



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JOSÉ LEONALDO FERNANDES LOURENÇO

**AVALIAÇÃO REPRODUTIVA E ADAPTATIVA DAS MINHOCAS *Eisenia andrei*
(Bouché, 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) CULTIVADAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

CUITÉ – PB

2018

JOSÉ LEONALDO FERNANDES LOURENÇO

**AVALIAÇÃO REPRODUTIVA E ADAPTATIVA DAS MINHOCAS *Eisenia andrei*
(Bouché, 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) CULTIVADAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Cuité, como requisito parcial para obtenção do Grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dra. Marisa de Oliveira Apolinário

CUITÉ – PB

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes CRB 15 256

L892a Lourenço, José Leonaldo Fernandes.

Avaliação reprodutiva e adaptativa das minhocas *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) cultivadas em diferentes substratos. / José Leonaldo Fernandes Lourenço. Cuité: CES, 2018.

75 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2018.

Orientadora: Dra. Marisa de Oliveira Apolinário.

1. Vermicompostagem. 2. Resíduos orgânicos domésticos.
3. Substratos. I. Título.

Biblioteca do CES UFCG

CDU 631.4

JOSÉ LEONALDO FERNANDES LOURENÇO

**AVALIAÇÃO REPRODUTIVA E ADAPTATIVA DAS MINHOCAS *Eisenia andrei*
(Bouché, 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) CULTIVADAS EM
DIFERENTES SUBSTRATOS**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus Cuité, para obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Dra. Marisa de Oliveira Apolinário
Orientadora (UFCG/CES)

Dra. Michelle Gomes Santos
Membro Titular (UFCG/CES)

Dra. Ana Regina Nascimento Campos
Membro Titular (UFCG/CES)

Dedico este trabalho a Deus, que me concedeu a oportunidade de cursar Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), local onde pude conhecer pessoas magníficas com quem criei um vínculo de verdadeiras amizades que levarei para a vida inteira. À minha família, em especial, à minha esposa Andrea Amorim e minha Mãe, pessoas que, mesmo de diferentes maneiras, contribuíram significativamente para que eu pudesse alcançar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter me dado capacidade para ingressar na universidade e continuar até o término do curso;

À minha conselheira, amiga e companheira de trabalho, Maria do Céu Cândido de Oliveira, que incansavelmente me aconselhou nos momentos de desânimo, sempre me dando força para que eu pudesse continuar;

À minha esposa, Andrea Amorim, pelas noites mal dormidas em virtude de estar esperando eu voltar da universidade ou me acompanhando nas noites em que precisei permanecer acordado;

A todos os meus familiares, pai, mãe, irmãos, irmãs e sobrinhos que sempre me apoiaram em todos os momentos em que não pude estar com eles;

Ao meu amigo de todas as horas, Alisson Costa, que incansavelmente me auxiliou durante toda a minha jornada acadêmica, compartilhando conhecimento e participando ativamente comigo em dois projetos de extensão (PROBEX) e outro de iniciação científica (PIBIC). Agradeço muito pelo apoio e pela ideia da aplicação da pesquisa, ações que culminaram para o surgimento e desenvolvimento deste trabalho;

À minha amiga e colega de curso, Maria Luciana, que pacientemente, também contribuiu para que pudéssemos realizar as primeiras etapas deste trabalho;

À professora Dra. Marisa de Oliveira Apolinário que acreditou em mim, desde o segundo período do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, pessoa que fez parte da minha trajetória acadêmica do início ao fim, tendo me concedido o privilégio de tê-la como orientadora. Sou grato a ela por todas as oportunidades a mim concedidas e todo o apoio prestado durante a condução do experimento, sem a sua ajuda teria sido impossível a realização deste trabalho;

Ao Biólogo Mestre, Professor José Franciscavid Barbosa Belmino pelos ensinamentos e pelo bom exemplo de grande pessoa que é;

À professora Dra. Michelle Gomes Santos, pelos ensinamentos e dedicação, fundamentais para que o trabalho pudesse ser concluído com êxito;

À professora Dra. Maria Franco Trindade Medeiros, pessoa pela qual tenho imensa admiração pelo profissionalismo e pela serenidade como desenvolve o seu trabalho docente.

À professora Dra. Ana Regina Campos e ao professor Dr. Renato Santana pela paciência, atenção, tempo dispensado e pelo relevante apoio e trabalho prestado com a realização das análises físicas e químicas durante todo o período vigente do experimento, além disso, agradeço pela confiança por terem aberto as portas do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) CES/UFCG Cuité – PB. Agradeço também aos seus alunos: Anderson, Ana Paula, Daniel e Priscila que contribuíram de forma significativa para o andamento dos trabalhos e dessa forma obtermos os resultados das análises químicas.

A todo o corpo docente do curso de licenciatura em Ciências Biológicas, licenciatura em Química e licenciatura em Matemática que me ajudaram e, também contribuíram para minha formação;

A todos os meus colegas de curso que de alguma forma puderam me ajudar nos momentos de dificuldades, em especial, Salomão Calisto, Jéferson Ferreira, Josiene Andevânia, Cileide Lamartine, Ana de Paula e Taísa Alves. Pessoas que em diversos momentos pude contar com a ajuda de cada uma e também pelos bons momentos vividos durante a trajetória do curso.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta e indiretamente para a concretização desse sonho.

"Conquistas sem riscos são sonhos sem méritos. Ninguém é digno dos sonhos se não usar as derrotas para cultivá-los."

Augusto Cury: *O Vendedor de Sonhos.*

LOURENÇO, José Leonaldo Fernandes. **AVALIAÇÃO REPRODUTIVA E ADAPTATIVA DAS MINHOCAS *Eisenia andrei* (Bouché,1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS** Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande. UFCG, Cuité/PB, 2018.

RESUMO

O crescente aumento da população brasileira exigiu uma alta demanda para produção de alimentos, conseqüentemente o desperdício também ocorre em maior escala gerando resíduos orgânicos domésticos – RODs em quantidades importantes. Muitos desses RODs podem ser reaproveitados e revertidos em nutrição do solo, pois constituem-se em sua maioria de material orgânico que, quando destinado a lixões e aterros sanitários sem que haja nenhum tratamento prévio, acabam gerando graves problemas ambientais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo reprodutivo e adaptativo de duas espécies de oligoquetos: *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) - vermelha da Califórnia e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) - gigante africana, em diferentes substratos com vistas a identificar qual a espécie que melhor se adapta como também o substrato que ofereça melhores condições biológicas para a minhoca. O experimento teve início em agosto de 2015, com duas datas de avaliação em relação a cada espécie e a cada tipo de tratamento (30 e 60 dias) e diferentes níveis populacionais (0, 10 e 15 minhocas de cada espécie), utilizando-se tratamentos compostos por: (50% esterco bovino e 50% ROD), (75% ROD e 25% serragem) e (esterco caprino 100%). Os dados foram devidamente registrados, sendo submetidos ao tratamento estatístico. Os resultados apresentaram-se distintos aos 30 dias de avaliação para a espécie de minhoca *Eisenia andrei*. Houve maior reprodução no material composto por serragem e ROD, contudo, aos 60 dias esse tratamento foi superado pelo esterco bovino 50% e ROD 50 %, havendo uma melhor reprodução e adaptação a este tratamento. O esterco caprino não apresentou resultados satisfatórios, constatados pela pouca reprodução. A espécie de minhoca *Eudrilus eugeniae* não apresentou desenvolvimento favorável em nenhum dos tratamentos utilizados, constatados pela ausência de reprodução, fuga/morte e produção de húmus mais reduzida em comparação com a outra espécie estudada. Diante dos resultados obtidos, pode-se sugerir para utilização no processo de compostagem doméstica, a espécie *Eisenia andrei* como a mais apropriada, tendo em vista a mesma ser capaz de consumir diferentes substratos, aproveitando-se assim um maior percentual de resíduos orgânicos domésticos produzidos.

Palavras chave: Resíduos orgânicos domésticos, Vermicompostagem, Substratos.

ABSTRACT

The increasing Brazilian population demanded a high demand for food production, consequently the waste also occurs on a larger scale generating domestic organic waste - RODs in important quantities. Many of these RODs can be reused and reverted to soil nutrition because they are mostly organic material that, when used for landfills and landfills without any previous treatment, end up causing serious environmental problems. The objective of this work was to evaluate the reproductive and adaptive process of two species of oligochaetes: *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) - California red and *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) - African giant, in different substrates to identify the species that best adapts as well as the substrate that offers better biological conditions for the earthworm. The experiment started in August 2015, with two evaluation dates for each species and each type of treatment (30 and 60 days) and different population levels (0, 10 and 15 worms of each species), using treatments composed of: (50% bovine manure and 50% ROD), (75% ROD and 25% sawdust) and (100% goat manure). The data were duly recorded and submitted to statistical treatment. The results were different from the 30-day evaluation for the *Eisenia andrei* worm species. There was greater reproduction in the material composed of sawdust and ROD, however, at 60 days this treatment was overcome by 50% bovine manure and 50% ROD, with a better reproduction and adaptation to this treatment. The goat manure did not obtain satisfactory results, verified by the little reproduction. The *Eudrilus eugeniae* worm species did not show any favorable development in any of the treatments used, due to absence of reproduction, escape / death and humus production in comparison to the other species studied. In view of the results obtained, it can be suggested for use in the domestic composting process, the *Eisenia andrei* species as the most appropriate, in order to be able to consume different substrates, taking advantage of a higher percentage of domestic organic waste produced.

Keywords: Household organic waste, Vermicomposting, Substrates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Morfologia externa da minhoca.....	24
Figura 2 – Minhoca adulta vermelha-da-california (classe Oligochaeta) e sanguessuga (classe Hirudinea).....	26
Figura 3 - Minhoca da espécie <i>Eisenia andrei</i>	29
Figura 4 – Minhoca da espécie <i>Eudrilus eugeniae</i>	30
Figura 5 – Ciclo de reprodução de minhocas <i>Eisenia foetida</i> e <i>Eudrilus eugeniae</i> ..	32
Figura 6 – Ciclo de vida das minhocas <i>Eisenia andrei</i> e <i>Eisenia foetida</i>	32
Figura 7 – Minhocas <i>Eisenia andrei</i> em processo de cópula.	33
Figura 8 – Casulo de minhoca <i>E. andrei</i>	33
Figura 9 – Minhocas <i>E. andrei</i> recém nascidas.	33
Figura 10 – Minhocas da espécie <i>Eisenia andrei</i> em substrato composto por Esterco Bovino 50% + ROD 50%.....	38
Figura 11 – Aspecto granulado do vermicomposto.	40
Figura 12 – Vermicomposto produzido em composteira.	40
Figura 13 – Potes utilizados no experimento.	41
Figura 14 – Potes cobertos com TNT.	41
Figura 15 – Alface utilizada no experimento.	42
Figura 16 – RODs adquiridos na feira livre de Cuité – PB.	42
Figura 17 – Material utilizado para cortar o ROD.	42
Figura 18 – ROD já cortado em pequenos pedaços.	42
Figura 19 – Preparação do esterco caprino.	43
Figura 20 – Esterco caprino após 30 dias.	43
Figura 21 – Preparação do ROD 50% E Esterco Bovino 50%.	43
Figura 22 – Manutenção da umidade do ROD 50% E Esterco Bovino 50%.	43
Figura 23 - ROD 50% E Esterco Bovino 50% após 30 dias.	43
Figura 24 – Etapas de condução do experimento.....	45
Figura 25 – Análise de pH dos tratamentos.	46
Figura 26 – Amostras utilizadas para a análises do teor de umidade.	46
Figura 27 – Minhocas <i>Eisenia andrei</i> jovens.....	47
Figura 28 – Minhocas <i>Eisenia andrei</i> adultas.	47
Figura 29 – produção de casulos.....	47
Figura 30 – Minhoca da espécie <i>Eisenia andrei</i> no esterco caprino.	53
Figura 31 – Minhoca da espécie <i>Eudrilus eugeniae</i> no esterco caprino.	58
Figura 32 – Minhocas da espécie <i>Eudrilus eugeniae</i> mortas após abandonarem os potes contendo substratos.....	60
Figura 33 – Balde de margarina sendo furado.....	65
Figura 34 – Modelo de composteira doméstica.....	65
Figura 35 – Balde sendo furado para inserção de torneira para coleta de chorume.	65
Figura 36 – RODs cortado em pedaços.....	67
Figura 37 – RODs e serragem na composteira.....	67
Figura 38 – Serragem utilizada na composteira.....	67

Figura 39 – RODs cobertos com serragem.....	67
Figura 40 – Chorume coletado.....	68
Figura 41 – Composteira ativa.....	68
Figura 42 - Composteira doméstica Morada da Floresta.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –Taxa de permanência de minhocas da espécie <i>Eisenia andrei</i> aos 30 dias.	49
Gráfico 2 – Taxa de permanência de minhocas da espécie <i>Eisenia andrei</i> aos 60 dias.	49
Gráfico 3 – Taxa de permanências de minhocas <i>Eudrilus eugeniae</i> aos 30 dias.	50
Gráfico 4 – Taxa de permanência da espécie de minhoca <i>Eudrilus eugeniae</i> após 60 dias.	52
Gráfico 5 – Nascimentos de minhocas <i>E. andrei</i> por tratamento.	57
Gráfico 6 – Produção de casulos nas duas datas de avaliação das minhocas da espécie <i>Eisenia andrei</i>	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Categorias ecológicas, habitat, alimentação e características morfológicas das minhocas.....	28
Tabela 2: Comparação dos aspectos biológicos das minhocas <i>E. andrei</i> e <i>E. eugeniae</i> a temperatura de 25° C.....	31
Tabela 3: Modificações provocadas pela ação das minhocas no solo.....	35
Tabela 4: Número de minhocas jovens, adultas e casulos de minhocas <i>E. andrei</i> aos 30 e 60 dias.....	56
Tabela 5: Número de minhocas jovens, adultas e casulos de minhocas <i>E. eugeniae</i> aos 30 e 60 dias.....	56
Tabela 6: Composição química do vermicomposto produzido pelas duas espécies de minhocas, nas duas datas de avaliação e comparado com o composto inicial.....	63
Tabela 7: Variação da quantidade de minhocas ao longo do experimento LAPEAq, 2018	64

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	OBJETIVOS	22
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
3.1	Contexto histórico.....	22
3.2	Características biológicas das espécies de minhocas cultiváveis	24
3.3	Aspectos da reprodução das minhocas	31
3.4	Importância ecológica e econômica das minhocas	33
3.5	Vermicompostagem: a atuação das minhocas na compostagem	37
3.6	Aspectos do vermicomposto	38
4.	METODOLOGIA.....	40
4.1	Localização	40
4.2	Caracterização dos resíduos orgânicos utilizados nos experimentos	41
4.3	Instalação e desenvolvimento da pesquisa	44
4.4	Análises do vermicomposto.....	46
4.5	Coleta das minhocas adultas, jovens e casulos	47
4.6	Análise dos dados	48
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1	Taxa de permanência das espécies de minhocas <i>Eisenia andrei</i> e <i>Eudrilus eugeniae</i>	48
5.2	Minhocas: minhocas adultas, jovens e casulos.....	52
5.2.1	Avaliação do crescimento e sobrevivência das minhocas <i>Eisenia andrei</i> ..	58
5.2.2	Avaliação do crescimento e sobrevivência das minhocas <i>Eudrilus eugeniae</i>	59
5.3	Análises do vermicomposto.....	60
5.4	Comparação do desenvolvimento das minhocas em relação aos diferentes vermicompostos utilizados no experimento.....	63

5.5	Sugestões de manejos das minhocas cultivadas	64
6.	CONCLUSÕES	69
7.	REFERÊNCIAS.....	70

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos e as formas com que são destinados os resíduos orgânicos domésticos (RODs), diante de constantes desperdícios, e os problemas causados pelo acúmulo dos RODs em lixões e aterros sanitários, faz com que a sociedade moderna utilize novas estratégias que visem o desenvolvimento sustentável e o reaproveitamento de forma mais consciente.

