



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

PALOMA KÉSSIA SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS UTILIZADOS NO CULTIVO DAS MINHOCAS *Eisenia andrei*  
(Bouché 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867)**

CUITÉ – PB

2017

PALOMA KÉSSIA SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS UTILIZADOS NO CULTIVO DAS MINHOCAS *Eisenia andrei*  
(Bouché 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867)**

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

Orientador: Dra. Marisa de Oliveira Apolinário

CUITÉ – PB

2017

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

S586a Silva, Paloma Késsia Santos.

Avaliação das alterações físicas e químicas em diferentes substratos utilizados no cultivo das minhocas *Eisenia andrei* (Balché 1972) e *Eudrillus eugeniae* (Kinberg 1867). / Paloma Késsia Santos Silva. - Cuité: CES, 2017.

90 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2017.

Orientadora: Dra. Marisa de Oliveira Apolinário.

Coorientadora: Ana Regina Nascimento Campos.

1. Vermicompostagem. 2. *Eudrillus eugeniae*. 3. *Eisenia Andrei*. 4. Resíduos orgânicos domésticos. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 631.4

PALOMA KÉSSIA SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS UTILIZADOS NO CULTIVO DAS MINHOCAS *Eisenia andrei*  
(Bouché 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867)**

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

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Dra. Marisa de Oliveira Apolinário

Orientadora (UFCG/CES)

---

Dra. Ana Regina Nascimento Campos

Co-Orientadora (UFCG/CES)

---

Dra. Michelle Gomes Santos

Membro Titular (UFCG/CES)

---

Dra. Maria Franco Trindade

Suplente (UFCG/CES)

Dedico este trabalho a Deus fonte de sabedoria e bondade. À minha Mãe e a meu noivo Geoval, pelos cuidados e dedicação, estes foram pilares de esperança e perseverança para que conseguisse galgar esse sonho. Dedico!

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, esta força suprema que me garantiu discernimento e perseverança durante minha caminhada acadêmica. Acredito que se não fosse minha credulidade a esse ser tão magnífico, não teria chegado aonde cheguei.

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pela oportunidade concedida e por ter descoberto tamanha afinidade pelo curso estudado, agradecer também aos funcionários que compõem esta instituição sempre promovendo o melhor para nós corpo discente e comunidade em geral.

A minha orientadora Dra. Marisa de Oliveira Apolinário, pela oportunidade de ser bolsista no Projeto Institucional de Bolsas a Iniciação Científica (PIBIC) o qual me amadureceu muito e foi fruto de meu trabalho de conclusão de curso. Obrigada pela orientação, dedicação, apoio e carinho durante esse período de encontros, sentirei muitas saudades.

À minha co-orientadora Dra. Ana Regina Campos pelo apoio, atenção e paciência reservados, suas orientações foram pilares para concretização desse trabalho. Muito obrigado.

À professora Dra. Michelle Gomes Santos pela ajuda e dedicação com meu trabalho. Obrigada.

Ao querido professor Dr. Marcus José da Conceição Lopes pelo carinho, atenção e confiança dedicados durante minha participação como monitora da disciplina de paleontologia.

Aos meus companheiros Allisson Costa e Leonaldo Fernandes que estiveram trabalhando comigo durante o projeto PIBIC, a ajuda de vocês foi imprescindível, sempre me deram o suporte necessário em cada etapa vivenciada..

<sup>a</sup>Aos alunos da Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Regina Nascimento Campos, nas pessoas de Daniel, Ana Paula, Jaciara, hoje mestrandos já próximos da conclusão e, outros ingressos no doutorado. Obrigada pela ajuda e paciência. Acredito que sem a ajuda e o saber ímpar de cada um de vocês, esse trabalho de conclusão de curso não teria sido concretizado.

Também à pessoa do Prof. Dr. Renato Santana, pela paciência e pela ajuda, disponibilizando o seu laboratório para nossas análises, bem como seus alunos que sempre estavam a postos e em nenhum momento hesitaram em me ajudar.

Também ao corpo docente do curso de Ciências Biológicas que contribuiu grandemente com meu aprendizado e caminhada, cada um com suas particularidades e conhecimentos fantásticos, deixo aqui meus sinceros agradecimentos e o meu muito obrigado. Vocês são profissionais brilhantes!

À minha mãe Maria dos Santos (Leninha), pela paciência, confiança e amor dadas a mim, agradeço pela educação e por sempre ter executado muito bem o papel de mãe e pai em minha vida. Mãe, eu te amo, és minha maior fonte de inspiração, dedico a ti essa minha conquista.

Ao meu pai Justo, que mesmo não estando tão presente em minha vida, sei que torcia muito por mim.

Não poderia deixar de agradecer imensamente aos meus colegas de curso, que se tornaram amigos, porque não dizer irmãos, obrigada pelas inúmeras alegrias e momentos vividos juntos, sentirei muitas saudades. Gostaria de mencionar Luana Gabriele, Cecília Cunha, Rizoneide Araújo, minhas amigas de coração, amo muito vocês, obrigada pelas experiências, amizade, paciência e companheirismo, compartilhamos momentos únicos e trocamos experiências fantásticas.

Ainda aos meus colegas de curso, Joseilton Nogueira, Geysel Oliveira, Thaíssa Tavares, Géssica Santos, Andson Soares, Claudiney Lima, Lídio Tiago, vocês são demais, agradeço pela amizade construída ao longo desses anos, lembrarei-me de cada um de vocês com muito carinho.

Aos queridos biólogos Ana Paula Martins, Júnior Buriti e ao enfermeiro Márcio Bruno, obrigado pela amizade e inúmeros momentos de alegria. Desejo-os muito êxito e felicidade.

Também ao meu noivo Geoval Neto, que me apoiou imensamente, nos momentos bons e ruins de minha vida, se fez presente me incentivando e acalmando. Meu amor, você é uma benção do Senhor na minha vida, essa vitória também é sua. Obrigada pela paciência e espera durante todo esse tempo.

Enfim... agradeço a todos que de maneira direta ou indireta fizeram parte e contribuíram para esse passo importante e único que é minha formação acadêmica.

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!

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.*  
*(Charles Chaplin)*

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.

## RESUMO

A criação das cidades e crescente ampliação das áreas urbanas têm contribuído para o crescimento de impactos ambientais negativos. Para garantir a minimização da deposição de lixo, repor os nutrientes do solo que são perdidos como consequência das várias práticas desastrosas do ser humano são adotados alguns métodos como a compostagem doméstica e vermicompostagem, alternativas que trazem múltiplos benefícios, reduzindo em até 75% o volume de resíduos orgânicos depositados nos aterros sanitários. Tendo em vista a grande quantidade de Resíduo Orgânico Doméstico (ROD) e Resíduo Orgânico (RO) animal produzido nas residências e nas propriedades rurais respectivamente, pensou-se testar novos substratos, tendo como técnica a adaptação de duas espécies de minhocas, *Eisenia andrei* (vermelha californiana) e *Eudrilus eugeniae* (gigante africana) que são as mais usadas no processo de vermicompostagem e saber qual dos substratos seria o mais adequado. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as alterações físicas e químicas nos diferentes substratos no decorrer do processo de vermicompostagem sob diferentes concentrações das minhocas *Eisenia andrei* (Bouché 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867) cultivadas em diferentes substratos. Os trabalhos tiveram início em agosto de 2015, com a instalação do experimento de cultivo das espécies *E. andrei* e *Eudrilus eugeniae* com duração de 60 dias. Após os primeiros 30 dias foi realizada a biomassa final que compreende a contagem das minhocas, casulos e coleta do húmus para análises físicas e químicas. Usou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo duas espécies de minhocas, *E. andrei* e *E. eugeniae*, com níveis populacionais de 0, 10 e 15 minhocas/vaso e duas datas de avaliação (30 e 60 dias), com três repetições e 5 tratamentos, totalizando 45 unidades experimentais. De acordo com os valores encontrados em nosso estudo, os substratos que melhor se adequam para criação e manejo de minhocas é o Esterco caprino e Serragem+matéria orgânica, com umidade, pH e TCz adequados, respectivamente.

**Palavras chave:** Vermicompostagem, *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia andrei*, Resíduos orgânicos domésticos

## ABSTRACT

The creation of cities and the increasing expansion of urban areas have contributed to the growth of negative environmental impacts. To ensure the minimization of trash deposition, to replenish soil nutrients that are lost as a consequence of the various disastrous human practices, some methods are adopted, such as domestic composting and vermicomposting, alternatives that bring multiple benefits, reducing up to 75% volume of organic waste deposited in landfills. Considering the large amount of Domestic Organic Residue (ROD) and Organic Residue (RO) produced in the residences and in the rural properties respectively, it was thought to test new substrates, using as a technique the adaptation of two species of earthworms *Eisenia andrei* and *Eudrillus eugeniae* (African giant) which are the most used in the vermicompost process and to know which of the substrates would be the most appropriate. The objective of this work was to evaluate the physical and chemical changes in the different substrates during the vermicompost process under different concentrations of the *Eisenia andrei* (Bouché 1972) and *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867) worms grown on different substrates. The work began in August 2015, with the installation of the experiment of *E. andrei* and *Eudrillus eugeniae* species with duration of 60 days. After the first 30 days the final biomass was realized, which includes the counting of earthworms, cocoons and humus collection for physical and chemical analysis. A completely randomized experimental design was used, with two earthworm species, *E. andrei* and *E. eugeniae*, with population levels of 0, 10 and 15 earthworms / pot and two evaluation dates (30 and 60 days), with three replications And 5 treatments, totaling 45 experimental units. According to the values found in our study, the substrates that are best suited for the creation and management of earthworms are the goat manure and sawdust + organic matter, with adequate humidity, pH and TCz, respectively.

**Keywords:** Vermicomposting, *Eudrilus eugeniae*, *Eisenia andrei*, Household organic waste.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ROD – Resíduo Orgânico Doméstico

RO – Resíduo Orgânico

C - Carbono

TU – Teor de Umidade

TCz – Teor de Cinzas

N – Nitrogênio

C/N – Relação Carbono Nitrogênio

CO – Carbono Orgânico

MO – Matéria Orgânica

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Detalhe da morfologia externa (A) e interna de um anelídeo (B) .....	29
Figura 2: Morfologia externa de uma minhoca .....	29
Figura 3: Espécie de minhoca <i>Eisenia andrei</i> .....	32
Figura 4: Espécie de minhoca <i>Eudrillus eugeniae</i> .....	32
Figuras 5 e 6: Vasos de polietileno utilizados no experimento .....	37
Figura 7: Pesagem dos substratos antes da inserção das minhocas .....	38
Figura 8: Identificação dos vasos de polietileno .....	38
Figura 9: Lavagem das minhocas para inserção nos vasos de polietileno .....	38
Figura 10: Minhocas da espécie <i>Eudrillus eugeniae</i> sendo lavadas .....	38
Figura 11: Identificando a minhoca adulta .....	39
Figura 12: Produção de casulos .....	39
Figura 13: Esquema das etapas do experimento .....	40
Figura 14: Estufa .....	41
Figura 15: Balança analítica .....	41
Figura 16: Vidros de relógio utilizado para pesagem das amostras .....	42
Figura 17: Dessecador .....	42
Figura 18: Cadinhos de porcelana .....	43
Figura 19: Forno mufla .....	43
Figura 20: Amostras deixadas em repouso .....	44
Figura 21: pHmetro .....	44
Figura 22: Destilador de nitrogênio .....	45
Figura 23: Digestor .....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1: Variação do pH durante o experimento com minhocas, segundo o momento de avaliação, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017..... 49
- Gráfico 2: Variação do pH durante o experimento com minhocas, segundo a espécie de minhoca, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017..... 52
- Gráfico 3: Variação da umidade (%) durante o experimento com minhocas, segundo o tipo de substrato de cultivo, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017..... 55
- Gráfico 4: Variação de cinzas (%) durante o experimento com minhocas, segundo o tipo de substrato de cultivo, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017..... 57
- Gráfico 5: Variação do pH durante o experimento com minhocas, segundo o tipo de substrato de cultivo, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017..... 58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros biológicos das minhocas conforme as condições de temperatura, umidade e ph do alimento .....	31
Tabela 2: Comparação dos aspectos biológicos das minhocas <i>E. andrei</i> e <i>E. eugeniae</i> a temperatura de 25° C .....	33
Tabela 3: Descrição das variáveis do experimento com minhocas .....	48
Tabela 4: Descrição das variáveis .....	52
Tabela 5: Descrição dos experimento com minhocas .....	54
Tabela 6: Composição química do vermicomposto .....	59

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	16
2.1 Resíduos Orgânicos .....	20
2.2 Vermicompostagem .....	22
2.2.1 O processo de vermicompostagem e a qualidade do vermicomposto .....	24
2.2.2 Aspectos físico-químicos do minhocário .....	26
2.3 Espécies de minhocas utilizadas.....	28
2.4 Aspectos do Vermicomposto.....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	35
3.1 Localização .....	35
3.2 Caracterização dos Resíduos Orgânicos (RO) .....	35
3.3 Instalação, condução e desmontagem do experimento .....	36
3.4 Análises físicas e químicas .....	40
3.4.1 Teor de umidade .....	41
3.4.2 Teor de Cinzas .....	42
3.4.3 pH.....	43
3.4.4 Teor de Carbono/matéria orgânica .....	44
3.4.5 Teor de Nitrogênio.....	45
3.5 Análise do vermicomposto .....	47
3.6 Análise de dados.....	47
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	64
REFERÊNCIAS.....	66
ANEXOS .....	74
Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982.....	75

## 1. INTRODUÇÃO

A degradação do ambiente, tal como a retirada do horizonte orgânico do solo de matas nativas, para utilização em jardinagem, hortas residenciais e melhoramento de áreas pouco férteis, ocorre de forma devastadora e pode levar o solo a perder suas características produtivas. 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).

Para a sua manutenção, animais e seres humanos dependem de alimentos que provém direta ou indiretamente das plantas cultivadas no solo, meio de fixação das raízes e fonte de nutrientes para as espécies vegetais. Desse modo, a qualidade do solo impacta significativamente nos ecossistemas e na capacidade da terra de sustentar aos seres vivos (BRANDY e WIEL, 2012 apud CASARIL, 2014).

A criação das cidades e crescente ampliação das áreas urbanas têm contribuído para o crescimento de impactos ambientais negativos. No ambiente urbano, determinados aspectos culturais como o consumo de produtos industrializados e a necessidade da água como recurso natural vital à vida, influenciam como se apresenta o ambiente. Os costumes e hábitos no uso da água e a produção de resíduos pelo exacerbado consumo de bens materiais são responsáveis por parte das alterações e impactos ambientais. (MUCELIN, 2008). O que equivale diretamente em uma poluição do solo, provocando impactos negativos tornando o solo fraco de nutrientes e impróprio para cultivo.

