto

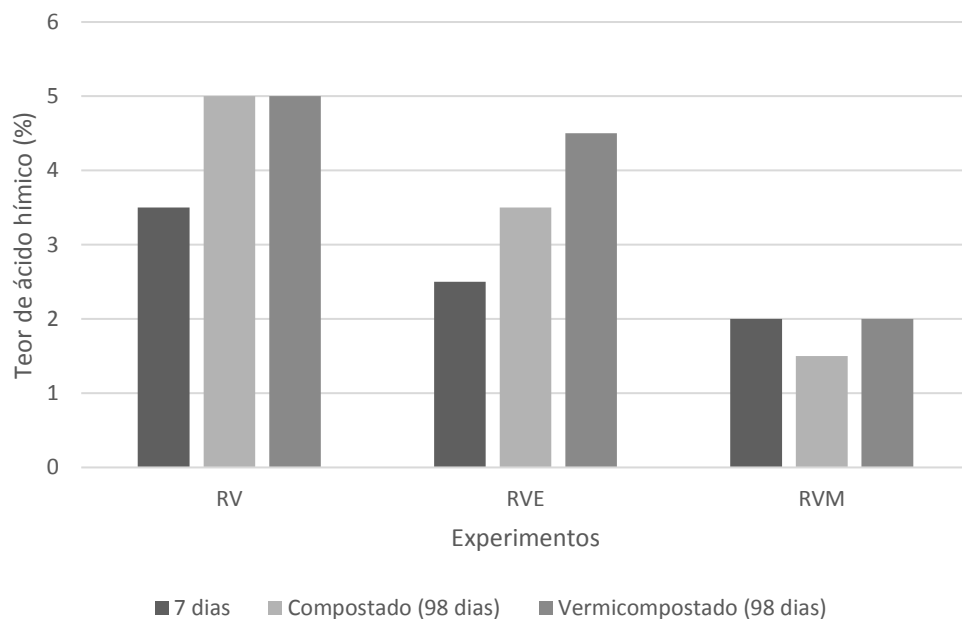
Para Bayoi et al (2016) a junção da compostagem e da vermicompostagem com base de resíduos verdes, serragem e resíduos animais (conforme demonstrado na foto 7), resulta em um excelente adubo, pois somente a compostagem de resíduos animais não é bastante para a diminuição de metais pesados, na vermicompostagem a diminuição é significativamente menor, a adição dos outros componentes (resíduos verdes e serragem), propiciam um ambiente favorável para a eliminação desses gases e da obtenção de um vermicomposto de qualidade.

Foto 7: Compostagem/Vermicompostagem de resíduos verdes, serragem e resíduos animais



Fonte: José Carlos de Couto

Tabela I: Processos de vermicompostagem e compostagem: resíduos verdes e resíduos animais (RVE), resíduos verdes (RV) e resíduos verdes, serragem e resíduo animal (RVM).



A tabela abaixo demonstra as principais diferenças entre compostagem e vermicompostagem. Neste processo utiliza-se minhocas detritívoras, trazendo resultado mais

rápido que a compostagem, sendo essa a principal diferença, além disso, a vermicompostagem não precisa de espaço exterior, as temperaturas são mais baixas, e ao final as oligoquetas só precisam ser separadas do vermicomposto e assim começar um novo ciclo produtivo e sustentável (NAHSSEN, 2016).

Tabela II. Comparação entre compostagem e vermicompostagem.

Compostagem	Vermicompostagem
Não utiliza minhocas	Processo dependente de minhocas
O produto final é o composto	O produto final é o vermicomposto
Menor teor final em substância húmicas	Maior teor final em substâncias húmicas (fertilizante de melhor qualidade)
Um resultado final - composto	Três resultados finais – vermicomposto , chá de vermicomposto (soro) e biomassa (minhocas)
Processo lento (2 a 6 meses)	Processo rápido (1 mês)
Temperaturas altas	Temperaturas baixas

Fonte: http://www.vascodagama.ipbeja.pt/ec3/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=91&lang=en

Nigussie et al (2016) a fim de analisar a redução de gases CH₄ e N₂O, comparou os processos de compostagem e vermicompostagem, analisando a qualidade dos substratos, umidade do composto, adição de glicose, relação C/N e densidade de minhocas. Observou-se que na compostagem com elevado teor de umidade, houve redução de emissão de CH₄ e N₂O, por meio das minhocas, devido ao revolvimento contínuo do substrato, atuando diretamente na aeração. Foi constatada uma redução de 34% na emissão de N₂O no solo e um alto teor de umidade.

4. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão de literatura, embasado em pesquisa do tipo bibliográfica, que se caracteriza pela utilização de livros de referências informativa e teórica, periódicos e artigos científicos (GIL 2002).

A técnica bibliográfica visa encontrar as fontes primárias e secundárias e os materiais científicos e tecnológicos necessários para a realização do trabalho científico ou técnico-científico. Realizada em bibliotecas públicas, faculdades, universidades e, atualmente, nos acervos que fazem parte de catálogo coletivo e das bibliotecas virtuais. (GIL, 2002, p.28).

Este estudo trata-se de uma revisão de literatura teve o referencial teórico como principal meio de sua concretização. Nesse tipo de pesquisa - a bibliográfica-, procura-se explicar um problema, partindo do referencial teórico publicado. Cervo e Bervian definem os objetivos da pesquisa bibliográfica como, “busca conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema.” (CERVO e BERVIAN 1996 pg. 48).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante essa pesquisa ficou claro as diversas vantagens da utilização do húmus proveniente de minhocas entre elas: não provoca a salinização e esterilização do solo, é regenerador de solos, não se dispersa no solo facilmente com a água, libera os nutrientes gradativamente, proporciona maior vigor nas plantas, retém a umidade do solo, não é tóxico podendo ser empregado sem o receio de ser prejudicial.

Um dos maiores problemas enfrentados hoje por governos do mundo inteiro é o que se fazer com o lixo orgânico. Além de a coleta ser muito cara, cada dia se torna mais difícil achar onde descartá-lo. Os aterros sanitários, além de poluírem o solo e os lençóis freáticos, atraem diversas pessoas para suas redondezas à procura de alimentos e objetos de valor que possam reutilizar, gerando doenças e aumentando a distância social. Com a vermicompostagem caseira, pode-se reduzir cerca de 80% desse resíduo e no reaproveitamento como adubo e biofertilizante.

Em relação às vantagens, os oligochaetos promovem melhores propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato, formando galerias subterrâneas e descompactando o solo ocasionando grande aeração.

Após o exposto, a compostagem e a vermicompostagem apresentaram-se processos satisfatório para a reciclagem dos resíduos orgânicos, sendo que a escolha por um dos processos e/ou junção dos mesmos, dependem da destinação do produto final. Na vermicompostagem, o produto final obtido apresenta características específicas como nutrientes mais mineralizados.

Já na compostagem, é possível um melhor resultado na eliminação de patógenos, sendo que na vermicompostagem ocorre maior retenção de metais pesados.

Contudo, ambos os processos são melhores que a utilização bruta dos resíduos, pois os mesmos resultam em um produto final mais estável, com a minimização de perda de nutrientes por lixiviação e volatilização, reduzindo consideravelmente os impactos ambientais.

A vermicompostagem é um processo que merece destaque no que se refere ao enriquecimento de matéria orgânica, com diminuição do teor de carbono e o aumento do teor de ácido húmico, aumentando-se assim a disponibilização de nutrientes de forma viável economicamente e sustentável ambientalmente.

A minhoca ingere uma quantidade de terra e matéria orgânica equivalente ao seu peso. Digere e descarta cerca de 60% do que come na forma de húmus, em menos tempo que a natureza. A minhoca recicla assim restos de comida e outras matérias orgânicas, produzindo

um adubo orgânico muito mais rico em flora bacteriana. São verdadeiras usinas de transformação de detritos orgânicos em húmus, regeneram o solo, um excelente "adubo orgânico", um micro trator que trabalha a terra 24 horas por dia, removendo, perfurando, hidratando, afofando, revigorando, corrigindo pH dos solos e aumentando os macros e micronutrientes necessários aos vegetais.

Devido ao alto custo dos fertilizantes químicos, redução de algumas jazidas minerais e a alta contaminação de recursos hídricos, e outros tipos de poluição, o Homem é responsável por procurar alternativas mais adequadas ao meio ambiente e ao seu bolso. A pesquisa e o desenvolvimento são veículos cruciais para a evolução de técnicas, implantações e manejo da vermicompostagem. As pesquisas podem contribuir para estimular a discussão científica do atual patamar da vermicompostagem e de sua utilização nos anos futuros. Conclui-se que o uso do húmus vermiforme é viável, e sustentável, trazendo enormes benefícios para o solo e para as culturas.