Nesse sentido, o descarte de RODs de forma incorreta, provenientes das residências e atividades comerciais têm causado diversos problemas, sociais, ambientais e econômicos, para os quais tem se procurado meios para o desenvolvimento de novas atividades tecnológicas para a solução de tais problemas (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). De acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o brasileiro produz em média 1 kg de lixo diariamente, ações que resultam em um acúmulo de 240 toneladas de lixo todos os dias no país, das quais, cerca de 60% é composta por resíduos orgânicos, os quais desencadeiam diversos desafios, um deles é a destinação de forma sustentável de resíduos sólidos produzidos pela população brasileira (MENDONÇA, 2011 apud SILVA, 2017). Além da preocupação dos municípios gerada pela destinação incorreta de resíduos orgânicos, ainda é importante destacar o desperdício de nutrientes gerados por essa prática (LOUREIRO et al, 2007).

Os restos orgânicos representam uma fonte de contaminação ao meio ambiente através da produção do chorume, o qual quando misturados com componentes tóxicos como pilhas, baterias, medicamentos com data de validade vencida, entre outros tantos, acarretam em uma vasta produção de material orgânico (MO), microrganismos, metais pesados que causam efeitos negativos ao meio ambiente (MARAGNO et al, 2007). Nesta direção, Silva (2015) afirma que o destino inapropriado do lixo constitui um dos maiores problemas enfrentado pela civilização moderna.

A fertilização do solo é um processo caro, em contrapartida, a minhocultura é uma ferramenta que constitui um processo que estabiliza resíduos orgânicos e os transforma em um material totalmente estabilizado e pronto para ser usado na adubação de plantas, isso sem altos custos. Dessa maneira, o húmus é

disponibilizado de forma mais assimilável pelas plantas o que as deixam com mais resistência para o seu desenvolvimento.

O processo de vermicompostagem constitui uma alternativa viável para promover a redução de impactos negativos ao meio ambiente por ser uma alternativa de baixo custo e não poluente (BASSACO et al., 2014). Além disso, é um processo simples, de fácil manejo e que pode facilmente ser desenvolvida por agricultores.

No Brasil, cerca de 95 % do alimento orgânico é produzido por pequenos e médios agricultores (FLORES, 2014 apud ZIBETTI, 2015). Contudo, poucos agricultores utilizam minhocas, desconhecem os benefícios, o manejo e alimentação no minhocário.

O substrato utilizado no processo de vermicompostagem deve ser composto por um material de baixo custo e alta disponibilidade. Diante disso, o esterco bovino é um material mais fácil de ser encontrado e mais utilizado. Contudo, o processo de vermicompostagem pode ser desenvolvido de diferentes formas, entre elas a escala doméstica que utiliza restos orgânicos de cozinhas que seriam destinados ao lixo, sendo, posteriormente transformados em um produto final (húmus de minhoca) pronto para ser utilizado em plantas de jardins e hortas.

A minhocultura apresenta-se como alternativa que pode minimizar os efeitos indesejáveis ao meio ambiente provocados pelo descarte incorreto de resíduos orgânicos, haja vista que é um problema crescente enfrentado por vários países. (ALENCAR et al., 2016). Com isso, a utilização de húmus de minhoca torna-se cada vez mais usual na agricultura orgânica devido à alta qualidade de matéria orgânica, maior segurança sanitária, alta demanda com capacidade reduzida de produção que agregam valores significativos ao vermicomposto.

O tema vermicompostagem tem crescido muito no Brasil devido à grande demanda para produção de alimentos com reduzida capacidade de causar danos ao meio ambiente e com desenvolvimento da agricultura orgânica que preconiza o uso de fertilizante orgânico estabilizado (BRASIL, 2011 apud AQUINO et al., 2015). Diante disso, atualmente, o interesse está sendo voltado para produção com

desenvolvimento de processos que utilizem meios biológicos para estabilizar resíduos orgânicos com mais rapidez. (ALENCAR et al., 2016). Além do mais, a vermicompostagem por ser uma atividade simples e bom retorno econômico sempre despertou a atenção de técnicos e agricultores. (SCHIAVON et al., 2007)

Com relação ao comércio, o processo de vermicompostagem tem gerado diversos subprodutos como farinha de minhoca, matrizes e húmus de minhoca (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015). Nesse sentido, STEFFEN et al. (2013), afirmam que além da produção de biofertilizantes, húmus, a produção e multiplicação de minhocas que visa à comercialização de matrizes também tem despertado interesses. (STEFFEN et al., 2013).

O material mais utilizado para alimentação de minhoca é o esterco bovino, contudo, o desperdício de frutas, verduras e hortaliças em geral tem sido fonte de alimentação para minhocas. O processo de vermicompostagem não está restrito apenas ao esterco bovino como material base para alimentação de minhocas. Em alguns casos, o fator limitante para produção de húmus é o esterco bovino, daí a necessidade de novas soluções para que diferentes materiais possam ser utilizados no processo de vermicompostagem de acordo com cada região (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015). Materiais compostos por restos de cultura, borra café, entre outros, podem facilitar o desenvolvimento da vermicompostagem, que por reaproveitar restos orgânicos em decomposição é altamente viável ambientalmente e economicamente.

Nesta direção, o processo de vermicompostagem foi desenvolvido com sucesso em diversos tratamentos como esterco e conteúdo de rúmen de bovinos, com *E. andrei* conforme observaram BASSACO et al. (2014). NETO et. al., (2013) utilizaram 75% lodo de esgoto + 25% casca de arroz e 50% lodo de esgoto + 50% casca de arroz, com *E. eugeniae*. SCHIAVON et. al. (2007), esterco bovino, com *E. eugeniae* esterco bovino 75% + borra de café 25% e esterco bovino 50% + borra de café 25% + casca de amendoim 25%, com *E. andrei* (ZIBETTI et. al, 2015); Esterco curtido de cama de galinha, com *E. foetida* (ALENCAR et al., 2016); Composto de lixo, resto de culturas e esterco biodigerido (35+10+5Kg), com *E. foetida* (OLIVEIRA et al., 2008); esterco bovino, com *E. andrei* (LOUREIRO et al, 2007); Resíduos Orgânico Domésticos, com *E. andrei* (NADOLNY, 2009).

Partindo desse princípio, o ser humano é parte da natureza e depende dela, nesse sentido, a minhocultura é capaz de estabelecer uma relação equilibrada entre homem e natureza. Nessa linha de pensamento, o reaproveitamento de RODs gerados pela agricultura e indústria através da vermicompostagem surge como um conceito de reaproveitamento e fonte de reposição de matéria orgânica para o solo. Nesse sentido, a adequação da reciclagem dos resíduos orgânicos domiciliares promove o surgimento de produtos orgânicos para a agricultura e resolve a questão ambiental. (LOUREIRO et al., 2007)

Em virtude da produção de lixo orgânico não ser isolada, a vermicompostagem não está restrita à zona rural, isso por ser uma atividade que não necessita de grandes espaços, podendo também ser desenvolvida nas cidades, fazendo com que o homem urbano fique mais próximo da natureza (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015).

Dessa forma, tendo em vista a produção de esterco bovino e caprino e uma significativa produção de resíduos orgânicos (RODs) gerados nas feiras livres da região, pensou-se em testar novos substratos que são mais acessíveis e que podem ser utilizados no processo de vermicompostagem. utilizando-se duas espécies de minhocas: *Eudrilus eugeniae* (gigante africana) e *Eisenia andrei* (vermelha da Califórnia), as quais são amplamente utilizadas no processo de vermicompostagem.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

Avaliar o desenvolvimento reprodutivo e a adaptação das espécies de minhocas *Eisenia andrei* (Bouché,1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg,1867) em distintos tratamentos com diferentes níveis populacionais.

2.2 Específicos:

- Verificar a taxa de permanência das espécies de minhocas *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae*;
- Caracterizar as minhocas quanto ao seu desenvolvimento biológico, quantificando as minhocas adultas, jovens e casulos;
- Avaliar o crescimento e sobrevivência das duas espécies de minhocas estudadas;
- Analisar o vermicompostos quanto a alguns aspectos físicos e químicos;
- Comparar a quantidade de minhocas quanto nos diferentes vermicompostos utilizados no experimento em dois momentos de análise (30 e 60 dias);
- Sugerir opções de manejos das minhocas cultivadas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Contexto histórico

As minhocas habitam o planeta há muitos anos e, desde então, já tinham sua importância reconhecida. De acordo com SCHIEDECK (2015), esses seres surgiram no planeta há pelo menos 600 milhões de anos e juntamente com os sistemas naturais e humanos evoluído até os dias atuais.

Povos antigos como os egípcios, gregos e romanos já sabiam e valorizavam a importância do trabalho das minhocas no solo, deixando-o mais fértil e propiciando o favorecimento de diversos tipos de cultura (LANDGRAF ET AL., 2005). Reconhecendo os seus benefícios ao meio ambiente, o filósofo grego Aristóteles chegou a defini-las como intestino da terra (MARTIN e SCHIEDECK, 2015).

Nesse sentido, MARTÍN e SCHIEDECK (2015), afirmam que no antigo Egito, os faraós previam até castigos severos para quem prejudicasse as minhocas reconhecendo sua importância nos solos agrícolas. Outrossim, HOLANDA (2013) afirma que os egípcios previam até pena de morte para que chegasse a contrabandear uma minhoca. No entanto, apesar da descoberta e reconhecimento de sua importância ser bem antigos, poucos trabalhos foram realizados sobre a bioecologia das minhocas. A primeira referência dos benefícios trazidos pela ação das minhocas no solo data o ano de 1930, através do o monge beneditino Augustus Hessing, que utilizava minhocas para transformar materiais orgânicos produzidos no mosteiro (MARTIN E SCHIEDECK, 2015).

Em princípio, o processo de vermicompostagem para fins econômicos surgiu primeiramente nos Estados Unidos, em meados de 1940, com a criação intensiva de minhocas com finalidades econômicas voltadas para produção de húmus (MARTÍN & SCHIEDECK, 2015, p. 10). No entanto a história da vermicompostagem, no Brasil, surgiu apenas na década de 1970 com a professora Christa Freia Knäpper no município de São Leopoldo, RS, na Universidade vale dos sinos (Unisinos) (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015). Somente nesta década surgiram os primeiros trabalhos científicos nos Estados Unidos através do professor Clive A. Edwards e E. Neuhauser (Universidade de Cornell) e R. Hartenstein (Universidade do Estado de Nova Iorque, Siracusa), os quais estabeleceram técnicas e bases científicas que favoreceram os primeiros progressos desse sistema (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015).

Porém, apenas na década de 1980, Knäpper e Tânia Morselli, na época, Professora da Universidade da Região da Campanha (URCAMP) no município de Bagé-RS, começaram a ministrar cursos de minhocultura, sendo que as primeiras minhocas utilizadas no processo de vermicompostagem foram trazidas pelo doutor

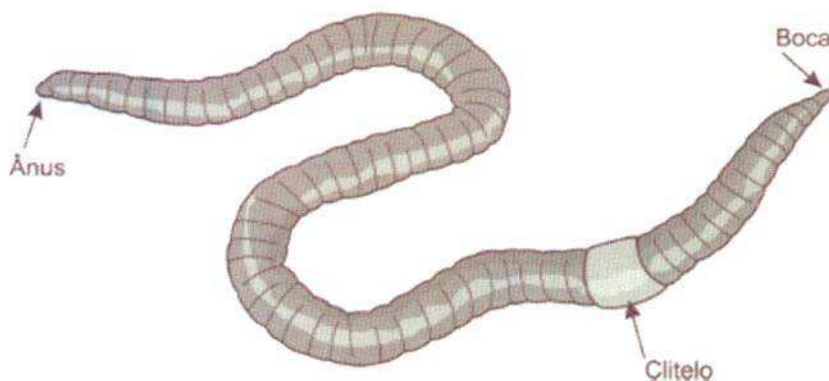
Camilis Neto e o comendador Lino Morganti, apenas no final de 1983 (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015). Após esse período veio sendo utilizada na produção de húmus, ração animal e iscas para pescas (PEREIRA, 1997).

3.2 Características biológicas das espécies de minhocas cultiváveis

As minhocas pertencem ao Filo Annelida, chamados anelídeos (vermes segmentados em anéis). Vivem em solos úmidos, locais onde encontram restos orgânicos, que são ingeridos, processados e transformados em húmus, material rico em nutrientes que pode ser utilizado na adubação de jardins e hortaliças (LIMA, 2013). Essa transformação ocorre devido à microflora presente no trato digestivo da minhoca e é conhecida como vermicompostagem. (AQUINO et al, 1992).

As minhocas são conhecidas cientificamente por oligoquetas, palavra que vem do grego oligo=poucas e quetas = cerdas (SILVA, 2017). Podem ser definidas como invertebrados com simetria bilateral, apresentando uma glândula externa denominada clitelo, o qual produz uma capsula para reter ovos, anus na extremidade posterior e lóbulo sensorial anterior (prostômio) (MARTIN e SCHIEDECK, 2015).(Figura 01).

Figura 1 – Morfologia externa da minhoca.



Fonte: HOLANDA, 2013.

As minhocas não contêm olhos e nem ouvidos, porém apresentam um conjunto de células sensitivas na epiderme capazes de permitir a detecção de luz e barulhos (HOLANDA, 2013). Respiram através da pele com auxílio de uma substância viscosa, que na ausência desta pode provocar a morte em virtude do ressecamento que impede que a troca gasosa com o ambiente ocorra. Possui na epiderme um sistema de músculos formados por dupla camada que juntamente com pares de cerdas laterais são capazes de remover obstáculos 60 vezes o seu próprio peso (HOLANDA, 2013). Além de Possuir alta capacidade conversão de ROD, as minhocas alimentam-se praticamente 24 horas por dia. Nesse sentido são capazes de ingerir o equivalente a seu próprio peso diariamente (ALENCAR et al., 2016).