Segundo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), estima-se que o brasileiro produza em média cerca de 1kg de lixo por dia, produzindo o país inteiro em torno de 241.614 toneladas de lixo/dia, onde 60% são resíduos orgânicos ocasionando uma problemática envolvendo a gestão dos resíduos sólidos produzidos pela população (MENDONÇA, 2011).

Para garantir a minimização dessa deposição de lixo, repor os nutrientes do solo que são perdidos como consequência das várias práticas desastrosas do ser humano: queimadas, desmatamento e outras práticas que causem malefícios ao ambiente e ao solo, são adotados alguns métodos como a compostagem doméstica, que é uma das alternativas mais usadas atualmente e que apresenta com eficiência de resultados positivos. Outro método utilizado é a vermicompostagem ou minhocultura, que apresenta as minhocas como principais organismos para acelerar o processo de compostagem a produção do húmus, rico em macro e micronutrientes, podendo ser assim usado como biofertilizante.

A vermicompostagem consiste em depositar os Resíduos Orgânicos Domésticos (ROD) sobre a cama e observar se o minhocário não necessita de umidade ou leve revolvimento. Esse tipo de alternativa traz múltiplos benefícios, reduzindo em até 75% o volume de resíduos orgânicos depositados nos aterros sanitários. Praticamente todo o resto de alimentos pode ser transformado em composto. Cascas de frutas, legumes e ovos, borra de café, saquinhos de chá, podas de jardinagem, guardanapos de papel e palitos de fósforo (NADOLNY, 2009; EMBRAPA, 2007).

Dentre os Resíduos orgânicos (RO) mais utilizados na minhocultura em propriedades rurais, destacam-se os esterco, em especial o bovino, pelo volume gerado e facilidade de recolhimento, e a aceitação pelas minhocas, bem como a utilização de ROD. Confirmando a eficácia do esterco bovino no processo de compostagem, os autores ANTONIELLI e GIRACCA 1996; VITTI 2006 dizem que “a utilização do vermicomposto bovino na agricultura apresenta uma alternativa de adubação na forma orgânica, pois favorece mudanças positivas nas propriedades biológicas do solo, produzido a partir de esterco de bovinos, elevando, dessa forma os teores de matéria orgânica e minerais como potássio, fósforo, cálcio, magnésio, sódio, boro, ferro e zinco, e reduz os teores de alumínio, cobre e manganês no solo”.

Segundo o Ministério da Agricultura (MA), o húmus de minhoca apresenta as seguintes vantagens: Regenera a terra, mantendo-a fértil; é rico em matéria orgânica; facilita a entrada de água na terra; mantém a água por mais tempo no interior da terra; aumenta a quantidade de ar na terra (aumenta os poros); fornece nutrientes para as plantas, como o nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e

principalmente o cálcio; pode ser usada em todas as culturas; aproveitamento dos resíduos da propriedade (folhas, restos de colheitas, etc); tratamento de fontes de doenças e insetos nocivos que estão nos estercos e não prejudica o meio ambiente.

O vermicomposto, produzido para comercialização, a partir de ROD deve estar de acordo com os parâmetros físico-químicos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, enquadrados como composto orgânico. Desta forma devem atender 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. (NALDONY, 2009).

Tendo em vista a grande quantidade de ROD e Resíduo Orgânico (RO) animal nas propriedades rurais e apresentando como princípios norteadores a idéia do aproveitamento dos resíduos na vermicompostagem, bem como sabendo da eficiência e uso frequente do esterco bovino no processo de compostagem, pensou-se testar novos substratos, tendo como técnica a adaptação de duas espécies de minhocas, *Eisenia andrei* (vermelha californiana) e *Eudrillus eugeniae* (gigante africana) que são as mais usadas.

A problemática da má deposição de resíduos orgânicos é decorrente em todo país, mas nas cidades de interior, principalmente no curimataú paraibano, isso é mais impactante, já que não se adotam políticas públicas no sentido de minimizar essa deposição de lixo. O que se têm é algo improvisado, conhecido como lixões. Esses espaços acarretam problemas graves de saneamento, pois o lixo é vetor de muitas doenças e sua destinação inadequada causa contaminação do solo e das águas (SOARES; SALGUEIRO & GAZINEU, 2007).

Em 2010 foi lançada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010), e um dos pontos é que “as prefeituras devem fazer um plano de resíduos sólidos incluindo sistema de coleta seletiva, reciclagem, compostagem e destinação final adequada (aterro ou incineração)”. (INSTITUTO TERRA BRASILIS, 2015). Porém ainda é possível se ver que muitas cidades não se empenham nessa adequação.

Com a má deposição do lixo, a caatinga que é bioma típico da região nordeste, acaba adquirindo um solo empobrecido de nutrientes e fraco para plantações, sem contar que isso agride o meio ambiente, fazendo com que sejamos os principais responsáveis pela “extinção” desse bioma típico.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as alterações físicas e químicas nos diferentes substratos no decorrer do processo de vermicompostagem sob diferentes concentrações das minhocas *Eisenia andrei* (Bouché 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867) cultivadas em diferentes substratos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Resíduos Orgânicos**

Desde as antigas civilizações o lançamento de resíduos em lixões, cursos d'água, vêm causando efeitos negativos sobre o meio ambiente. Atualmente, o elevado crescimento populacional, os desenvolvimentos industriais e tecnológicos impuseram a criação de novas opções de consumo ao homem, acentuando os problemas para o meio ambiente, decorrentes da ampla geração de resíduos (FIGUEIREDO, 2010; BENTO, 2013).

Segundo Silva et al., (2013) “a disposição inadequada de resíduos orgânicos produzidos por atividades agrícolas bem como o lixo domiciliar e lixo industrial, pode gerar graves impactos ao meio ambiente como, por exemplo, a eutrofização dos corpos d'água.”

Entende-se que resíduos sólidos orgânicos é todo resíduo de origem animal ou vegetal, que recentemente fez parte de um ser vivo, como por exemplo: frutas, hortaliças, restos de pescados, folhas, sementes, cascas de ovos, restos de carnes, etc, ou seja, “é todo produto proveniente de corpos organizados, ou qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, que apresente elevados teores de componentes orgânicos, compostos de carbono degradável” (COSTA 1994 apud SILVA 2008; BENTO et al., 2013).

A fração orgânica dos resíduos urbanos é responsável pela geração de impactos ambientais importantes em áreas de aterros sanitários e depósitos irregulares, e impactos à salubridade dos ambientes urbanos pela atração de vetores de doenças (CORRÊA, 2015).

São resíduos que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza. Mas quando derivados de atividades humanas, especialmente em ambientes urbanos, podem se constituir em um sério problema ambiental, pelo grande volume gerado e pelos locais inadequados em que são armazenados ou dispostos. A disposição

inadequada de resíduos orgânicos gera chorume, emissão de metano na atmosfera e favorece a proliferação de vetores de doenças. Assim, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento destes grandes volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

Os resíduos orgânicos apresentam em sua composição grande teor de carbono, e este é perdido constantemente através das queimadas, desmatamento das florestas e processo de desertificação afetando diretamente o ciclo do carbono na atmosfera. Uma das alternativas eficazes para reposição desse carbono é a adubação com compostos ricos em carbono (matéria orgânica), o que garante benefícios como melhoramento dos solos, evitando a erosão e fornecendo os nutrientes que as plantas necessitam pra sua sobrevivência.

Afirmando isso, Silva et al., 2013 diz que

“a incorporação de matéria orgânica (MO) a solos agricultáveis, proveniente de resíduos gerados no próprio empreendimento, diminui o *input* de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, além de auxiliar na retenção de umidade, melhorar a textura dos solos, dificultando assim o processo de erosão e fornecendo macro e micronutrientes às plantas.”

Sendo assim, um dos caminhos para a solução dos problemas relacionados com os resíduos sólidos orgânicos é a gestão e o gerenciamento destes, que consiste em ações relacionadas ao controle da geração, armazenamento, coleta, transporte, processamento e disposição de resíduos sólidos de maneira que esteja de acordo com os melhores princípios de saúde pública, economia, engenharia, conservação dos recursos naturais, estética e outras considerações ambientais e que, também, possa representar as atitudes e mudanças de hábitos das comunidades (BRAGA & DIAS, 2008).

Tanto a compostagem quanto a biodigestão buscam criar as condições ideais para que os diversos organismos decompositores presentes na natureza possam degradar e estabilizar os resíduos orgânicos em condições controladas e seguras

para a saúde humana. A adoção destes tipos de tratamento resulta na produção de fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, promovendo a reciclagem de nutrientes, a proteção do solo contra erosão e perda de nutrientes e diminuindo a necessidade de fertilizantes minerais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016).

A compostagem de resíduos orgânicos é um dos métodos mais antigos de reciclagem de matéria orgânica, proporcionando o retorno deste material e acrescentando nutrientes ao solo. Este processo é resultado da decomposição biológica aeróbica do substrato orgânico, sob condições que permitam o desenvolvimento natural, com formação de um produto suficientemente estável para armazenamento e aplicação ao solo, sem efeitos ambientais indesejáveis consideráveis (HAUG, 1980; PEREIRA NETO e MESQUITA, 1992; XAVIER 2009).

Pode-se definir a compostagem como a bioestabilização aeróbica de matéria orgânica de origens vegetal e animal, dirigida e controlada, até atingir um índice de pH entre 9,8 e 8,0 e um coeficiente de C/N de 8/1 a 12/1. (HOLANDA, 2013)

Durante o processo de compostagem é possível observar três fases: uma primeira inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semi-cura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica (KIEHL 1998 apud OLIVEIRA et al., 2008).

## **2.2 Vermicompostagem**

A viabilidade da criação de minhocas em larga escala já era observada em 1940, principalmente nos Estados Unidos, sendo que neste país as minhocas já eram cultivadas em canteiros sofisticados, tal fator consagrou o país como: Pátria da minhocultura. No Brasil a minhocultura é uma atividade recente e pouco conhecida, mesmo assim devido aos baixos custos exigidos em sua implantação, muitas pessoas têm se interessado pela atividade seja como fonte de proteína, para a alimentação de pequenos animais ou para a produção de húmus (MARTINEZ, 2006).

A minhocultura ou vermicompostagem é o processo de reciclagem de resíduos orgânicos por meio de criação de minhocas em minhocários, oferecendo importante alternativa para resolver economicamente e ambientalmente os problemas dos dejetos orgânicos, como o lixo domiciliar. O produto final da vermicompostagem constitui num excelente fertilizante orgânico (húmus), capaz de melhorar atributos químicos (oferta, melhor retenção e ciclagem de nutrientes), físicos (melhoria na estruturação e formação de agregados) e biológicos do solo (aumento da diversidade de organismos benéficos ao solo) (DUTRA, 1998; EMBRAPA, 2011).

A vermicompostagem tem efeitos positivos, como elevação do pH, baixa relação C/N e redução no tempo para estabilização de restos do processamento de frutas juntamente com composto de lixo urbano. (VERAS; POVINELLI, 2004).

No Brasil, os baixos investimentos exigidos na sua criação têm levado muitas pessoas a se interessarem em explorar a minhocultura como uma fonte de carne (proteína) barata, para a alimentação de pequenos animais, como rãs, peixes, aves, camarão-de-água-doce, e, principalmente, na produção de húmus, esterco de minhoca ou vermicomposto (terra vegetal), para fins de jardinagem, florístico, de paisagismo e da agricultura em geral, capaz de proporcionar-lhes um rendimento extra (COSTA, 2012).

A vermicompostagem é um processo constituído por dois estágios: no primeiro, a matéria orgânica é compostada segundo os métodos tradicionais de compostagem, proporcionando a redução de microrganismos patogênicos. Após aproximadamente 30 dias, o composto é transferido para leitos rasos para não se aquecer demasiadamente e não se compactar, pois os materiais de granulometria fina têm essa tendência. Faz-se, então, a inoculação das minhocas e, 60 a 90 dias após, obtém-se o vermicomposto pronto, com aumento da disponibilidade de macro e micronutrientes e a formação de um húmus mais estável. (BIDONE, 2001 apud VERAS; POVINELLI, 2004).

O húmus produzido pelas minhocas é, em média, 70% mais rico em nutrientes que os húmus convencionais. Esse húmus apresenta ainda a vantagem de ser neutro, uma vez que as minhocas possuem glândulas calcíferas, corrigindo

assim ou, pelo menos, facilitando a correção do pH do substrato (LONGO, 1987, p. 79).

Na agricultura, e em especial no setor de produção de mudas, em viveiros de plantas hortícolas e frutíferas, são bastante conhecidos os benefícios que a minhoca, assim como o seu húmus, proporciona para melhoria da produtividade agrícola. Além do mais, é uma forma de controle e tratamento de poluentes agrícolas, como os dejetos animais (SCHIEDECK et al. 2006; DERISIO, 2007; MARTINEZ, 1995 apud FERREIRA 2014).

Embora a compostagem seja uma prática mais antiga, a vermicompostagem foi desenvolvida recentemente e tem despertado muito interesse por ser uma tecnologia de baixo custo e facilmente adaptável à pequena produção. (AQUINO, 2003).

Estudos têm demonstrado que a vermicompostagem, em comparação ao composto produzido sem as minhocas, acelera a estabilização da matéria orgânica e produz um composto com menor relação C/N, maior capacidade de troca catiônica e maior quantidade de substâncias húmicas e fitormonais. (ALBANELL et al., 1988; TOMATI et al., 1995 apud LOUREIRO et al., 2007).

### **2.2.1 O processo de vermicompostagem e a qualidade do vermicomposto**

É uma alternativa simples que vem a facilitar a sua adoção pelos agricultores familiares. É uma atividade rentável, exige mínima mão-de-obra, sendo a implantação do minhocário a etapa em se que precisa de maior dispêndio de trabalho e dependendo do objetivo da criação, também é o período de maior gasto. (MIRANDA, 2011).

Podemos dizer que o "composto" e o "húmus de minhoca", melhoram os atributos químicos, biológicos e físicos do solo. Quando utilizamos o composto (ou húmus) ao invés de esterco temos os seguintes benefícios: maior rendimento devido à utilização de restos vegetais, eliminação de sementeira de plantas

invasoras e micro-organismos patogênicos devido ao aumento da temperatura no interior da pilha durante o processo de decomposição, além de fornecer para o solo/planta um adubo mais elaborado, prontamente disponível para a planta, destaca. (MOTTA, 2015).

O húmus, produto diferenciado de coloração escura e de fina granulação, é leve, solto, asséptico e com cheiro de terra fresca. Dentre as inúmeras propriedades, aumenta a capacidade imunológica da planta, a sua resistência á seca e, ainda, antecipa e prolonga as épocas de florada e frutificação. (HOLANDA, 2013).

Lembrando que quanto maior a quantidade matéria prima, maior será a produção do húmus e mais rica em minerais, já que apresentará vários compostos. O húmus de minhoca atua sobre os atributos físicos do solo com a aeração, porosidade, densidade e capacidade de retenção de água, disponibilizando às plantas nutrientes que podem ser facilmente assimilados (LIM et. al., 2014).

