



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

MARIA INGRID DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MINHOCAS DA ESPÉCIE  
*Eisenia andrei* (Bouché 1972) CRIADAS EM DIFERENTES  
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

CUITÉ-PB  
2018

MARIA INGRID DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MINHOCAS DA ESPÉCIE  
*Eisenia andrei* (Bouché 1972) CRIADAS EM DIFERENTES  
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande como forma de obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Maria da Silva

CUITÉ-PB  
2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE

Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S729a Souza, Maria Ingrid de.

Avaliação do desempenho de minhocas da espécie *Eisenia andrei* (Bouché 1972) criadas em diferentes resíduos orgânicos. / Maria Ingrid de Souza. – Curitiba: CES, 2018.

59 fl.

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

Orientadora: Dra. Ana Maria da Silva.

1. *Vermicompostagem*. 2. *Eisenia andrei* (Bouché 1972). 3. *Minhocas*. I. Silva, Ana Maria da. II. Título.

Biblioteca do CES -UFCG

CDU 595.142(043)

MARIA INGRID DE SOUZA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE MINHOCAS DA ESPÉCIE  
*Eisenia andrei* (Bouché 1972) CRIADAS EM DIFERENTES  
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG como forma de obtenção do grau de licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovada em 06/12/2018

BANCA EXAMINADORA



---

Dr. Ana Maria da Silva  
Orientadora (UFCG/CES)

---

Dr. Paulo Sérgio Gomes da Silva  
Membro Titular (UFCG/CES)

---

Dr. Marisa de Oliveira Apolinário  
Membro Titular (UFCG/CES)

---

Dr. Márcio Frazão Chaves  
Suplente (UFCG/CES)

Dedico este trabalho a minha família.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me proteger e em todos os momentos, me dando forças para enfrentar os obstáculos impostos a mim.

Agradeço a professora Ana Maria da Silva pela orientação durante a elaboração desse trabalho. Ao professor Paulo Sérgio Gomes da Silva por ter me ajudado nos procedimentos contribuindo grandemente na construção e finalização desse trabalho.

Agradecimento especial a minha querida Talita Kelly, não tenho palavras para agradecer por ter estado ao meu lado, sempre à disposição ajudando de todas as formas possíveis nessa caminhada, desejo todo o sucesso em sua caminhada, és um ser humano iluminado. A você toda minha gratidão por sua paciência, ajuda e apoio. Obrigada!

Aos professores Carlos Alberto Garcia e Caroline Zabendzala, pelas oportunidades de fazer parte de projetos que contribuíram grandemente na minha formação acadêmica e pessoal. Meu agradecimento a equipe de funcionários do CES que estiveram envolvidos, trabalhando lado a lado conosco, em especial ao querido Zé, que esteve diretamente envolvido em todas as funções, atendendo a todas as necessidades dos projetos. Aos meus companheiros de projetos, foram tempos de trabalho árduo e momentos difíceis, mas com resultados positivos. Grata a todos.

Aos meus fies escudeiros Alderisvânia Santos, Laura Ferreira e Jailson Borges que me acompanharam durante todo esse percurso, gratidão pela amizade, parceria, por todos os momentos bons e difíceis vividos durante todos esses anos de curso, sem vocês essa jornada não teria sido a mesma. A Luís Gomes que apesar das tribulações esteve sempre ao meu lado, dando força e motivação contribuindo para a concretização desse sonho, obrigada por me apoiar do início ao fim. Aos meus amigos Nathiane, Jessica Samara, Laisy Araujo, Mercês Santos, Wellington Freitas, agradeço pela amizade construída ao longo desses anos, lembrarei-me de cada um de vocês com muito carinho.

A minha família, em especial aos meus irmãos Alcione, Aldilene, Leiliane, Francerlei, Francerli, a vocês dedico todo meu amor, toda minha gratidão, devo a realização desse sonho a vocês, pois a força que tive para trilhar esse caminho foi obtida através de vocês. As minhas primas/irmãs Jaqueline e Anne Karolline, agradeço a Deus

por ter colocado vocês no meu caminho, grata por terem estado ao meu lado todo esse tempo. Amo vocês!

Aos que não citei aqui, mas que sabem que de alguma forma contribuíram para a concretização desse sonho, sintam-se abraçados por mim.

Gratidão! A tudo e a todos!

*“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.”*  
*Aldo Novak*



## RESUMO

O crescimento populacional traz como consequências o aumento na produção e descarte de resíduos orgânicos, que em sua maioria são descartados em locais impróprios sem tratamentos prévios. Vermicompostagem é um meio de baixo custo e de fácil manejo que contribui com a ciclagem desses resíduos, tendo como resultado final um vermicomposto (húmus) de boa qualidade que atende as necessidades das plantas. O objetivo desse trabalho foi observar a capacidade reprodutiva e adaptabilidade de minhocas da espécie *Eisenia andrei* (Vermelha da Califórnia) em diferentes substratos. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Campina Grande campus Cuité/PB. As minhocas foram expostas aos seguintes substratos: T1- composto orgânico (testemunha); T2- composto orgânico + casca de abacaxi + pimentão; T3- composto orgânico + tomate + casca de melancia; T4- composto orgânico + cascas de batatinha + cenoura. Durante o período de experimento foi realizado por duas vezes o desmonte dos vasos a fim de contabilizar a taxa de reprodução e remanescente das minhocas em seus respectivos substratos. Os tratamentos demonstraram que as minhocas são capazes de se adaptar e reproduzir em diferentes substratos, mas o tratamento 2 foi o que atingiu melhor desempenho para reprodução e adaptação das minhocas, superando os demais tratamentos. As composições físico-químicas do vermicomposto estão de acordo com a legislação da Instrução Normativa nº 25/2009 para compostos orgânico em relação ao pH e umidade.

**Palavras-chaves:** Vermicompostagem, reprodução, remanescente, substrato.

## ABSTRACT

Population growth results in increased production and disposal of organic waste, which is mostly disposed of in inappropriate places without previous treatment. Vermicomposting is a low-cost and easy-to-use medium that will contribute to the cycling of these wastes, resulting in a good vermicomposting (humus) of good quality that meets the needs of plants. The objective of this work was to observe the reproductive capacity and adaptability of the *Eisenia andrei* earthworm on different substrates. The research was conducted at the Federal University de Campina Grande campus Cuité/PB. The worms were exposed to the substrates: T1- organic compound (control); T2- organic compound + pineapple shell + peppers; T3- organic compound + tomato + watermelon shell; T4- organic compound + shell of potatoes + carrots. During the experiment period, the vessel was dismantled twice in order to account for the reproductive rate and remanence of the oligochaetes in their respective substrates. The treatments showed that the worms are able to adapt and reproduce in different substrates, but the treatment 2 was the one that achieved better performance, surpassing the other treatments. The physico-chemical compositions of the vermicompost are in accordance with the legislation of Normative Instruction No. 25/2009 for organic compounds in relation to pH and humidity.

**Keywords:** vermicomposting, reproduction, remnant, substrate.

## **SIGLAS**

ROD- Resíduos Orgânico Doméstico

RO- Resíduos Orgânico

C- Carbono

N- Nitrogênio

C/N- Relação Carbono/Nitrogênio

ABRELPE- Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

SBRT -Serviço Brasileiro De Resposta Técnica

TU- Umidade

TCz- Cinzas

pH- Potencial hidrogeniônico

IN 25/2009 DAS/MAPA- Instrução Normativa nº 25 de 2009 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

PROPEX- Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Minhocário "campeiro".....	21
Figura 2: Minhocário de alvenaria.....	22
Figura 3: Diferentes tipos de minhocários industriais desenvolvido pelo Minhobox .....	22
Figura 4: Medida prática da umidade nos substratos.....	25
Figura 5: Morfologia externa (A) e interna de um anelídeo (B) .....	28
Figura 6: Morfologia externa.....	28
Figura 7: Casulos (A) e casulo eclodido (B) .....	29
Figura 8: Ciclo de vida da minhoca <i>Eisenia andrei</i> .....	30
Figura 9: Minhocas <i>Eisenia andrei</i> .....	31
Figura 10: Casa de vegetação .....	32
Figura 11: Esquema da disposição dos vasos.....	34
Figura 12: Vasos de plástico utilizado no experimento.....	34
Figura 13. Pesagem do composto (A), identificação dos vasos (B) e deposição das minhocas (C) .....	35
Figura 14: Contagem das minhocas (A) e casulos (B) .....	35
Figura 15: Estufa (A), balança (B), cadinhos (C) e dessecador (D) .....	36
Figura 16: Forno mufla .....	37
Figura 17: Amostras em cinza .....	37
Figura 18: Mesa agitadora e Erlenmeyer com amostras (A) e pHmetro (B) .....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação.....	41
Gráfico 2: Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação.....	42
Gráfico 3: Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação.....	43
Gráfico 4: Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação.....	44
Gráfico 5: Comparativo do desenvolvimento das minhocas de acordo com o tratamento .....	45
Gráfico 6: Variação do pH do vermicomposto de acordo com o período de avaliação: tratamento 1 (A), tratamento 2 (B), tratamento 3 (C) e tratamento 4 (D) .....	48
Gráfico 7: Variação da umidade (%) do vermicomposto de acordo com o substrato de cultivo .....	50
Gráfico 8: Variação do teor de cinzas (%) do vermicomposto de acordo com o substrato de cultivo .....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Alimentos fornecidos.....	33
Tabela 2: Organização dos tratamentos e repetições para realização do sorteio ....	33
Tabela 3: Quantidade inicial e mensal de minhocas e casulos .....	39
Tabela 4: Médias dos tratamentos .....	40
Tabela 5: Relação da quantidade de minhocas e casulos por tratamento e repetições ao final do experimento .....	46
Tabela 6: Análises físico-química dos produtos iniciais e finais da vermicompostagem.....	48

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	17
2.1. Objetivo Geral .....	17
2.2. Objetivos Específicos .....	17
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
3.1. Vermicompostagem.....	18
3.2. Métodos para realizar vermicompostagem.....	20
<b>4. PROCESSO E QUALIDADE DO VERMICOMPOSTO</b> .....	23
4.1. Aspectos Físico-químicos do composto .....	24
<b>5. MINHOCAS</b> .....	27
5.1. Reprodução.....	29
5.2. Espécie utilizada no experimento .....	30
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
6.1. Localização .....	31
6.2. Resíduos Orgânicos .....	32
6.3. Preparação das amostras .....	33
6.4. Instalação, condução e desmontagem .....	34
6.5. Análises Físico-químicas.....	36
6.5.1. Teor de umidade .....	36
6.5.2. Teor de Cinzas .....	37
6.5.3. pH.....	38
6.6. ANÁLISE DO VERMICOMPOSTO.....	38
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54

## 1. INTRODUÇÃO

A degradação do ambiente é um processo ou desenvolvimento espontâneo de decomposição ou desgaste, e segundo a lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 instituída pela Política Nacional de Meio Ambiente, art. 3º, § II, degradação ambiental refere-se a: “degradação da qualidade ambiental e alteração adversa das características do meio ambiente” (MENEGUZZO; CHAICOUSKI, 2010). Uma das causas desse processo de degradação pode ser a retirada do horizonte orgânico do solo das matas para sua utilização em jardinagem, hortas residenciais e melhoramento de áreas pouco férteis.

Atualmente o crescimento populacional traz como consequência o aumento da demanda na produção de alimentos e matérias-primas, causando a degradação desordenada dos recursos naturais, seja pela exploração agrícola, industrial ou pela urbanização, gerando o desgaste no solo e corpos de água, recursos estes de extrema importância para a manutenção da vida. O manejo adequado do solo para a agricultura é fundamental e depende de estudos para o desenvolvimento de técnicas que diminuam os impactos ambientais negativos (NADOLNY, 2009).

O aumento da população também influencia diretamente na produção de resíduos orgânicos domésticos (ROD), causando impacto ao meio ambiente pelo fato desses resíduos serem geralmente descartados em locais e de formas impróprias. Na maioria das vezes o ROD é encaminhado para aterros sanitários sem tratamentos prévios em sacos plásticos, que por sua vez ficam expostos por muito tempo no ambiente, dificultando sua decomposição natural. Resíduos orgânicos (RO) produzidos por meio da agricultura quando descartados de maneira incorreta podem ter como uma das consequências a eutrofização dos corpos de água, processo esse que aumenta a quantidade de oxigênio dissolvido na água, inviabilizando assim a sobrevivência dos organismos ali existentes (NAIR et al., 2005, MARTINEZ, 1998 apud NADOLNY, 2009).

Estima-se que o brasileiro produza em média cerca de 1kg de lixo por dia, produzindo no país inteiro em torno de 241.614 toneladas de lixo/dia, onde 60% são resíduos orgânicos (FILHO, 2012). No ano de 2016 segundo Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais- ABRELPE, foi produzido diariamente 214.405 toneladas de resíduos sólidos urbano com 1,040 Kg/habitante/dia,



diferentemente do ano 2015 onde se produziu 218.874 toneladas por dia e 1,071 kg/habitante/dia, quantidade superior ao ano de 2016 (ABRELPE, 2017).