6. REFERÊNCIAS

- AQUINO, A. M. de.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos**. Circular Técnica n. 12, Embrapa Agrobiologia, 4p., 2005.
- AQUINO, A. M. et al. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem**. Revista Itaguaí. Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia, n. 8, p. 1-6. 1992.
- AQUINO, A. M. et al (1994). **Reprodução de minhocas (Oligochaeta) em esterco bovino e bagaço de cana-de-açúcar**. Disponível em <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4040/0> acessado em 15/05/2017.
- BAOYI, L.V. et al. **Speciation and transformation of heavy metals during vermicomposting of animal manure**. Bioresource Technology, v. 209, p. 397-401, 2016.
- BRASIL. Lei 12.305, de 02/08/2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, 2010. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/ acessado em 15/05/2017
- BROWN, G.. G.; DOMINGUEZ, J. 2010. **Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas – 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas**. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 2: 1-18.
- COELHO, F. S. **Adubação orgânica: adubo verde, esterco, composição e subprodutos de indústrias**. In: _____. Fertilidade do solo. 2. ed. Campinas: ICEA, 1973. p. 331-355.
- COELHO, J.D.F (2005). **Consórcio público: novo membro da administração pública indireta**. Disponível em www.iuspedia.com.br acessado em 10/05/20017.
- CHEN, C., LEAVEY, S., KRASNER, S.W. & SUFET, I.H. **Applying polarity rapid assessment method and ultrafiltration to characterize NDMA precursors in wastewater effluents**. Water Research, 57, 115-126. doi: 10.1016/j.watres.2014.02.052, 2014.
- CORREIA L. C. et al. **Effects of different litter depths on environmental parameters and growth performance of growing-finishing pigs**. Livestock Science, 2007.

CORRÊA, R.S. et al. **Produção de biossólido agrícolas por meio da compostagem e vermicompostagem de Iodo de esgoto.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 11, Nº 4, p. 420-426, 2012.

CORRÊA, R. S. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domésticos para a produção de adubo orgânico.** In: ANJOS, J. L. et al. Minhocultura e vermicompostagem. Brasília: Embrapa, 2015, cap.7, p. 169-200.

COTTA, Jussara Aparecida et al. **Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem.** Eng Sanit Ambient, v.20, n.1, p. 65-78, jan/mar 2015.

CUNHA, T.J.F. et al (2015). **Matéria Orgânica do Solo.** Disponível em <https://www.embrapa.br/semiarido/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1034986/materia-organica-do-solo> Acessado em 15/06/2015.

DOMÍNGUEZ, J.; LAZCANO, C.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. **Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas.** Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta Zoológica Mexicana, Cidade do México, Número Especial 2: p. 359-371, 2010.

DORES-SILVA, Paulo R.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O. **Processo de Estabilização de Resíduos Orgânicos: Vermicompostagem Versus Compostagem.** Química Nova, Vol. 36, No. 5, 2013.

DORES-SILVA, Paulo R.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O. **Acompanhamento químico da vermicompostagem de Iodo de esgoto doméstico.** Química Nova, Vol. 34, No. 6, 2011.

FACTOR, T. L; ARAUJO, J. A. C; KAWAKAMI, F. P. C; IUNCK, V. **Produção de mini tubérculos básicos de batata em três sistemas hidropônicos.** Horticultura Brasileira, v. 25. 2007.

FAGUNDES, D. C. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Tarumã e Teodoro Sampaio - SP.** Soc. nat., Uberlândia, v.21, n.2, 2009.

FAQUIM, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2005. 100f. Textos acadêmicos - Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a distância Fertilidade do solo e Nutrição de Plantas do Agronegócio - UFLA/FAEPE, Lavras - MG, 2005.

FERNANDES, V. **Vermicompostagem utilizando esterco e palha enriquecida com N e P. Processo de produção e avaliação para a cultura da cenoura**. Itaguaí: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1991. 118p. Tese de Mestrado.

FERNÁNDEZ-GÓMEZ, M. J.; NOGALES, R.; PLANTE, A.; PLAZA, C.; FERNÁNDEZ, J. M. **Application of a set of complementary techniques to understand how varying the proportion of two wastes affects humic acids produced by vermicomposting**. Waste Management, v.35, p.81-88, 2015.

FUTURAMB. **Vermicompostagem** (s.d.). Disponível em:
<<http://www.futuramb.com/pt/vermicompostagem/>>. Acessado em 20/03/2017

GÓMES-BRANDÓN, M. et al. **Species-specific effects of epigeic earthworms on microbial community structure during first stages decomposition of organic matter**. Plos One, San Francisco, v. 7. Nº 2, p. 1-8, 2012.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KUSDRA, J.F; FIUZA, S.S. **Efeitos de minhocas no solo e nas plantas**. In: ANJOS, J. L. et al. Minhocultura e vermicompostagem. Brasília: Embrapa, 2015, cap.4, p. 85-116.