O vermicomposto resultado da vermicompostagem, (húmus) possui teores de matéria orgânica estabilizada maiores que os compostos orgânicos tradicionais e apresenta mineral de uma forma mais assimilável pelas plantas. (RICCI, 1996).

Corrêa 2015 afirma que entre as principais vantagens de utilizar o húmus produzido, estão: Não agressivo para o ambiente; Não contamina solo e água como os fertilizantes químicos; Enriquece o solo com nutrientes; Grande fonte de nutrientes para as plantas; Controle da toxicidade do solo, corrigindo excessos de alumínio, ferro e manganês; Aumento da resistência das plantas a pragas e doenças; 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; Atua como regulador de crescimento, capaz de influenciar a germinação de sementes, desenvolvimento de raízes, absorção de nutrientes e fotossíntese.

### 2.2.2 Aspectos físico-químicos do minhocário

Entre as condições básicas para começar a produção do composto orgânico ou húmus de minhoca, está a escolha do local, que deve ficar a pleno sol ou, no máximo, semi-sombreado com árvores esparsas. O lugar deve ter disponibilidade de água para irrigação da pilha ou leira<sup>1</sup>, mas não pode estar sujeito a encharcamento, por isso o terreno deve ser ligeiramente inclinado. Deve ser de fácil acesso e próximo aos cultivos, onde os resíduos orgânicos serão depositados para a montagem das pilhas. (MOTTA, 2015).

Os fatores que influenciam em uma compostagem, de acordo com Oliveira, Sartori e Garcez (2008), são “os micro-organismos, aeração, umidade, temperatura e a relação C/N”. O que é justificado pela escolha do que foi estudado em nosso trabalho, além destes, foi estudado ph, teor de cinzas, quantidade de matéria orgânica encontrada (carbono) e nitrogênio total.

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 MORAES 2014).

Dominguez e Edwards 1997 apud Naldony 2009 descreveram em seus estudos que a umidade do cativeiro onde serão mantidas as minhocas deve ser muito bem controlada e estar entre 80 e 90%.

Durante o processo de produção de húmus pelas minhocas, o fator mais importante a ser observado é a umidade do alimento. Deve-se procurar manter o

---

<sup>1</sup> Elevação de terra entre dois sulcos.

esterco sempre com a umidade em torno de 80% a 85%, nunca permitindo que a umidade fique abaixo de 50%. (SCHIEDECK, 2009).

**Oxigenação:** Se tratando a compostagem de um processo aeróbio a presença de O<sub>2</sub> é fundamental para a manutenção dos microrganismos capazes de oxidar a matéria orgânica. Estes seres requerem elevadas quantidades de O<sub>2</sub>, sobretudo na fase inicial da compostagem. A falta de O<sub>2</sub> pode tornar o processo anaeróbio, prologando o tempo de estabilização do composto e o excesso de umidade gerado, acarreta em maus odores. (CASARIL, 2014)

**Temperatura:** No processo de compostagem a energia produzida pelos microrganismos promove um aumento da temperatura. Quando essa se encontra superior a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica. Nessa fase as temperaturas ultrapassam os 55°C, promovendo a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas. Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos serão eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, sendo necessário um controle adequado. (PAIXÃO, 2012).

**pH:** Quando são utilizadas misturas com pH próximo da neutralidade, o início da compostagem (fase mesófila) é marcado por uma queda sensível de pH, variando de 5,5 a 6,0 , devido à produção de ácidos orgânicos. Quando a mistura apresentar pH próximo de 5,0 ou ligeiramente inferior há uma diminuição drástica da atividade microbiológica e o composto pode não passar para a fase termófila. A passagem à fase termófila é acompanhada de rápida elevação do pH, que se explica pela hidrólise das proteínas e liberação de amônia. Assim, normalmente o pH se mantém alcalino (7,5-9,0), durante a fase termófila. (FERNANDES, 1996).

**Relação C/N:** A relação entre o C e N deve ser observada já que, estes são elementos fundamentais para a atividade bacteriológica microbiana na compostagem, o C é fonte de energia e o N tem função na síntese de proteínas. Durante o processo, a proporção ideal de C/N é de 30:1, ou seja, 30 partes de C para 1 de N, pois é desta forma que os organismos absorvem estes elementos. A regulação do C/N depende da dosagem dos materiais adicionados ao composto. Ao final do processo a C/N é de 10 a 20:1 devido às perdas de C que, são maiores que

as de N no decorrer da compostagem (KIEHL, 2004 apud CASARIL 2014). No entanto essa é uma média encontrada, mas os valores vão variar de acordo com o tipo de resíduo a ser utilizado no processo de compostagem. Como afirma o autor (VALENTE et al. 2009) “Posteriormente estudos foram realizados utilizando diferentes fontes de dejetos e resíduos da produção animal e vegetal, apresentando como consequência uma variação bastante grande na relação C/N inicial, desde 5/1 até 513/1.”

Tamanho das partículas: Antes da montagem da leira, os resíduos devem ser submetidos á uma correção do tamanho das partículas, o que favorece vários outros fatores, tais como: 1) homogeneização da massa de compostagem; 2) melhoria da porosidade; 3) menor compactação; 4) maior capacidade de aeração. (HOLANDA, 2013).

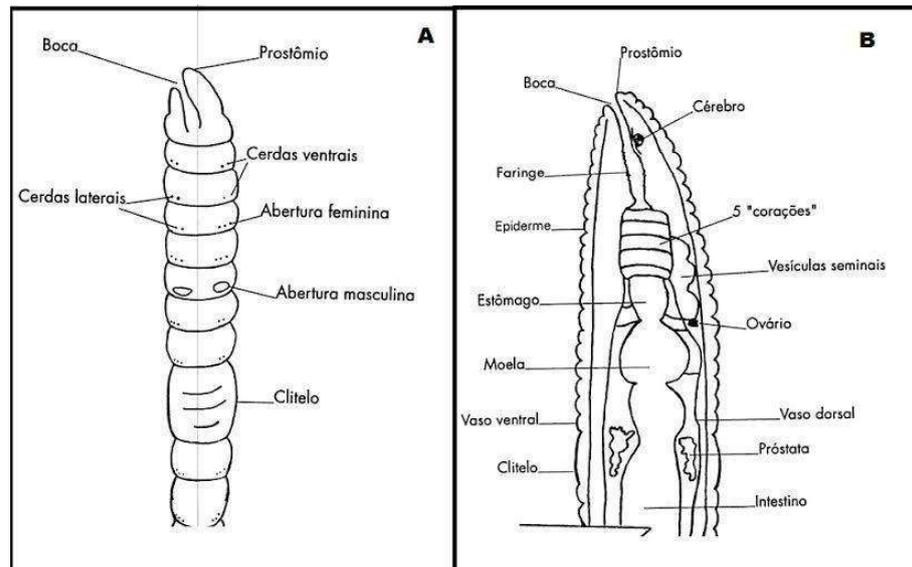
### **2.3 Espécies de minhocas utilizadas**

A minhoca pertence ao Phylum annelida ou anelídios; é considerado um verme anelado, tendo o seu corpo dividido em anéis ou segmentos; cada anel ou segmento do corpo é chamado de metâmero: o termo originou-se do tipo de segmentação observado nos anelídios que se chama metameria. O número de anéis varia de acordo com a espécie e idade do animal. Cientificamente as minhocas são denominadas oligoquetas (olygochaetas), do Grego Oligos = poucos, e chaeta = cerda. Cada cerda é um fino bastão situado na superfície do corpo e que serve como ponto de apoio do animal durante a sua locomoção, corpo afilado nas extremidades e achatado no restante, possuem ainda, uma diferenciação no corpo de cor branco-amarelada que é o indicativo de maturidade sexual, o clitelo (SODRÉ, 1988; PEREIRA, 1997 apud CASARIL 2014).

São animais hermafroditos, isto é, apresentam os órgãos reprodutores masculinos e femininos num mesmo indivíduo. Entretanto, eles não conseguem se autofecundar, havendo a necessidade do concurso de um parceiro e que após o

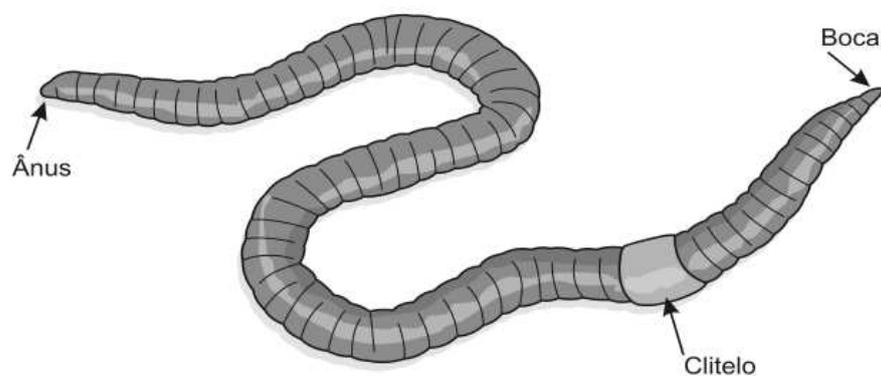
acasalamento, cada indivíduo, sem distinção, irá produzir um casulo com até 7 ovos por dia (espécies comerciais). (COSTA, 2012).

**Fig.1** Detalhe da morfologia externa (A) e interna de um anelídeo (B)



**FONTE:** Pereira, 1997

**Fig. 2** - Morfologia externa de uma minhoca



**FONTE:** Holanda, 2013

A importância das minhocas para a fertilização e recuperação dos solos é conhecida há tempos por quem lida com a terra. Esse verme tem o poder de ingerir terra e matéria orgânica equivalente ao seu próprio peso, além de digerir e expelir cerca de 60% do que comeu sob a forma de húmus. (CORREA, 2015).

As minhocas são sensíveis e reagem a mudanças induzidas por atividades antrópicas e naturais ao solo e sua cobertura vegetal. Portanto, elas podem dar noções do estado atual dos ecossistemas e de mudanças induzidas aos mesmos, por forças internas e externas. (BROWN, 2010). Podendo ser usadas como indicadores de contaminação ambiental, biodiversidade do solo, perturbação ambiental, manejo de ecossistemas.

Existem mais de 3.000 espécies de minhocas, no entanto, poucas dessas espécies podem ser criadas em cativeiro. Das espécies mais difundidas nas criações comerciais destacam-se a *Eisenia foetida* (conhecida como a minhoca vermelha da califórnia) e a *Eudrilus eugeniae* (conhecida como a noturna africana). Existe ainda a *Lumbricus rubellus* que também é da família Lumbricidae sendo Européia, mas desenvolvida na Califórnia nos EUA que também é conhecida como a vermelha da Califórnia assim como a *Eisenia*. A *Eisenia foetida* é a precursora da Minhoca norte-americana e é a mais utilizada nos projetos de pesquisa em todo mundo, daí a sua disseminação nas fazendas comerciais, mas atualmente a *Lumbricus rubellus* é a mais criada nos EUA, pois possui as mesmas características da *Eisenia*, mas com ótima produtividade. A *Eudrilus* é muito utilizada por pescadores e, portanto deve ser a preferida para quem irá direcionar a sua produção para esse tipo de Mercado. (MORAES, 1995).

Ao contrário do que muitos pensam, não é recomendado alimentar as minhocas com esterco “verdes”. Neste estado, os esterco podem fermentar e elevar sua temperatura, afugentando ou mesmo matando as minhocas. O esterco deve estar semi-curtido, ou seja, é preciso fazer uma pré-compostagem antes de oferecê-lo às minhocas. (SCHIEDECK, 2009).

**Tabela 1.** Parâmetros biológicos das minhocas conforme as condições de temperatura, umidade e pH do alimento.

Parâmetro	Morte	Redução de atividade	Atividade normal	Faixa ótima	Atividade normal	Redução de atividade	Morte
Temperatura °C	< 0	0-6	7-14	15-27	28-33	34-42	> 42
Umidade (%)	< 50	70-74	75-79	80-85	86-88	88-90	> 90
pH	< 5	6-6,4	6,5-6,8	6,9-7,9	8,0-8,4	8,5-9,0	> 9

**Fonte:** adaptado de Turruella et al., 2002 e González et al., 2004.

É importante ressaltar que as minhocas não aumentam os níveis de nutrientes no húmus, mas apenas tornam esses nutrientes mais disponíveis para as plantas. Ou seja, um alimento de baixa qualidade resultará num húmus igualmente fraco, independentemente da espécie de minhoca usada no minhocário ou do tipo de manejo adotado pelo produtor. (SCHIEDECK et al., 2014).

### ***Eisenia andrei***

É uma espécie que produz mais casulos quando comparadas com outras espécies, sua reprodução pode variar conforme o alimento oferecido, e quando criada em cativeiro junto com outras espécies, é considerada a melhor espécie a ser cultivada. Segundo Martinez (1998), é a espécie mais usada na vermicompostagem no Brasil, com grande capacidade de adaptação nos canteiros de cultivo. Com relação à temperatura esta espécie é muito tolerante, suportando grandes variações. Expectativa de vida é de 4 a 5 anos. Outro motivo para o cultivo é sua capacidade de degradação de resíduos orgânicos, facilmente consumidos por esta espécie. Pode atingir 10 cm de comprimento quando adulta (Figura 3).

Esta espécie consegue consumir diariamente o equivalente ao seu peso em matéria orgânica e produz um casulo a cada 3 á 7 dias, contendo em seu interior entre 2 e 5 novas minhocas. (SCHIEDECK, 2009).

O ciclo de vida da vermelha-da-califórnia – da produção do casulo até tornar-se adulta e apta para reprodução – é ao redor de 45 a 50 dias, podendo variar conforme as condições ambientais e da criação. (SCHIEDECK et al., 2014).

### ***Eudrilus eugeniae***

É uma espécie nativa da África, muito usada em países como os Estados Unidos e Canadá como isca para pesca (DOMINGUEZ, 2004). Também conhecida como gigante africana esta espécie cresce muito rápido e também é utilizada como espécie detritívora. É pouco tolerante em baixas temperaturas, causando sua morte. Rodriguez et al. (1986) afirmam sua tolerância sob temperatura na média de 30 ° C. A temperatura é fator limitante para esta espécie em criações. Segundo Dominguez (2004), apresenta grande capacidade de degradação de restos orgânicos e crescimento acelerado podendo atingir até 20 cm quando adulta (Figura 4).

Tem se adaptado muito bem ao Semiárido, possibilitando a utilização de materiais mais grosseiros e diferentes do esterco de gado. Possui hábitos noturnos e se reproduz durante o ano todo, e na falta de alimentos foge em massa dos canteiros. Se recomenda que as condições no canteiro sejam de pH 7,0, temperatura entre 17 e 22 °C, umidade entre 80 a 85% e aeração intensa. (MACCHI, 2013). Alguns aspectos biológicos das espécies de minhocas utilizadas neste trabalho estão demonstrados na Tabela 2.