Para garantir a minimização na produção de lixo, é importante alterar o modo de viver, consumir e principalmente descartar, para evitar danos à natureza e possibilitar que nutrientes perdidos pelo solo causados por ações humanas desastrosas como queimadas, desmatamento entre outras, ocorra. (SILVA, 2017). Cerca de 50% do que se considera lixo presentes nos aterros sanitários é composto por materiais que podem ser reutilizados ou reciclados segundo Serviço Brasileiro De Resposta Técnica-SBRT, 2004. Esses dados são corroborados por NADOLNY (2009), que afirma que 52% dos resíduos gerados pela população é de origem orgânica e que tal resíduos tem total condições de serem reaproveitados no processo de compostagem. De acordo com a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável deve suprir as necessidades da geração atual, sem prejudicar o atendimento a futuras gerações. FIGUEIREDO (2010), ressalta que o crescimento econômico através do desenvolvimento sustentável deve abranger de forma justa a humanidade, não deixando de respeitar o bem-estar ecológico dos sistemas naturais, utilizando meios que não prejudique o ambiente e que sejam economicamente viáveis.

No ano de 2010 foi implementada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010), que busca sanar a problemática de deposição inadequada dos resíduos. Um dos seus pontos estabelece que “as prefeituras devem fazer um plano de resíduos sólidos incluindo sistema de coleta seletiva, reciclagem, compostagem e destinação final adequada (aterro ou incineração)”. Por sua vez, é notável que muitas cidades não se adequaram a essa lei, principalmente cidades situadas no Curimataú paraibano, agravando ainda mais os problemas no bioma caatinga, causando o empobrecimento do solo, além de gerar contaminações nos corpos de água INSTITUTO TERRA BRASILIS, 2015 apud SILVA, 2017).

Os animais e seres humanos dependem de alimentos cultivadas no solo. Desse modo, a qualidade do solo impacta significativamente nos ecossistemas e na capacidade da terra de sustentar aos seres vivos (BRANDY, 2012; CASARIL, 2014). Desta forma, a disposição correta dos materiais orgânicos produzidos em solos agricultáveis beneficia economicamente, sustentavelmente o produtor, permitindo que o solo reponha parte do carbono que lhe foi retirado, além de auxiliar na manutenção da umidade, textura dos solos, evitando sua erosão, beneficiando assim a nutrição das plantas. Para que se faça

uso desse material, é importante que o composto passe por processo químico, físico ou biológico, para que sua devolução ao solo ocorra satisfatoriamente, de maneira que as plantas absorvam os nutrientes. Para que ocorra o reaproveitamento correto dos resíduos é necessário que suas deposições sejam de maneira adequada, evitando possíveis danos ao ambiente (KIEHL 2004, SHARMA et al 2005, BEIGL et al, 2008, YADAVAND et al 2009 apud SILVA et al, 2013).

Com a intensa exploração agrícola, utilização de insumos (fertilizantes, adubos, defensivos e herbicidas) além da falta de um planejamento e acompanhamento juntos aos produtores para uma melhor gestão dos recursos naturais, se torna necessário o desenvolvimento de tecnologias de baixo custo que visem sanar ou ao menos minimizar os danos ambientais e que garantam também a fonte de renda, não apenas para o pequeno produtor, mas também para os que produzem em grande escala (SANTOS, 2009). Considerando os danos causados ao meio ambiente pelo uso abusivo de fertilizantes, além da busca por meios que evite o seu uso, é de extrema importância que técnicas sustentáveis que respeite o meio ambiente como a vermicompostagem seja disseminada de maneira que as pessoas aprendam e realizem o processo de maneira correta, buscando melhorar a qualidade do solo e conseqüentemente o produto resultante do cultivo, além do descarte correto do lixo orgânico doméstico (SILVA, 2017).

Desta maneira o objetivo desta pesquisa consiste em fazer uso da vermicompostagem através da investigação do comportamento de oligoquetas em diferentes tipos de habitat, testando a diferentes tipos de alimento que melhor se adaptam, para possibilitar a produção de um substrato com melhor qualidade e desenvolvimento de técnicas que contribuam para o desenvolvimento satisfatório da minhocultura.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

- Analisar o cultivo de minhocas *Eisenia andrei* (Bouché 1972), a fim de descobrir qual tipo de alimento proporcionaria um desenvolvimento mais satisfatório.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o comportamento das minhocas quando expostas a diferentes combinações de resíduos orgânicos: composto orgânico, casca de abacaxi, pimentão, tomate, casca de melancia, casca de batatinha e cenoura.
- Selecionar as combinações de resíduos que proporcionaram maior aceitação pelas minhocas utilizando como parâmetro a taxa de remanescentes e reprodução.
- Caracterizar a composição físico-química (umidade, cinzas e pH) dos compostos produzidos.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Vermicompostagem

Vermicompostagem é o termo usado para nomear o processo de transformação biológica dos resíduos orgânicos através da ação das minhocas que em conjunto com os microrganismos presente no solo aceleram o processo de decomposição. Recebe esse nome devido as minhocas serem conhecidas popularmente como vermes, originando assim o termo vermicompostagem (LABRUDE, 2016).

A primeira referência aos benefícios da vermicompostagem, foi relatada pelo monge Beneditino Augustus Hessing, que na década de 1930, utilizava as minhocas para tratamento dos resíduos orgânicos produzidos no monastério. Mais desde o antigo Egito já se tinha conhecimento da relevância das minhocas nos solos agrícolas. No ano de 1940 o benefício da criação de minhocas já era conhecido, sendo os Estados Unidos considerado a pátria da minhocultura, pois já cultivava minhocas em canteiros sofisticados possibilitando melhor desenvolvimento das mesmas e produção de composto. No Brasil a criação de minhocas é uma atividade pouco conhecida, mais por ser de baixo custo e de fácil manejo, muitas pessoas têm se interessado, seja para produzir húmus para finalidades agrícolas ou como fonte de proteínas para alimentação de animais (MARTINEZ, 2006; MARTÍN; SCHIEDECK, 2015).

Vermicompostagem é um meio de decomposição de matéria orgânica onde se faz o uso de minhocas que favorece que o substrato tenha contato com a superfície, aumentando a ação microbiana na decomposição do material, acelerando o processo. Esse método é considerado uma “ecotecnologia” por não causar danos ao meio ambiente e pelo fato dos custos de manutenção e investimentos serem baixos, o que permite sua instalação em qualquer local propício. O uso da vermicompostagem tem vários benefícios biológicos e econômicos, pois através dele pode-se eliminar resíduos orgânicos e produzir húmus, este que é um fertilizante rico em nutrientes, apresentando grande quantidade de material orgânico. Este processo acaba favorecendo a absorção pelas plantas e conseqüentemente alterando positivamente seu desenvolvimento. Nesse processo, as oligoquetas agem como se fossem um “moinho biológico” modificando as características biológicas, químicas e físicas da matéria orgânica através da sua reciclagem, diminuindo assim a relação de carbono e nitrogênio (C/N), tornando o

material mais degradável por estar susceptível a ação de microrganismos (MARTÍN, SCHIEDECK, 2015).

A vermicompostagem é um processo dividido em dois estágios: no primeiro, a matéria orgânica é compostada, para que ocorra a redução de microrganismos patogênicos presente no material. Após 30 dias o composto é transferido para leitos rasos, a fim de evitar a compactação e aumento da temperatura, pois os materiais de granulometria fina têm essa tendência. Faz-se então a inoculação das minhocas, e cerca de 60 a 90 dias após a inclusão delas obtêm-se um vermicomposto rico em macro e microrganismos formando húmus estável (BIDONE, 2001 apud SUSZEK, 2005).

No processo de vermicompostagem pode ser utilizado quase todos os tipos de matérias, sendo os orgânicos mais utilizados: esterco; resíduos oriundos de agroindústrias; lixos domésticos; lama de esgoto; e restos vegetais de cozinha: como alface, batata, cenoura, melão e cascas de frutas para a produção de húmus. O uso desses materiais sem o tratamento prévio, ou seja, não passando pela compostagem podem liberar gases causando a morte das minhocas, pois durante esse processo os microrganismos húmificam a matéria orgânica crua deixando-a estável. Dessa forma é importante ter conhecimento sobre as características dos resíduos e do composto final, pois já que os mesmos têm influência no desenvolvimento das minhocas e produção do composto (SOUZA e HENTZ, 2013; COTTA et al., 2015).

Santos (2009), ressalta que:

“O fornecimento de alimentos impróprios para as minhocas, ou ainda, o manejo inadequado da alimentação, a qual deve ser manuseada de forma a evitar insetos predadores ou pequenos animais que podem causar danos as minhocas. Sabendo qual o melhor substrato para auxiliar na reprodução das minhocas, pode-se direcionar a criação visando à produção de húmus de qualidade, que também propicie uma boa reprodução desses anelídeos.”

Desta forma o manejo inadequado, falta de uma estrutura adequada, onde o minhocário é montado em ambiente quente, com a umidade baixa ou alta, além do tipo de alimentos ofertados, que podem ser de baixa qualidade ou até mesmo tóxico, são responsáveis pelo insucesso na produção do composto, sendo assim ter conhecimento sobre a realização dos processos de vermicompostagem evitara prejuízos, tendo como resultado húmus de qualidade (SCHIEDECK et. al., 2007).

O húmus produzido por minhocas é em média 70% mais rico em nutrientes que os húmus convencionais. É um substrato neutro, uma vez que as minhocas possuem glândulas calcíferas, corrigindo assim o do pH do substrato (LONGO, 1987, p. 79 apud SILVA, 2017).

A vantagem do vermicomposto em comparação ao da compostagem (sem o uso das minhocas), é que além de poder ser feita em grande escala, permitindo o indivíduo reutilizar seu lixo doméstico diário sem qualquer dificuldade de uma forma econômica, ela diminui o tempo de estabilização da matéria orgânica produzindo um composto com relação C/N reduzida, melhor capacidade de troca catiônica, com grande quantidade de substâncias húmicas e fitormonais. (ALBANELL et al., 1988; TOMATI et al., 1995; LOUREIRO et al., 2007 apud SILVA 2017; SANTOS 2009).

### 3.2. Métodos para realizar vermicompostagem

O processo de vermicompostagem pode ser realizado em quatro diferentes escalas: doméstica, industrial, média escala e laboratorial. Variando de acordo com o objetivo desejado, seja para a produção de húmus ou para a produção de minhocas (CASARIL, 2014).

Os autores Martín e Schiedeck, (2015) descrevem que na escala doméstica utiliza-se os restos vegetais para alimentar as minhocas, e o produto final é usado em pequenas hortas e jardins. Para realizar esse processo não é necessário um grande aparato, pode-se utilizar recipientes de madeira, plástico ou metal, com tamanho apropriado para ser instalado dentro de casa. Diferentemente da doméstica a industrial é realizada em grande escala necessitando de uma grande área de trabalho, pois tem como finalidade a comercialização. Nesse processo além do vermicomposto, as minhocas produzidas tornam-se produto de comercialização, onde são vendidas in vivo ou em forma de farinha. Geralmente esse procedimento é realizado utilizando canteiros com proteção de alvenaria ou madeira, podendo também ser utilizado meios mais sofisticados disponíveis no mercado.

Para a produção de média escala é utilizado resíduos provenientes do local, onde busca-se reciclar resíduos de colheitas, esterco de animais para produção do vermicomposto que será utilizado em cultivos. Diferentemente de todos os processos anteriores a escala laboratorial tem como objetivo analisar cientificamente os processos

de vermicompostagem, a qualidade do material resultante do processo e seu uso como alimento para as minhocas. Nesse processo é utilizado recipientes de pequeno porte, abertos ou fechados, variando de acordo com o experimento (MARTÍN, SCHIEDECK, 2015).

Para realização de pesquisa é sugerido pelos autores Bidone e Povinelli (1999) apud Casaril (2014), que o experimento seja realizado utilizando recipientes pequenos, estes podem ser constituídos por qualquer tipo de material, desde que possuam sistema de captação, armazenado assim, o líquido produzido durante o processo.

Na vermicompostagem voltada para agricultura familiar, onde o húmus produzido é utilizado apenas para adubação em sua propriedade, construir um minhocário de baixo custo que possua manutenção fácil de ser realizada é a melhor escolha, a produção do composto pode ser realizado com a utilização de esterco, restos de matéria orgânica produzido na propriedade e a estrutura do minhocário pode ser construída com madeiras ou estrutura de alvenaria, utilizando como cobertura capim, palha ou qualquer meio facilmente encontrado ao redor da propriedade (SHIEDECK, 2007).

Há diversas formas de realizar a construção de minhocários, entre estas Eckhardt et al., (2016), destaca o minhocário “campeiro” (Figura 1), sua construção é simples, fazendo uso apenas de bambus sobrepostos um sobre o outro formando uma estrutura firme, dispensando o uso de arames, pregos ou qualquer outro meio para fixar sua estrutura. Além do campeiro, o de alvenaria (Figura 2) se torna uma ótima opção, apesar de possuir custos, pode ser construído aproveitando instalações já existentes na propriedade.

Figura 1: Minhocário “campeiro”.



Fonte: ECKHARDT et. al., (2016)

Figura 2: Minhocário de alvenaria



Fonte: (ECKHARDT et. al. 2016)

É de extrema importância que essas estruturas sejam instaladas em ambientes propícios, protegido do sol, chuva e predadores, mantendo o substrato úmido e adequado para sobrevivência das minhocas e posterior produção de composto (ECKHARDT et. al. 2016).