Há muitas espécies de minhocas espalhadas em vários continentes e, em geral, não habitam regiões muito frias. Estima-se mais de 3000 espécies de minhocas na natureza, das quais poucas são utilizadas para criações em cativeiros (HOLANDA, 2013). No Brasil são conhecidas 306 espécies de minhocas, das quais 50 são consideradas de grandes dimensões, genericamente conhecida como minhocucus (KUSDRA e FIUZA, 2015). Contudo, apesar da grande diversidade de espécies de minhocas identificadas, esses números ainda não são precisos em virtude de que ainda não foram avaliadas todas as regiões da crosta terrestre (STEFFEN, 2013).

Entre uma vasta diversidade de seres pertencentes ao Filo Annelida, o qual tem seus representantes classificados de acordo com o número de cerdas. As minhocas classificam-se como oligoquetas, ou seja, apresenta um número reduzido de cerdas, enquanto isso existe os poliquetas, sendo a maioria marinha e apresentando grande quantidade de cerdas. Já os anelídeos conhecidos como hirudíneos ou aquetas (sem cerdas) têm seus representantes bem conhecidos, as sanguessugas. No entanto, apesar de apresentarem características distintas, alguns anelídeos podem apresentar aspectos que podem ser confundidos com minhocas, é o caso da sanguessuga, anelídeo predador de minhocas que pode apresentar algumas semelhanças. (Figura 02).

Figura 2 – Minhoca adulta vermelha-da-califórnia (classe Oligochaeta) e sanguessuga (classe Hirudinea).



Fonte: SCHIEDECK, 2015.

Os oligoquetas podem viver em diferentes habitats, sendo encontradas no solo, lixo, lama, excrementos de animais e compostos vegetais como casca de madeira em decomposição (LANDGRAF et. al., 2005). Estão classificadas em três categorias ecológicas: epigéicas, endogéicas e anécicas. As espécies epigéicas atuam como transformadoras de restos vegetais, consideradas pequenas escavadoras por construírem galerias com apenas alguns centímetros de profundidade, toleram frequentes mudanças na superfície do solo e apresentam altas taxas reprodutivas (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). Entre as espécies epigéicas estão a *Eisenia foetida*, *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae*.

As minhocas endogéicas abrem e constroem galerias profundas e alimentam-se de partículas de solo. Apresentam pigmentação reduzida e baixa capacidade reprodutiva (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). Em comparação com espécies epigéicas e anécicas, as endogéicas necessitam de mais alimento para suprir suas necessidades energéticas por o material que ingerem ser mais pobre em nutrientes, (STEFFEN et al, 2013).

As espécies anécicas atingem grandes dimensões, apresentam baixa taxa de reprodução e convivem em galerias verticais que podem se estender por vários metros no perfil do solo (MARTIN e SCHIEDECK, 2015).

As endogéicas e anécicas são as principais formadoras de galerias constituindo-se como engenheiras do ecossistema, enquanto as epigéicas são as responsáveis por produzirem estruturas puras e orgânicas (STEFFEN et al., 2013). As espécies epigéicas como *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867), *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) e *Eisenia foetida* (Savingny, 1926) são as espécies mais utilizadas para minhocultura na América Latina), consideradas espécies exóticas no Brasil. (BROWN e DOMINGUÉZ, 2010).

Com relação ao hábito alimentar, a alimentação das minhocas não se restringe apenas a esterco de animais. Há uma grande variedade como o lixo domiciliar, podas de jardinagem e outros materiais de origens diversas. No entanto, alimentos ácidos devem ser adicionados em poucas quantidades (LANDGRAF et al., 2005). Nesse sentido, as minhocas podem ser classificadas em detritívoras e geófagas, sendo que ambas se alimentam de matéria orgânica e material mineral. As detritívoras habitam a superfície do solo com predominância alimentar em resíduos orgânicos, enquanto as geófagas podem ser classificadas em polihúmicas, mesohúmicas e oligohúmicas, convivendo em camadas mais profundas do solo e com predominância alimentar por material mineral (KUSDRA e FIUZA, 2015). Na Tabela 01, pode-se observar as categorias ecológicas, habitat e características morfológicas das minhocas.

Tabela 1 – Categorias ecológicas, habitat, alimentação e características morfológicas das minhocas.

Categoria	Subcategoria	Habitat	Alimento	Tamanho e pigmentação
	Epigéica	liteira	serrapilheira, microrganismos	< 10 cm, altamente pigmentada
Epigéica	Epi-anécica/ Epi-endogéica	Superfície do solo	serrapilheira, microrganismos	10-15 cm, parcialmente pigmentada
Anécica	Anécica	Galerias (>40 cm)	liteira e solo	> 15 cm, pigmentação anterodorsal
	Polihúmica	superfície do solo e rizosfera	solo com alto teor de matéria orgânica	<15cm, filiforme, despigmentada
	Mesohúmica	0-20 cm do solo	camada de solo de 0-10 cm	10-20 cm, despigmentada
Endogéica	Endo-anécica	0-50 cm do solo, algumas fazem galerias	camada de solo de 0-10 cm	> 20 cm, despigmentada
	Oligohúmica	15-80 cm do solo	camada de solo de 20-40 cm	> 20 cm, despigmentada

Fonte: STEFFAN (2013)

Eisenia andrei

As minhocas da espécie *Eisenia andrei* têm ampla distribuição em todo o mundo, podem viver em ambientes contendo matéria orgânica com diferentes níveis de umidade, toleram uma extensa faixa de temperatura, são consideradas de manejo fácil e bem resistentes e quando misturadas com outras espécies de minhocas no mesmo ambiente de criação tendem a ser a espécie dominante (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). Tanto *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) quanto

Eisenia foetida (Savingny, 1926) são conhecidas como vermelhas da Califórnia ou vermelhinhas. (Figura 03).

Figura 3 - Minhoca da espécie *Eisenia andrei*.



Fonte: Adaptado de DOMINGUEZ, 2004 apud SILVA 2017.

Segundo SILVA (2017), as minhocas da espécie *Eisena andrei* além de suportar altas variações de temperaturas, tem expectativa de vida entre 4 e 5 anos e alta capacidade de degradação de resíduos.

Eudrilus eugeniae

É uma espécie nativa da África, mas com distribuição em vários países como Estados Unidos e Canadá, os quais utilizam a minhocultura para comercializar matrizes para serem usadas como iscas para pescas. (DOMINGUÉZ, 2004, apud SILVA, 2017). Quando presentes em ambientes com temperatura inferiores a 15 graus tendem a morrer (NADOLNY, 2009) (Figura 04).

Figura 4 – Minhoca da espécie *Eudrilus eugeniae*.



É uma espécie de minhoca amplamente utilizada em processo de vermicompostagem. Nesse sentido, tem se adaptado ao semiárido tendo como fonte alimentícia outros materiais grosseiros que diferem de esterco bovino (SILVA, 2017). Possui hábitos noturnos e é capaz de abandonar o cativeiro quando detecta falta de alimento em seu habitat (SILVA, 2017). É uma espécie bem diferente da espécie *Eisenia andrei*, apresentando tamanho relativamente maior, coloração mais escura entre outros aspectos conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação dos aspectos biológicos das minhocas *E. andrei* e *E. eugeniae* a

	<i>Eisenia andrei</i>	<i>Eudrilus eugeniae</i>
	Vermelha	Marrom avermelhado
Cor		
Tamanho médio do adulto largura, comprimento (mm)	4-8 x 50-100	5-7 x 80-190
Média de peso do adulto (g)	0,55	2,7- 3,5
Tempo para maturidade (dias)	21 – 28	40 – 49
Número de casulos dia	0,35-0,50	0,42-0,51
Tempo de incubação dos casulos (dias)	18 – 26	12 – 16
Viabilidade de nascimentos (%)	72	75-84
Número de minhocas casulo	2,5 – 3,8	2 – 2,7
Ciclo de vida (dias)	45 – 51	50 – 70
Ótima temperatura e limites (°C)	25 (0-35)	25 (16-30)
Ótima umidade e limites (%)	80-85 (70-90)	80 (70-85)

temperatura

de 25° C.

3.3 Aspectos da reprodução das minhocas *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae*

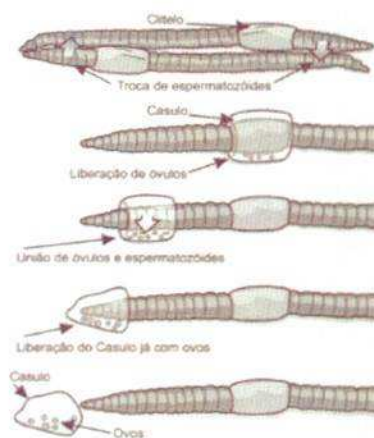
São hermafroditas, no entanto, faz-se necessário a reprodução cruzada, na qual cada indivíduo produz um casulo que pode conter até 20 ovos de acordo com a espécie de minhoca. São brancas quando recém nascidas e apresentam sua coloração característica nas 24 horas seguintes após o nascimento (MARTIN; SCHIEDECK, 2015) (Figura 6).

As minhocas são dotadas de um par de ovários, dois pares de testículos e dois pares de receptáculos seminais (HOLANDA, 2013). A reprodução ocorre geralmente em períodos noturno em momentos quentes. As minhocas da espécie *Eudrilus eugeniae*, em seu processo reprodutivo, os ovos são amadurecidos em seus corpos e eclodem logo após a liberação, podendo conter de 4 a 20 minhocas jovens. (HOLANDA, 2013). (Figuras 7 a 9).

Estima-se que duas minhocas são capazes de dar origem a 3000 descendentes, isso dependendo das condições viáveis como temperatura, estação do ano, condições de cultivo regime alimentar, podendo viver até os dez anos e se reproduzindo durante todo esse período. (HOLANDA, 2013). Nesse sentido, Alencar

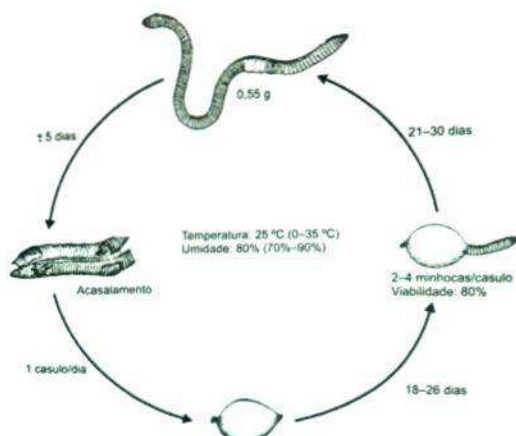
et al. (2016) afirmam que as minhocas começam a transformar ROD, elevando exponencialmente a população e, após 45 dias de nascidas já iniciam o ciclo reprodutivo (ALENCAR et al., 2016). De acordo LIMA (2013), a cada 60 dias, uma minhoca é capaz de dar origem a nove minhocas jovens (LIMA, 2013).

Figura 5 – Ciclo de reprodução de minhocas *Eisenia foetida* e *Eudrilus eugeniae*.



Fonte: HOLANDA, 2013.

Figura 6 – Ciclo de vida das minhocas *Eisenia andrei* e *Eisenia foetida*.



Fonte: MARTÍN e SCHIEDECK, 2015.

Figura 7– Minhocas *Eisenia andrei* em processo de cópula.



Figura 8– Casulo de minhoca *E. andrei*.



Figura 9 – Minhocas *E. andrei* recém nascidas.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.4 Importância ecológica e econômica das minhocas

No século XIX, Charles Darwin já descrevia a importância das minhocas para o meio ambiente, chegando a calcular o volume de partículas do solo que esses pequenos seres revolvem, alcançando a conclusão de que elas além de produzir húmus, arejam a terra, e promove a ação de microrganismos beneficiando ainda mais o solo em suas camadas inferiores (PEREIRA, 1997).

Partindo desse princípio, a fertilidade é a base do bom desenvolvimento de plantas e conseqüentemente sua boa produtividade. Nessa direção, BROWN e DOMINGUÉZ (2010) denominam as minhocas como engenheiras do ecossistema, no qual realizam serviços ambientais como controle biológico, decomposição de material orgânico entre outros fatores que atuam favoravelmente no crescimento e desenvolvimento de plantas, além de serem bioindicadoras ambientais, indicando perturbação e contaminação do habitat e fertilidade do solo (BROWN e DOMINGUÉZ 2010). Como se alimentam de partículas do solo e material orgânico presente neste, as minhocas podem ingerir material que podem estar contaminados por xenobióticos podendo se expor e absorver materiais contaminantes, os quais

podendo ser incorporados e bioacumulados, podendo causar a morte de minhocas (ANDRÉA, 2015).

De acordo com (ANDRÉA, 2015), várias espécies minhocas, entre elas a *Eisenia andrei*, são verdadeiras bioindicadoras de qualidade do solo, podendo rejeita-lo por consequência de materiais contaminantes presentes do solo.

Nesse sentido, as minhocas tanto agem quanto reagem. Elas são sensíveis às atividades antrópicas ou material que causem mudanças no seu habitat e, portanto, são capazes de fornecer informações importantes acerca da qualidade do solo onde vivem. Ou seja, tanto indicam quanto modificam o ambiente onde vivem. Incluindo o uso das mesmas, entre outras funções como bioindicadoras de perturbação ambiental, da qualidade, contaminação e potencial produtivo do solo (BROWN e DOMINGUÉZ, 2010). Nessa direção, STEFFEN et al. (2013) afirmam que as minhocas por serem consideradas como bioindicadoras ambientais, podem ser importantes ferramentas essenciais para que torne-se viável a avaliação de possíveis danos ao ecossistema.

Já, ALMEIDA (1994) apud Holanda (2013) refere-se às minhocas como verdadeiras usinas biológicas que podem agregar até dois bilhões de bactérias para cada grama de húmus produzido. Em meio aos substratos, as minhocas atuam como um moinho biológico, transformando a matéria orgânica e consequente modificação das características físicas, químicas e biológicas (MARTIN; SCHIEDECK, 2015), mantendo o equilíbrio dinâmico onde convivem através da ingestão de material orgânico, facilitando a distribuição de resíduos em forma de húmus pelo perfil do solo (LANDGRAF et al. 2005).

A natureza pode levar até cinco anos para formar 1 cm³ de húmus, enquanto as minhocas precisam apenas de dois a três dias para executar a mesma tarefa (HOLANDA, 2013).

Para o agricultor, a vermicompostagem pode significar o reaproveitamento de resíduos produzidos dentro da propriedade, reduzindo gastos, substituindo outras formas de adubar o solo, tornando essa prática economicamente viável (LANDGRAF et al. 2005). A minhoca modifica e melhora a estrutura do solo,

acrescentando nutrientes através do húmus produzido, fazendo com que o solo respire através das redes de galerias, facilitando absorção da água da chuva pelo solo, evitando a erosão (HOLANDA, 2013) (Tabela 3).

Tabela. 03 – Modificações provocadas pela ação das minhocas no solo.

Química	Física	Biológica
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da concentração de N, Ca, K, P e Mg; • Neutralização do pH. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mistura de horizontes; • Criação de um sistema de drenagem; • Formação de um horizonte orgânico; • Aumento na capacidade de infiltração; • Retenção da água; • Aumento da porosidade; • Aumento da difusão do ar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indução da atividade biológica; • Aumento da Bioprodutividade; • Incremento da fertilidade natural.