**Fig. 3 - *Eisenia andrei***



**Fig. 4 - *Eudrilus eugeniae***



**FONTE:** Google imagens

**Tabela 2** – Comparação dos aspectos biológicos das minhocas *E. andrei* e *E. eugeniae* a temperatura de 25° C.

	<i>Eisenia andrei</i>	<i>Eudrillus eugeniae</i>
Cor	Vermelha	Marrom avermelhado
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)

**FONTE:** Adaptado de DOMINGUEZ, 2004

Além das minhocas serem os precursores da vermicompostagem, pesquisas avaliam que por elas terem alto teor proteico, pode-se utilizá-las como suplemento alimentar para animais, sob forma de farinha (ROTTA et al., 2003 apud CARLESSO 2011).

A farinha de minhoca é um subproduto da minhoca usada para alimentação de aves, peixes e mamíferos. A produção de farinha de minhoca é um mercado em expansão, uma vez que é um alimento de alto teor energético, contêm vitaminas, altos níveis de proteína, afrodisíaca, além de ser um produto ecológico. A farinha deve ser usada em pequenas quantidades para complementar a dieta dos animais e não para substituí-la. Desta forma a farinha produzida a partir da minhoca vermelha da califórnia pode ter até 78% de proteína e quase todos os aminoácidos estão presentes. Para produzir farinha de minhoca de boa qualidade é necessário tomar alguns cuidados, tais como: as minhocas devem ser criadas sem contaminação por metais, agentes bacteriológicos e outros materiais infectantes. Os anelídeos devem ser tratados à base de vitaminas, frutas, verduras e folhas (ROTTA et al., 2003 apud CARLESSO 2011).

## 2.4 Aspectos do Vermicomposto

O vermicomposto é resultado do processo de vermicompostagem, é caracterizado visivelmente pela sua coloração cor de café e pelo tamanho de suas partículas, bem como pela ausência de odores. Segundo Lourenço e Coelho 2012 “a constituição e composição do vermicomposto variáveis, na medida em que irão depender das características e propriedades dos materiais/resíduos que lhes deram origem. Ainda assim, existem aspectos que o poderão caracterizar como seja o pH neutro ou próximo da neutralidade a riqueza de nutrientes para o solo e plantas e a capacidade em, quando aplicado, reter água em solos arenosos e facilitar a circulação de água em solos argilosos”.

Os benefícios do vermicomposto segundo Lourenço e Coelho, 2012 são: fonte de nutrientes para solo e plantas; permite reduzir as ocorrências de pragas e doenças nas culturas; permite a produção de variedades hortícolas de maior qualidade uma vez que não se abrigam adubos e pesticidas; apresenta riqueza em organismos benéficos para o solo e plantas.

O vermicomposto necessita estar estabilizado para poder ser utilizado como adubo orgânico. Berna et al. (1996), consideram que com a relação C/N abaixo de 20 o vermicomposto encontra-se relativamente estável. De acordo com Paullus et al. (2000) e Kiehl (1995) a estabilização do material só é garantida quando a relação C/N do vermicomposto for inferior a 18/1, sendo que o material completamente humificado apresenta relação C/N próxima de 10/1. (STEVENS, 2014).

Conforme a legislação brasileira (MAPA, 2005 apud STEVENS, 2014), o vermicomposto para poder ser comercializado como fertilizante orgânico deve apresentar as seguintes características: matéria orgânica total (mínimo de 40%), N total (mínimo de 1%), pH (mínimo de 6,0), relação C/N (máximo de 18/1) e umidade (máximo de 50%).

Segundo Holanda, 2013 o uso do composto orgânico (húmus) apresenta algumas vantagens, dentre elas, destacamos: Atua como fonte de macronutrientes e micronutrientes; Corrige o PH, exercendo efeito tampão nos solos ácidos; Exerce importante função de sintetização dos nutrientes para formas mais assimiláveis pelas plantas; Exerce efeito controlador sobre muitas pragas de plantas; Favorece

as condições físicas dos solos, como aglutinação e estabilidade dos agregados; Exerce função protetora e atua como fonte de nutrientes para os micro-organismos do solo; Aumenta a capacidade de retenção de água e a permeabilidade do solo; Reduz os efeitos da erosão e das suas consequências.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização**

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Estudos de Peixes e Aquicultura (LAPEAq), que dispõe de bancadas nas quais foram colocados os materiais utilizados nos experimentos. No Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA) e na Unidade de Pescado foram realizadas as análises físicas e químicas dos substratos e vermicomposto. Todos localizados no Centro de Educação e Saúde/CES/UFCG.

As matrizes de minhocas utilizadas no experimento, das espécies *Eisenia andrei*, foram adquiridas de um produtor de húmus em Cuité-PB e as de *Eudrillus eugeniae*, foram compradas na empresa MINHOBBOX, em Juiz de Fora-MG. As minhocas selecionadas, das duas espécies, foram animais adultos em plena atividade reprodutiva, caracterizadas pela presença do clitelo.

#### **3.2 Caracterização dos Resíduos Orgânicos (RO)**

Os tratamentos foram compostos de resíduos orgânicos domésticos (ROD) e resíduos orgânicos de caráter animal ou esterco (ROA). O ROD ou caseiros usados como alimento para as minhocas nos experimentos foram coletados em revenda hortifrutigranjeiro situados na cidade de Cuité e nas feiras livres de cidades circunvizinhas. Esses foram representados por restos vegetais e frutas que apresentaram ligeira decomposição, por se tratarem de materiais que eram

destinados ao lixo, devido à idade ou danificação no carregamento, encaixotamento e transporte para serem encaminhados ao consumidor final.

O ROD recolhido foi selecionado visando semelhança com o material que é consumido em residências. Todo o ROD foi fragmentado em pedaços menores, com auxílio de faca, o que normalmente acontece nas residências, assim facilitando sua decomposição.

Os RO de origem animal foram adquiridos com produtores rurais que residem nas cidades de Barra de Santa Rosa e Cuité (PB) e Jaçanã (RN). A serragem foi doada por marcenarias, na cidade de Jaçanã – RN.

Foram utilizados os seguintes substratos, compreendendo cada um tipo de tratamento durante o experimento:

01. Esterco Caprino (100%);
02. Esterco Bovino (100%);
03. Esterco Caprino (50%) + ROD (50%);
04. Esterco Bovino (50%) + ROD (50%);
05. Serragem (25%) + ROD (75%).

Cada tratamento foi revirado em dias alternados para melhor condicionar o processo e favorecer a estabilização dos substratos. O manejo de “curtir” esses substratos foi em chão de cimento, local que proporciona um melhor manejo além de evitar acúmulo de líquido e mistura de materiais.

### **3.3 Instalação, condução e desmontagem do experimento**

Os trabalhos tiveram início em agosto de 2015, com a instalação do experimento de cultivo da espécie *E. andrei*, e *Eudrillus eugeniae* com duração de 60 dias. Após os primeiros 30 dias que correspondeu a primeira data de avaliação, foi realizada a biomassa final que compreende a desmontagem dos vasos de polietileno, os substratos foram colocados em bandeja plástica para a contagem das minhocas adultas, casulos e jovens e coleta do húmus para análises físicas e

químicas. O mesmo procedimento foi realizado para a segunda data de avaliação (60 dias).

Usou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo duas espécies de minhocas, *E. andrei* e *E. eugeniae*, com níveis populacionais de 0, 10 e 15 minhocas/vaso e duas datas de avaliação, com três repetições e 5 tratamentos, totalizando 45 unidades experimentais.

Foram usados vasos de polietileno, com capacidade de 5 L (altura 20 cm, diâmetro superior 20 cm e inferior 17 cm), contendo drenos de 0,5 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 mantidos em bancadas no Lapeaq e monitorados diariamente a temperatura do ambiente, com termômetro de mercúrio deixado próximo dos vasos do experimento, e outro deixado no interior dos vasos, sobre a superfície do substrato. (Figuras 5, 6).

**Fig. 5 e 6 – Vasos de polietileno utilizados no experimento**



**FONTE:** Da pesquisa, 2016

Foram depositados 500 mL do vermicomposto pronto nos vasos de polietileno, aproximadamente 450 g, para servir de refúgio inicial às minhocas até o ROD começar a ser ingerido. (Figuras 7 e 8). O material foi triado para verificação de que não existia nenhuma minhoca ou casulo que pudesse interferir nas contagens e peneirado para retirada de pedras e outros materiais inertes e colocado nos vasos formando uma camada de 4 cm de profundidade.

**Fig. 7** – Pesagem dos substratos antes da inserção das minhocas



**Fig. 8** – Identificação dos vasos de polietileno



**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016

As minhocas adicionadas aos tratamentos em cada unidade experimental foram previamente lavadas para retirar qualquer tipo de sujeira aderido ao corpo e secas com papel toalha, tomando cuidado para não permitir o ressecamento excessivo do corpo. Em seguida as minhocas foram pesadas em balança analítica para em seguida serem então colocados nos vasos contendo os tratamentos prontos e umedecido.

**Fig. 9** – Lavagem das minhocas para inserção nos vasos de polietileno



**Fig. 10** – Minhocas da espécie *Eudrillus eugeniae* lavadas



**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016

O acompanhamento dos trabalhos seguiu-se diariamente, com observações de comportamento das minhocas, para verificar qualquer situação adversa, que pudesse diminuir o rendimento das mesmas no processo de estabilização do RO. Em cada data de avaliação, aos 30 e 60 dias, os vasos foram “desmontados” e o conteúdo dos vasos foi depositado em bandeja plástica. As minhocas foram identificadas a olho nu, como animais adultos ou jovens, de acordo com a presença do clitelo. Como parâmetro reprodutivo foi avaliado a produção de casulos/vaso, mediante a catação manual com auxílio de pinça. (Figuras 11 e 12).

O vermicomposto gerado no experimento foi analisado física e quimicamente. Retirou-se cinco amostras do vermicomposto utilizado inicialmente na montagem dos experimentos para também ser analisado e comparado com o material proveniente dos RO.

**Fig. 11-** Identificando a minhoca adulta

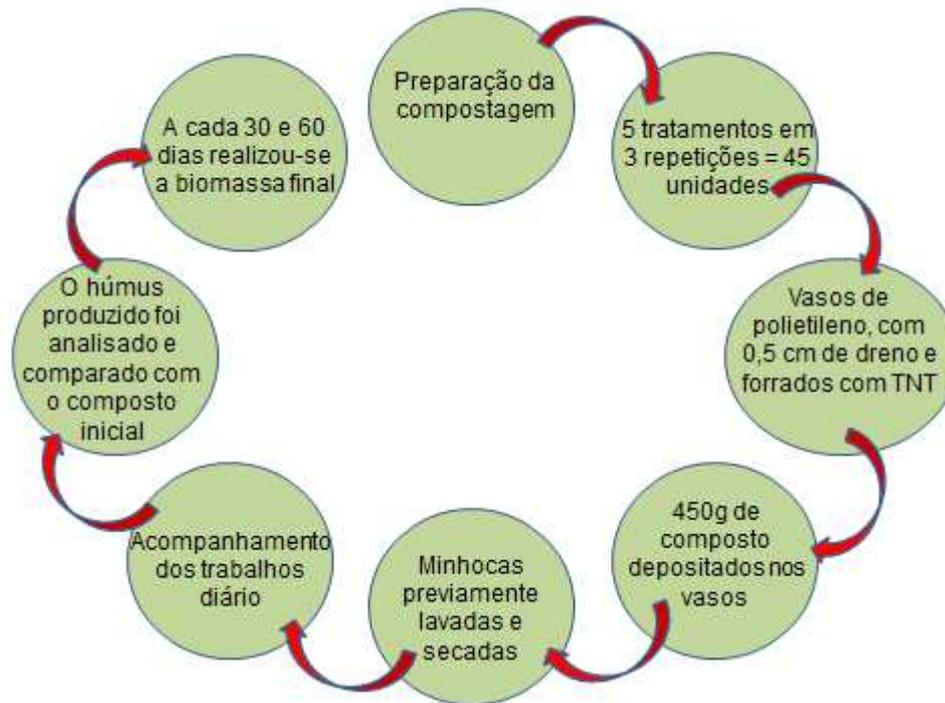


**Fig. 12-** Produção de casulos



**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016

**Fig. 13** - Esquema das etapas do experimento



Fonte: Dados da pesquisa, 2016

### 3.4 Análises físicas e químicas

As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (LBBA/CES/UFCG). As amostras dos diferentes tratamentos e dos vermicompostos, antes e após 30 e 60 dias de inserção das minhocas, foram avaliadas com relação aos teores de umidade (TU), cinzas (TCz), carbono (C), nitrogênio (N), relação C/N e pH.

### 3.4.1 Teor de umidade

O teor de umidade (TU) ou teor de água foi determinado pelo método gravimétrico a partir da secagem direta em estufa a 105 °C, de aproximadamente 2,000 g de amostra sólida homogeneizada ( $m_i$ ), por 24 h, em triplicata (AOAC,1990).

O teor de umidade das amostras foi calculado pela Equação 1:

$$TU(\%) = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

$m_i$  - massa inicial da amostra, (g)

$m_f$  - massa da amostra seca, (g)

Para a realização das análises de TU foram utilizados: Estufa de secagem esterilização, marca Fanem, modelo 315 SE; Balança analítica marca Shimadzu, vidros relógio e dessecador.

**Fig. 14 - Estufa**



**Fig. 15 – Balança analítica**



**Fig. 16-** vidro relógio utilizado para pesagem das amostras



**Fig. 17 -** Dessecador



**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016

### 3.4.2 Teor de Cinzas

Para a determinação do teor de cinzas (TCz) foi realizada uma incineração total de aproximadamente 5,000 g de amostra depositadas em cadinho de porcelana, em forno mufla a 550°C, por 6 h (AOAC, 1990).

Materiais utilizados para determinação do TCz: Balança analítica, marca Shimadzu; cadinhos de porcelana n° 37; forno mufla, Marca FHME DIGI MEC; dessecador (Figuras, 15, 18, 19).

O teor de cinzas nas amostras foi calculado pela Equação 2:

$$\text{TCz (\%)} = \frac{m_f}{m_i} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

$m_f$  - massa da amostra incinerada, (g)

$m_i$ - massa inicial da amostra úmida, (g)

**Fig. 18** – Cadinhos de porcelana



**Fig. 19** – Forno mufla



**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016

### 3.4.3 pH

Para a determinação do pH foi utilizado o método AOAC (1990), onde 5,000 g de amostra foi transferida para um Erlenmeyer, com auxílio de 50 mL de água à 25 °C, recentemente fervida. O frasco foi agitado ocasionalmente por 30 min, e deixado em repouso por 10 min. O pH foi determinado através de medidas potenciométricas do líquido sobrenadante.