Além desses meios econômicos de realizar a vermicompostagem, o mercado fornece meios sofisticados para realizar esse processo, existem vários tipos de composteiras que podem ser encontradas no site Minhobox, empresa responsável pelo desenvolvimento de composteiras que atendem desde a escala doméstica até a industrial, fornecendo diferentes produtos com a finalidade de criação e/ou produção de húmus. Na figura 3 pode se observar alguns dos produtos disponibilizados na empresa minhobox, que podem ser em caixas ou colchões.

Figura 3: Diferentes tipos de minhocários industriais desenvolvidos pela minhobox.



Fonte: <http://www.minhobox.com.br/>.



#### 4. PROCESSO E QUALIDADE DO VERMICOMPOSTO

Durante o processo de vermicompostagem as minhocas realizam a aceleração e maturação do composto, dando origem ao húmus que é o resultado da decomposição de resíduos orgânicos, onde cerca de 60% do material disponível é convertido em húmus, e o restante utilizado no desenvolvimento das minhocas. É necessário de 25 a 40 dias para que o material orgânico seja convertido em húmus, levando em consideração o clima, pois no inverno é preciso cerca de 40-90 dias para que o húmus seja produzido (AQUINO et al., 2005 apud NADOLNY, 2009; CAMARGO, 2013).

O húmus é um composto de coloração escura, de textura leve, solto, asséptico, de fina granulação e não possui cheiro, possui teores de matéria orgânica estabilizada maiores que os compostos orgânicos tradicionais e apresenta elementos químicos como nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, que são facilmente assimiláveis pelas plantas, além de melhorar o aspecto físico, químico e biológico do solo. (MARTÍN; SCHIEDECK, 2015).

O vermicomposto oferece inúmeros benefícios para o desenvolvimento das plantas e melhoramento do solo, mas é importante que esteja adequado para o uso. O composto, produzido a partir de ROD para comercialização, deve obedecer aos parâmetros físico-químicos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, atendendo aos parâmetros previstos no decreto: 86.955 de 1982 que são os valores contidos de C, mínimo de 40%, N, mínimo de 1%, pH, mínimo de 6, umidade mínima de 40% e C/N máxima de 18:1 (STEVENS, 2014).

Os benefícios causados pelo o uso de húmus é destacado por vários autores, e segundo Motta (2014), a eliminação de sementes invasoras e micro-organismos patogênicos devido ao aumento da temperatura durante o processo de decomposição, uso de restos vegetais, nutrientes fornecidos ao solo e plantas, são alguns dos benefícios de realizar o uso desse composto. Corrêa (2015) apud Silva (2017), ressalta que as principais vantagens de fazer o uso de húmus são: não ser agressivo para o ambiente; não contaminar o solo e água como os fertilizantes químicos; enriquecer o solo com nutrientes; serve de grande fonte de nutrientes para as plantas; controla a toxicidade do solo, corrigindo excessos de alumínio, ferro e manganês; aumenta a resistência das plantas a pragas e doenças; facilita a maior absorção dos nutrientes pelas raízes das plantas; favorece a entrada de ar e circulação de água no solo; melhora a estrutura do solo; propicia produção de alimentos mais saudáveis; produção de adubo de alta

qualidade para manutenção de jardins e hortas; e atua como regulador de crescimento, capaz de influenciar a germinação de sementes, desenvolvimento de raízes, absorção de nutrientes e fotossíntese.

#### 4.1. Aspectos Físico-químicos do composto

As condições ambientais afetam diretamente as minhocas que apesar de serem tolerantes a diferentes condições ambientais, são intolerantes a fatores como a umidade e temperatura que alteram drasticamente na taxa de desenvolvimento, crescimento e reprodução. Quando as condições químicas e ambientais são alteradas é possível que as minhocas migrem para outras áreas, abandonando o alimento ou até mesmo morrendo, o que resulta na lentidão no processamento dos resíduos (MARTÍN, SCHIEDECK, 2015).

O habitat natural das minhocas é em solos úmidos, porosos, fofos, nitrogenados, ligeiramente alcalinos, com reserva de nutrientes, levemente aerados, com temperatura entre 12°C e 25°C e com umidade controlada (CASARIL, 2014). O local para realizar a produção de húmus deve ser semi-sobreando, evitando o calor excessivo, o terreno precisa possuir uma leve inclinação evitando o encharcamento do composto e disponibilidade de água para realização das regas (MOTTA, 2014). Atender as necessidades das minhocas é importante para que se preserve sua capacidade reprodutiva e sua sobrevivência.

Os principais fatores a serem observados durante a vermicompostagem são: umidade, temperatura, oxigenação, pH, aeração e granulometria.

Umidade: Fator importante para realização das atividades metabólicas dos micro-organismos. Deve se manter o nível de 60 a 70% de umidade, permitindo que as minhocas realizem trocas gasosas através da epiderme, pois elas respiram e excretam os resíduos através da pele (AQUINO, 2009). O excesso e escassez de umidade são responsáveis pela letalidade das minhocas, desta forma a umidade deve estar entre 75 e 90% segundo Lourenço, 2014 apud Gonçalves et al., (2017).

Os micro-organismos, como qualquer ser vivo necessitam de água para viver, sendo o teor de umidade entre 40 e 60% apropriado na compostagem. Quando a umidade está abaixo de 40%, a atividade microbiana se reduz até à estagnação do processo de decomposição. Por outro lado, umidades acima de 60% fazem com que o excesso de água ocupe os espaços vazios (porosidade) do material, provocando

situações de anaerobiose, onde a decomposição, além de ser mais lenta, exala odores desagradáveis, podendo atrair moscas. A umidade ideal para a decomposição aeróbica é de 55%, valor no qual o consumo de oxigênio atinge os 100%. (HOLANDA, 2013; BIDONE 1999 apud SILVA 2017).

A baixa umidade afeta o crescimento da minhoca, além do seu desenvolvimento sexual, levando indivíduos da mesma idade desenvolver o clitelo em diferentes momentos, retardando sua reprodução devido a variação de umidade (MARTÍN; SCHIEDECK, 2015).

Segundo Schiedeck et al. (2014), a umidade é o principal fator a ser observado durante a produção de húmus, e para realizar o controle de forma fácil, deve-se observar a necessidade de realizar a rega do material, pegando um pouco do composto na mão e apertando, durante o procedimento se não escorrer água, é sinal que está seco e é preciso umedecer; se surgirem algumas gotas entre os dedos, a umidade está adequada; mas se houver escorrimento de grande quantidade de água pela mão e braço, então se deve suspender a rega até que a umidade retorne aos níveis indicados.

Em seu estudo Naldony (2009) descreve que a umidade ideal para o cativeiro onde serão inoculadas as minhocas deve ser controlada e mantida entre 80 a 90%.

Figura 4: Medida prática da umidade no substrato: A) muito seco; B) muito úmido; C) umidade adequada



. Fonte: SCHIEDECK et. al., (2014).

**Temperatura:** Na compostagem a energia produzida pela ação dos microrganismos resulta no aumento da temperatura. Quando esta é superior a 40°C, os microrganismos termofílicos predominam, acelerando a decomposição da matéria orgânica. Nessa fase a temperatura é superior a 55°C, promovendo a eliminação de microrganismos patogênicos. É necessário que se faça um controle adequado da temperatura, pois ao atingir temperatura acima dos 65° C a maioria dos microrganismos

serão eliminados, juntamente com os responsáveis pela decomposição do material (SILVA, 2017).

A temperatura adequada segundo Morselli (2009) apud Stevens (2014) para realizar a vermicompostagem deve estar entre 16° C e 30°C, pois as minhocas não resistem a grandes variações de temperaturas, e quando expostas a temperaturas inferiores retém o alimento no intestino, prejudicando a produção de húmus. Segundo os autores MARTÍN, SCHIEDECK (2015), o efeito deletério que afeta as minhocas não é causado apenas pela temperatura superior a 30 °C, mas devido ao aumento das atividades químicas e microbianas no alimento, que ocasiona o consumo de oxigênio, gerando efeitos negativos para a sobrevivência das minhocas.

Para que não ocorra perdas, recomenda-se que as minhocas sejam inoculadas ao composto quando a temperatura estiver entre 20° C e 28° C. Sendo de 18° C a 25° C a temperatura ideal para minhocas vermelhas da Califórnia (CASSARIL, 2014, ANJOS, 2015).

Oxigenação: Na compostagem a presença de O<sub>2</sub> é de extrema importância, agindo na manutenção dos microrganismos que são capazes de oxidar a matéria orgânica. Durante o processo são necessárias elevadas quantidades de O<sub>2</sub>, principalmente em sua fase inicial, para evitar que o processo se torne anaeróbico, acarretando no aumento do período de tempo necessário para estabilização do composto e excesso de umidade, que por sua vez causa mau cheiro (CASARIL, 2014).

Segundo Bidone (2001) apud Suszek (2005), as minhocas necessitam apenas de 3 mg/L de O<sub>2</sub> para que sobrevivam e reproduzam, e esta quantidade pode ser obtida do ar atmosférico.

pH: Na fase mesófila da compostagem, devido a produção de ácidos orgânicos o pH varia de 5,5 a 6,0. Quando o pH se encontra menor que 5, ocorre a inibição das atividades microbianas, evitando que o composto passe para a fase termófila. Durante a fase termófila o pH sofre elevação, isso ocorre devido a hidrólise das proteínas e a produção de amônia. A base liberada pela matéria orgânica neutraliza a acidez do composto, tornando o meio alcalino com o pH entre 7,5 e 9,0, durante a fase termófila. As minhocas possuem melhor desempenho em pH de 5,5 a 6,5, mais suas atividades metabólicas são prejudicadas quando o pH atingi valor superior a 7,5. (SILVA, 2017; LOURENÇO, 2010 apud GONÇALVES et al., 2017).

Relação C/N: No processo de vermicompostagem a relação C/N deve estar entre 25/1 e 35/1, para atingir esse valor adiciona-se matérias ricos em carbono ou proteína

(KIEHL, 1998 apud VAZ, 2017). O teor de carbono e nitrogênio presente no material é fundamental para que ocorra a aceitação pelas minhocas, segundo a relação C/N deve estar entre 15/1 a 35/1. Valor inferior a 15/1 indicam excesso de nitrogênio e baixa quantidade de carbono, ocasionando aceleração no crescimento de microrganismos, resultando no aumento da temperatura e liberação de nitrogênio amoniacal, causando assim a morte das minhocas.

Granulometria: O tamanho da partícula interfere diretamente no processo de vermicompostagem. Partículas pequenas aumentam a área da superfície e a área de contato com as minhocas e microrganismos, permitindo que o processo de decomposição da matéria orgânica ocorra rapidamente. Entretanto, partículas quando muito pequenas são responsáveis por causar compactação do composto, tornando o meio anaeróbico, ou seja, inapropriado para o desenvolvimento das minhocas e produção de composto humificado (LOURENÇO, 2010 apud GONÇALVES et al. 2017).

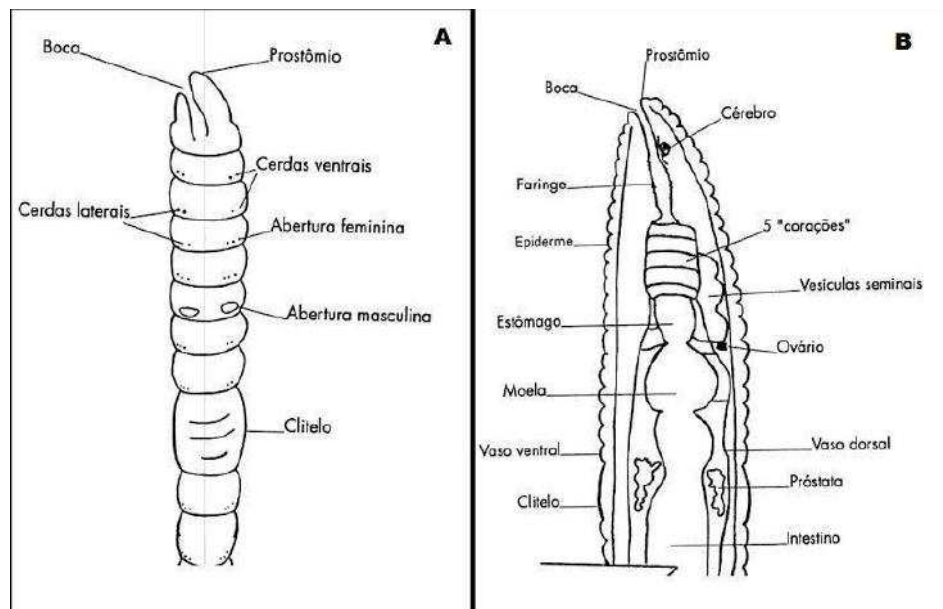
## 5. MINHOCAS

A minhoca pertence à classe Clitellata, subclasse das oligoquetas (olygochaetas), do Grego Oligos = poucos e chaeta = cerda, e ao filo *annelída*. São animais invertebrados segmentados, ou seja, seu corpo é dividido em anéis denominados metâmeros, a quantidade de anéis podem variar de acordo com a idade e espécie, possui simetria bilateral, com presença de uma estrutura diferenciada chamada clitelo, uma faixa de coloração clara ou escura, responsável pela produção dos casulos e indicador da maturação sexual, na parte anterior possui o lóbulo sensorial (prostômio), e ânus localizado na extremidade posterior de sua estrutura, sua locomoção é realizada com a ajuda de cerdas presentes em seu corpo, e possui como habitat lugares escuros e úmidos, por serem sensíveis a luz e possuir sangue frio, necessitando assim de umidade para sobreviver (MARTÍN; SCHIEDECK 2015; MADIGAN et al., 2010 apud STEFFEN, 2013; CASARIL 2014 apud SILVA, 2017).