Fonte: Extraída e modificada de HOLANDA (2013).

De acordo com LANDGRAF et. al. (2005), as minhocas desempenham um importante papel no meio ambiente, elas constroem canais no solo que facilitam o movimento de gases, água e compostos solúveis. Nesse sentido, MARTIN e SCHIEDECK (2015) afirmam que a taxa de absorção de água pode aumentar de cinco mm por minuto para 22 mm por minuto em um solo contendo minhocas por um mês. Diante disso, as minhocas figuram como importantes seres, capazes de promover o bom funcionamento e manutenção do solo, além disso, atuam como agentes da sustentabilidade dos ecossistemas (STEFFEN et al. 2013).

Outrossim, STEFFEN et al. (2013) afirmam que as minhocas representam um dos principais organismos edáficos que atuam no processo de ciclagem de nutrientes e movimentação de partículas, além disso, são excelentes bioindicadoras ambientais, contribuem para o aumento da aeração e absorção de água pelo solo, melhorando seu poder de fertilidade. Da mesma forma, BROWN e DOMINGUÉZ, (2010) afirmam que as minhocas figuram com um dos mais importantes animais que vivem no solo e, além de serem bioindicadoras de boa qualidade do solo, são responsáveis pelo controle biológico, transformação da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e formação e agregação do solo.

Nessa mesma linha de pensamento, KUSDRA e FIUZA (2015), afirmam que a presença de minhocas no solo funciona como indicativo natural de que o solo é fértil e de boa qualidade. De acordo com STEFFEN et al. (2013), as minhocas atuam na movimentação de partículas, além de formar galerias no solo nos sentidos horizontais e verticais, fatores que contribuem para a formação de processos físicos e manutenção de vida no solo, convivem a maior parte do tempo no interior do solo, interagindo com um conjunto de organismos fazendo com que diversas características estruturais do solo tornem-se evidentes.

São seres que em apenas quatro dias podem formar galerias que vão da superfície da terra até três metros de profundidade, ingerindo quantidade de material o equivalente a seu próprio peso, sendo que 60% desse material são transformados em húmus, matéria orgânica estabilizada que atua favoravelmente na estruturação e manutenção de um solo fértil. (LANDGRAF et al. 2005). Ainda segundo estes autores, as minhocas exercem importante função no solo, transformando a matéria orgânica presente em um material estabilizado, construindo e mantendo uma boa estrutura terrestre no meio em que vivem.

Além de todos os benefícios proporcionados pela ação das minhocas ao meio ambiente, por atuarem na transformação de resíduos orgânicos e apresentam vantagens diversas além da produção de húmus para adubação de plantas, o processo de vermicompostagem ainda proporciona fonte de renda para produtores, contribuindo para redução de resíduos orgânicos que poderiam contaminar o meio ambiente. Nesse sentido, ALENCAR et al. (2016) afirmam que a produção de minhocas representa uma tecnologia viável que não exige altos custos, entretanto, rende bons lucros e ainda é uma alternativa para o tratamento adequado de compostos orgânicos que podem poluir o meio ambiente. Nessa perspectiva, SANTOS (2009) afirma que o processo de minhocultura é uma alternativa viável em aspectos econômico, ambiental e agrônomo, em virtude da reciclagem de resíduos dentro da mesma propriedade, por fortalecer os solos, além disso, exigindo mão-de-obra reduzida.

3.5 Vermicompostagem: a atuação das minhocas na compostagem de resíduos sólidos

O uso de resíduos orgânicos na agricultura já era muito comum em períodos muito antigos. No Egito utilizava-se a matéria orgânica trazida pelo rio Nilo como fertilizante para diversos tipos de cultura, o que tem sido pouco utilizado pela sociedade moderna (LANDGRAF, 2005).

O processo de vermicompostagem consiste no reaproveitamento de resíduos orgânicos com utilização de minhocas, caracterizando-se uma atividade viável que traz vantagens econômicas e ambientais (SILVA, 2017). No Brasil, existem duas espécies de minhocas mais utilizadas para produção de húmus, matrizes e iscas para pesca, são elas: *Eudrilus eugeniae* e *Eiseinia fetida*, minhoca que apresenta características morfológicas idênticas a *Eisenia andrei* (ALENCAR et al. 2016). Nesse sentido, ocorre o trabalho das minhocas como auxiliadoras na transformação de resíduos orgânicos em fertilizantes (BASSACO et al. 2014), isso em razão da decomposição biológica, resultante da interação de minhocas e microrganismos que consiste no processo de vermicompostagem para produção de vermicomposto (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). Ainda segundo estes autores, para que haja condições ideais ao desenvolvimento e reprodução de minhocas e produção de vermicomposto, deve-se procurar manter a umidade em torno de 80 a 85%, de modo que não seja inferior a 50%

Nessa perspectiva, LANDGRAF et al. 2005, afirmam que resultado do processo digestivo da minhoca é a obtenção de um produto totalmente estabilizado, isso devido à ação sobre o material ingerido através do peristaltismo e da flora intestinal das minhocas, conferindo maior poder de degradação e posterior obtenção de um produto pronto para ser mais facilmente assimilado pelas plantas.

A ação das minhocas sobre os resíduos orgânicos consiste em uma atividade que tem alto poder de transformação e capacidade de alterar as características químicas, físicas e biológicas de um substrato. Nessa lógica, (LANDGRAF et al. 2005) afirmam que a ação das minhocas trata-se de um processo

rápido e eficiente de humificação de compostos orgânicos, sendo capazes de transformar qualquer resíduo sólido desde que contenha matéria orgânica.

Ainda é importante ressaltar que o processo de vermicompostagem exige custos relativamente baixos em investimentos e manutenção. É considerada uma “ecotecnologia” limpa que não causa impacto ao meio ambiente, além disso, o produto final da vermicompostagem (vermicomposto) pode ser utilizado em substituição ao adubo mineral. Nesse sentido, ainda pode-se considerar a produção de minhocas, as quais são ricas fontes de proteínas para suprir a necessidade alimentar de peixes aves e suínos. (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). Nesse sentido, HOLANDA (2013) afirma que cerca de 70 a 85 % do corpo da minhoca é constituído por proteína.

As minhocas mais adequadas para serem utilizadas no processo de vermicompostagem devem apresentar uma serie de adaptações a diferentes fatores biológicos e ecológicos como variações de temperaturas, alta capacidade reprodutiva, colonização a diferentes ambientes, entre outros fatores. Segundo MARTIN e SCHIEDECK (2015), as espécies que mais reúnem essas condições para o processo de vermicompostagem são: *Eisenia andrei* e *Eisenia fetida*, espécies semelhantes e extremamente resistentes e, quando utilizadas em criações mistas, tornam-se dominantes (Figura 10).

Figura 10 – Minhocas da espécie *Eisenia andrei* em substrato composto por Esterco Bovino 50% + ROD 50%.



Fonte: Dados da pesquisa.

3.6 Aspectos do vermicomposto

O produto final obtido através da vermicompostagem é conhecido por vermicomposto ou húmus de minhoca. Segundo ALMEIDA (2015) o vermicomposto constitui-se de qualquer resíduo orgânico processado pelo intestino da minhoca através da ingestão e digestão, sendo transformando-se em fertilizante orgânico. Contém matéria orgânica parcialmente humificada, podendo ser armazenada sem que haja necessidade de outros processos para enriquecimento nutricional (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). O húmus, como é mais conhecido, apresenta coloração escura e cheiro característico de terra molhada com aspecto físico granulado. Dispõe de diversos nutrientes essenciais ao desenvolvimento de plantas. Nesse sentido, Holanda 2013 afirma que suas substâncias minerais são liberadas lentamente, fazendo com que a planta tenha disponibilidade constate de alimento (HOLANDA, 2013). No Brasil, o esterco bovino é o principal material orgânico utilizado como fonte alimentícia de minhocas para fins de produção de húmus. (ALENCAR et al., 2016). Nesta mesma linha, LANDGRAF et al (2005) afirmam que o material mais utilizado para alimentar minhocas é os esterco de animais, isso pela facilidade de aquisição com criadores e por serem excelentes para produção de húmus.

Além de conter baixa relação C/N, porosidade alta e grande potencial em reter água e diversos nutrientes facilmente assimiláveis pelas plantas, o vermicomposto contém altas taxas de mineralização, isso facilita para que esses nutrientes sejam absorvidos pelas plantas (MARTIN e SCHIEDECK, 2015). Segundo Silva (2017) o húmus melhora a capacidade do solo em oferecer melhores condições nutricionais através dos atributos químicos, físicos e biológicos.

De acordo com LANDGRAF et al. (2013), o vermicomposto representa um material com consideráveis quantidades de nutrientes, podendo ser utilizado no sistema agrícola por apresentar alta capacidade de reter água, vasta quantidade de microrganismos e elevada capacidade de troca catiônica. Segundo Holanda (2013), o húmus de minhoca contém quantidades de nutrientes superiores a de qualquer material que lhe deu origem, contendo em torno de duas vezes mais cálcio, duas vezes e meio mais magnésio, cinco vezes mais nitrogênio, sete vezes mais fósforo e onze vezes mais potássio.

Para OLIVEIRA et al. (2008), fertilizantes químicos, podem manter o equilíbrio químico, mas acabam deixando o solo biologicamente morto. Por outro lado, o húmus produzido pela minhoca é 70 % mais rico que outros tipos de húmus (SILVA, 2017). Além disso, O húmus de minhoca pode ser utilizado em qualquer lugar e, não causa efeitos indesejáveis ao meio ambiente, além de ser rico em material orgânico e mineral, características que permitem que seja utilizado também na agricultura. (NETO et al., 2013) (Figuras 11 e 12).

Figura 11 – Aspecto granulado do vermicomposto.



Figura 12 – Vermicomposto produzido em composteira.



Fonte: Silva (2014).

4 METODOLOGIA

4.1 Localização

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq), que dispõe de bancadas onde foram colocados os potes utilizados nos tratamentos da pesquisa (Figuras 13 e 14). As análises físicas e químicas do composto inicial e do húmus foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e na Unidade de Pescado, todos com localização no Centro de Educação e Saúde/CES/UFCG.

No experimento, foram utilizadas duas espécies de minhocas: *Eisenia andrei* (Vermelha da Califórnia) e *Eudrilus eugeniae* (Gigante Africana). A primeira espécie de minhoca foi adquirida com um produtor de hortaliças na cidade de Jaçanã- RN, a segunda foi comprada na empresa MINHOBOX, localizada na cidade

de Juiz de Fora – MG. A presença do clitelo foi fator determinante para a escolha das minhocas a serem utilizadas, haja vista que foram escolhidas para o experimento apenas minhocas em plena atividade reprodutiva.

Figura 13 – Potes utilizados no experimento.



Figura 14 – Potes cobertos com TNT.



Fonte: Dados da pesquisa

4.2 Caracterização dos resíduos orgânicos utilizados nos experimentos

Os materiais utilizados no experimento eram compostos por Resíduos Orgânicos Domésticos (RODs), serragens e esterco bovino e caprino. Os RODs foram adquiridos na feira livre de Cuité- PB por se tratar de frutas e legumes que seriam destinados ao lixo por estarem amassados ou danificados, seja pela ação do tempo, seja pela ação dos encaixotamentos e meios em que são transportados. A serragem foi adquirida em uma serraria da cidade de Cuité. Da mesma forma, o esterco caprino foi adquirido das imediações desta cidade, enquanto o esterco caprino foi adquirido de um criador do sítio Batentes, área rural da cidade de Cuité. (Figuras 15 a 23).

O ROD foi fragmentado em pedaços menores para facilitar a ação de microrganismos e acelerar a decomposição. Para que fosse simulado o que ocorre normalmente nas residências, foram utilizadas uma faca e uma tábua para que o ROD pudesse ser cortado com mais praticidade (Figuras 15 e 16).

O experimento foi conduzido utilizando os seguintes tratamentos:

1. Esterco Caprino 100%;
2. Esterco Bovino 50% e ROD 50%;
3. Serragem 25% e ROD 75%.

Para melhor estabilização dos tratamentos, optou-se pelo processo de “curtir” os materiais que continham esterco, os quais foram umedecidos e revirados em dias alternados, três vezes por semana, durante 30 dias. Além disso, os materiais foram preparados em pisos cimentados para evitar a possível mistura com outros materiais. Já o tratamento que se utilizou serragem 25% e ROD 75% foi preparado em uma composteira utilizando dois baldes de margarina: um com furos no fundo sobre o outro balde para que o chorume pudesse ser recolhido pelo balde da parte inferior, dessa forma, durante sete dias pode-se obter um material estável, pronto para ser utilizado no experimento.

Figura 15 – Alface utilizada no experimento.



Figura 16 – RODs adquiridos na feira livre de Cuité – PB.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 17 – Material utilizado para cortar o ROD.



Figura 18 – ROD já cortado em pequenos pedaços.



Figura 19 – Preparação do esterco caprino.



Figura 20 – Esterco caprino após 30 dias.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 21 – Preparação do ROD 50% E Esterco Bovino 50%.



Figura 22 – Manutenção da umidade do ROD 50% E Esterco Bovino 50%.



Figura 23 - ROD 50% E Esterco Bovino 50% após 30 dias.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

4.3 Instalação e desenvolvimento da pesquisa

Os trabalhos foram iniciados em agosto de 2015 com a preparação dos tratamentos. Após isso, foram realizadas as primeiras análises físicas e químicas no laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA), para que somente depois o experimento do cultivo de minhocas das espécies *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae* fosse iniciado.

Após os primeiros 30 dias foi realizada a contagem de minhocas adultas, jovens e casulos, além disso, o vermicomposto produzido foi analisado quimicamente para ser comparado com o composto inicial.

No experimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com duas espécies de minhocas: *Eisenia andrei* (vermelha da Califórnia) e *Eudrilus eugeniae* (gigante africana). Cada material adicionado aos potes contou com níveis populacionais diferentes: 0, 10 e 15 minhocas e duas datas de avaliação, 30 e 60 dias. O experimento contou com três repetições e três tratamentos.

Os potes utilizados do experimento eram compostos por polietileno com capacidade para 5 l, medindo 20 cm de altura, 20 cm de diâmetro superior e 17 cm de diâmetro inferior, com furos de 0,5 cm de espessura, para evitar o possível acúmulo de líquidos. Os potes foram mantidos nas bancadas do Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq), forrados na parte interior e cobertos com tecido "cami", conhecido vulgarmente por Tecido Não Tecido (TNT). Na parte superior foi utilizado um elástico para prender o TNT, isso para evitar uma possível fuga de minhocas. A temperatura foi verificada diariamente, de modo que, um termômetro de mercúrio era deixado na bancada e, o outro era deixado no interior dos potes sob o substrato utilizado.

Foram depositados 450 g de composto em cada pote. Todo material foi verificado para constatar a ausência de minhocas ou casulos que pudessem comprometer a contagem final. Além disso, o material foi peneirado para que ocorresse a separação de outros materiais como pedras e bagaços orgânicos que não seriam úteis para alimentação das minhocas.