LOPES, J. F. P.; THEODORO, V. C. A. **Curso de criação de minhocas e produção de vermicomposto**. Lavras: FAEPE/UFLA, 2000. 60 p.

MARTÍN, J.D; SCHIEDECK, G. **Nível de desenvolvimento e potencial da minhocultura e da vermicompostagem**. In: ANJOS, J. L. et al. Minhocultura e vermicompostagem. Brasília: Embrapa, 2015, cap.1, p. 09-40.

MÉLO FILHO, B. **O valor econômico e social do lixo de Brasília**. Brasília: LGE, 2002.

NASSEN, M.H.C. **Compostagem e vermicompostagem: principais fatores que determinam a obtenção de um produto de qualidade** (2016). 24f. Dissertação de graduação. Universidade De São Paulo Escola Superior De Agricultura “Luiz De Queiroz, Piracicaba, São Paulo.

NIGUSSIE, A. et al. **Vermicomposting as a technology for reducing nitrogen losses and greenhouse gas emissions from small-scale composting.** Journal of Cleaner Production, v. 139, p. 429–439, 2016.

NOLAN, T. et al. **Characterization of compost produced from separated pig manure and a variety of bulking agents at low initial C/N ratios.** Bioresource Technology, v. 102, n. 14, p. 7131–7138, 2011.

RODRIGUES, V. C. et al. **Produção de minhocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos.** Ciênc. agrotec. 2003, vol.27, n.6, pp. 1408-1418. ISSN 1413-7054.

RODRIGUEZ, F. M. et al. **Lombricultura: manual prático.** La Habana: Minrex, 2003.

SILVA, G. N. **Política estadual de resíduos sólidos em Sergipe e suas abrangências.** In: ANJOS, J. L. et al. Minhocultura e vermicompostagem. Brasília: Embrapa, 2015, cap.8, p. 201-214.

SIZMUR T., HODSON ME. **Do earthworms impact metal mobility and availability in soil? A review.** Environ Pollut. 157:1981–1989. doi: 10.1016/j.envpol.2009

TAGLIARI, P.S.; GRASSMANN, H. **Minhoca: a grande aliada da agricultura.** Agropecuária Catarinense, v.8, n.1, p. 11-14, mar. 1995

TAGLIARI, P. S. **Produção agroecológica: uma ótima alternativa para agricultura familiar.** Agropecuária Catarinense, v. 10, n.1, p. 29-39, Mar. 1997.

VENTURINE, S.F. et al. **Efeito do vermicomposto, uréia e inoculação com rhizobium phaseoli na cultura do feijão.** Rev. Ciênc. Agrov., Lages, v.4, n.1, p.52-59, 2005.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI. J.; A **Vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciadas com composto de lixo urbano.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro: ABES. v. 9, n. 3, p. 218-224, jul./set. 2004.

VILLARES, J. B.; MOURA, J. C. de (Coords.). **Os búfalos.** Piracicaba: FEALQ, 1981. p. 157-185.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002. 166 p.

ZANDONADI , Daniel B.; SOUZA, Ronessa B. de (2012). **Vermicompostagem: tecnologia para reciclagem de resíduos orgânicos e produção de alimentos**. Revista_ed4.indd . Embrapa. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/70330/1/artigo-danielronessa.pdf>. Acessado em 20/03/2017

ZUCCONI F & BERTOLDI M. **Composts specifications for the production and characterization of composts from municipal solid waste**. In Compost: production, quality and use, M de Bertoldi, M.P. Ferranti, P.L'Hermite, F.Zucconi eds. Elsevier Applied Science, London, 30-50 p, 1987.

<http://omelhordabiologia.blogspot.com/2010/08/feira-de-ciencias-o-solo.html>

<http://www.culturamix.com>

7. ANEXO I

O que é vermicompostagem?

A Vermicompostagem parte do mesmo princípio da compostagem que é o processo biológico de valorização da matéria orgânica, seja ela de origem urbana, doméstica, industrial, agrícola ou florestal, e pode ser considerada como um tipo de reciclagem do lixo orgânico. Trata-se de um processo natural em que os micro-organismos com fungos e bactérias são responsáveis pela degradação de matéria orgânica, aqui melhorada com a introdução das minhocas. A Vermicompostagem é o conjunto de técnicas aplicadas para estimular a decomposição de materiais orgânicos por organismos com a finalidade de obter, no menor tempo possível, um material estável, rico em substâncias minerais, formando assim um solo húmico.