Materiais utilizados para determinação do pH: Balança analítica, marca Shimadzu,; água destilada; erlenmeyer de 250 mL; pHmetro da Marca Metrohm 744 METER; Bastão de vidro (Figuras 20, 21).

**Fig. 20** – Amostras deixadas em repouso



**Fig. 21** – pHmetro



Fonte: Dados da pesquisa, 2016

### 3.4.4 Teor de Carbono/matéria orgânica

O teor de carbono (C) é útil para avaliar o grau de humificação dos resíduos, uma vez que, com o aumento do tempo de compostagem, ocorre diminuição do teor de matéria orgânica (MO) do composto (Dias et al., 2010).

É possível utilizar o método da mufla para avaliar o teor de MO e, a partir desse resultado, para estimar o teor de C em resíduos diversos. (DO CARMO; SILVA, 2012).

O teor de C foi determinado em razão da perda de massa do resíduo incinerado, considerando-se o material perdido pela queima no intervalo de variação da temperatura de 105 a 550 °C, conforme a Equação 3:

$$C (\%) = 100 - (TCz) \quad (3)$$

### 3.4.5 Teor de Nitrogênio

O método Kjeldahl, descrito por Tedesco et al. (1995) foi utilizado para determinação do teor de nitrogênio (N). A determinação de N por esse método consiste em três etapas: digestão, destilação e titulação.

Na primeira etapa o N da amostra é reduzido a amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) pela digestão com ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado. Para aumentar a rapidez e a eficiência dessa etapa adiciona-se sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) e sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), para aumentar a temperatura da digestão e, selênio (Se) metálico para facilitar a oxidação da MO. Durante a destilação a amostra é alcalinizada com hidróxido de sódio (NaOH), formando amônia ( $\text{NH}_3$ ) que é, então, volatilizada, por arraste e agitação, sendo recebida numa solução indicadora de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). A titulação é feita com uma solução diluída de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

O teor de N foi determinado a partir das seguintes concentrações: ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado, P.A; Solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,025 M; Solução indicadora de ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ); Hidróxido de sódio (NaOH) 10 M; e cerca de 2,0 g de Mistura digestora ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  e Se).

Os materiais utilizados foram: Tubos de ensaio; Becker, Seringa, Erlemmyer, Pipeta graduada e Pêra, Proveta, Estante para tubos de ensaio, Almofariz e pistilo e Bureta. (Figuras 22, 23).

**Fig. 22-** Destilador de nitrogênio



**Fig. 23 -** Digestor



**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016

O teor de nitrogênio foi determinado a partir da equação 4:

$$(\%) \text{ N} = \frac{\text{mL do ácido gasto na titulação} - \text{mL do branco}}{10.000} \times 700 \times 5 \times 5 \quad (4)$$

### **3.5 Análise do vermicomposto**

O vermicomposto ou húmus de minhoca, até a presente data não possui legislação específica, que estabeleça os parâmetros mínimos de composição assim como os respectivos valores de referência. Diante dessa situação o vermicomposto está enquadrado como composto orgânico.

Os parâmetros avaliados nos vermicompostos estão apresentados nas tabelas 3, 4, 5 e 6 e, estão dentro das normas do decreto federal nº 86.955 de 1982 do Ministério da Agricultura, (Ver anexo) que determina para composto orgânico os seguintes parâmetros: C, N, pH e umidade. Estes deverão apresentar os seguintes valores mínimos: 40%; 1 %; 6 e 40 % respectivamente e C/N máxima 18/1.

### **3.6 Análise de dados**

Os dados foram trabalhados através do Programa STATISTICA – versão 13. Após verificação da normalidade da distribuição dos dados (Teste de Kolmogorov-Smirnoff e Teste Shapiro-Wilk), algumas variáveis foram transformadas para atender aos requisitos da estatística paramétrica (utilizou-se a transformação indicada por Bassaco e colaboradores, 2015). Foram obtidas as médias, os desvios padrão e os erros padrão, para as medidas das populações das duas espécies estudadas. Objetivando verificar a possível variação média dos caracteres abordados (umidade; cinzas; pH) entre os grupos do delineamento experimental (momento do experimento; espécie de minhoca e tipo de substrato), onde foram feitas análises de variância (ANOVA) (F), sendo fixado o nível de significância em  $\alpha=0,05$  (ou seja, as diferenças foram consideradas significativas quando  $p>0,05$ ). Os resultados foram apresentados em forma de tabelas e gráficos (CALLEGARI-JACQUES, 2003; VIEIRA, 1980).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Avaliação das alterações físicas e químicas nos substratos/ húmus no decorrer do processo de vermicompostagem sob diferentes avaliações**

Ao determinar os valores médios das variáveis químicas segundo o momento de avaliação ao longo do experimento (tabela 3), observou-se que umidade e cinzas apresentaram apenas diferenças numéricas. Houve diferença significativa apenas para pH (Anova:  $F=4,51$ ; g.l.=2;  $p>0,05$ ), onde o mesmo foi maior (alcalino) no momento antes da inserção (gráfico 1).

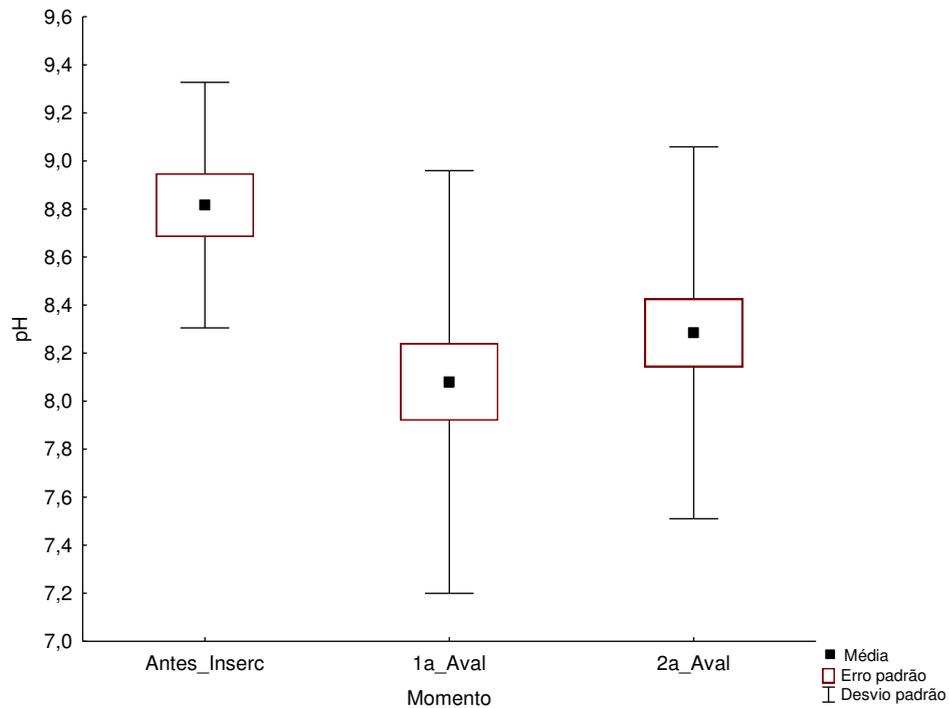
**Tabela 3.** Descrição das variáveis do experimento com minhocas, segundo o momento de avaliação durante o experimento em laboratório, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.

Variável	Momento	N	Média	Med	Min-Max	±Dp	±Ep
Umidade(%)	Antes da Inserção	15	49,76	51,44	43,67-53,97	3,41	0,88
	1ª Avaliação	30	47,52	45,18	37,02-66,71	7,46	1,36
	2ª Avaliação	30	48,27	45,68	38,68-64,22	7,29	1,33
Cinzas(%)	Antes da Inserção	15	35,40	37,73	1,60-45,44	10,10	2,61
	1ª Avaliação	30	35,03	42,01	1,21-51,62	18,14	3,31
	2ª Avaliação	30	37,45	40,01	0,98-59,04	18,77	3,43
<b>pH</b>	<b>Antes da Inserção</b>	15	<b>8,82</b>	9,06	7,80-9,10	0,51	0,13
	1ª Avaliação	30	8,08	8,42	5,82-8,98	0,88	0,16
	2ª Avaliação	30	8,28	8,54	6,62-9,18	0,77	0,14

Onde: Med=mediana; Min-Max=valores mínimo e máximo; ±Dp=desvio padrão; ±Ep=erro padrão.

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

**Gráfico 1.** Variação do pH durante o experimento com minhocas, segundo o momento de avaliação, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.



(Anova:  $F=4,51$ ; g.l.=2;  $p>0,05$ )  
Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Em seus estudos com *Eisenia andrei*, Bassaco e colaboradores (2015) encontraram valores de pH semelhantes ao do presente estudo no momento da instalação da vermicompostagem. Enquanto que o pH encontrado por nós foi de 8,82 em média, para os referidos autores registraram valores de 8,7 a 9,4 em diferentes substratos. O que mostra que, ao início dos experimentos, o pH tende à alcalinidade e vai ficando ácido ao longo das avaliações. No presente estudo, as avaliações foram feitas com 30 e 60 dias, sendo o valor mais baixo de 8,08 na segunda avaliação. Já Bassaco et al. (2015), exibiu valores mais baixos (chegando a um pH de 6,8) porém após 90 dias de experimento.

Esse valor encontrado no esterco de coelho pode ter sido resultado do alto teor de amônia, havendo uma rejeição por parte das minhocas e um menor trabalho destas já que se trata de uma substância que exala odor desagradável e impede a maturação do composto, conseqüentemente, supõe-se que houve um mau rendimento das minhocas.

Os microorganismos que atuam na compostagem têm como faixa ótima de desenvolvimento, um pH entre 6,5 a 8,0, portanto, quando bem conduzida, a compostagem não apresenta problemas relacionados ao controle de PH (PEIXOTO, 1988; OLIVEIRA et al., 2008).

- **Avaliação das alterações físicas e químicas nos substratos/ húmus no decorrer do processo de vermicompostagem com diferentes espécies de minhocas**

Ao determinar os valores médios das variáveis químicas segundo a espécie de minhoca (tabela 4), observou-se que umidade e cinzas também apresentaram apenas diferenças numéricas. Outra vez, houve diferença significativa apenas para pH (Anova:  $F=3,96$ ; g.l.=2;  $p>0,05$ ), onde o mesmo foi maior no momento antes da inserção (gráfico 2).

Foi interessante notar que, no presente trabalho, não houve diferença estatística entre as espécies de minhocas, onde o pH para as africanas (*Eudrillus eugeniae*) foi de 8,20 e para as californianas (*Eisenia andrei*) foi de 8,16. Assim, a

diferença significativa mais uma vez foi em relação ao momento antes da inserção, porém ao comparar as duas espécies não se registrou divergências.

Nadolny (2009) em seus estudos com *Eisenia* e *Eudrillus* obteve um pH neutro em suas duas datas de avaliação (30 e 60 dias), os valores encontrados por nós se aproximam mais da alcalinidade, com um valor de 8,08 na segunda data de avaliação. Nadolny (2009) obteve um valor de 6,9 próximo á neutralidade antes da inserção das minhocas, não havendo assim variações numéricas durante todo o experimento. Aproximando-se do valor encontrado no nosso estudo, que a todo o momento permaneceu alcalino em seus valores.

Os valores de pH obtidos em nossas análises se enquadram dentro do valor padrão apontado pela literatura (6,5 a 8,0). Somente os valores do composto inicial que deram um pouco mais de 8,0, o que logo com inserção das minhocas pode ser corrigido, havendo uma queda de valor significativo para a primeira data de avaliação.

HOLANDA, (2013) diz que “o sistema digestivo da minhoca é adaptado para materiais orgânicos em decomposição. No esôfago das minhocas encontram-se as glândulas calcíferas que neutralizam a acidez dos alimentos, produzindo húmus com pH neutro ou ligeiramente alcalino.”

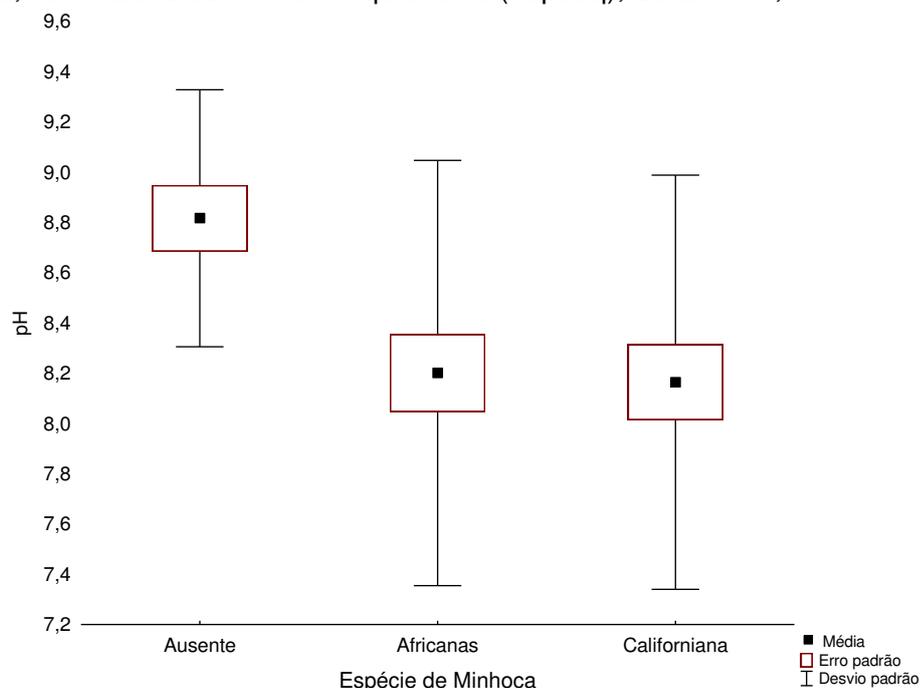
Tal afirmação só nos confirma a veracidade dos resultados encontrados em ambos os estudos (Nadolny 2009, Bassaco 2015) bem como em nosso presente estudo. Para a segunda data de avaliação de nosso presente estudo houve um leve aumento de pH, comparando-se com o valor da primeira data de avaliação, tal aumento pode ter acontecido devido a morte de algumas minhocas o que impediu dessa regulação.

**Tabela 4.** Descrição das variáveis do experimento com minhocas, segundo a espécie de minhoca (africana e californiana), Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.