Para retirada de sujeira ou outro material qualquer que viesse a interferir no peso, as minhocas, antes da inserção nos tratamentos, foram lavadas e secadas com papel toalha tomando os devidos cuidados para que não ocorresse o ressecamento excessivo, o que possivelmente lhes causariam a morte. Após isso, as minhocas foram pesadas em uma balança de precisão para que só depois disso viessem a ser colocadas nos potes contendo os tratamentos.

O acompanhamento dos trabalhos deu-se diariamente para que pudesse ser identificada qualquer situação adversa ou alterações que pudessem interferir ou comprometer o andamento dos trabalhos.

O processo de desmontagem do experimento foi realizado em duas datas de avaliação (30 e 60 dias). Em cada uma delas, os potes contendo o vermicomposto, minhocas e casulos foram despejados em bandejas plásticas para que fosse possível analisar os resultados. Dessa forma, pôde-se realizar uma separação manual com auxílio de uma pinça para que pudessem ser identificados casulos, minhocas jovens e minhocas adultas caracterizadas pela presença do clitelo.

Os tratamentos utilizados no experimento foram analisados quimicamente, assim como também o vermicomposto produzido nas duas datas de avaliação para serem comparados no final dos trabalhos. Tais análises foram realizadas conforme metodologia descrita por AOAC (1990). O experimento foi realizado em oito etapas conforme a Figura 24.

Figura 24 – Etapas de condução do experimento.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.4 Análises do vermicomposto

Os tratamentos utilizados no experimento, tanto o composto inicial, quanto o vermicomposto produzido nas duas datas de avaliação (30 e 60 dias) foram analisados física e quimicamente no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) no qual foram avaliados os teores de umidade (TU), pH, Cinzas (CZs), Carbono (C), Nitrogênio (N) e Relação Carbono Nitrogênio (C/N) em triplicata. (Figuras 25 e 26).

O vermicomposto ou húmus de minhoca está enquadrado como composto orgânico, isso porque ainda não existe legislação específica que determine valores mínimos de composição e referência. Diante disso, podem-se considerar os valores apresentados pelo Decreto Federal de número 86.955 de 1982 do Ministério da Agricultura, o qual determina que os compostos orgânicos devam seguir os parâmetros de 40% para Carbono, 1% para Nitrogênio, pH 6, Umidade de 40% e relação Carbono Nitrogênio de 18/1.

Figura 25 – Análise de pH dos tratamentos.

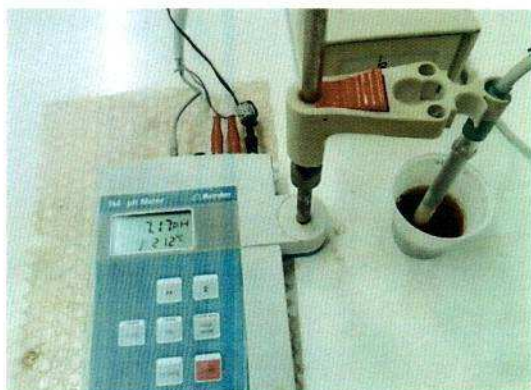
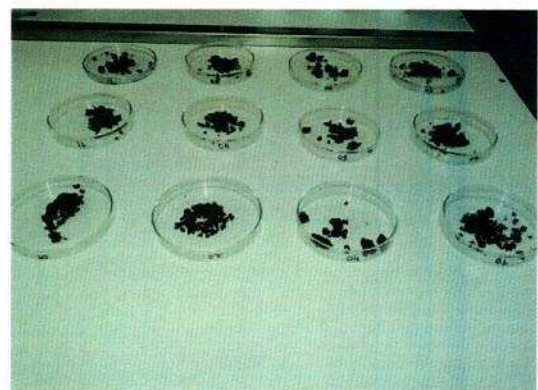


Figura 26 – Amostras utilizadas para análises do Teor de Umidade.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.5 Coleta das minhocas adultas, jovens e casulos

Para verificação do processo adaptativo e reprodutivo das minhocas, foi realizada a coleta manual com auxílio de uma pinça. Em cada data de avaliação, os tratamentos contidos nos potes foram despejados em bandejas plásticas. Dessa forma, pôde-se identificar o número de minhocas adultas, Jovens e casulos contidos em cada tratamento (Figuras 27 a 29).

Figura 27 – Minhocas *Eisenia andrei* jovens.



Figura 28 – Minhocas *Eisenia andrei* adultas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 29 – Produção de casulos.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.6. Análise dos Dados

Os dados quantitativos foram tratados de acordo com a estatística descritiva, através da determinação de frequências simples e percentuais, médias e desvio padrão das variáveis estudadas. Já a comparação do desenvolvimento das minhocas em relação aos diferentes substratos utilizados no experimento foi realizada pela estatística analítica com testes não paramétricos (dados não apresentarem distribuição normal): comparação entre as espécies de minhocas pelo teste de Mann-Whitney (U); e comparação entre os substratos pelo teste Kruskal-Wallis (H). O pacote de análise de dados foi o Statistica© versão 13, e o grau de significância considerado em todas as análises foi $\alpha=0,05$. Os resultados foram apresentados na forma de tabelas e gráficos (CRESPO, 2009; ZAR, 2013).

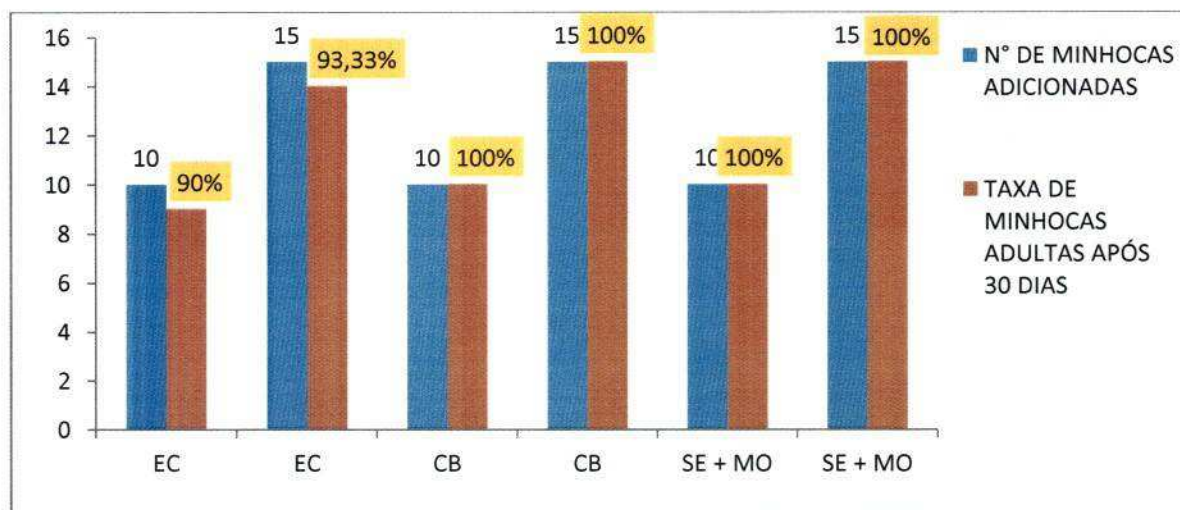
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Taxa de permanência das espécies de minhocas *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae*

Os resultados do experimento com as duas espécies de minhocas foram diferentes quando comparadas as duas espécies de minhocas.

A espécie de minhoca *Eisenia andrei* mostrou-se mais resistente e adaptadas as condições oferecidas durante o experimento. Pode-se constatar permanência de minhocas depositadas em quase todas as unidades experimentais, apenas o tratamento composto por esterco caprino foi identificada a fuga de uma minhoca por pote. Já os tratamentos que não havia sido inserida nenhuma matriz de minhoca, pôde-se verificar a presença de minhocas adultas nos tratamentos compostos por Esterco Caprinos e Serragem 25% + ROD 75%, com duas e uma minhocas respectivamente. (Gráficos 1 e 2).

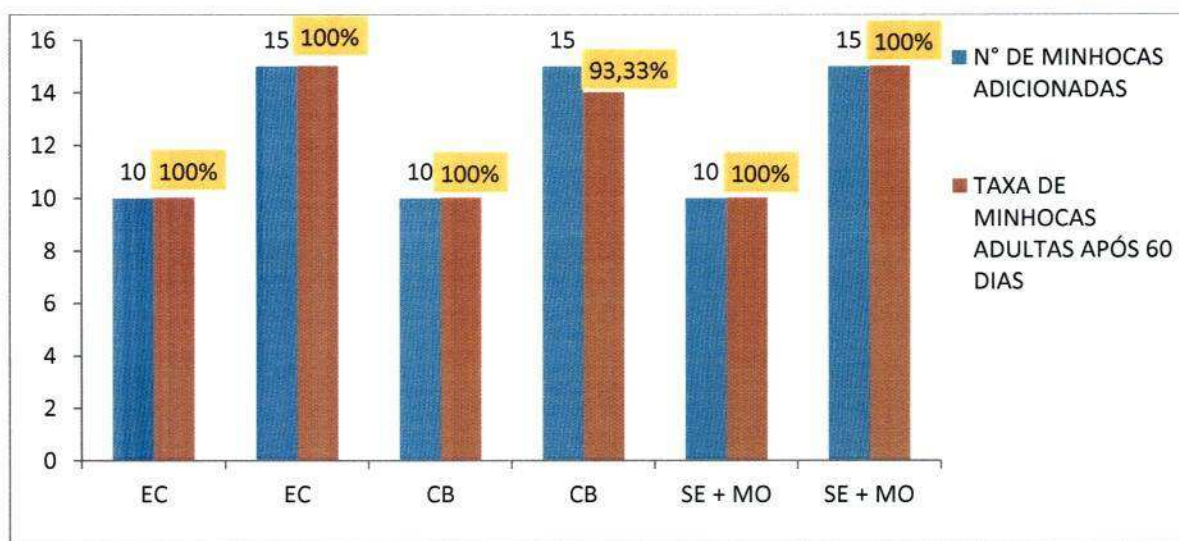
Gráfico 1 – Taxa de permanência de minhocas da espécie *Eisenia andrei* aos 30 dias.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

Na segunda data de avaliação, a taxa de permanência pouco diferiu da quantidade inicial, foram encontradas as mesmas quantidades de minhocas adultas, exceto, no Composto Bovino com nível populacional de 15 minhocas.

Gráfico 2 – Taxa de permanência de minhocas da espécie *Eisenia andrei* aos 60 dias.



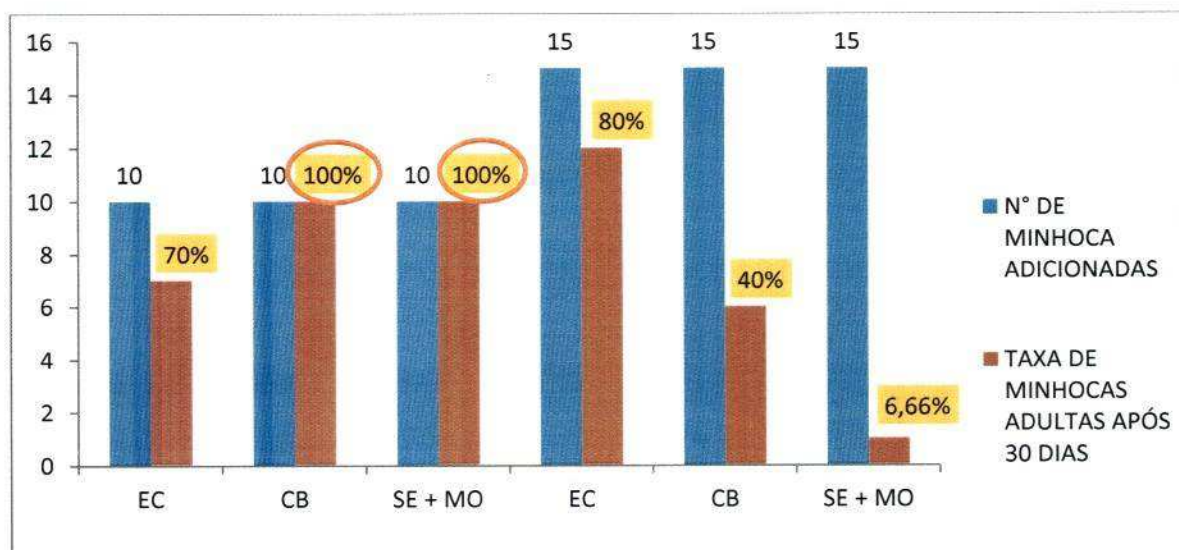
Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

Já a espécie de minhoca *Eudrilus eugeniae* apresentou comportamento bem diferente em ambos os tratamentos. Houve fuga ou morte em praticamente todos os tratamentos utilizados (Gráficos 3 e 4).

Sendo assim, a taxa de sobrevivência foi bem menor quando comparadas com as minhocas da outra espécie. Somente não houve fuga ou morte no composto bovino no pote que continha as 10 minhocas adicionadas inicialmente. Da mesma forma, o tratamento Serragem 25% e ROD 75% também permaneceram com a mesma quantidade do tratamento anterior. Os tratamentos que mais houve fugas foram os tratamentos compostos por Serragem 25% e ROD 75% e Composto Bovino com a quantidade de 15 minhocas em cada pote. Ambos os tratamentos continham apenas 6 e 1 minhocas respectivamente.

NADOLNY (2009) constatou resultados semelhantes com a espécie *Eudrilus eugeniae*, uma vez que, para o autor a espécie de minhoca é consideravelmente maior em consideração a outra espécie estudada (*Eisenia andrei*), portanto, há maior competitividade por consumo alimentício, necessitando de quantidades maiores de alimento. Isso pode ter causado a fuga ou morte nesse estudo, haja vista que, as maiores taxas de fuga ou morte ocorreram nos tratamentos em que se continha 15 minhocas por vaso, quantidade considerável para que ocorresse competição por alimento.

Gráfico 3 – Taxa de permanências de minhocas *Eudrilus eugeniae* aos 30 dias.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

O tratamento composto por esterco caprino aos 60 dias não foram encontradas nenhuma minhoca nos potes. A baixa preferência no esterco bovino pelas minhocas, constatada pela baixa reprodução nas espécies *Eisenia andrei* e fuga/morte em *Eudrilus eugeniae* pode estar relacionada a vermífugos que podem ser prejudiciais ou tóxicos para as minhocas. Resultados semelhantes foram obtidos por BASSACO (2014) e HUBER (2011), ambos utilizaram diferentes substratos contendo esterco de ovinos no processo de vermicompostagem e não obtiveram resultados satisfatórios. Nesses estudos, a possível causa foi a administração de algum medicamento utilizado nesses animais para combater vermes intestinais.

Ainda nesse sentido, mesmo com a já comprovada eficácia do esterco bovino, MORALES (2011) encontrou resultados desfavoráveis ao desenvolvimento de minhocas, concluindo que substâncias contidas em vermífugos administrados a esses animais e presentes no esterco contribuíram para que o desenvolvimento esperado não ocorresse.