Existe mais de 3.000 espécies de minhocas identificadas, estas são classificadas de acordo com seu nicho, sendo divididas entre epigêicas, endogêicas e anécicas. A minhoca *Eisenia andrei* utilizada durante este trabalho, está classificada como uma espécie epigêica, por habitar meio próximo a superfície, ser escavadora, alimentando-se

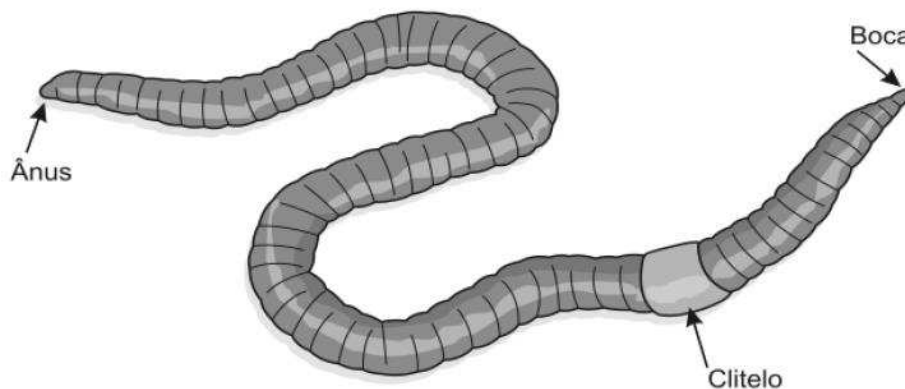
de matéria orgânica bruta, além de possuir cor uniforme, boas taxas reprodutivas e metabólicas, adaptando-se a diferentes meios (MARTÍN; SCHIEDECK, 2015).

FIGURA 5: Morfologia externa (A), interna de um anelídeo (B).



FONTE: Pereira, 1997

FIGURA 6: Morfologia externa



FONTE: Holanda, 2013

Ações antrópicas e/ou naturais que atingem o solo e sua cobertura vegetal interferem no desenvolvimento e comportamento das minhocas, desta forma para realizar sua criação é necessário levar em consideração as características da espécie que irá utilizar, como: consumo e aceitação de diferentes resíduos orgânicos, tolerância a mudança de ambiente, crescimento e reprodução. Devido a sensibilidade de algumas espécies de minhocas a mudanças no meio, as mesmas se tornam bioindicadores

ambientais, indicando por exemplo, contaminações e impactos no ecossistema (CASSARIL, 2014; STFFEN et al., 2013 apud MENEZES 2015; BROWN, 2010 apud SILVA, 2017).

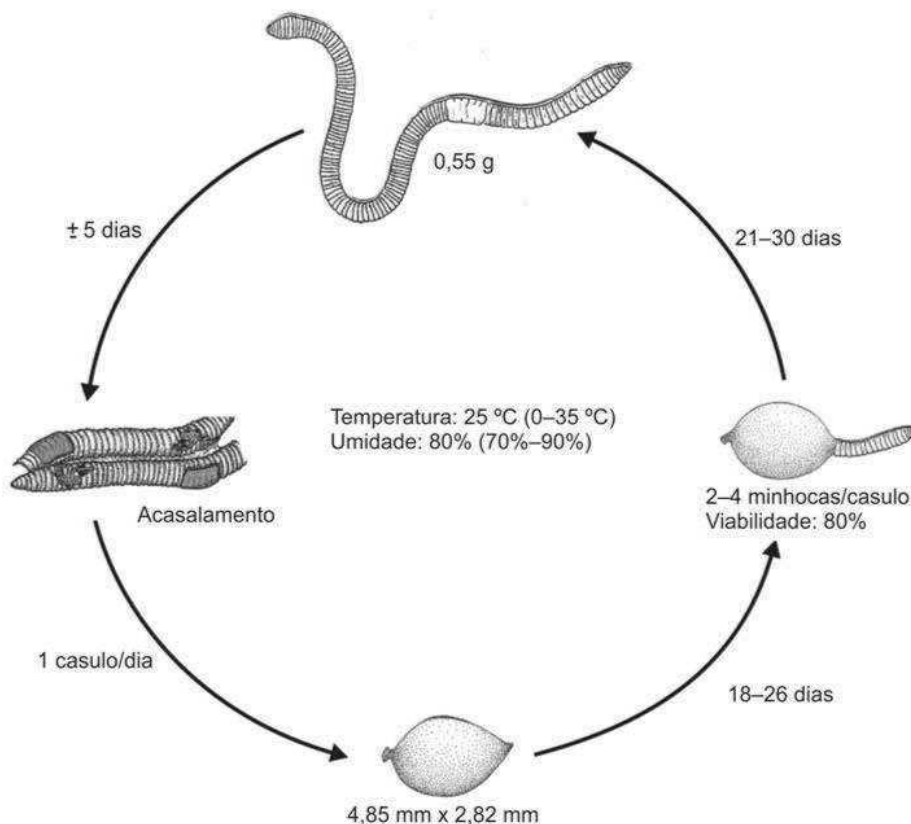
### 5.1. Reprodução

São animais hermafroditas, mas geralmente a reprodução ocorre através de cópula e fertilização cruzada, onde cada indivíduo produzira casulos contendo de um a vinte ovos fertilizados. Após o ovo fertilizado, é secretado um casulo fibroso através do clitelo, o meio interno do casulo é preenchido por um fluido nutritivo albuminoso produzido pelas glândulas clitelares. Apesar da reprodução ocorrer em sua maioria através dos métodos citados anteriormente, em casos excepcionais a reprodução pode ocorrer por partenogênese. Os casulos possuem forma de limão siciliano, sua formação ocorre ao passar 48 horas da copula, variando de 0,35 a 1,3 ao dia. Seu período de incubação varia de 18 a 26 dias de acordo com a espécie e ambiente que estar exposto, retardando ou não a eclosão dos casulos. Ao nascerem as minhocas possuem a coloração inicial branca, apresentando a pigmentação característica da espécie após 24 horas de seu nascimento. Cada casulo eclodido pode conter de 2,5 a 3,8 minhocas, variando de 72% a 82% sua prole. Após o nascimento a maturação sexual é alcançada em semanas, se o ambiente qual estão inseridas atenderem suas necessidades (MARTÍN, SCHIEDECK 2015).

FIGURA 7: Casulos (A) Casulo eclodido (B)



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

FIGURA 8: Ciclo de vida da minhoca *Eisenia andrei*.

Fonte: Adaptado de Domínguez e Edwards (2010), Martín Schiedeck, (2015).

O ciclo reprodutivo e crescimento tendem a ser alterado, em resposta aos fatores ambientais que envolvem a qualidade do alimento disponível, ações físico-químicas, além de fatores bióticos como a competitividade gerada pela quantidade de minhocas presente no meio (MARTÍN, SCHIEDECK, 2015).

## 5.2. Espécie utilizada no experimento

### *Eisenia andrei*

Conhecida popularmente como vermelha-da-Califórnia, é a espécie mais utilizada para produção de húmus, devido sua boa adaptação colonizando e consumindo diferentes tipos de materiais orgânicos, adaptando-se a níveis variados de umidade e temperatura. Por serem resistentes a variação do ambiente e ser de fácil manejo, quando criadas em conjunto com outra espécie se tornam dominantes, possuindo rápida



reprodução em condições favoráveis, desta forma a produção de casulos variam de acordo com o alimento fornecido. Do casulo até a maturação sexual, seu ciclo de vida (Figura 8) leva de 45 a 51 dias, variando conforme a criação. O casulo é produzido a cada 3-7 dias, possuindo entre 2 a 4 minhocas em cada ovo. Sua expectativa de vida é de 4 a 5 anos, alcançando 10 cm de comprimento na fase adulta (SCHIEDECK et al., 2014; MARTÍN, SCHIEDECK, 2015; RESENDE et al. 2016).

FIGURA 9. Minhocas *Eisenia andrei*



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS

### 6.1. Localização

Este trabalho foi realizado na casa de vegetação do Centro de Educação e Saúde-CES/UFCG. O local onde o experimento foi instalado dispõe de bancadas nas quais foram colocadas o material utilizado, além disso contém mecanismo de irrigação automática (Figura 10). As matrizes de minhocas da espécie *Eisenia andrei* utilizadas para realizar o experimento foram doadas por um criador do município de Cuité. Para realização deste trabalho foram utilizados animais adultos, com atividade reprodutiva caracterizada pela presença de clitelo.

FIGURA 10. Casa de vegetação



Figura: Jailson Borges, 2018.

## 6.2. Resíduos Orgânicos

O composto orgânico utilizado no experimento foi doado pelo projeto compostagem e vermicompostagem desenvolvido por alunos vinculados a Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão- Probex, que tem como objetivo reciclar resíduos orgânicos descartados pelo restaurante universitário e pelas podas realizadas nas árvores do campus UFCG/Cuité, através da compostagem e vermicompostagem.

Além deste composto, foi utilizado nos tratamentos resíduos orgânicos domésticos (ROD), estes foram doados pela empresa Canteiro Cheiro Verde, situada na cidade de Nova Floresta-PB. Os resíduos usados apresentavam ligeira decomposição, por se tratarem de materiais que eram destinados ao lixo, devido à idade ou danificação no carregamento, encaixotamento e transporte.

Para realização do experimento foi selecionado ROD visando matérias orgânicos consumidos em residências. Todo o material foi cortado com a utilização de faca, imitando o que acontece nas residências, contribuindo assim na decomposição do material.

Foram utilizados os seguintes substratos, compreendendo cada um tipo de tratamento (T) durante o experimento em quintuplicata (Ri):

T1- Material pré compostado

T2- Material pré compostado + ROD

T3- Material pré compostado + ROD

T4- Material pré compostado + ROD

### 6.3. Preparação das amostras

O experimento foi constituído por 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada tratamento recebeu a mesma quantidade de composto, alimento e minhocas por vaso. A tabela 1 indica a quantidade de alimentos e combinações utilizada em cada tratamento.

Tabela 1. Alimentos fornecidos

Tratamento 1	Composto orgânico (600g)
Tratamento 2	Composto (600g) + Casca de abacaxi (150g) + pimentão verde (150g)
Tratamento 3	Composto (600g) + Tomate (150g) + casca de melancia (150g)
Tratamento 4	Composto (600g) + Cascas de batatinha (150g) + cenoura (150g)

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Os tratamentos foram distribuídos em suas unidades experimentais através de sorteio. O esquema representado pela tabela 2 demonstra como foi realizada a organização dos tratamentos e repetições, para que assim fosse definido a posição de cada vaso durante o experimento (Figura 11).

Tabela 2. Organização dos tratamentos e repetições para realização do sorteio.

<b>Delineamento Inteira-mente Casualizado</b>	<b>Repetição 1</b>	<b>Repetição 2</b>	<b>Repetição 3</b>	<b>Repetição 4</b>	<b>Repetição 5</b>
Tratamento 1	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T1R5
Tratamento 2	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	T2R5
Tratamento 3	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	T3R5
Tratamento 4	T4R1	T4R2	T4R3	T4R4	T4R5

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

#### 6.4. Instalação, condução e desmontagem

O experimento teve início em fevereiro de 2018, com a inoculação das minhocas *E. andrei* no composto durante um período de 60 dias.

Os recipientes foram dispostos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo utilizada 10 minhocas em cada recipiente da espécie *E. andrei*, com duas datas de avaliação, cinco repetições e quatro tratamentos, totalizando 20 unidades experimentais. A ilustração na figura 11 indica como foi realizada a disposição das unidades experimentais e suas quintuplicatas na bancada após a realização do sorteio dos vasos.

Figura 11. Esquema da disposição dos vasos.



Fonte: Dado da pesquisa, 2018.

Os vasos plásticos utilizados possuíam uma capacidade de 1,7 L (altura 14 cm, diâmetro superior 16 cm e inferior 11 cm), contendo drenos de 2,5 cm no fundo. Cada vaso foi forrado com material semelhante a tecido, de polipropileno vulgarmente chamado de “TNT” ou “cami” para impedir a fuga das minhocas. Os vasos foram devidamente identificados e mantidos em bancadas na casa de vegetação.

Figura 12: Vasos de plástico utilizados no experimento



Fonte: Dado da pesquisa, 2018.

Foi adicionado em cada vaso 600g de substrato pré compostado, que serviu como refúgio até o ROD começar a ser ingerido. Após a deposição do composto nos vasos foi adicionado 10 minhocas em cada vaso, e posteriormente 150g de cada tipo de alimento em cada unidade, totalizando 300g. A deposição de alimentos, e revolvimento do material foi realizado de acordo com a necessidade observada.