Variável	Espécie de minhoca	N	Média	Med	Min-Max	±Dp	±Ep
Umidade(%)	Ausente	15	49,76	51,44	43,67-53,97	3,41	0,88
	Africana	30	47,97	46,41	37,02-62,03	6,52	1,19
	Californiana	30	47,81	44,67	38,98-66,71	8,16	1,49
Cinzas (%)	Ausente	15	35,40	37,73	1,60-45,44	10,10	2,61
	Africana	30	34,98	42,18	1,21-56,72	18,32	3,34
	Californiana	30	37,51	43,64	0,98-59,04	18,59	3,39
<b>pH</b>	<b>Ausente</b>	15	<b>8,82</b>	9,06	7,80-9,10	0,51	0,13
	Africana	30	8,20	8,44	5,82-9,18	0,85	0,15
	Californiana	30	8,16	8,46	6,20-8,98	0,82	0,15

Onde: Med=mediana; Min-Max=valores mínimo e máximo; ±Dp=desvio padrão; ±Ep=erro padrão.  
Fonte: dados da pesquisa, 2017.

**Gráfico 2.** Variação do pH durante o experimento com minhocas, segundo a espécie de minhoca, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.



(Anova: F=3,96; g.l.=2; p>0,05)  
Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Comparando-se em termos específicos das minhocas, a presente pesquisa registrou para *Eisenia andrei* (californianas) um pH médio de 8,16 (mínimo de 6,20 e máximo de 8,98). Esta faixa de variação do pH foi semelhante à encontrada por Bassaco e colaboradores (2015), onde durante todo o experimento, registraram um valor de pH mínimo de 6,8 e máximo de 8,7.

Nadolny (2009) em seu estudo também obteve semelhança dos valores de pH entre as duas espécies de minhocas em ambas as datas de avaliação (30 e 60 dias) os valores se aproximaram (7,5). A espécie californiana nas duas datas de avaliação ficou entre 7,5 e 7,4, as africanas 7,4 e 7,5 diferindo apenas o momento antes da inserção, sendo o valor mínimo de 6,9. Da mesma forma que em nossos estudos, o momento antes da inserção diferiu dos outros momentos.

- **Avaliação das alterações físicas e químicas nos substratos/ húmus no decorrer do processo de vermicompostagem com diferentes substratos de cultivo**

Ao determinar os valores médios das variáveis químicas segundo o tipo de substrato (tabela 5), observou-se que umidade (Anova:  $F=43,88$ ; g.l.=4;  $p>0,05$ ), cinzas (Anova:  $F=77,28$ ; g.l.=4;  $p>0,05$ ) e pH (Anova:  $F=64,39$ ; g.l.=4;  $p>0,05$ ) apresentaram diferenças significativas apenas para o substrato de cultivo composto por serragem e matéria orgânica.

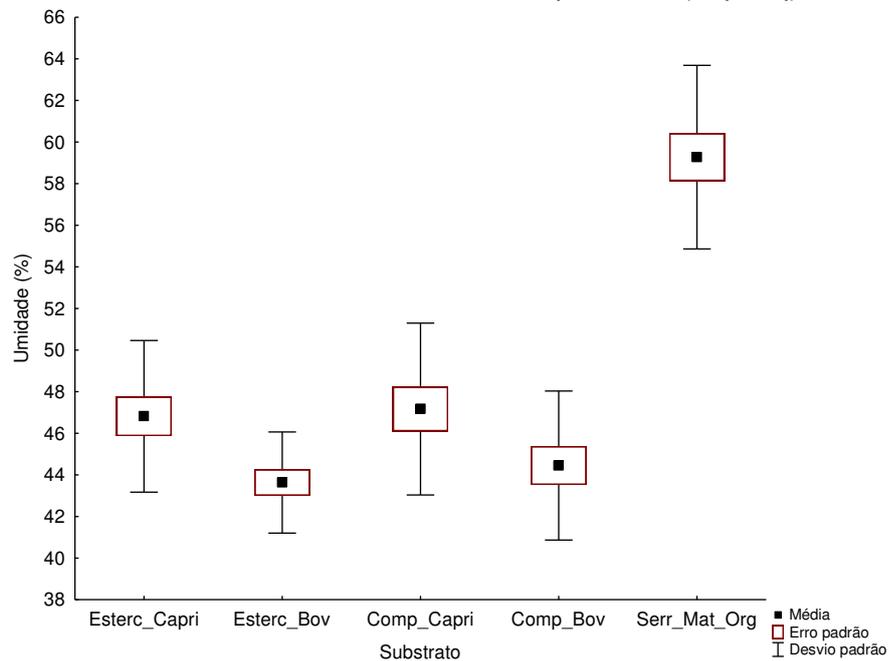
Em relação à umidade, a mesma mostrou-se significativamente maior (média de 59,28%) para as minhocas cultivadas em substrato de serragem e matéria orgânica (gráfico 3). Em termos gerais, para esta variável química, apenas o substrato de serragem + matéria orgânica apresentou um alto valor de umidade (mínimo=51,77 e máximo=66,71). Já todos os demais substratos de cultivo foram estatisticamente iguais entre si.

**Tabela 5.** Descrição das variáveis do experimento com minhocas, segundo o substrato, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.

Variável	Espécie de minhoca	N	Média	Med	Min-Max	±Dp	±Ep
<b>Umidade</b> (%)	Esterc_Capr	15	46,82	46,27	40,30-53,85	3,64	0,94
	Esterc_Bov	15	43,63	43,76	38,98-47,31	2,43	0,63
	Comp_Capr	15	47,16	47,26	38,68-52,73	4,13	1,07
	Comp_Bov	15	44,45	44,38	37,02-51,44	3,58	0,93
	<b>Serr+Mat.Org.</b>	15	<b>59,28</b>	60,04	51,77-66,71	4,41	1,14
<b>Cinzas</b> (%)	Esterc_Capr	15	41,76	41,98	35,26-48,94	3,53	0,91
	Esterc_Bov	15	46,71	47,18	38,19-59,04	5,67	1,46
	Comp_Capr	15	41,39	41,39	34,56-51,62	4,78	1,24
	Comp_Bov	15	44,61	46,30	13,15-56,72	9,90	2,56
	<b>Serr+Mat.Org.</b>	15	<b>5,90</b>	1,98	0,98-34,64	10,74	2,77
<b>pH</b>	Esterc_Capr	15	8,68	8,62	8,06-9,10	0,32	0,08
	Esterc_Bov	15	8,66	8,66	8,25-9,09	0,26	0,07
	Comp_Capr	15	8,68	8,55	8,34-9,18	0,31	0,08
	Comp_Bov	15	8,64	8,67	8,03-9,12	0,35	0,09
	<b>Serr+Mat.Org.</b>	15	<b>6,88</b>	6,74	5,82-7,86	0,60	0,16

Onde: Med=mediana; Min-Max=valores mínimo e máximo; ±Dp=desvio padrão; ±Ep=erro padrão.  
Fonte: dados da pesquisa, 2017.

**Gráfico 3.** Variação da umidade (%) durante o experimento com minhocas, segundo o tipo de substrato de cultivo, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.



(Anova:  $F=43,88$ ; g.l.=4;  $p>0,05$ )  
 Fonte: dados da pesquisa, 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).

Em sua pesquisa no tocante ao tipo de substrato, Bassaco e colaboradores (2015) se referiram a esta variável como resíduos orgânicos. Eles utilizaram conteúdo de rúmen bovino (CRB); esterco de coelhos (EC); esterco de ovinos (EO); e esterco bovino (EB). Não houve assim a utilização de serragem + matéria orgânica.

Comparando-se com o presente estudo, nossos valores médios de umidade estão dentro da faixa dos apontados por Bassaco et al. (2015), independentemente do tipo de substrato (mínimo de 54% e máximo de 82%).

Todavia, ainda em relação aos mesmos autores, ao compararmos numericamente os níveis de umidade em substratos semelhantes (no caso, apenas o esterco bovino), esta pesquisa registrou valores bem inferiores ao de Bassaco e colaboradores (2015), onde teve seus valores de umidade de 75% antes da inserção e 76% após os 90 dias de experimento. Já o deste estudo registrou-se a média de 43,63% (mínimo 38,98 e máximo de 47,31%).

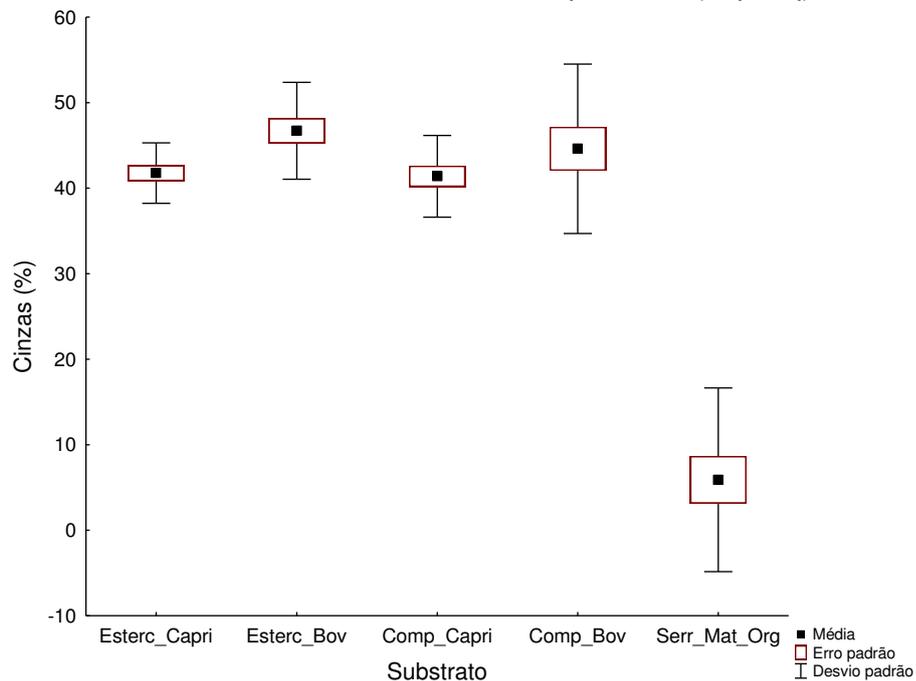
Em nosso estudo o valor de umidade do substrato Serragem + matéria orgânica foi distinto dos demais valores, apresentando assim um valor superior de 59,28% sendo assim os valores de umidade obtidos dos compostos enquadram-se nessa média de 40 e 60%. O que pode distinguir o tratamento de serragem + matéria orgânica dos demais é pela grande quantidade de matéria orgânica utilizada (75%) ricas em muita água, resultando assim na alta produção de chorume observado neste material.

Segundo Maragno (2007) “O uso da serragem, ao mesmo tempo em que permite absorver umidade da massa de resíduos orgânicos, apresenta características que poderiam evitar a compactação dessa massa, melhorando a aeração da mesma e com isso favorecendo o processo.”.

Tal fato deve ser avaliado com maior acurácia em relação a diferenças metodológicas (frequência de umidificação dos potes) e regionais no tocante à temperatura ambiente (presente estudo no nordeste; Bassaco e colaboradores na região sul).

Em relação à TCz, esta variável foi significativamente menor no cultivo de minhocas onde o substrato era composto por serragem e matéria orgânica. Dessa forma, mais uma vez o padrão de separação deste tipo de substrato dos demais se repete (gráfico 4).

**Gráfico 4.** Variação de cinzas (%) durante o experimento com minhocas, segundo o tipo de substrato de cultivo, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.



(Anova:  $F=77,28$ ; g.l.=4;  $p>0,05$ )  
 Fonte: dados da pesquisa, 2017.

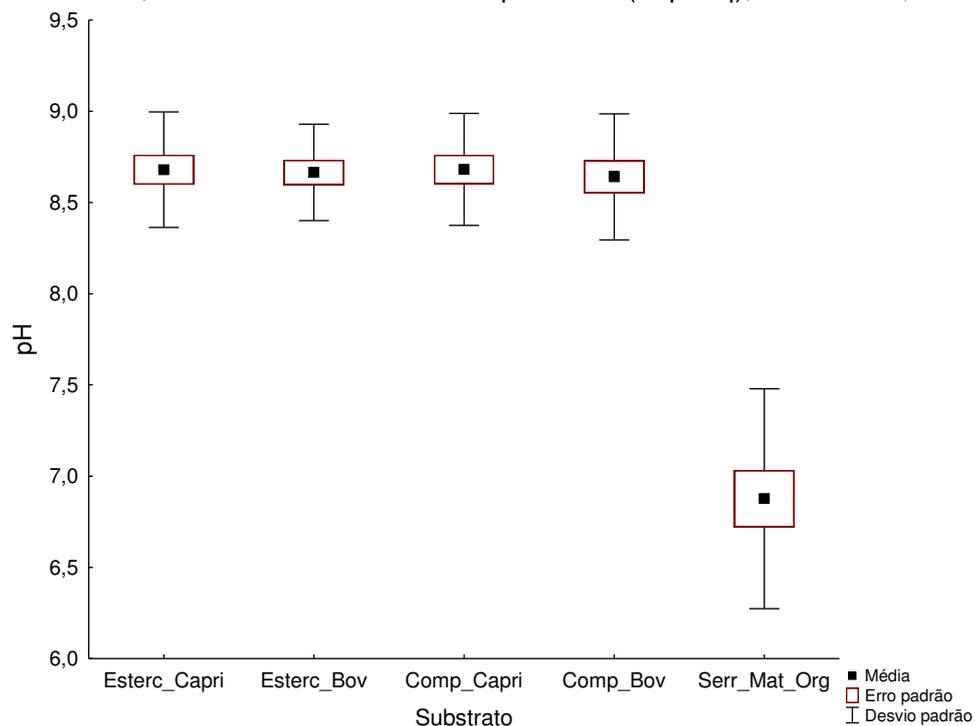
TCz é o produto inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica da amostra, que é transformada em CO<sub>2</sub> (gás carbônico) HO (água) e NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio). Os elementos minerais se apresentam sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições de incineração e da composição do alimento. A determinação do TCz fornece uma indicação da riqueza dos elementos minerais na amostra. (MET POA, 2013).

Os valores obtidos de TCz estão entre (mínimo 5,90% e máximo 46,71%) Porém, destaca-se o tratamento de serragem + matéria orgânica com um percentual muito menor de TCz, que pode ser justificado pela porcentagem de distribuição dos

dois materiais: serragem e matéria orgânica foi 25 e 75%, respectivamente. O que justifica seu valor baixo quando comparado aos demais substratos estudados.

Por fim, o pH foi significativamente menor no cultivo de minhocas onde o substrato era composto por serragem e matéria orgânica, separando-o dos demais substratos (os quais foram estatisticamente semelhantes entre si) (Gráfico 5).

**Gráfico 5.** Variação do pH durante o experimento com minhocas, segundo o tipo de substrato de cultivo, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.



(Anova:  $F=64,39$ ; g.l.=4;  $p>0,05$ )  
 Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Em termos médios e em geral, o pH registrado para serragem + matéria orgânica do presente estudo (média de 6,88) foi menor do que os outros substratos e também menor do que a maioria daqueles registrados por Bassaco e colaboradores (2015), excetuando-se apenas a semelhança com o pH do esterco de coelho após 90 dias de experimento dos referidos autores (que foi de 6,8). Apesar desse valor, este composto não o torna fora do padrão estabelecido segundo a literatura que seria entre (6,5 e 8,0). (PEIXOTO, 1988; OLIVEIRA et al., 2008).