Já o composto bovino, no pote no qual haviam sido inseridas 10 minhocas pôde-se constatar a permanência de todas elas. Com relação ao pote, com o mesmo material, que foram inseridas 15 minhocas, pôde-se constatar a fuga ou morte de mais da metade, apenas seis minhocas permaneceram no tratamento utilizado e sem nenhum sinal de que elas teriam se reproduzido. A taxa de permanência foi a mesma observada na primeira data de avaliação com o mesmo tratamento e a mesma espécie.

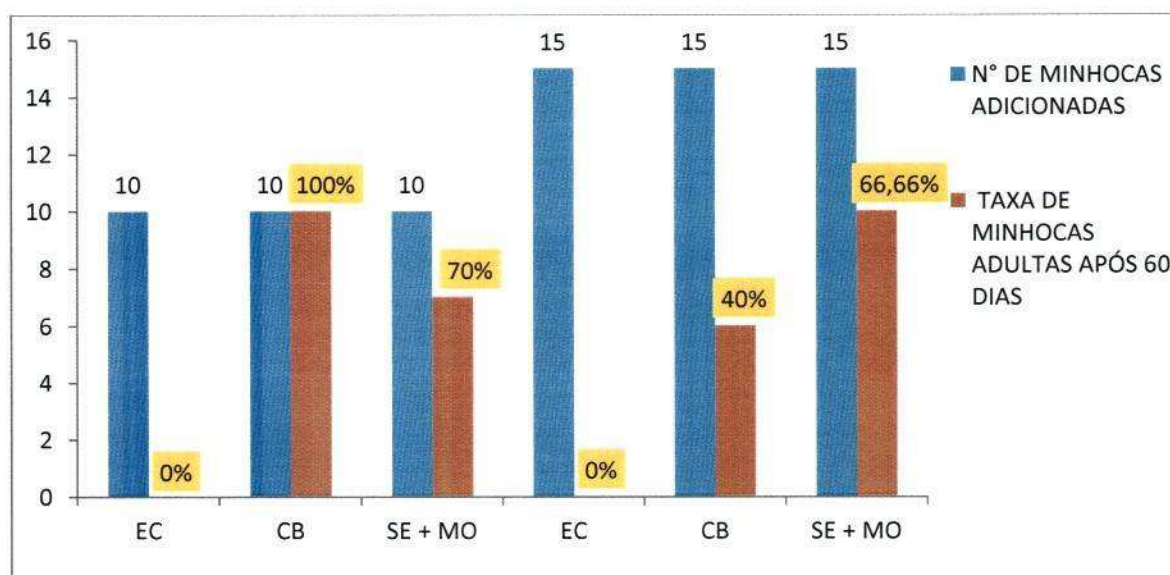
Com relação ao tratamento composto por Serragem 25% e ROD 75%, as minhocas da espécie *Eudrilus eugeniae* também acabaram fugindo ou morrendo, de modo que, apenas poucas minhocas foram encontradas nos potes que haviam sido inseridas 10 e 15 minhocas cada. Restaram apenas sete e 10 minhocas respectivamente em cada pote.

NETO et al. (2013) avaliaram a reprodução e desenvolvimento de *Eudrilus eugeniae* utilizando lodo de esgoto 100%, lodo de esgoto 75% + casca de arroz 25% e lodo de esgoto 50% + casca de arroz. Observou-se que também houve redução no número de minhocas remanescentes, sendo observada a morte de minhocas em todos os tratamentos. Além disso, também foi constatado que também

houve redução sucessiva nos nascimentos aos 60 e 90 dias de avaliação. No presente trabalho, não foram encontrados sinais de que houve reprodução desta espécie, entretanto, houve redução nos diferentes níveis populacionais, nas duas datas de avaliação, sendo que o menor índice de fuga/morte ocorreu aos 30 dias.

NADOLNY (2009), também observou o desenvolvimento de *Eudrilus eugeniae* e observou a baixa taxa de remanescência, principalmente aos 60 dias. Os resultados encontrados neste trabalho foram semelhantes, a redução foi maior no mesmo período, mas sem que houvesse reprodução.

Gráfico 4 – Taxa de permanência da espécie de minhoca *Eudrilus eugeniae* após 60 dias.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

5.2 Minhocas adultas, jovens e casulos

Nos primeiros 30 dias de avaliação, pode-se observar algumas alterações no processo experimental da espécie de minhoca *Eisenia andrei*. Em todos os tratamentos houve uma significativa produção de húmus, entretanto, ocorreram variações no aspecto reprodutivo nos diferentes tratamentos utilizados.

No tratamento composto por Esterco Caprino (EC) não houve produção de casulos, conseqüentemente não ocorreram nascimentos de minhocas. Ao ser analisado, o mesmo material que não foi depositado nenhuma minhoca, pode-se

constatar a presença de duas matrizes, mas sem nenhum sinal de que havia ocorrido reprodução naquele ambiente (Figura 30).

Figura 30 – Minhoca da espécie *Eisenia andrei* no esterco caprino.



Fonte: Dados da pesquisa.

Aos 60 dias, segunda data de avaliação, as minhocas apresentaram desenvolvimento reprodutivo em todos os tratamentos utilizados no experimento. O esterco caprino apresentou melhor desenvolvimento reprodutivo em comparação aos primeiros 30 dias. Observou-se o total de 14 casulos e uma minhoca recém-nascida. O mesmo número de casulos foi encontrado no tratamento com 15 minhocas, porém não havia minhocas jovens. Neste material, pode-se observar a mesma taxa de permanência com relação à quantidade inicial de minhocas adicionadas por pote. Nesse sentido, a densidade populacional pode ter sido fator que interferiu diretamente na reprodução dessas minhocas, haja vista que, a produção de casulos é proporcionalmente menor quando a quantidade de minhocas é maior. Contudo, esse tratamento foi superado na produção de casulos pelos demais tratamentos, (Esterco Bovino 50% e ROD 50%) e (serragem 25% e ROD 75%).

BASSACO et al (2014) também constataram baixa reprodução com minhocas da espécie *Eisenia andrei*, mas com esterco de ovinos e com diferente data de avaliação, 90 dias.

Com relação às minhocas da espécie *Eisenia andrei* na primeira data de avaliação, aos 30 dias, pode-se observar no tratamento composto por esterco bovino 50% e ROD 50% que houve significativa produção de casulos com esse tratamento. Entretanto, observou-se que o maior número de casulos produzidos, no total de sete, foram encontrados no material que continham 10 minhocas. Portanto, nota-se que, talvez, nesse sentido o número populacional maior pode ter interferido no aspecto reprodutivo.

O tratamento composto por 75% ROD + 25% Serragem apresentou melhores resultados com relação aos outros tratamentos utilizados no experimento. Pôde-se constatar melhor desenvolvimento reprodutivo no material em que continha 10 minhocas. NADOLNY (2009), no seu experimento com RODs utilizando as duas espécies de minhocas *Eudrilus eugeniae* e *Eisenia andrei*, não encontrou nenhum índice de nascimento com a espécie *Eisenia andrei* aos 30 dias, o que para o autor é explicado por o ciclo de vida dessa espécie não permitir nascimento durante esse período.

Neste trabalho observou-se que se aproximou da taxa nula de natalidade com a espécie de minhoca em questão, no entanto, foram encontradas quatro minhocas jovens no mesmo período de tempo. No pote em que havia 15 minhocas, pôde-se constatar um bom número de casulos, no entanto, apesar de conter mais minhocas, a quantidade de casulos encontrada foi de 46, bem menor, comparando com o mesmo material que continha menos minhocas que totalizou 50 casulos. No mesmo material onde não havia sido depositada nenhuma minhoca, foram encontrados dois casulos e uma minhoca adulta. Mais uma vez, mas em tratamentos diferentes, a densidade populacional pode ter interferido no aspecto reprodutivo das minhocas da espécie *Eisenia andrei*.

Ainda com relação às minhocas da espécie *Eisenia andrei*, na segunda data de avaliação, o tratamento composto por serragem 25% + ROD 75% houve reprodução menor quando comparada com os primeiros 30 dias e apresentando-se menos condições a reprodução em comparação ao composto bovino aos 60 dias. Foram contabilizados 19 casulos e sete minhocas jovens no pote que foram adicionadas a quantia de 10 minhocas adultas. Já no pote que continha 15 minhocas adultas, o número de casulos permaneceu o mesmo, diferindo apenas a quantidade

de minhocas jovens, no total de seis. Nesse sentido, o maior período com a mesma quantidade do tratamento inicial e população elevada pode ter sido fator limitante para redução no processo reprodutivo, corroborando com a afirmação de MARTÍN e SCHIEDECK (2015) os quais observaram que quando mesmo em condições ideais no processo de vermicompostagem, podem surgir problemas relacionados à superpopulação, havendo um retardamento em vários aspectos de desenvolvimento como taxa de maturidade e desenvolvimento do clitelo. Ainda nesse sentido, SUTHAR (2012) apud ZIBETTI (2015) afirma que a restrição alimentar provocada pelo excesso de minhocas diminui a biomassa e também a produção de casulos. No presente trabalho, a diminuição gradativa do resíduo orgânico, contendo 15 minhocas pode ter gerado o baixo índice reprodutivo do tratamento composto por Serragem 25 % + Material Orgânico 75%.

Em geral, considerando as duas datas de avaliação, os resultados demonstraram satisfatória produção de casulos nos tratamentos compostos por serragem 25% + ROD 75%, corroborando com a afirmação de PAULUS e BARCELLOS (2000), que o uso de frutas no composto além de manter a umidade ajuda na multiplicação de minhocas (Tabelas 4 e 5).

STEFFEN et al. (2010) encontraram resultados mais propícios à reprodução de minhocas utilizando casca de arroz 50% e esterco bovino 50%. Possivelmente, tanto a serragem quanto a casca de arroz tenham proporcionado melhor aeração o que deve ter contribuído significativamente para que ocorresse condições favoráveis a reprodução de minhocas da espécie *Eisenia andrei*. Outrossim, NETO et al. (2013) afirmam que no processo de vermicompostagem faz-se necessário estrutura que proporcione a entrada de ar, fazendo com que o material não se torne compactado e facilite o fluxo das minhocas no substrato.

Tabela. 04 – Número de minhocas jovens, adultas e casulos de minhocas *E. andrei* aos 30 e 60 dias.

Tratamento	Número de minhocas (<i>Eisenia andrei</i>) 30 dias			Casulos
	Adultas	Jovens	Total	
EC	25	-	25	-
CB	25	-	25	8
Se + MO	25	4	29	96
	(<i>Eisenia andrei</i>) 60 dias			
EC	25	1	26	29
CB	24	24	48	44
Se + MO	25	13	38	38

Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

Tabela. 05 – Número de minhocas jovens, adultas e casulos de minhocas *E. eugeniae* aos 30 e 60 dias.

Tratamento	Número de minhocas (<i>Eudrilus eugeniae</i>) 30 dias			Casulos
	Adultas	Jovens	Total	
EC	19	-	19	-
CB	16	-	16	-
Se + MO	11	-	11	-
	(<i>Eudrilus eugeniae</i>) 60 dias			
EC	-	-	-	-
CB	16	-	16	-
Se + MO	17	-	17	-

Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

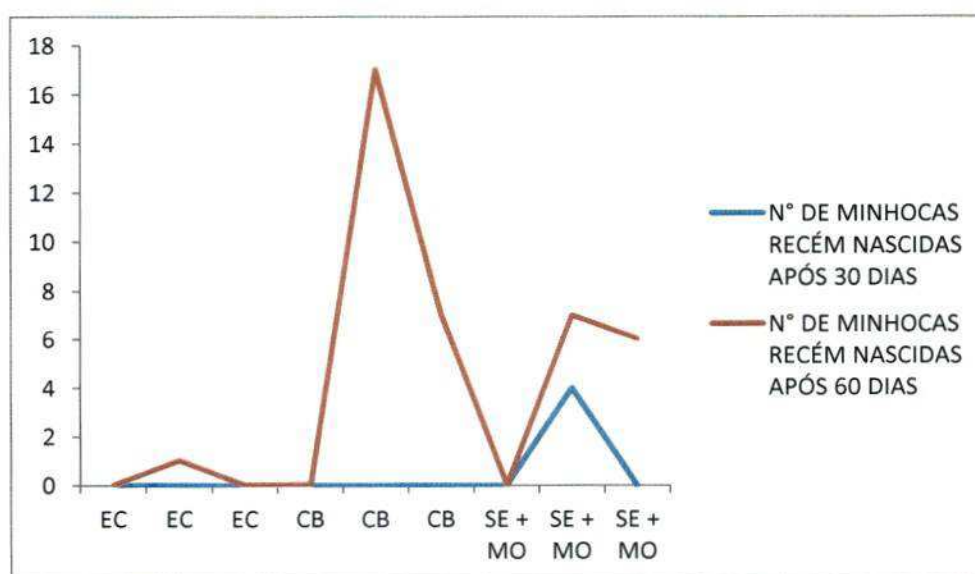
OLIVEIRA et al. (2008), constataram a adaptação de minhocas *Eisenia andrei* em diferentes substratos compostos por lixo caseiro 50kg composto de lixo caseiro e resto de cultura(25 + 25 Kg), composto de lixo caseiro, resto de cultura e esterco (35+ 10 +5 kg) composto de lixo caseiro com esterco biodigerido (35 + 10 + 5), composto de lixo, resto de cultura e esterco biodigerido (35+10+5KG) e húmus procedente de esterco bovino e obtiveram número significantes de casulos e minhocas jovens, sem apresentar mortes de minhocas. Porém, utilizaram minhocas da espécie *Eisenia foetida*. Espécie semelhante morfológicamente as da espécie *Eisenia andrei* (LOUREIRO et al., 2007)

As minhocas da espécie *Eisenia andrei* no composto bovino também tiveram reprodução maior com relação a primeira data de avaliação. Pôde-se constatar maior reprodução no pote em que havia a quantidade de 10 minhocas. Foram encontrados 23 casulos e 17 minhocas jovens. ALENCAR et al. (2016) encontraram resultados semelhantes com 7 minhocas adultas, 19 casulos e 26 minhocas jovens, no entanto, utilizaram esterco bovino puro, mas com mesmo período, 60 dias.

Esse número tornou-se menor quando foi verificado o pote do mesmo tratamento, mas com a quantidade de minhocas diferentes, de um total de 15 minhocas, somente foram encontrados 21 casulos e 7 minhocas jovens. Apesar do número de minhocas ter sido superior, houve uma significativa redução no processo reprodutivo das minhocas da espécie *Eisenia andrei*.