Figura 13. Pesagem do composto (A), identificação dos vasos (B) e deposição das minhocas (C)

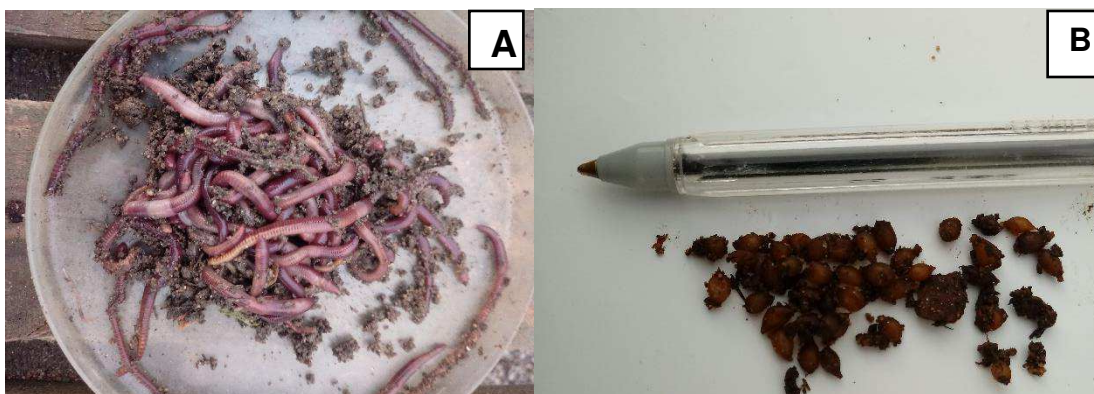


Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

O experimento foi monitorado diariamente, a fim de observar o comportamento das minhocas, para verificar suposta interferência em seu rendimento no processo de estabilização do RO.

Nas datas de avaliação do processo, os vasos foram desmontados e o composto foi depositado em bandejas plásticas, para realizar a contagem de minhocas e casulos, meio este utilizado como parâmetro para avaliar a adaptabilidade das minhocas ao substrato.

Figura 14. Contagem das minhocas (A) e casulos (B)



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Todo o vermicomposto produzindo durante o experimento foi analisado física e quimicamente. Juntamente com amostra do composto que não passou pelo processo, este nomeado de amostra T0.

## 6.5. Análises Físico-químicas

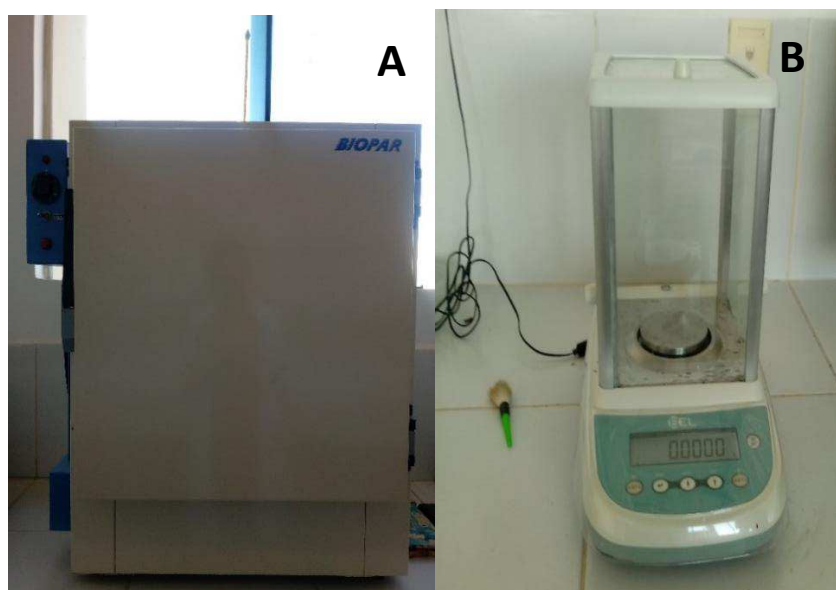
As análises foram realizadas no Laboratório de Química Geral e Inorgânica do curso de Licenciatura em Química CES/UFMG. As amostras retiradas dos diferentes tratamentos após 30 e 60 dias de inserção das minhocas, juntamente com o material que não passou pelo processo, foram avaliadas com relação aos teores de umidade (TU), cinzas (TCz) e pH.

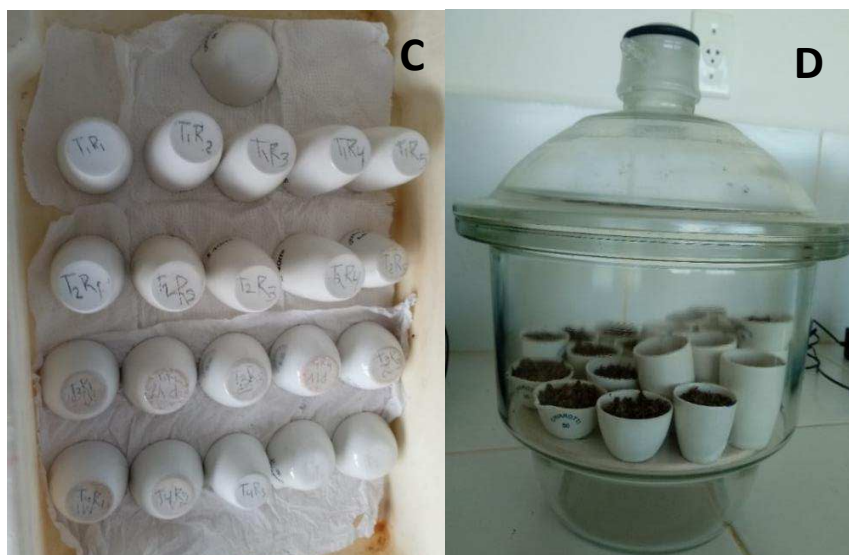
### 6.5.1. Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado a partir da secagem de 20g de amostra sólida em estufa a 110° c, por 4 h, em quintuplicata (AOAC, 1990).

Para realização das análises foram utilizados: Estufa de secagem (A), marca Biopar, modelo S80ST; balança analítica (B) marca Bel, cadinhos de porcelana (C) e dessecador (D).

FIGURA 15. Estufa (A), Balança (B), Cadinhos (C) e Dessecador (D).





Fotos: Dados da pesquisa, 2018.

### 6.5.2. Teor de Cinzas

Para determinação do teor de cinzas (TCz) foi colocado 20g de amostra em cadinhos de porcelana, em forno mufla a 550°C, por 5h (AOAC, 1990).

Os materiais utilizados na determinação do TCz consistiram em Balança analítica, marca Biopar; cadinhos de porcelana; forno mufla, marca FHME DIGI MEC; dessecador.

Foto. Mufla (16), Cadinhos, Balança e dessecador (Figura B, C, D).

FIGURA 16. Forno mufla



Fotos: Dados da pesquisa, 2018.

FIGURA 17. Amostras em Cinza



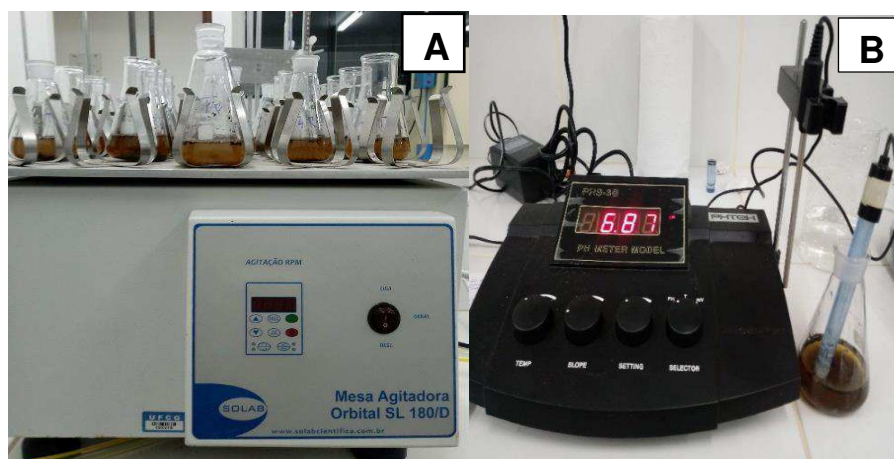
### 6.5.3. pH

Para a determinação do pH, inicialmente as amostras em quintuplicatas foram secas na estufa por 48 h a 50° C.

Foi utilizado o método AOAC (1990), onde 5 g de amostra foi adicionada a um Erlenmeyer, com 50 mL de água destilada. O frasco foi agitado por 30 minutos utilizando a mesa agitadora, e deixado em repouso por 10 min. O pH foi determinado através de medidas do líquido sobrenadante.

Os materiais e equipamentos utilizados na determinação do pH consistiram em: Balança analítica, marca Shimadzu; água destilada; Erlenmeyer de 100 mL; mesa agitadora orbital SL 180/D, rotação RPM marca Solab; pHmetro digital de bancada modelo pHS-3B Phtek.

FIGURA 18. Mesa agitadora e Erlenmeyer com amostras (A) e pHmetro (B)



Fonte: Dados da pesquisa, 2018

## 6.6. ANÁLISE DO VERMICOMPOSTO

O húmus de minhoca não possui legislação específica, o vermicomposto de acordo com a presente legislação se enquadra como composto orgânico. Os valores encontrados nos vermicomposto analisados nessa pesquisa estão dentro do estabelecido pela Instrução Normativa SDA nº 25, de julho de 2009 do Ministério da Agricultura que determina para composto orgânico níveis de pH no mínimo 6 e umidade máximo 50%.



## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo das minhocas *Eisenia andrei* foi realizado no período de 60 dias, sendo feito avaliações mensais em relação a taxa de reprodução e sobrevivência das minhocas. O T1 (Testemunha) consistiu no único tratamento que não recebeu alimentos, fato que pode ter ocasionado uma baixa adaptabilidade das minhocas sendo comprovado através dos índices de reprodução e sobrevivência.

No tratamento T2 (composto + cascas de abacaxi e pimentão), os resultados se mostraram positivos, de acordo com as médias obtidas essa combinação de alimentos quando comparada aos valores encontrados nos demais apresentou uma maior aceitabilidade pelas minhocas.

O T3 (composto + tomate e casca de melancia) apresentou resultados positivos em relação a reprodução, apesar da baixa adaptabilidade das minhocas ao substrato no primeiro mês, ao final do experimento verificou-se que a taxa de sobrevivência se manteve estável e a média de reprodução aumentou consideravelmente.

No tratamento 4 (composto + cascas de batatinhas e cenoura) foi observado diminuição na taxa de sobrevivência ao início do experimento, mas obteve bom resultado em relação a reprodução e remanescentes no final da segunda avaliação.

Ao decorrer do experimento as minhocas se alimentaram dos resíduos depositados de acordo com tratamento pré-estabelecido, realizando o processo de vermicompostagem e se reproduzindo conforme sua adaptação aos substratos. A tabela 3 indica a quantidade de minhocas e casulos contabilizados durante as datas de avaliação do experimento comparando com a quantidade inicial.

Tabela 3. Quantidade inicial e mensal de minhocas e casulos.

Tratamentos	Quantidade inicial		30 DIAS		60 DIAS	
	Minhocas	casulos	Minhocas	Casulos	Minhocas	casulos
T1	*50	0	35	0	21	0
T2	*50	0	45	79	85	198
T3	*50	0	40	0	37	91
T4	*50	0	34	14	52	89

Fonte: Autor, 2018,  
\* 10 por repetição.

Para avaliar o tratamento, ou seja, a combinação de alimentos que obteve melhor aceitabilidade pelas minhocas, foi utilizado como parâmetro o nível populacional e reprodutivo através da contagem manual de indivíduos e casulos presentes nas

unidades amostrais. A tabela 4 indica a média de minhocas/casulos contabilizados no experimento.

Tabela 4. Médias dos tratamentos

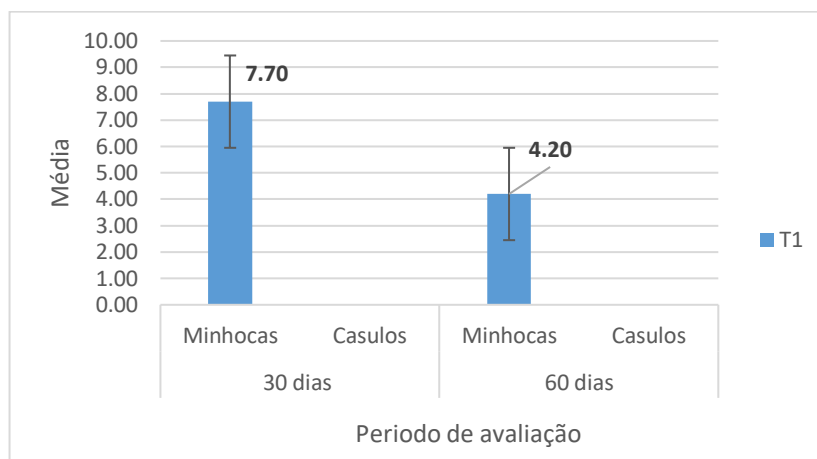
Tratamento	30 dias		60 dias	
	Minhocas	Casulos	Minhocas	Casulos
T1	*7,70 ± 1,41	0	*4,20 ± 3,19	0
T2	*9,00 ± 1,22	*15,80 ± 11,92	*17,00 ± 14,78	*39,60 ± 31,46
T3	*8,00 ± 1,58	0	*7,40 ± 1,67	*18,20 ± 22,20
T4	*6,80 ± 3,63	*2,80 ± 6,26	*10,40 ± 12,13	*17,80 ± 34,33

Fonte: Autor, 2018 , \*Média ± Desvio Padrão.