A vermicompostagem é um processo que merece destaque no que se refere ao enriquecimento de matéria orgânica, com diminuição do teor de carbono e o aumento do teor de ácido húmico, aumentando-se assim a disponibilização de nutrientes de forma viável economicamente e sustentável ambientalmente.

A minhoca ingere uma quantidade de terra e matéria orgânica equivalente ao seu peso. Digere e descarta cerca de 60% do que come na forma de húmus, em menos tempo que a natureza. A minhoca recicla assim restos de comida e outras matérias orgânicas, produzindo um adubo orgânico muito mais rico em flora bacteriana. São verdadeiras usinas de transformação de detritos orgânicos em húmus, regeneram o solo, um excelente "adubo orgânico", um micro trator que trabalha a terra 24 horas por dia, removendo, perfurando, hidratando, afofando, revigorando, corrigindo pH dos solos e aumentando os macros e micronutrientes necessários aos vegetais.

Materiais empregados na produção de vermicomposto

Pode-se utilizar materiais existentes na propriedade, aproveitando tudo o que venha a se decompor retornando ao solo. De modo mais comum utiliza-se:

- Dejetos de animais (esterco de galinhas, gado, porco, etc);
- Cascas, bagaços de frutas e caroços não comerciáveis;
- Resíduos culturais, (cascas de café, palhada de milho, vagens secas do feijão, bagaço de cana);
- Folhas e ramos, bananeiras, margaridão, mandioca;
- Maravalha (serragem) não industrializada;

- Restos de capins, (colonião, andropol, elefante, brachiaria, etc);
- Minhocas.
- Além dos materiais já citados podem ser utilizados no enriquecimento do adubo orgânico; farinha de osso, cinzas de queimada, terra preta.

Montagem da leira

A pilha de vermicomposto é feita em camadas, como uma torta. Temos a camada de bolo, mais grossa, que é o material mais pobre em nitrogênio (palhas, cascas secas), o recheio numa camada fina, que é o material rico em nitrogênio (esterco ou folhas verdes), outra camada de bolo, e finalmente, a cobertura, feita também com material pobre em nitrogênio após cada camada molhar com regador sem encharcar.

As leiras serão montadas usando-se uma parte do lixo fresco, misturado a uma parte de poda (folhas, galhos, capins etc). Aproximadamente 70% de lixo e 30% de poda. As leiras terão 7m de comprimento, 4m de largura e 1,70m de altura. OBS: Caso não se tenha lixo suficiente para fazer uma leira com esse tamanho a leira deve ser feita com o tamanho possível, entretanto, a altura de 1,50 --1,70 deve ser obedecida. Na fase de maturação de ser introduzidas as minhocas na proporção aproximada de 500 minhocas/m³

Manejo do Vermicomposto:

Ao preparar o composto inicia-se o processo de decomposição dos materiais adicionados assim ocorre a elevação da temperatura dentro da pilha constituída. A temperatura ideal para que se obtenha com sucesso o adubo orgânico, deve ser mantida entre 60° e 70°c (não suportável ao tato), pois se houver variação desses limites para cima ou para baixo, poderá ocasionar a queima ou apodrecimento do material, perdendo com isso o seu valor nutritivo para as plantas. O controle da umidade é muito importante para a correta humificação do composto. É importante o revolvimento do composto para manter o processo na temperatura adequada da compostagem, devendo ser feito a cada 3 ou 4 dias na fase de digestão, não sendo mais necessário na fase de maturação pela introdução das minhocas que fará este serviço.

Período de Compostagem

Fase inicial do processo: A temperatura varia entre 35° e 40°C.

Fase de digestão: A Temperatura varia entre 60° e 70°C (a leira fica mais ou menos um mês com essa temperatura).

Fase de maturação: Onde a temperatura é de aproximadamente 30-35°C, é neste momento, com a estabilização do composto, que se **introduzem as minhocas**.

O período de compostagem é variável, dependendo fundamentalmente do tipo de material utilizado. Este período, geralmente varia de 30 a 60 dias para a fase de digestão, e mais 60 a 90 dias para a maturação (com a introdução das minhocas).

O vermicomposto fica pronto quando apresenta:

- Aspecto homogêneo,
- Cheiro agradável de terra de floresta;
- Estrutura de grãos onde não se pode distinguir o material de origem;
- Não aquece mesmo após o revolvimento.

Aplicação do vermicomposto

O composto deverá ser incorporado a terra no mínimo 15 dias antes do plantio, e deve estar a uma profundidade suficiente para que alcance o sistema radicular de maior atividade e sem a possibilidade de receber raios solares diretamente.