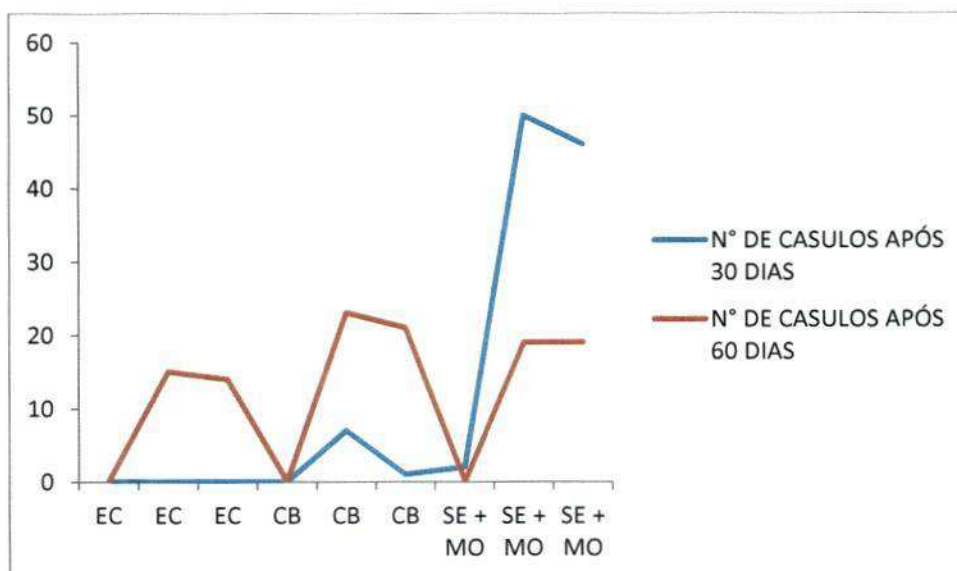
BASSACO (2014) também testou a eficiência de substratos diferentes na alimentação de minhocas *Eisenia andrei* com esterco de coelho, esterco bovino, esterco de ovinos e conteúdos de rúmen de bovinos e, obteve os seguintes resultados para esterco bovino: 129 adultas e 184 jovens. Resultados superiores em relação aos outros substratos, exceto, o conteúdo de rumem de bovinos que obteve 108 adultas e 288 jovens.

Gráfico 5 – Nascimentos de minhocas *E. andrei* por tratamento.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

Gráfico 6 – Produção de casulos nas duas datas de avaliação das minhocas da espécie *Eisenia andrei*.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

A espécie de minhoca *Eudrilus eugeniae*, nos primeiros 30 dias de avaliação não se reproduziram em nenhum dos tratamentos utilizados. No tratamento composto por esterco caprino houve fuga ou morte nos diferentes níveis populacionais. Neste caso, os potes que continham 10 e 15 minhocas acabaram perdendo três minhocas em cada pote ao término dos primeiros 30 dias (Figura 31).

Figura 31 – Minhoca da espécie *Eudrilus eugeniae* no esterco caprino.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

Aos 60 dias de experimento, as minhocas da espécie *Eudrilus eugeniae* não apresentaram nenhum índice reprodutivo. Apesar de conter poucas minhocas, nos materiais, não foram encontrados casulos e minhocas jovens. NADOLNY (2009) constatou nascimento de minhocas *Eudrilus eugeniae* aos 30 e 60 dias, no entanto, utilizou apenas ROD na alimentação das minhocas.

As minhocas da espécie *Eisenia andrei*, apresentaram bom desenvolvimento, tanto no aspecto de crescimento, sobrevivendo em todos os tratamentos utilizados, diferindo apenas no aspecto reprodutivo. MARTÍN e SCHIEDECK (2015) afirmam que são poucas as minhocas epigeicas que são mais indicadas para a vermicompostagem e devem reunir as seguintes características: capacidade de colonizar resíduos orgânicos de forma natural, alta taxa de consumo, digestão e assimilação da matéria orgânica, capacidade de tolerar uma ampla gama de condições ambientais, alta taxa reprodutiva com elevada produção de casulos e curto tempo de incubação, além do desenvolvimento acelerado de minhocas recém-nascidas, ainda levando em consideração o estresse causado pelo manejo de minhocultores. Para os autores, são poucas as espécies que reúnem todas essas características, dentre elas, a *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) e *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) sendo muitos resistentes a diferentes condições de manejo, de tal maneira que estas duas espécies podem conviver no mesmo ambiente sem que haja cruzamentos entre si, mas a primeira é capaz de sobrepor a segunda.

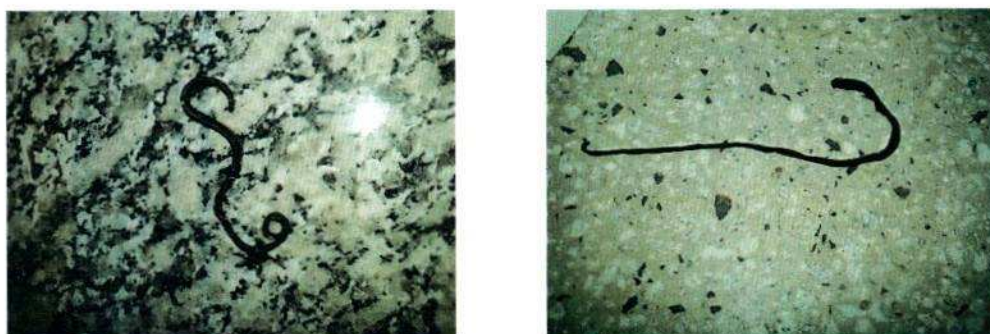
ZIBETTI (2013) e colaboradores constataram maior produção de casulos nos materiais compostos por esterco bovino e borra de café e casca de amendoim em diferentes proporções, sendo que a borra de café é que proporcionou maior biomassa e elevação na produção de casulos, mostrando a capacidade de adaptação dessa espécie em diferentes tratamentos. Nesse sentido, SANTOS (2009) afirma que a espécie *Eisenia andrei*, apresenta taxas de desenvolvimento e reprodução mais elevadas em comparação com outras espécies.

Neste estudo, constatou-se uma grande mortalidade de minhocas da espécie *Eudrilus eugeniae* (Figura 32). Para LOUREIRO et al. (2007), devido à produção de húmus, o processo de vermicompostagem leva a mortalidade minhocas por consequência da falta de alimentação, o que normalmente é esperado. NADOLNY (2009) também constatou redução no número de minhocas da mesma

espécie aos 30 e 60 dias com a utilização de ROD como fonte alimentícia. Essa redução também foi constatada no presente estudo, entretanto, não foi encontrado nenhum sinal de reprodução, constatada pela plena ausência de casulos e minhocas jovens, as quais foram detectadas pelo experimento do outro autor. Nesse sentido, CORRÊA (2015), afirma que tanto o espaço físico quanto a oferta de alimento limitada pode ser um dos fatores a redução da população de minhocas em um ambiente.

Conforme NADOLNY (2009), por ser uma espécie de minhoca, de grande mobilidade, que cresce muito rápido, que necessita de mais fontes de alimento para seu desenvolvimento e reprodução normal, a *E. eugeniae* não é considerada a melhor escolha para o tratamento com resíduos orgânicos. Essa espécie não aceitou os tratamentos testados, sendo que algum fator limitante como a alimentação, temperatura, umidade podem ter interferido negativamente para o desenvolvimento e reprodução das matrizes neste estudo.

Figura 32 – Minhocas da espécie *Eudrilus eugeniae* mortas após abandonarem os potes contendo substratos.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017/2018.

5.3. Análises do vermicomposto

Os Teores de Umidade (TU) encontrados nos materiais foram entre 42,18% (CB aos 30 dias) e 63,87% (serragem e ROD aos 30 dias) ambos com *Eisenia andrei*. Aos 60 dias obteve-se valores entre 42,11% para o composto bovino com *Eisenia andrei* e 60,48% para serragem + ROD com *Eudrilus eugeniae*. BASSACO et al (2014) obtiveram para Esterco de Ovinos 64,99% e 74,38% para

Esterco Bovino, porém, aos 90 dias de experimento, valores bem acima dos encontrados neste estudo.

O teor de cinzas é o produto inorgânico que resta do processo em que a matéria orgânica do substrato é submetida a queima, restando apenas alguns produtos minerais (SILVA, 2017). Dessa forma, permite-nos saber a quantidade de minerais presentes em uma determinada amostra de material orgânico. No presente trabalho, o TCz variou entre 1,40% para ROD 75% + SERRAGEM 25% com *E. andrei* aos 60 dias e 49,95% para esterco bovino 50% e ROD 50% com *E. eugeniae* aos 60 dias. Com relação às minhocas da espécie *Eisenia andrei*, o baixo teor de elementos minerais aos 60 dias, pode ter contribuído para redução no aspecto reprodutivo, haja vista que, a maior reprodução foi constatada aos 30 dias de experimento com mesma espécie em questão, isso levando em consideração o valor encontrado no mesmo substrato de 2,62% aos 30 dias. Valor superior aos demais valores encontrados no mesmo substrato, mas com datas distintas.

O pH dos materiais tiveram uma leve redução tanto aos 30 dias de avaliação quanto aos 60 dias com as duas espécies de minhocas, no entanto, com os tratamentos compostos por Esterco Caprino e Composto Bovino os valores ficaram entre e 8,78 e 8,43, ainda alcalinos. Já o tratamento composto por serragem + ROD variou entre 6,33 aos 30 dias e 7,83 aos 60 dias. (Tabela 6)

BASSACO et al (2014) encontraram valores de pH para esterco de ovinos 9,4 e esterco bovinos 8,7 e, depois obtiveram 7,4 e 7,9 respectivamente, no entanto, após 90 dias de experimento com minhocas *Eisenia andrei*.

Os resultados encontrados para carbono nos tratamentos variaram entre 50,65% para esterco bovino 50% + ROD 50% e 98,6% para serragem 25% + ROD 75%. Ambos os resultados encontrados aos 60 dias com *E. andrei*. Como o húmus de minhoca está enquadrado como composto orgânico, o Decreto Federal de número 86.955 de 1982 do Ministério da Agricultura, determina que os compostos orgânicos devam seguir os parâmetros de 40% para Carbono. No presente estudo, os resultados apresentaram-se elevados, contudo, os valores encontrados não apresentaram aspectos negativos ao desenvolvimento de minhocas da espécie *E. andrei*.

Os resultados obtidos para Nitrogênio apresentaram-se abaixo do recomendado de acordo com o Decreto Federal de número 86.955 de 1982 do Ministério da Agricultura, 1% para Nitrogênio, variando entre 0,29% para serragem 25% e ROD 75% com *E. andrei* aos 30 dias e 0,64% para esterco caprino 100% com *E. andrei* e *E. eugeniae* aos 60 e 30 dias, respectivamente.

A relação C/N é um dos parâmetros tradicionais que atesta a qualidade do composto orgânico e de também determinar o seu grau de maturidade (LOUREIRO et. al. 2007). Nesse sentido, foram encontrados valores altos, tanto no composto bovino, quanto no esterco caprino. (Tabela 8).

Segundo LOUREIRO et al., (2007), a qualidade de esterco varia conforme a alimentação e manejo dos rebanhos, o que se torna, algumas vezes mais difíceis às comparações com outros resultados. De acordo com PAULUS et al. (2000), materiais, a exemplos de serragem, palha de milho e a casca de arroz, possuem uma relação C/N alta entre 600 a 800.

Diante disso, a alta relação C/N encontrada nos materiais compostos por esterco pode estar relacionada à alimentação dos rebanhos. Mas, apesar disso, constatou-se bons resultados para a espécie de minhoca *Eisenia andrei* em todos os tratamentos, sendo que serragem e ROD onde ocorreram os melhores resultados.

De acordo com POINCET (1975) apud OLIVEIRA et al. (2010) a relação C/N não significa que o material não possa ser utilizado mas, que em muitos compostos orgânicos o carbono não está biologicamente disponível.

Neste estudo, a relação C/N tendeu a redução ao longo do experimento com as duas espécies de minhocas, sendo que tratamento composto por Serragem 25% + ROD 75% teve redução apenas aos 30 dias com a minhoca *Eisenia andrei*. Já os materiais composto por esterco caprino e esterco bovino + ROD aos 30 dias, com a mesma espécie de minhoca, apresentaram um leve aumento aos 30 dias, porem diminuíram significativamente aos 60 dias. (TABELA 6). Isso, provavelmente devido à ação das minhocas no processo de humificação do material, conforme afirmação de OLIVEIRA et al. (2008).

Tabela 06 – Composição química do vermicomposto produzido pelas duas espécies de minhocas, nas duas datas de avaliação e comparado com o composto inicial.

Tratamento	Umidade (%)	CZs(%)	pH	N (%)	C (%)	C/N
<i>Eisenia andrei</i> (30 dias)						
EC	46,82	41,76	8,68	0,47	54,74	116,5:1
CB	42,18	46,66	8,60	0,29	53,34	183,9:1
Se + ROD	63,87	2,62	6,48	0,61	93,38	159,6:1
<i>Eisenia andrei</i> (60 dias)						
EC	48,29	42,11	8,75	0,64	57,89	90,4:1
CB	42,21	49,35	8,59	0,49	50,65	103,4:1
Se + ROD	58,36	1,40	6,71	0,45	98,6	219,1:1
<i>Eudrilus eugeniae</i> (30 dias)						
EC	48,93	42,06	8,49	0,64	57,94	90,5:1
CB	42,64	36,55	8,43	0,40	51,76	129,4:1
Se + ROD	57,67	1,55	6,33	0,23	98,45	428,0:1
<i>Eudrilus eugeniae</i> (60 dias)						
EC	47,89	42,37	8,78	0,55	57,63	104,8:1
CB	43,03	49,95	8,69	0,47	50,05	106,5:1
Se + ROD	60,48	1,90	7,02	0,35	98,1	280,3:1
*Composto inicial						
EC	47,54	36,98	9,08	0,44	63,02	143,2:1
CB	49,17	40,51	9,08	0,42	59,49	141,6:1
Se + ROD	53,04	22,00	7,83	0,40	78,00	195:1

Dados da pesquisa 2017/2018

5.4. Comparação do desenvolvimento das minhocas em relação aos diferentes vermicompostos utilizados no experimento

Não houve diferenças significativas nem entre as espécies de minhocas (após 30 dias: $U=12,50$, $p=0,25$; após 60 dias: $U=8,00$, $p=0,07$), nem em relação aos substratos utilizados (após 30 dias: $H=1,30$, $p=0,60$; 60 dias: $H=0,43$, $p=0,98$) (tabela 7). Tais resultados indicaram que não houve preferência de nenhuma das espécies de minhocas por um substrato específico.

Tabela 7. Variação da quantidade de minhocas ao longo do experimento, LAPEAq, 2018.

Espécie da Minhoca	Tipo de substrato	Quantidade Inicial	Quantidade após 30 dias	Quantidade após 60 dias
<i>Eisenia andrei</i>	EC	0	2	0
	EC	10	9	10
	EC	15	14	15
	CB	10	10	10
	CB	15	15	14
	SE + ROD	0	1	0
	SE + ROD	10	10	10
	SE + ROD	15	15	15
		Média	9,38	9,5
	Desvio Padrão	6,23	5,48	6,11
<i>Eudrilus eugeniae</i>	EC	10	7	0
	CB	10	10	10
	SE + ROD	10	10	7
	EC	15	12	0
	CB	15	6	6
	SE + ROD	15	1	10
		Média	12,5	7,67
	Desvio Padrão	2,74	3,93	4,55

* Onde: EC=Esterco Caprino; CB=Composto Bovino; SE+ROD= Serragem + Resíduo Orgânico
Fonte: dados da pesquisa, 2018.