Através dos valores dispostos na tabela 4 verifica-se que o tratamento T1 (Testemunha) foi o que obteve a menor quantidade de minhocas remanescentes, e diferentemente dos demais não apresentou reprodução. O tratamento T2 (casca de abacaxi + pimentão) ao final do experimento obteve taxa de minhocas remanescentes e reprodução acima dos demais tratamentos. Seguido pelo tratamento 3 (tomate + casca de melancia), em relação a taxa de reprodução, e tratamento 4 (cascas de batatinha + cenoura), na taxa de minhocas remanescentes e reprodução.

Durante todo o período de experimento, o tratamento 1 (testemunha) não apresentou reprodução, taxa reprodutiva se manteve igual a 0, nas duas datas de avaliação. Verificou-se que a população de minhocas remanescentes sofreu queda nas duas avaliações, aos trinta dias o resultado da população foi igual a 7,70, chegando aos sessenta dias com 4,20 de remanescentes De acordo com as médias resultantes nesse tratamento, nota-se que o material testado não beneficiou no desenvolvimento e reprodução das minhocas. Devido ao tratamento 1 apresenta nas duas avaliações médias reprodutivas igual a zero e brusca queda populacional, optou-se por descarta esse tratamento (Gráfico 1).

Gráfico 1. Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação.

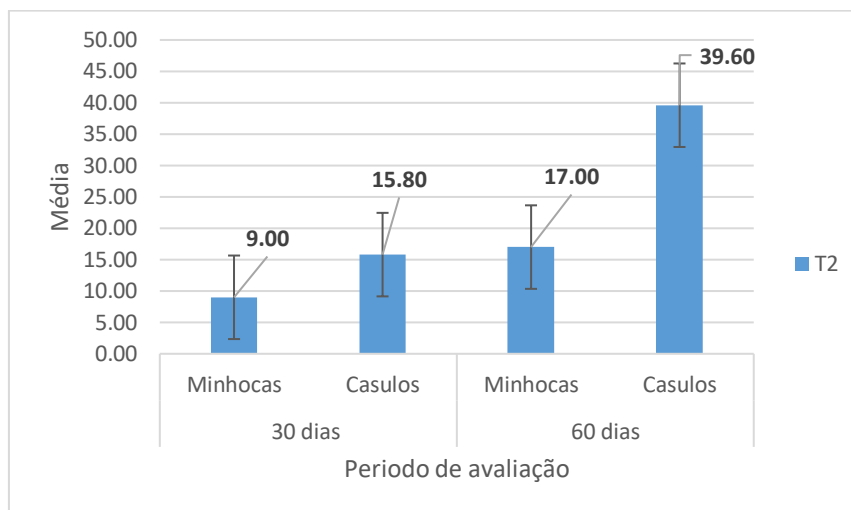


Fonte: Dados da pesquisa, 2018

O tratamento 2 (Casca de abacaxi + pimentão) na primeira avaliação registrou média populacional de 9,00, com taxa reprodutiva igual a 15,80. Diferentemente do que foi observado nos outros tratamentos, a média populacional e reprodutiva se manteve crescente. Na primeira avaliação a média de remanescentes foi de 9,00 e reprodução 15,80, ao final do experimento a média populacional foi igual a 17,00 e de casulos 39,60, as médias desse tratamento se mantiveram acima do encontrado nos demais tratamentos durante o experimento.

Esse tratamento apresentou médias expressivas quando comparado aos registrados nos demais, esse valor pode ser explicado pela quantidade de casulos produzido no experimento (tabela 3). O desempenho reprodutivo e sobrevivência das minhocas, podem estar relacionado com a combinação de alimentos disponibilizado que continham os nutrientes necessários, além de estarem aptos para o consumo de acordo com as necessidades das minhocas.

Gráfico 2. Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação



Fonte: Dados da pesquisa, 2018

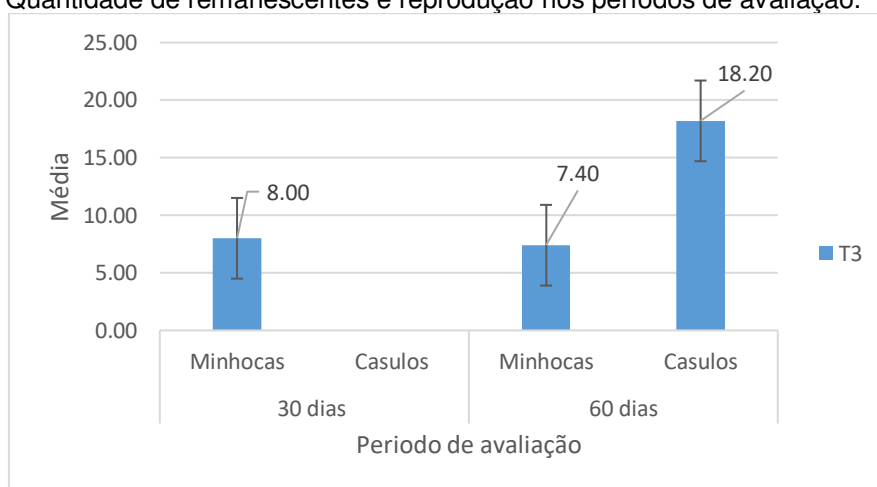
Santos, (2009) ao utilizar como alimento para as minhocas esterco curtido+solo+casca de laranja e de banana, não obteve bons resultados, e segundo o autor o que pode ter influenciado na queda populacional durante seu experimento, foi o processo de fermentação na casca de laranja que assim como a casca de abacaxi utilizada nesse tratamento, são frutas cítricas, alimentos com teor de acidez devem ser evitados no processo de vermicompostagem, pois em sua maioria são responsáveis por causar efeitos deletérios nas minhocas. Mas, diferentemente do resultado descrito por Santos (2009), apesar da utilização de alimento com teor de acidez (casca de abacaxi) o resultado no tratamento 2 foi consideravelmente satisfatório, de acordo com as médias (tabela 4) a combinação de alimentos utilizada foi bem aceita pelas minhocas.

Em estudo realizado por Gonçalves, (2017), o autor testou a adaptação de minhocas *Eisenia foetida* em cinco tratamentos diferentes, os resultados demonstraram que o tratamento que continha brachiaria na sua combinação (cama de equino constituído de casca de arroz + brachiaria) obteve bons resultado reprodutivo (média de 23 casulos) e população de minhocas (média de 113 minhocas). Segundo o autor a brachiaria pode ter melhorado o substrato contribuindo na reprodução das minhocas. É ressaltado pelo autor a importância de oferecer as minhocas alimentos que beneficie sua reprodução e desenvolvimento.

No tratamento 3 (Tomate + casca de melancia), observou-se que na primeira avaliação a média populacional foi de 8,00 e a reprodutiva igual a 0,00, mas apesar da

média de minhocas remanescentes encontrada na segunda avaliação ser menor que a encontrada na primeira, a média reprodutiva foi igual a 18,20, diferindo significativamente do valor registrado no primeiro mês. A falta de reprodução e perda populacional no primeiro mês de experimento pode ter ocorrido devido os alimentos (tomate e casca de melancia) inicialmente não estarem aptos para o consumo, e por serem alimentos frescos é importante que ocorra o processo de decomposição, para que as minhocas possam vir a se alimentar desse material. O aumento da média reprodutiva encontrada na segunda avaliação é indicativo que após a estabilização do RO, as minhocas se adaptaram bem ao material.

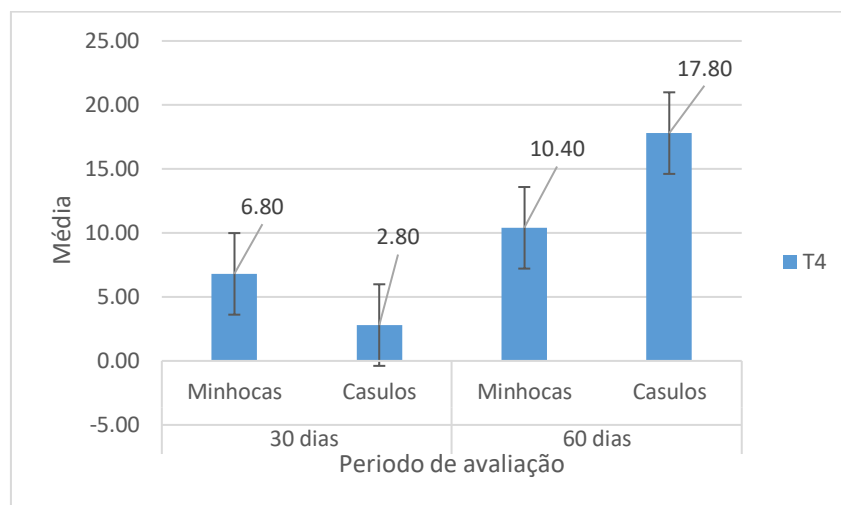
Gráfico 3. Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação.



Fonte: Dados da pesquisa, 2018

O tratamento 4 (casca de batatinhas e cenoura) apresentou média de minhocas remanescentes na primeira avaliação igual 6,80 e reprodutiva de 2,80. O baixo desenvolvimento e reprodução das minhocas no primeiro período do experimento pode ter ocorrido devido os alimentos não estarem propício para o consumo de acordo com as necessidades estabelecidas. Vaz (2017), a fim de analisar o comportamento das minhocas em resíduos orgânicos, verificou que ao utilizar cenoura ralada como alimento, gerou stress causando fuga e morte das minhocas. Segundo o autor, o uso de cenoura ralada pode ter estimulado a produção de gás etileno, resultando na morte das minhocas através de intoxicação, pois ao utilizar cenoura inteira, as minhocas se adaptaram bem ao composto.

Gráfico 4. Quantidade de remanescentes e reprodução nos períodos de avaliação



Fonte: Dados da pesquisa, 2018

De acordo com Raven et al. (2007), quando o vegetal é cortado, tende a estimular a produção de gás etileno, isso ocorre devido o material estar em contato direto com oxigênio, resultando na aceleração no processo de decomposição. Dessa forma, os resultados encontrados nos tratamentos 3-4, podem ter ocorrido pelo material usando ter produzido gás tóxico prejudicando o desenvolvimento das minhocas.

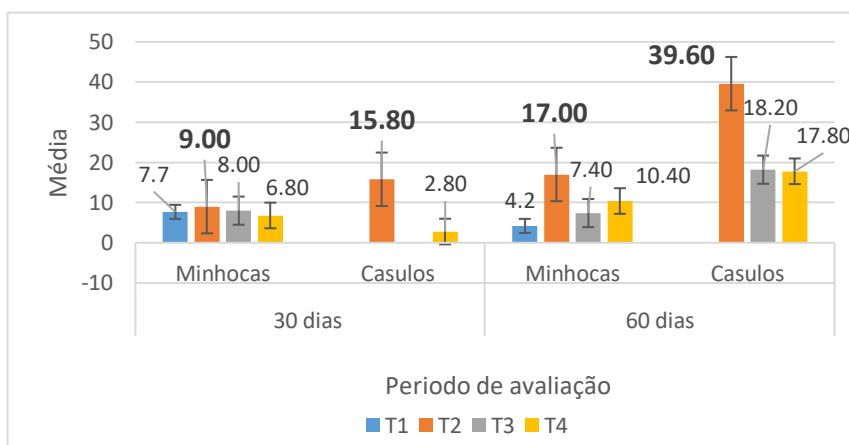
Como pode ser observado na tabela 4, a média de minhocas remanescentes na segunda avaliação foi de 10,40 e de reprodução igual a 17,80, valores esses consideravelmente maiores que os encontrados na primeira avaliação, a aceitabilidade do composto pelas minhocas, beneficiou o aumento populacional e reprodutivo. A variação dos resultados encontrados durante o experimento apresentou-se de acordo com o descrito por Raven et al. 2017 e Vaz (2017), que afirma que os resultados iniciais podem ter ocorrido pelo fato dos alimentos não estarem propícios para o consumo ou liberação de alguma substância tóxica prejudicando o desenvolvimento das minhocas, o que pode justificar os diferentes resultados encontrados.

Ao comparar as médias dos tratamentos 3 e 4, nota-se que apesar da média reprodutiva do T3 ao final na segunda data de avaliação ser menor que a do T4, as médias de reprodução não apresentaram diferenças significativas. Gonçalves, (2017), descreve que em dois dos tratamentos testados em sua pesquisa, foram obtidos resultados de reprodução e população de minhocas semelhantes, segundo o autor essa semelhança ocorreu devido a presença de brachiaria na combinação de ambos os tratamentos. Diferentemente da combinação utilizada por esse autor, e apesar de terem

sido constituídos por combinações de alimentos distintos, o tratamento 3 e 4 obtiveram valores reprodutivos aproximados.

Os tratamentos analisados nesse trabalho apresentaram variações tanto na taxa populacional quanto na reprodutiva, durante o processo de vermicompostagem. Segundo os autores Aquino et al. (1994) apud Loureiro et al. (2007) é esperado que com a falta de alimentos ocasionado pela produção de húmus, resulte na mortalidade das minhocas. Através dos resultados descritos (tabela 4 e gráfico 5), a combinação de alimentos que beneficiou no desenvolvimento das minhocas durante todo o período do experimento foi o tratamento 2 (T2). As médias de remanescentes assim como de reprodução se mantiveram acima dos demais tratamentos ao longo de todo o período de teste. E apesar da baixa reprodução e desenvolvimento nos demais tratamentos, as minhocas sobreviveram e produziram casulos (tabela 5).