Zibetti e colaboradores (2015) em estudo com a espécie *Eisenia andrei* obtiveram na maioria de seus resultados valores de pH neutros para diferentes

substratos antes dos 60 dias de avaliação e após os 60 dias houve um decréscimo nesses valores. No entanto, nenhum dos valores se aproximou com os valores encontrados em nossa pesquisa, todos se trataram de valores superiores a 7,0, já mais próximos a alcalinidade. Exceto o pH da borra de café de Zibetti 2015 que apresentou valor mínimo de 5,6 antes do experimento e valor máximo de 7,0 ao final da data de avaliação.

Em relação ao pH encontrado no estudo de Vidal (2007) todos os vermicompostos encontram-se numa faixa que não prejudicaria as plantas, o solo e a fauna edáfica se fossem aplicados. Os valores encontrados por ele foram (mínimo de 6,3 e máximo de 7,9) em diversos substratos. Sendo assim podemos considerar os valores encontrados por nós em nosso estudo, positivos e aptos para adubação do solo.

**Tabela 6.** Composição química do vermicomposto produzido pelas duas espécies de minhocas, nas duas datas de avaliação, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017

<b>Tratamentos</b>	<b>N (%)</b>	<b>C (%)</b>
<i>E. andrei</i> (30 dias)		
<b>Trat. 1</b>	0,47	54,74
<b>Trat. 2</b>	0,58	54,01
<b>Trat. 3</b>	0,40	52,84
<b>Trat. 4</b>	0,29	53,34
<b>Trat. 5</b>	0,61	93,38
<i>E. andrei</i> (60 dias)		
<b>Trat. 1</b>	0,64	57,89
<b>Trat. 2</b>	0,56	46,82
<b>Trat. 3</b>	0,6	58,6
<b>Trat. 4</b>	0,49	50,65
<b>Trat. 5</b>	0,45	98,6
<i>E. eudrillus</i> (30 dias)		
<b>Trat. 1</b>	0,64	57,94
<b>Trat. 2</b>	0,53	0,53
<b>Trat. 3</b>	0,33	60,67
<b>Trat. 4</b>	0,40	51,76
<b>Trat. 5</b>	0,23	98,45
<i>E. eudrillus</i> (60 dias)		
<b>Trat. 1</b>	0,55	57,63
<b>Trat. 2</b>	0,41	50,87
<b>Trat. 3</b>	0,66	56,21
<b>Trat. 4</b>	0,47	50,05
<b>Trat. 5</b>	0,35	98,1

**FONTE:** Dados da pesquisa, 2016.

Em relação ao teor de N, “este é um importante indicador de qualidade do solo devido sua sensibilidade às alterações das condições ambientais, em consequência dos inúmeros processos químicos e biológicos que controlam sua disponibilidade e perda” (CANTARELLA, 2007). As perdas de N são mais acentuadas quando se procura preparar o composto em curto prazo, realizando mais revolvimentos para garantir melhor arejamento da massa que, por suas características naturais, tende a se compactar (MELO JÚNIOR, . et al. 2012).

Os valores obtidos do nitrogênio de nossos compostos enquadram-se dentro do que aponta as normas do decreto federal nº 86.955 de 1982 do Ministério da Agricultura, (Em anexo) que determina para composto orgânico os seguintes parâmetros: C, N, pH e umidade. Estes deverão apresentar os seguintes valores mínimos: 40; 1; 6 e 40 % respectivamente e C/N máxima 18/1.

Já para os autores (SATO 2013 apud JIMÉNEZ et al., 1992; RODELLA e ALCARDE 1994; PASCUAL et al., 1997; UNSAL e OK, 2001; MELO et al., 2008) dizem que “os compostos orgânicos apresentam grande amplitude de teores de C e N, os quais variam na faixa de 6,9 a 54,7 %, de 0,6 a 5,3 % respectivamente. Os valores para teor de nitrogênio enquadram-se dentro do que a literatura afirma. Para ambas as datas de avaliação as duas espécies apresentaram valores nesse patamar, bem como o composto inicial.

A adição de resíduos orgânicos pode promover maior disponibilização do nitrogênio nativo do solo em decorrência do processo simultâneo de mineralização-imobilização, especialmente quando a fração ativa da matéria orgânica for mantida em alta concentração, pela presença de material orgânico decomponível no solo (JÚNIOR 2002 apud Stevenson, 1986). O que no caso de nossa pesquisa foi usado o RO, porém, não usamos uma metodologia de adição de matéria orgânica periódica.

Para a determinação do TC ou MO tem sido utilizada para estimar quantitativamente a fração orgânica do solo (Nelson & Sommers, 1982 apud

Rheinheimer et al., 2008), o que auxilia no entendimento de suas várias propriedades químicas, físicas e biológicas.

Os métodos automatizados demandam menor quantidade de amostra, empregam reagentes analíticos certificados e de elevada pureza e, por isso, são utilizados como referência (Soon & Abboud, 1991 apud Carmo; Silva 2012). No entanto, possuem custo elevado de análise e de manutenção dos equipamentos, daí a necessidade de utilizar rotinas analíticas que sejam de baixo custo na execução e que possam ser executadas na maioria dos laboratórios, sendo exemplos desses protocolos os métodos da mufla e de Walkley-Black modificado. (CARMO; SILVA, 2012).

O método de Walkley & Black é o mais empregado em laboratório de solos devido à sua simplicidade, requerimento de instrumentação simples e de baixo custo, além de quantificar a matéria orgânica facilmente oxidável, de grande interesse para a fertilidade do solo. (SATO, 2013). No entanto, apesar desse método apresentar boa exatidão, simples execução e não necessitar da utilização de equipamentos sofisticados baseia-se na oxidação de carbono orgânico do solo através de íons dicromato em meio fortemente ácido, e a determinação da quantidade de íons  $\text{Cr}^{3+}$  (cromo) reduzido é feita por titulação do dicromato em excesso com íons  $\text{Fe}^{2+}$  (ferro). (BELTRAME, 2014). Apesar de ser empregado nos laboratórios brasileiros, o método WB é passível de críticas, principalmente por não promover a oxidação completa do CO do solo (SATO, 2013).

Outros autores como Segnini e colaboradores (2008) dizem que o método de Yeomans & Bremner (1988) é uma variação do método de Walkley-Black e que é o mais empregado em laboratórios que analisam C em solos, porém apresenta problemas analíticos e ambientais, em razão da utilização do cromo.

O método colorimétrico ocorre da mesma maneira que na oxidação por dicromato, entretanto a determinação final é feita por espectrofotometria e não titulação. Para a quantificação do teor de CO na amostra, curvas de calibração devem ser determinadas e podem ser construídas com diferentes concentrações de sacarose ou baseadas em curvas feitas com teores de carbono determinado pelo

WB, ou também por diferentes concentrações de dicromato. (ETCHEVERS & ETCHEVERS, 1981; OLIVEIRA & PERMONIAN, 2002; SATO, 2013).

O método utilizado em nossa pesquisa foi o gravimétrico que também pode ser chamado de método por calcinação ou, ainda, termogravimétrico (perda de massa por ignição), através da mufla, que é um método por combustão seca. O método de gravimetria foi muito empregado no passado, e foi abandonado por apresentar maior tempo gasto nas análises e, também pela dificuldade de automação nos laboratórios (MIYAZAWA et al., 2000 apud BELTRAME, 2014).

Quando comparado aos demais métodos apresentados em nossas discussões, o método da mufla apesar de simples, tem como vantagem sua rapidez; entretanto, os resultados obtidos são extremamente dependentes da temperatura final utilizada na execução do método, pois, quanto maior a temperatura, maior é a queima do material orgânico e menor o peso do material remanescente, o que implica variações nos fatores de conversão (CONCEIÇÃO et al., 1999 apud DO CARMO; Silva 2012). Porém vale dizer também que esse método oferece um aspecto positivo que é a não utilização e/ou obtenção de resíduos potencialmente tóxicos, diminuindo a possibilidade de contaminação do ambiente e desonerando os laboratórios da necessidade de destinação dispendiosa com tratamento de resíduos (SATO, 2013).

Vale ressaltar também que para que haja uma precisão maior nos resultados de CO obtidos pela mufla, torna-se necessário que os resíduos orgânicos não sejam contaminados com solo e outros condicionadores químicos (gesso, cal hidratada, calcário, superfosfato simples, entre outros), os quais, muitas vezes, são adicionados a camas e esterco de animais, visando melhorar a qualidade física, química e biológica desses subprodutos, de modo que esses contaminantes podem influenciar e causar erros nos resultados analíticos obtidos.

Na constituição da MO, o carbono apresenta predominância (cerca de 58%), e portanto, a determinação do teor de C tem sido utilizada para estimar quantitativamente a fração orgânica do solo (NELSON e SOMMERS 1996 apud SATO 2013).

A redução do teor de CO do solo pode limitar a capacidade deste de fornecer nutrientes para uma produção vegetal sustentável, baixando os rendimentos e afetando a segurança do abastecimento alimentar. A redução do teor de CO significa também menos alimentos para os organismos vivos presentes no solo, reduzindo assim a biodiversidade deste (SOCO, 2009 apud BENACI, 2012). O CO, constituinte da matéria orgânica do solo, é um dos principais agentes na formação e na estabilização dos agregados do solo, deixando-o menos suscetível à erosão. (WATZLAWICK et al., 2011 apud CASTRO FILHO et al., 1998).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo nos permitiu um maior conhecimento não só dos resíduos orgânicos, mas nos trouxe possibilidade para realizar análises físicas e químicas dos diferentes substratos trabalhados e assim sanar alguns questionamentos e observações que aconteceram durante nossa pesquisa, como o fato da morte e fuga das minhocas, principalmente a da espécie *Eudrillus eugeniae*.

O trabalho com o ROD e RO animal foi positivo no sentido de executar uma compostagem doméstica eficiente e com isso reduzir os impactos ambientais gerados (quantidade de lixo) e, a utilização dos esterco tornou-se importante na produção de biofertilizantes (húmus de minhoca) afim de inserir a minhocultura/vermicompostagem na agricultura familiar.

Permitiu-nos conhecer as características morfológicas das duas espécies de minhocas trabalhadas e a partir do desenvolvimento das atividades experimentais executarmos nosso estudo com maior eficiência a fim de inserir novos meios de cultura para cada uma das espécies.

Além das análises físicas e químicas, o presente estudo “testou” a aceitação de novos substratos pelas minhocas. A escolha dos substratos foi pensada de acordo com as criações predominantes em nossa região e através de nossas observações e análises apontar qual dos substratos é mais eficiente para o produtor rural que queira adquirir esse tipo de cultura em sua propriedade.

Foi possível identificar que o pH no momento ausente apresentou um valor 8,82 (ver tabela 4) que de comparado os valores expostos na tabela 1 apresenta uma redução de atividade, o que se justifica pela ausência de minhocas, já que estas quando presentes nos substratos tem função de correção de pH.

Foi possível afirmar a partir dos valores encontrados em nosso experimento e dos valores encontrados na literatura que o substrato Esterco Caprino (ver tabela 5) apresentou valores (mínimo= 40,30; máximo= 53,85) que melhor se aproximam com

os valores sugeridos pela literatura (40-60%) para a variável umidade, bem como a médias e medianas encontradas, tornando-se assim um dos substratos mais indicado.

Para a variável de cinzas todos os valores apresentados (ver tabela 5) estão coerentes já que essa variável trata-se da quantificação de C/MO dos substratos e do solo, então quanto menos os valores de TCz encontrados, maior a quantidade de C/MO, com destaque para isso, temos o substrato Serragem + MO que apresentou (média 5,90; mediana 1,98; valor mínimo=0,98; máximo=34,64) sendo assim o substrato que apresentou maior quantidade de MO e conseqüentemente um melhor desenvolvimento das minhocas. Tal substrato ainda apresentou um pH faixa ótima de acordo com a tabela , apresentando valores (mínimo= 5,82; máximo= 7,86), sendo assim tal substrato para o quesito cinzas e pH apresenta aspecto positivo para criação das minhocas e junto com o substrato Esterco caprino são os mais indicados.

Apontamos também de acordo com a tabela 6 de que as médias encontradas para N enquadraram-se dentro dos valores sugeridos pelo decreto federal (mínimo=0,6; máximo=1,0); e os valores encontrados para C são a quantidade de MO presente, e como o esperado, pela porcentagem de MO usadas na compostagem, o substrato de Serr+ MO foi o que apresentou maiores valores.

## 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 Pesq. e Des. Crato/CE, V.1, N.1, p.21-28, Novembro – 2016

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.

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

BRIGHENTI, C. R. G; REIS, E. L; REIS, C. **CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁCIDOS HÚMICOS EM DIFERENTES ETAPAS DA VERMICOMPOSTAGEM**. Rev. Ecl. Quím., São Paulo, v.35, n.3, pg. 69 – 82, ano: 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702010000300006>> Acesso em 16 Fev. 2017

CALLEGARI-JACQUES, Sidia M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. 1ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CARLESSO, W. M; RIBEIRO. R; HOEHNE, L. **TRATAMENTO DE RESÍDUOS A PARTIR DE COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM**. REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS, ANO 3, N. 4, 2011 - CETEC/UNIVATES

CASARIL, C. E. **Estudo da aplicação de vermicompostagem sobre fertilizantes orgânicos**. Trabalho de conclusão de curso (curso de Engenharia Ambiental) - Centro Universitário Univates, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Lajedo 2014.

CEZAR, E; NANNI, M. R.; DEMATTÊ, J.A. M.; CHICAT, M. L.; OLIVEIRA, R. B. **Estimativa de atributos do solo por meio de espectrorradiometria difusa**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v. 37, p. 858-868, 2013.

CHATTERJEE, A; LAL, R; WIELOPOLSKI, L; MARTIN, M. Z; EBINGER, M. H. Evaluation of different soil carbon determination methods. **Critical Reviews in Plant Science**, v. 28. p.164-178, 2009.

COHEN, Matt J.; PRENGER, Joseph P.; DeBUSK, William F. Visible-near infrared reflectance spectroscopy for rapid, non-destructive assessment of wetland soil quality. **Journal of Environmental Quality**, v. 34. n. 4. p.1422-1434, set. 2005.

COSTA, D. de O. **COMPORTAMENTO DE MINHOCAS VERMELHAS DA CALIFÓRNIA EM COMPOSTO ORGÂNICO E EM RESÍDUOS ORGÂNICOS NÃO DEGRADADOS**. Curso Técnico (em meio ambiente) - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA – CAMPUS CABEDELO, PB 2012.

COTTA, J. A. O. et al. **Compostagem versus vermicompostagem**: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. Rev. Eng Sanit Ambient | v.20 n.1 | jan/mar 2015 | p.65-78. Disponível em <<http://www.scielo.br>> Acesso em 16 Fev. 2017.