5.5 Sugestões de manejo das minhocas cultivadas

Um dos métodos mais eficazes para a produção de vermicomposto é o reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos (RODs). Materiais ricos em matéria orgânica (MO) e muito útil na alimentação de minhocas. Partindo desse princípio, visando o reaproveitamento desses resíduos, o processo de vermicompostagem pode ser desenvolvido em ambientes onde não se dispõe de muito espaço. Para que esse processo seja desenvolvido com eficácia, pouco custo e alto poder de reaproveitamento de RODs fazem-se necessários três baldes vazios de margarina de aproximadamente 18 litros, uma furadeira, um estilete e uma torneira para facilitar a coleta do chorume produzido durante a decomposição do ROD.

O primeiro passo pode ser iniciado realizando-se pequenos furos em uma das tampas para utilizar no balde que irá ficar no topo da composteira e também nas partes laterais superiores de cada balde. Recomenda-se furos de aproximadamente 0,5 cm para proporcionar melhor aeração no ambiente. Ainda nesse sentido, dois baldes devem receber furos na parte inferior, utilizando-se brocas de furadeiras entre os números seis e 10 para escoar líquidos. O terceiro balde deve ficar sem furos na parte inferior, pois é esse que coletará o chorume, sendo necessária apenas uma torneira para facilitar a coleta do chorume, sendo opcional seu uso (Figuras 33 a 35).

Figura 33 – Balde de margarina sendo furado.



Figura 34 – Modelo de composteira doméstica.



Fonte: Silva (2014)

Figura 35 – Balde sendo furado para inserção de torneira para coleta de chorume.



Fonte: Silva (2014)

Por último, duas tampas devem ser cortadas de modo que proporcione um encaixe dos baldes e que no fundo de cada balde possa ficar livre para escoar o chorume para o balde de baixo.

Finalizando-se os trabalhos, os baldes devem ficar próximos, de maneira que o balde de baixo será sempre o que conterà o chorume, sem furos na parte inferior. Os outros dois baldes devem permanecer na parte superior e o último de cima sempre fechado com a tampa já com os furos de 0,5 cm.

Com a composteira já pronta, pode-se iniciar o processo de vermicompostagem utilizando ROD e serragem. Recomendam-se minhocas da espécie *Eisenia andrei* com as quantidades de alimento em torno de 75% para ROD e 25% para serragem misturada em proporção de peso, de modo que o ROD fique coberto pela serragem. Esta que deve ser composta de um material grosso para proporcionar aeração dentro da composteira e sem resíduos de produtos químicos utilizados para conservação de madeiras como tintas, vernizes, entre outros. Por ser um material leve, a proporção de serragem ao ROD pode parecer exagerada. Contudo, ao longo do processo de decomposição do ROD, nota-se uma considerável redução de volume.

Uma grande variedade de materiais pode ser utilizada no processo de vermicompostagem, desde que frutas ácidas como limão e laranja sejam adicionadas em poucas quantidades. Alimentos cozidos como carnes, feijão, arroz e outros devem ser evitados. Um meio muito eficaz para acelerar o processo de decomposição é fragmentar os RODs em pedaços menores, sempre. Dessa maneira, os microrganismos decompositores terão maior facilidade para degradar tal resíduo (Figuras 36 a 39).

Figura 36 – RODs cortado em pedaços.



Figura 37 – RODs e serragem na composteira.



Fonte: Lourenço (2017)

Figura 38 – Serragem utilizada na composteira.



Figura 39 – RODs cobertos com serragem.



Fonte: Lourenço (2017)

Não se recomenda introduzir as minhocas juntamente com a serragem e o ROD no processo inicial. O ideal é sempre deixar o ROD estabilizar, e isso pode levar alguns dias, em torno de sete, em virtude do trabalho de microrganismos dentro da composteira proporcionar altas temperaturas no local.

Iniciado o processo, o ROD e a serragem podem ser colocados diariamente no balde superior e quando este encher deve ser trocado pelo balde que fica na parte do meio e este, agora, deve acondicionar os resíduos orgânicos. As minhocas presentes na composteira irão migrar naturalmente tanto para o balde de

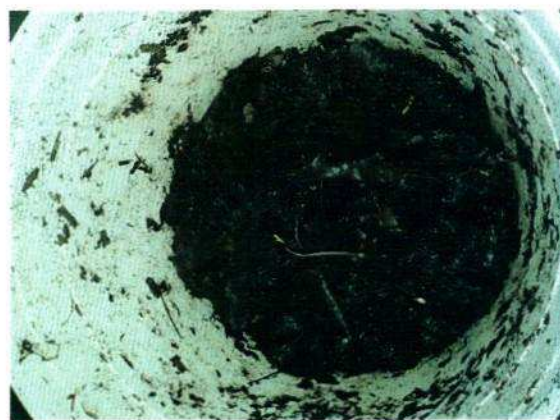
cima quanto para o balde de baixo pelos furos na parte inferior dependendo de sua necessidade alimentar.

O chorume produzido na composteira doméstica pode ser coletado e adicionado à água para regar plantas na proporção 1:10 (v/v). O húmus pode ser coletado manualmente e pode ser utilizado em hortas e jardins (Figuras 40 e 41).

Figura 40 – Chorume coletado.



Figura 41 – Composteira ativa.



Fonte: Lourenço (2017)

Alguns sites ofertam vendas de composteiras utilizando o mesmo sistema de baldes de margarina, como o site Morada da Floresta (<https://moradadafloresta.eco.br/produtos/minhocarios-domesticos-produtos/minhocarios-domesticos/>) proporcionando mais praticidade, levando em consideração a quantidade de pessoas por residência e a quantidade de RODs produzida. Além das composteiras, alguns sites disponibilizam outros produtos visando o consumo consciente o desenvolvimento sustentável. (Figura 42).

Figura 42 - Composteira doméstica Morada da Floresta.



Fonte: www.moradadafloresta.eco.br (2017)

6 CONCLUSÕES

- Nos primeiro 30 dias, as minhocas da espécie *Eisenia andrei* obtiveram taxa de permanência de 100% em todos os tratamentos utilizados;
- A espécie *Eisenia andrei* produziu mais casulos nos tratamentos compostos por serragem 25% + resíduos orgânicos domésticos (ROD) 75% e Esterco Bovino 50% + ROD 50%, com 96 e 8 casulos, respectivamente;
- Para a compostagem doméstica, a espécie mais apropriada é a *Eisenia andrei*, sendo capaz de consumir diferentes substratos, mesmo com relação C/N alta ou baixa;
- Aos 60 dias, no material composto por serragem + ROD a reprodução foi menor, comparada aos primeiros 30 dias e também sendo superada pelo aumento reprodutivo ocorrido no composto bovino;
- Foi comprovada a eficácia do esterco bovino + ROD, provando que a compostagem doméstica pode ser útil à produção de minhocas e fertilizante natural (húmus de minhoca);

BIBLIOTECA

- A espécie de minhoca *Eisenia andrei* apresentou adaptação a todos os tratamentos utilizados, sendo que os tratamentos compostos por Serragem 25% + ROD 75% e Esterco bovino 50% + ROD 50%, apresentaram os melhores resultados no aspecto reprodutivo;
- Recomenda-se a espécie de minhoca *Eisenia andrei*, com nível populacional de 10 minhocas para cada 450 g de substrato contendo Serragem grossa 25% + ROD 75% e esterco bovino 50% + ROD 50%. Ambos os tratamentos proporcionaram melhor aspecto reprodutivo e melhores biomassas.

7 REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. P; NETTO, A. J; NOGUEIRA, B. D. EFEITO DE SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO E MULTIPLICAÇÃO DE *Eisenia fetida* Savigny (1826). **Revista Acta Kariri-Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, 2016.

ALMEIDA, M. R. Comercialização do húmus de minhoca: Visão sobre sustentabilidade. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, & G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem: Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar* (pp. 215-231). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

ANDRÉA, M. M. Uso de minhocas como bioindicadores de contaminação ambiental. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, & G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem : Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar* (pp. 141-167). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

ANTONIOLLI, I.Z.; GIRACCA, E. **Iniciação à minhocultura**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1996. 96 p.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. Washington, Ed.12, 1990.

AQUINO, A. M., MORSELLI, T. B., & PRATI, L. N. Cenário atual e futuro da vermicompostagem no Brasil. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem : Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar* (pp. 41-59). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

BASSACO, A, C; ANTONIOLLI, Z, I; BRUM JÚNIOR, B de S; ECKHARDT, D, P; MONTAGNER, D. F; BASSACO, G, P. Caracterização química de resíduos de origem animal e comportamento de *Eisenia andrei*. **Ciência e Natura**, 37(1): 45 – 51, 2015.

BRASIL. (18 de Fev. de 1982). Legislação Informatizada - Decreto nº 86.955, de 18 de Fevereiro de 1982 - Publicação Original. Disponível em [www2.camara.leg.br: http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86955-18-fevereiro-1982-436919-publicacaooriginal-1-pe.html](http://www2.camara.leg.br:www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86955-18-fevereiro-1982-436919-publicacaooriginal-1-pe.html). Acesso em 18 de Fev. de 2018.

BROWN, George G.; DOMÍNGUEZ, Jorge. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas- 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETAO3). **Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)**, n. 2, 2010.

CORRÊA, R. S. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domésticos para a produção de adubo orgânico. In: J. L. ANJOS, & A. M. AQUINO, *Minhocultura e vermicompostagem: Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar* (pp. 169-200). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística Fácil**. 19ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

DE AQUINO, Adriana Maria; DE ALMEIDA, Dejair Lopes; DA SILVA, Vladir Fernandes. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: Vermicompostagem. **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 1992.

DOMÍNGUEZ, J. State of the art and new perspectives on vermicomposting Research. In: EDWARDS, C. A. Earthworm ecology. 2. Ed. Florida: CRC PRESS. 2004. p.401-424.

EMBRAPA AGROECOLOGIA 2011: **Minhocultura ou Vermicompostagem**. Seropédica, RJ: Embrapa [2011]. 1 folder

FERRAZ, José Augusto do Nascimento; GUERRA, Rafael Torquemada. ESTUDO PRELIMINAR DA INFLUÊNCIA DA UMIDADE DO SOLO SOBRE A REPRODUÇÃO DE *PONTOSCOLEX CORETHRURUS* (Glossoscolecidae, Oligochaeta). *Acta Amazônica*, v. 13, n. 2, p. 289-297, 1983.

HOLANDA, P. C. **Compostagem e Minhocultura**. Fundação Demócrito Rocha; Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, 2013

HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. Densidade populacional e numero de casulos de *Eisenia foetida* no processo de vermicompostagem sob resíduos de origem animal e vegetal. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinaria e Agronomia** (PUCRS. Uruguaiana), v. 18, p. 21-29, 2011.

KNOPP ZIBETTI, Volnei et al. Crescimento e reprodução de minhocas em misturas de resíduos orgânicos e efeitos nas propriedades químicas e microbiológicas do húmus. **Interciencia**, v. 40, n. 1, 2015.

KUSDRA, J. F., & FIUZA, S. D. Efeitos de minhocas no solo e nas plantas. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, & G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem : Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura familiar* (pp. 85-116). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

Landgraf, Maria Diva. A importância ambiental da vermicompostagem: vantagens e aplicações. / Maria Diva Landgraf, Rossine Amorin Messias, Maria Olímpia Oliveira Rezende. São Carlos: RiMa, 2005. 106 p.

LIMA, Elizangela Ferreira de. Os benefícios das minhocas para o meio ambiente e sua reprodução como recurso didático para o ensino de conceitos matemáticos / Elizangela Ferreira de Lima; orientador, Arivelton Cosme da Silva. -- Ji-Paraná, 2013.

LOUREIRO, Diego Campana et al. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1043-1048, 2007.

MARAGNO, Eliane Spricigo; TROMBIN, Dajane Fabris; VIANA, Ednilson. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, p. 355-360, 2007.

MARTÍN, J. D., & SCHIEDECK, G. Nível de desenvolvimento e potencial da minhocultura e da vermicompostagem. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, & G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem: Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar* (pp. 9-39). Brasília, DF: Embrapa, 2015.

Minhocários Domésticos. Disponível em MORADA da Floresta: <https://moradadafloresta.eco.br/produtos/minhocarios-domesticos-produtos/minhocarios-domesticos/>. Acesso em 18 de fevereiro de 2018.

MORALES, D. S. A. **Resíduos sólidos de bovinos proveniente da estação de tratamento de efluentes de um frigorífico pelo processo de compostagem e vermicompostagem na produção de mudas de alface**. 2011. Santa Maria, RS, 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM.

NALDONY, H.S. **Reprodução e Desenvolvimento das minhocas *Eisenia andrei* Bouché, 1972 e *Eudrilus eugeniae* Kinberg, 1867 em resíduo orgânico doméstico**. 2009. 68 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Paraná, 2009.

NETO, Adriana Augusta et al. Reprodução e desenvolvimento de minhocas gigante africana (*Eudrilus eugeniae*) em Lodo de Esgoto produzido na cidade de Gurupi, Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 3, 2013.

OLIVEIRA, E. C. A, et al. **Compostagem**. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, 2008.

OLIVEIRA, Edinete Maria; COSTA, Fabiana Xavier; COSTA, Caciana Cavalcanti. Reprodução de minhoca (*Eisenia foetida*) em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, 2008.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada**: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. p. 86

PEREIRA, José Eduardo. Minhocas – Manual Prático sobre minhocultura. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1997. 73 p.

SANTOS, F. C. Criação de Minhocas *Eisenia andrei* B. em diferentes substratos para a produção de vermicomposto. 2009. 48 f. **Trabalho de Conclusão de curso**.

SCHIEDECK, G. A minhocultura na agricultura familiar : Estratégia de apoio para a transição agroecológica. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, & G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem : Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar* (pp. 117-140). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

SILVA, G. N. Política estadual de resíduos sólidos em Sergipe e suas abrangências. In: J. L. ANJOS, A. M. AQUINO, & G. SCHIEDECK, *Minhocultura e vermicompostagem : Interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura familiar* (pp. 201-213). Brasília - DF: Embrapa, 2015.

SILVA, Paloma Késsia Santos. **AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS UTILIZADOS NO CULTIVO DAS MINHOCAS *Eisenia andrei* (Bouché 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867)**. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande. UFCG, Cuité/PB, 2017.

STEFFEN, G. P. K. et al. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana** (nueva serie), v. 26, Número Especial 2, p. 333-343, 2010.

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist et al. Importância ecológica e ambiental das minhocas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 137-147, 2013.

ZAR, Jerrold H. **Biostatistical Analysis**. 5^a ed. Pearson Education, 2013.

ZIBETTI, Volnei Knopp; DE FIGUEIREDO NACHTIGAL, Glaucia; SCHIEDECK, Gustavo. Biomassa e produção de casulos de *Eisenia andrei* Bouché avaliados em diferentes fontes de alimentos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.