Gráfico 5. Comparativo do desenvolvimento das minhocas de acordo com o tratamento



Fonte: Dados da pesquisa, 2018

Tabela 5: Relação da quantidade de minhocas e cócons por tratamento e repetição ao final do experimento.

Tratamento e repetições	Quantidades		Tratamento e repetições	Quantidades		Tratamento e repetição	Quantidades		Tratamento e repetição	Quantidades	
	Minhocas	Casulos		Minhocas	Casulos		Minhocas	Casulos		Minhocas	Casulos
<b>T1R1</b>	0	0	<b>T2R1</b>	7	0	<b>T3R1</b>	6	0	<b>T4R1</b>	2	0
<b>T1R2</b>	6	0	<b>T2R2</b>	19	87	<b>T3R2</b>	10	48	<b>T4R2</b>	10	3
<b>T1R3</b>	8	0	<b>T2R3</b>	9	31	<b>T3R3</b>	6	5	<b>T4R3</b>	1	0
<b>T1R4</b>	5	0	<b>T2R4</b>	42	34	<b>T3R4</b>	8	2	<b>T4R4</b>	8	7
<b>T1R5</b>	2	0	<b>T2R5</b>	8	46	<b>T3R5</b>	7	36	<b>T4R5</b>	31	79
Soma/ Tratamento	21	0	Soma/ Tratamento	85	198	Soma/ Tratamento	37	91	Soma/ Tratamento	52	89
Média/ Tratamento	4,20	0,00	Média/ Tratamento	17,00	39,60	Média/ Tratamento	7,40	18,20	Média/ Tratamento	10,40	17,80

T= Tratamento R= Repetição. Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

T1→ Composto pré compostado

T2→ Composto pré compostado + casca de abacaxi e pimentão

T3→ Composto pré compostado + tomate e casca de melancia

T4→ Composto pré compostado + casca de batatinha e cenoura



- **Avaliações químicas e físicas nos substratos resultantes da vermicompostagem**

De acordo com os valores médios das variáveis encontradas nas avaliações durante o experimento (tabela 6), observou-se que o teor de umidade, cinza e pH apresentaram valores próximos durante o período de experimento, apresentando pequenas variações entre os tratamentos.

Tabela 6. Análises físico-químicas dos produtos iniciais e finais da vermicompostagem

	% Umidade	% cinzas	pH
Ausência de minhocas			
T0	15,77	24,47	5,94
1° Avaliação			
T1	32,19±4,07	43,16±3,90	6,80±0,26
T2	34,72±3,17	<b>15,90±28,87</b>	7,09±0,05
T3	34,30±2,56	45,27±8,61	7,17±0,04
T4	34,05±2,60	37,13±13,19	7,27±0,10
2° Avaliação			
T1	30,57±4,32	40,97±4,21	6,89±0,39
T2	36,44±5,50	<b>51,25±8,05</b>	7,62±0,13
T3	31,12±2,19	42,04±2,05	7,78±0,09
T4	31,47±3,80	42,36±3,32	7,96±0,17

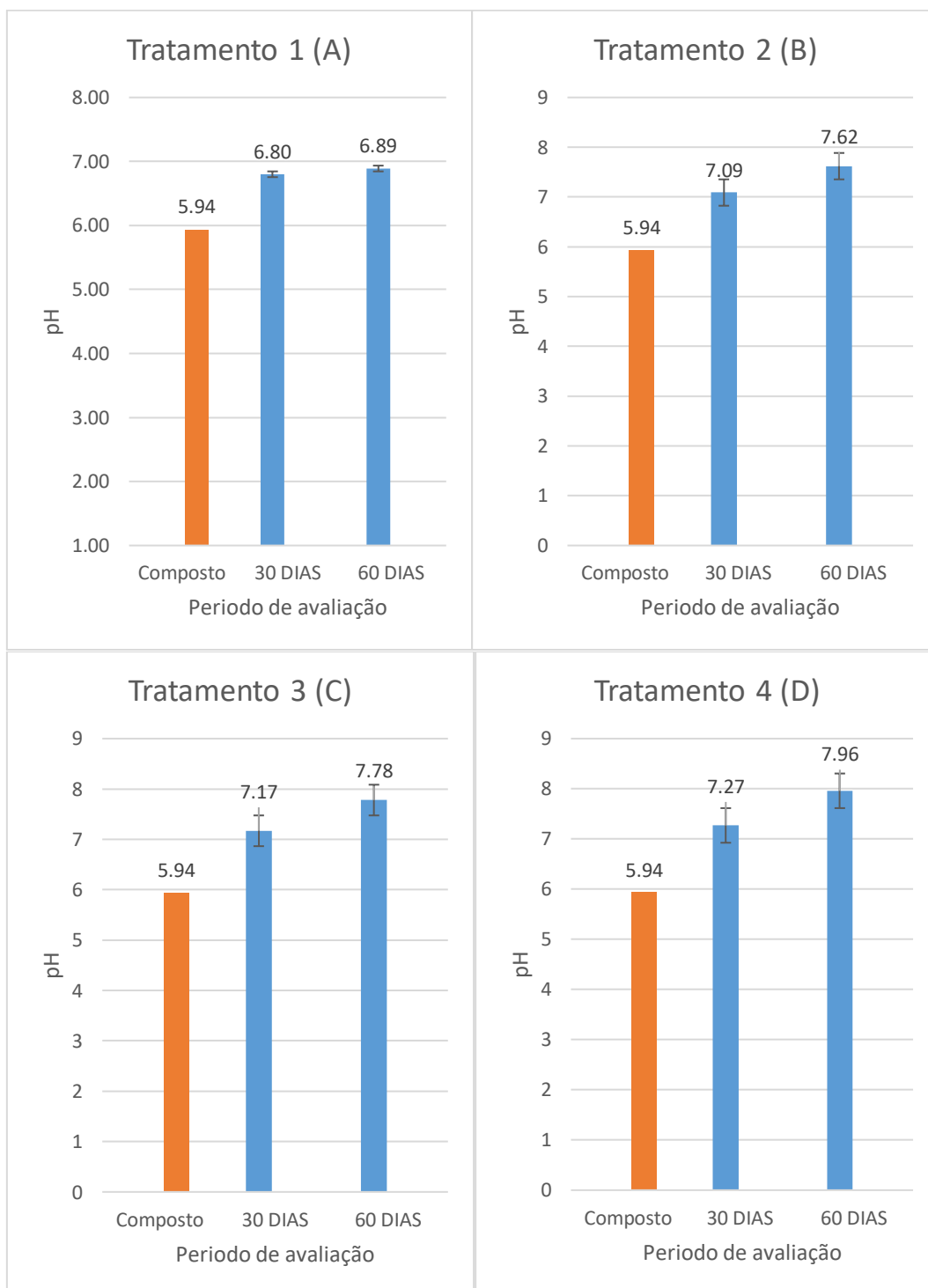
MO= Matéria Orgânica, pH= potencial hidrogeniônico. Valores médios em quintuplicata. Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

De acordo com a análise realizada no composto intitulado T0, é possível notar através dos resultados (tabela 6), que o teor de umidade, cinza e pH são inferiores aos encontrados depois da inserção de alimentos e minhocas.

No presente estudo as avaliações de pH foram feitas a partir das amostras coletadas com 30 e 60 dias, os valores encontrados se mantiveram entre 6,80-7,97. As análises demonstraram que o pH não apresentou diferenças significativas, se mantendo equilibrada em ambos os tratamentos. De acordo com a Instrução Normativa nº 25/2009, o vermicomposto deve apresentar valor mínimo de pH igual a

6, desta forma o vermicomposto resultante nesse experimento atende a legislação exigida para comercialização.

Gráficos 6. Variação do pH do vermicomposto de acordo com o período de avaliação, tratamento 1 (A), tratamento 2 (B), tratamento 3 (C) e tratamento 4 (D)



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Eckhardt, et al., (2016), descreve que as minhocas se adaptam bem a variação no pH em diferentes resíduos orgânicos, mas apresentam bom desempenho quando estão em ambiente com pH entre 5,0 e 8,0. Essa adaptação deve-se ao fato das minhocas possuírem glândulas calcíferas, que atuam neutralizando a acidez dos alimentos, propiciando a produção de húmus com pH neutro ou alcalino (HOLANDA, 2013). Os valores encontrados por nos então dentro do estimado pelo autor.

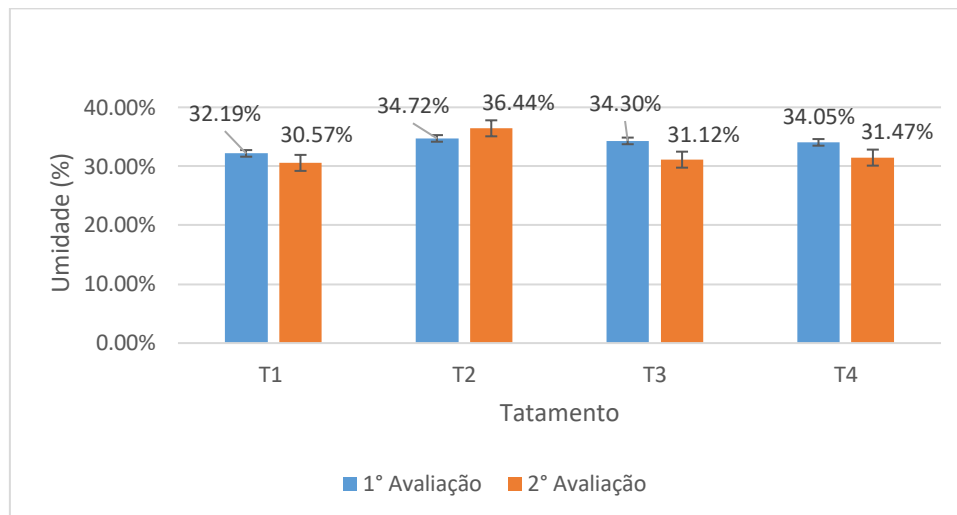
Em estudo realizado por Suszek (2005), utilizando resíduos verdes após processo de compostagem, encontrou ao analisar o vermicomposto produzido pH em ambos tratamentos em torno de 7 (T1 7,21-T2 7,04-T3 7,42-T4 7,3-T5 7,43), assim como observado no presente estudo, os níveis do pH apresentado pelo autor estão próximos a neutralidade. Valores próximos aos descritos foram encontrados por Schubert (2017) em sua pesquisa, o vermicomposto produzido a partir esterco equino (EE), esterco bovino (EB), esterco ovino (EO), erva-mate (EM) e borra de café (BF), apresentaram pH entre 4- 8,07, apenas o tratamento EE obteve pH (4,95) abaixo do considerado ideal pelo IN SDA/MAPA 25/2009 para comercialização. Segundo o autor a variação nos valores de pH pode ter ocorrido devido a presença de ácidos orgânicos nas amostras submetidas as minhocas.

Experimento realizado por Vaz (2017) utilizando resíduos orgânicos crus, com características semelhantes aos utilizados durante essa pesquisa, encontrou pH entre  $7,71 \pm 0,08$  e  $7,70 \pm 0,07$  a pois 60 dias de experimento, valores esses próximos ao encontrado na segunda análise do vermicomposto ao final dessa pesquisa (Tabela 1). Zibetti et al., (2015) a pois 60 dias encontrou pH entre 6 – 7, a variação do pH entre os tratamentos testado foi mínima. O valor de pH encontrado pelos autores, assim como o desse estudo corrobora com o esperado por Lourenço (2014).

Em relação a umidade, a mesma não apresentou mudanças significativas na primeira avaliação, no primeiro momento verificou-se que a umidade entre os tratamentos permaneceu entre 32-34,72%, e na segunda avaliação apenas o tratamento T2 apresentou aumento na umidade, com média igual a 36,44%, os demais apresentaram valores médios entre 30-31,47% (Gráfico 7). Valores encontrado durante essa pesquisa, se aproximam dos descrito por Schubert (2017), o vermicomposto analisado pelo autor apresentaram umidade inicial entre 31-34% e final 24-34%. O teor de umidade encontrado no vermicomposto analisado em ambos

experimentos estão de acordo com a resolução da INSDA/MAPA 25/2009, que é de no máximo 50%.

Gráfico 7. Variação da umidade (%) do vermicomposto de acordo com o substrato de cultivo



Fonte: Dados da pesquisa, 2018

Vaz (2017) estudando o comportamento de minhocas *Eisenia fetida* em diferentes vermidigestores, ao final do experimento encontrou umidade de  $82,20 \pm 0,55\%$  e  $81,73 \pm 0,88\%$ , valores esses superiores ao encontrado durante essa pesquisa e pelo autor Schubert (2017). O teor de umidade encontrado pelo autor é considerado positivo pois se manteve entre 70-90%. Mas, de acordo com a legislação a umidade do composto foi superior a permitida para comercialização. O autor Eckhardt, et al., (2016), descreve que para o processo de vermicompostagem obtenha bons resultados, a umidade dos resíduos orgânicos deve estar entre 75-85%. Esse dado é corroborado pelos autores Gonçalves et al., (2017) e Naldony, (2009) que ressaltam a importância do processo vermicompostagem apresentar umidade entre 75 a 90%, resultando um vermicomposto de qualidade. De acordo com Martín; Schiedeck, (2015), além da baixa umidade interferir na produção de húmus, prejudica também o crescimento e desenvolvimento sexual das minhocas. Dessa forma, as médias encontradas nesse trabalho referentes a reprodução e remanescentes podem ser justificadas pela baixa umidade nos tratamentos.

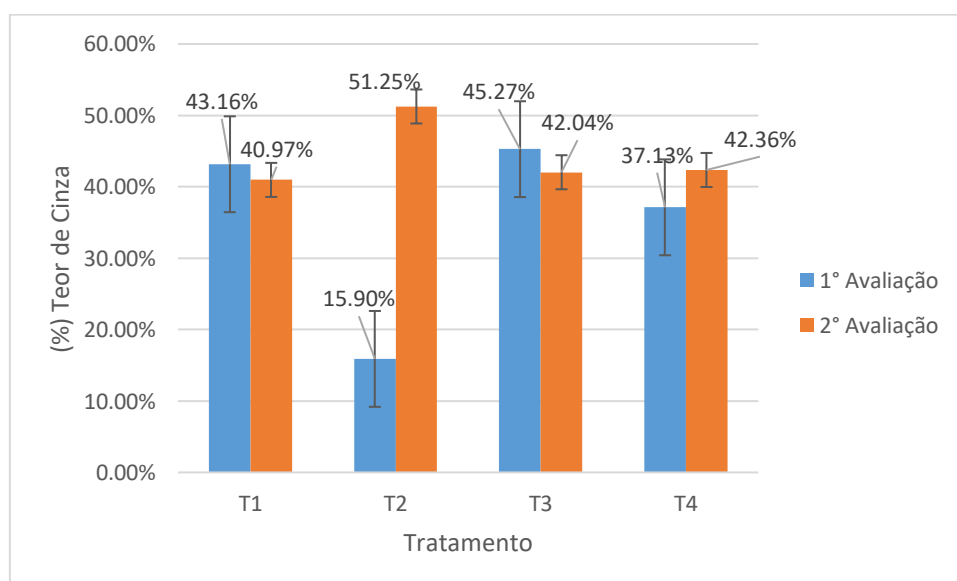
Suszek (2005) ao analisar o processo de vermicompostagem utilizado as espécies de minhocas *Eisenia foetida* (vermelha da Califórnia) e *Eudrilus eugeniae* (Africana), em cinco tratamentos diferentes, observou ao analisar o vermicomposto produzido que a média da umidade se manteve em ambos os tratamentos entre 54-

65,25%, valores esses inferiores ao encontrado por Vaz (2017) e superior ao indicado para venda, por sua vez, dentro do estimado por Lourenço (2014).

Jara et al., (2017), descreve em seu trabalho que o vermicomposto resultante dos tratamentos: (T1) esterco bovino 100%; (T2) esterco bovino 90% + resíduos de cambre 10%; (T3) esterco bovino 70%+ cambre 30%; (T4) esterco bovino 60% + cambre 40%, apresentou umidade acima de 50%, ambos os tratamentos apresentaram umidade entre 72-74,90%. Segundo o autor provavelmente a elevação da umidade possa ter ocorrido devido ao húmus produzido pelas minhocas apresentar alto valor de matéria orgânica.

Em relação à TCz, pode-se observa que os valores variaram entre os tratamentos de acordo com o período de avaliação (Gráfico 8). O tratamento 2 onde o substrato era composto por casca de abacaxi e pimentão, na primeira avaliação apresentou teor de cinza menor que o encontrado nos demais tratamentos, com aumento significativo na segunda avaliação.

**Gráfico 8.** Variação do teor de cinzas (%) do vermicomposto de acordo com o substrato de cultivo



Fontes: Dados de pesquisa, 2018

Cinza é o material inorgânico resultante após o processo de queima da matéria orgânica presente na amostra. Os elementos minerais podem se apresentar de acordo com método de incineração e composição do alimento. A quantidade de cinzas é um parâmetro proporcional para saber a quantidade de matéria orgânica presente no

substrato, pois quanto maior a quantidade de cinzas menor a de matéria orgânica e vice-versa (MET POA, 2013 apud SILVA, 2017; CUCCHI, 2017).

Os valores obtidos de TCz na primeira e segunda avaliação não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, exceto pelo tratamento composto por casca de abacaxi + pimentão (T2), que na segunda avaliação apresentou resultado significativamente superior ao encontrado na primeira avaliação e dos demais tratamentos nos dois períodos. Esse aumento de acordo com o descrito por Cucchi (2017) demonstra que provavelmente na primeira avaliação a concentração de matéria orgânica no substrato era maior que na segunda avaliação.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer do experimento as minhocas se adaptaram bem aos substratos, apresentando ao final desse estudo aumento na taxa de sobrevivência e reprodução no tratamento 2.

Entre os tratamentos analisados o substrato constituído por casca de abacaxi e pimentão (T2) apresentou melhor aceitabilidade pelas minhocas, as médias de remanescentes e reprodução se mantiveram acima dos demais durante todo o período de experimento (ver tabela 3).

Os valores de umidade e pH em ambos os tratamentos não apresentaram variações significativas de acordo com o período de avaliação (ver tabela 6). O vermicomposto (húmus) analisado de ambos os tratamentos apresentaram teor de umidade de pH de acordo com parâmetro estabelecido pelo IN SDA/MAPA 25/2009 para comercialização. Em relação ao teor de cinza o tratamento 2 ao final do experimento apresentou média superior ao demais.

A vermicompostagem é uma técnica viável para reciclagem de matérias orgânicos que são descartados em locais inapropriados, e por ser de baixo custo sua execução pode beneficiar na produtividade quando inserida na agricultura familiar dando origem a um composto com características físicas e químicas de acordo com o estabelecido pela legislação brasileira, podendo ser utilizado ou vendido pelos produtores.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE, 2017. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/>>. Acesso em 06/10/2017.

ANJOS, J. L. dos. **Manejo de minhocários domésticos**. 1ª ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 16 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 203). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141773/1/Doc-203.pdf>>.

AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Washington, DC, 1990.

AQUINO, A. M. **Vermicompostagem**. Circula técnica n. 29. Seropédica, RJ: Embrapa, 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102089/1/CIT29-09.pdf>> Acesso em: maio, 2018.

BRADY, N. C. et al. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 716p.

CASARIL, C. E. "**Estudo da aplicação de vermicompostagem sobre fertilizantes orgânicos**". 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, dez. 2014.

CAMARGO, R.C.R. **Aprenda a fazer compostagem e vermicompostagem**. Embrapa Meio Ambiente- Núcleo de Agroecologia. Junho,2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/99943/1/2013AM03.pdf>>.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2015, vol.20, n.1, pp.65-78. ISSN 1413-4152. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522015020000111864>>.

CUCCHI, P. A.; CARRA, J. B.; FABRIS, M.; TONIAL, L. M. S. **Estudo do processo de compostagem por meio do teor de cinzas**. Revista Synergismus scyentifica UTFPR, v. 12, p. 52-58, 2017. ISSN 2 3 1 6 - 4 6 8 9. <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/2169/1627>>.

ECKHARDT, D. P. et al. Vermicompostagem como alternativa para o tratamento de resíduos nas propriedades rurais do sul do brasil. In: Tales Tiecher (Org.). **Manejo e**



**conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água.**

1ed. Porto Alegre: UFRGS, 2016. cap. VI, p. 87-99. v. 1.

Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/149123>>. Acesso em: 26 maio 2018.

FILHO, D. L. M. et al 2012. **Gerenciamento de resíduos em estabelecimentos alimentícios.** Disponível em:

<[http://www.ib.unicamp.br/dep\\_biologia\\_animal/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep\\_biolgia\\_animal/files/8.%20GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%8DDUOS%20Alimentos.pdf](http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep_biolgia_animal/files/8.%20GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%8DDUOS%20Alimentos.pdf)>.

FIGUEIREDO, P. G.; TANAMATI, F. Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 01-04, 2010.

GONÇALVES, F. et al. Contextualização teórica: compostagem e vermicompostagem: Vermicompostagem. In: BOSCO, Tatiane Cristina Dal et al. (Org.). **COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: resultados de pesquisas acadêmicas**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2017. cap. 1, p. 19-43.

GONÇALVES, F.; DAL BOSCO, T. C.; "Compostagem e vermicompostagem de camas de equinos", p. 69 -106. In: **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas**. São Paulo: Blucher, 2017. ISBN: 9788580392371, DOI 10.5151/9788580392371-03.

JARA, P. T. C. et al. **Crambe wastes vermicomposting in arugula seedlings production**. Rev. de Ciências Agrárias [online]. 2017, vol.40, n.1, pp.45-52. ISSN 0871-018X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.19084/RCA15148>>.

LABRUDE, A. **Minhocario caseiro: A vermicompostagem e o minhocário como uma ferramenta de educação**. 2016. Disponível em: <<http://minhocario.eco.br/2016/08/26/vermicompostagem-e-o-minhocario-como-uma-ferramenta-de-educacao/>>. Acesso em: 26 maio 2018.

LOUREIRO, D. C.; AQUINO, A. M. de; ZONTA, E. V.; LIMA, E. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2007, vol.42, n.7, pp.1043-1048. ISSN 0100-204X. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700018>>.

LOURENÇO, Nelson. **Manual de Vermicompostagem**. FUTURAMB. 1.<sup>a</sup> Edição. Lisboa - Portugal. 2014.

MARTINEZ, A. A. **Minhocultura**. 2006. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/artigos/2006\\_2/minhocultura/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2006_2/minhocultura/index.htm)>. Acesso em: 26/05/2018.

MARTÍN, J. D.; SCHIEDECK, G. Nível de desenvolvimento e potencial da minhocultura e da vermicompostagem. In: ANJOS, Joézio Luiz dos et al. (Org.). **Minhocultura e vermicompostagem: interface com sistemas de produção, meio ambiente e agricultura de base familiar**. 1.<sup>a</sup> edição. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 1, p. 10-39. v. 1. Disponível em: <<https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00084750.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2018.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A. **Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza**. Geografia (Londrina) v. 19 n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>>. Acessado 27 maio 2018.

MENEZES, J.F.F. - **Utilização agrícola de produtos e sub-produtos resultantes da aquacultura e da vermicompostagem**. Lisboa: ISA, 2015, 97 p. Mestrado em Engenharia Agronômica - Instituto Superior de Agronomia. <<http://hdl.handle.net/10400.5/9235>>.

MOTTA, I. de S.; NUNES, W. A. G. de A. **Compostagem**. In: PADOVAN, M. P.; PEZARICO, C. R.; OTSUBO, A. A. (Ed.). Tecnologias para a agricultura familiar. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014.p. 85-88. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 122). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3582368/compostagem-e-vermicompostagem-auxiliam-a-transformacao--de-residuos-em-insumos-agricolas>>.

NADOLNY, H. S. **Reprodução e desenvolvimento das minhocas (Eisenia Andrei Bouché 1972 e Eudrilus eugenie (Kinberg 1867) em resíduo orgânico doméstico)**. 2009. p.68. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná – Curitiba – Pr., 2009.

NAIR, J.; SEKIOZOIC, V.; ANDA, M. Effect of pre-compost on vermicomposting of kitchen waste. **Bioresource Technology**, Essex, v. 97, p. 2091-2095, 2005.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856 p.

RESENDE, L. O.; PREZOTO, F. (Org.) ; BARBOSA, B. C. (Org.) ; GONCALVES, E. L. (Org.) . **Sustentabilidade: Tópicos da Zona da Mata Mineira**. 1. ed. Juiz de Fora - MG: , 2016. v. 1. 73p .

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 (Graduação em Engenharia Agrônomo) -Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Pará, [S.l.], [2009? ].

SILVA, P. K. S. "**Avaliação das Alterações Físicas e Químicas em Diferentes Substratos Utilizados no Cultivo das Minhocas Eisenia andrei (Bouché 1972) e Eudrilus eugeniae (Kinberg 1867)**", 2017. Monografia (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande-UFCG.

SILVA, P. R. D; LANDGRAF, M. D; REZENDE, M. O. de O. **Processo de estabilização de resíduos orgânicos: Vermicompostagem versus Compostagem**. Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP, Brasil. Revista Química Nova, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422013000500005>>.

SOUZA, E. G.; HENTZ, A. Criação de minhocas Eisenia foetida em diferentes substratos para a produção de vermicomposto. **Revista Agroecossistemas**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 25-25, maio 2013. ISSN 2318-0188. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/1168>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

SUSZEK, M. **Efeitos da inoculação na compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos verdes urbanos**. 2005. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2005.

SCHIEDECK, G. et al. **ABC da agricultura familiar: Minhocultura Produção de húmus**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 56 p. v. 1. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128305/1/ABC-Minhocultura-ed02-2014.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2018.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G. de A. **Minhocário em túnel baixo: alternativa barata para a produção de húmus**. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Comunicado Técnico). 2007.

STEFFEN, G. P. K. et al. Importância ecológica e ambiental das minhocas. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 2, p. 137-147, abr. 2013.. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0871-018X2013000200002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2013000200002&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 28 maio 2018.

STEVENS, D. "**O uso da vermicompostagem para redução do cromo em lodo de curtume e após aplicação como fertilizante em cultivo de cebolinha (*Allium fistulosum* L.)**". 2014. Dissertação (Mestrado) – Curso de Biotecnologia, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 12 dez. 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/720>>.

SCHUBERT, R. N. "**Estudo da fauna edáfica na vermicompostagem de resíduos orgânicos**". 2017. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Pelotas, 2017. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/3775>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

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