DE AQUINO, A. M. **Aspectos práticos da vermicompostagem**. In: Agroecologia: Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável, 2003. Cap.17. p.425-434. Disponível em < <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br>> Acesso em 16 fev. 2017.

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

DOMINGUEZ, J.; EDWARDS, C. A. Effects of stocking rate and moisture content on the growth and maturation of *Eisenia andrei* (Oligochaeta) in pig manure. Soil Biology & Biochemistry. Elmsford. V. 29.n.3.p.743-746.1997

DOMINGUEZ, 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

DO CARMO, D. L.; SILVA, C. A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos**. Dissertação (parte da dissertação de mestrado em ciências do solo) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

DO NASCIMENTO, G. M.; MACHADO, D. D.; BARROSO, F. M. G. **Cartilha dos resíduos sólidos**, projeto no clima da Caatinga. 2015.

EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q. The use of earthworms in the breakdown of organic wastes to produce vermicomposts and animal feed protein. In: EDWARDS, C. A. Earthworm ecology. 2. Ed. Florida: CRC PRESS. 2004. p. 345-379.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Solos - CNPS. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1987. 211 p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1)

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

FARIAS, C. A.; RIBEIRO, A. C.; VIEIRA, E. M. **Resíduos orgânicos alternativos nos processos de compostagem e de Vermicompostagem**. In: ICTR – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Costão do Santinho – Florianópolis – Santa Catarina, 2004. Anais p.4337-4346

FERNANDES, F. A. et al. **Uso de espectrometria de refletância no infravermelho próximo (NIRS) na análise de carbono de Neossolos do Pantanal**. Comunicado Técnico, ISSN 1981-7231, dezembro 2010.

FERRUZZI, C. **Manual de Minhocultura**. Lisboa: Litexa. 1989. 165 f.

FERREIRA, P. H. F. et al. **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE VERMICOMPOSTO**. In: 6ª Jornada Científica e Tecnológica e 3º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS, 04 e 05 de novembro, Pouso Alegre/MG, 2014.

FIGUEIREDO, P. G; TANAMATI, F. Y. **Adubação orgânica e contaminação ambiental**. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.5, n.3, p. 01 – 04 julho/setembro de 2010. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>. Acesso em 16 de Fev. de 2017

GESTEL, C.A.M. van; BREEMEN, E.M.D. van; BAERSELMAN, R. Influence of environmental conditions on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia Andrei* in an artificial soil substrate. **Pedobiologia**. Jena, v.36, p.109-120, 1992.

GONTIJO NETO, M. M. et al. **Predição do teor de carbono total em solos de áreas experimentais de integração de lavouras-pecuária por meio da espectroscopia NIR**. Minas Gerais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012 (Comunicado Técnico)

HAIMI, J.; HUHTA, V. Capacity of various organic residues to support adequate earthworm biomass for vermicomposting. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 2, p.23-27, 1986.

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

KAZAMA, B. **Minhocultura uma atividade rentável e ecológica**. 2011. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Programa de pós-graduação Lato Sensu em Engenharia de produção) - Universidade Candido Mendes, Faculdade Integrada AVM, Rio de Janeiro, 2011.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. São Paulo. 2002. Editado pelo autor, p. 11,13 e 47.

LOUREIRO, D. C, et al. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.42, n.7, p.1043-1048, jul. 2007.

LEITE, C. D; MEIRA, A. L; MOREIRA, V. R. R. (elaboradores).casaril **Fichas Agroecológicas, Fertilidade do solo e nutrição das plantas**. Ministério da

Agricultura 2012. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 30/12/16.

LOURENÇO, N. COELHO, S. **VERMICOMPOSTAGEM NAS ESCOLAS - MANUAL PRÁTICO PARA O PROFESSOR**, 2012

MACCHI, P. de M; CHOTTEN, R; MACEDO, J. B. C. de. **Produção de húmus de minhoca gigante africana com esterco de ovino**. In: Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 8, No. 2, Porto Alegre/RS, Nov. 2013.

MARAGNO, E. S; TROMBIN, D. F; VIANA, E. **O uso de serragem no processo de minicompostagem**. Ver. Eng. Sanit. Ambient. Vol. 12, nº 4, - out/dez 2007. p. 355-360

MARTINEZ, A. A. **Minhocultura**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/artigos/2006\\_2/minhocultura/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2006_2/minhocultura/index.htm) Acesso em: 11 Jan. 2017.

MATIAS, S. S. R. et al., **Modelos de paisagem e susceptibilidade magnética na identificação e caracterização do solo**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 1, p. 93-103, jan./mar. 2013. Disponível em <<http://www.agro.ufg.br/pat>>. Acesso em 17 Fev. 2017.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Sistema de Gestão Ambiental para Resíduos Sólidos Orgânicos**. BENTO, A. L. et al. Universidade Federal de Alfenas. Unifal-MG, 2013

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>>. Acesso em 27/12/16.

MIRANDA, R. da S, et al. **PRODUÇÃO DE VERMICOMPOSTO A PARTIR DA CRIAÇÃO DE MINHOCAS Eisenia foetida COMO ALTERNATIVA DE PRODUÇÃO PARA AGRICULTURA FAMILIAR**. Revista Agroecossistemas, v. 3, n.

1, p. 90-95, 2011. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v3i1.1384>> Acesso em 16 Fev. 2017.

MUCELIN, C. A; BELLINI. M. **LIXO E IMPACTOS AMBIENTAIS PERCEPTÍVEIS NO ECOSISTEMA URBANO**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, **20** (1): 111-124, jun. 2008.

NADOLNY, H. S. **REPRODUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS MINHOCAS ( *Eisenia andrei* Bouché 1972 e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg 1867) EM RESÍDUO ORGÂNICO DOMÉSTICO**. 2009, 68f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciência do Solo, Área de concentração em Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2009.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de Resíduos para Produção de adubo Orgânico na Pequena Propriedade**. In: Circular técnica Embrapa. Aracaju, SE, Dez. 2009. Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br>> acesso em 16 Fev. 2017.

PEIXOTO, J. O. **Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica**. Engenharia Sanitária, (1): 15-18, 1981.

REINECKE, A.J.; VILJOEN, S.A. Effects of worm density on growth and cocoon production of the African Nightcrawler *Eudrilus eugeniae* (Oligochaeta). **European Journal of Soil Biology**, Moutrouge. v.29.n.1.p.29-34,1993.

RHEINHEIMER, D. dos S. et al. **COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL NO SOLO**. R. Bras. Ci. Solo, 32: p. 435-440, 2008

RICCI, M. dos S. F. **Manual de vermicompostagem**, Porto Velho, RO: Embrapa—CPAF- Rondônia, 1996. 23p

SATO, J H. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solos do cerrado**. 2013. Dissertação (mestrado em agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília 2013.

SCAPINI, J. M; GOMES, L. F. S. **PRODUÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO A PARTIR DE RESÍDUOS DE ABATEDOURO DE BOVINOS.** Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel – Paraná – Brasil.

SCHIEDECK, G. et al. **Minhocultura: produção de húmus** / 2. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2014. 56 p. : il. - (ABC da Agricultura Familiar, 38).

SCHUMACHER, B. A. **Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments.** United States - Environmental Protection Agency, Las Vegas, abril 2002.

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>> Acesso em 16 Fev. 2017.

SOARES, L. G. da C; SALGUEIRO, A. A; GAZINEU, M. H. P. **Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso.** Revista Ciências & Tecnologia. Ano 1 • n. 1 • julho-dezembro, 2007.

SODRÉ, G. A. **Minhocas: biologia, comportamento e sistemas de criação.** In: série didática 6ª série. Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/DEPED, 1988. p. 1-23.

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.),** Centro Universitário Univates, Programa de pós-graduação em biotecnologia, Lajedo, 2014

STEFFEN, G. P. K. **Substratos à base de casca de arroz e Esterco bovino para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de alface, tomateiro e boca-de-leão,** Santa Maria, 2008.

TROMBINI, D. F. et al. **A relação C/N dos resíduos sólidos orgânicos do bairro universitário da cidade de Criciúma – SC.** Anais do XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.

VALENTE, B.S, et al. **FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.** Arquivos de zootecnia vol. 58(R), p. 60. ano, 2009.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. **A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano.** Rev. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 218-224, 2004. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522004000300008> > Acesso em 16 Fev. 2017.

VIDAL, M. B; VITTI, M. R; MORSELLI, T. B. G. A. **Caracterização química de vermicompostos de diferentes substratos orgânicos.** In: Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. Rev. Bras. Agroecologia, v.2, n.1, fev. 2007. p.1321-1324.

VIEIRA, S. **Introdução á Bioestatística.** 3 Ed. São Paulo: Elsevier, 1998.

VITTI, M. R. **Impacto do vermicomposto bovino em atributos biológicos do solo e características físicas e químicas das frutas em pomar de pessegueiro (Prunus persica L. Batsch).** 2006. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas.

WANGER, D. R. B; FREITAS, I. C. V. **Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos.** Rev. Bras. de Agroecologia. 5(2): p. 81- 88, ano 2010. Disponível em [http://orgprints.org/24494/1/Wangen\\_Compostagem.pdf](http://orgprints.org/24494/1/Wangen_Compostagem.pdf)> Acesso em: 16 Fev. 2017.

XAVIER, E. G. et al. **FATORES QUE AFETAM O DESENVOLVIMENTO DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.** Arch. Zootec. 58 (R): 59-85. 2009.

# **ANEXOS**

## Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982

*Regulamenta a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, alterada pela Lei nº 6.934, de 13 de julho de 1981, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e pelo Decreto-lei nº 1.899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura.*

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, usando das atribuições que lhe confere o art. 81, item III, da Constituição,

**DECRETA:**

### **CAPÍTULO I**

#### *Disposições Preliminares*

**Art. 1º** - A inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, serão regidas pelas disposições deste Decreto.

Parágrafo único - Define-se para os fins deste Decreto:

a) inspeção - a constatação das condições higiênico-sanitárias e técnicas dos produtos ou estabelecimentos;

b) fiscalização - a ação externa e direta dos órgãos do Poder Público destinada à verificação do cumprimento das disposições aplicáveis ao caso.

**Art. 2º** - A inspeção e a fiscalização previstas neste Decreto serão realizadas pelo Ministério da Agricultura.

§ 1º - O Ministério da Agricultura poderá delegar a fiscalização do comércio aos Estados, Distrito Federal e Territórios.

§ 2º - A delegação de competência será efetivada mediante celebração de instrumento convencional próprio, no qual serão definidas as condições de execução dos serviços delegados e a forma de remuneração.

§ 3º - A execução das atribuições delegadas ficará sempre sujeita à supervisão e coordenação do Ministério da Agricultura.

**Art. 3º** - Para os efeitos deste Decreto, considera-se:

I - FERTILIZANTE - substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes das plantas;

a) Fertilizante Simples - fertilizante formado de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes das plantas;

b) Fertilizante Misto - fertilizante resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes simples;

c) Fertilizante Orgânico - fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas;

d) Fertilizante Organomineral - fertilizante procedente da mistura ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos;

e) Fertilizante Composto - fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal;

f) Fertilizante Complexo - fertilizante contendo dois ou mais nutrientes, resultante de processo tecnológico em que se formem dois ou mais compostos químicos;

II - CORRETIVO - produto que contenha substâncias capazes de corrigir uma ou mais características do solo, desfavoráveis às plantas:

a) Corretivo de Acidez ou Alcalinidade - produto que promova a modificação da acidez ou alcalinidade do solo, sem trazer nenhuma característica prejudicial;

b) Corretivo de Salinidade - produto que promova a diminuição de sais solúveis no solo;

c) Melhorador ou Condicionador do Solo - produto que promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas do solo;

d) Poder de Neutralização - conteúdo de neutralizantes em contidos corretivo e acidez, expresso em equivalente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>);

III - INOCULANTE - substância que contenha microorganismos com atuação favorável ao desenvolvimento vegetal;

IV - ESTIMULANTE OU BIOFERTILIZANTE - produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade;

V - NUTRIENTE - elemento essencial para o crescimento e produção dos vegetais:

a) Macronutrientes Primários - o nitrogênio, fósforo e potássio, expressos nas formas de nitrogênio (N), pentóxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e óxido de potássio (K<sub>2</sub>O);

b) Macronutrientes Secundários - o cálcio, magnésio e enxofre, expressos nas formas de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S);

c) Micronutrientes - O boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e cobalto, expressos nas formas de B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn e Co, respectivamente;

VI - CARGA - qualquer material adicionado em misturas de fertilizantes que não interfira na ação dos nutrientes, seja inócua aos vegetais e não ofereça garantias em nutriente, excetuado o material destinado ao revestimento externo dos grânulos e a água, no caso de fertilizantes fluídos.

## **CAPÍTULO II**

### *Registro das Pessoas Físicas e Jurídicas*

#### **SEÇÃO I**

##### *Registro de Estabelecimento*

**Art. 4º** - As pessoas físicas e jurídicas que produzam ou comercializem fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, ficam obrigadas a promover o registro de seus estabelecimentos no Ministério da Agricultura.

§ 1º - O registro referido neste artigo será efetuado por unidade de estabelecimento.

§ 2º - O registro será concedido pelo prazo de 5 (cinco) anos, podendo ser renovado por igual período.

§ 3º - O pedido de registro será acompanhado dos seguintes elementos informativos e documentais:

- a) firma ou razão ou denominação social;
- b) endereço da sede social e dos estabelecimentos;
- c) instrumento social registrado no órgão competente;
- d) natureza das atividades, instalações, equipamentos e capacidade operacional dos estabelecimentos;
- e) nome, marca, tipo e natureza dos produtos;
- f) métodos ou processos de preparação e de controle de qualidade dos produtos;
- g) modelo de marcação da embalagem ou acondicionamento, com descrição do sistema de identificação do produto;
- h) identificação do profissional habilitado à prestação de assistência técnica;
- i) prova de capacidade de controle de qualidade, aferida através de laboratório próprio ou de terceiros.

§ 4º - As pessoas que se dedicarem unicamente às atividades comerciais estarão isentas das exigências previstas nas letras *f*, *g*, *h* e *i* do parágrafo anterior.

§ 5º - A especificação da natureza do produto e da origem da matéria prima será exigida para os produtores de corretivos, fertilizantes orgânicos e fosfatos naturais.

§ 6º - Qualquer alteração dos elementos informativos e documentais referidos no § 3º deste artigo deverá ser comunicada, no prazo de 30 (trinta) dias, ao Ministério da Agricultura.

§ 7º - A alteração da firma, ou razão ou denominação social, bem como da natureza da atividade ou do local do estabelecimento, implicará em novo registro, no prazo de 30 (trinta) dias, sob pena de multa.

§ 8º - A renovação do registro deverá ser pleiteada com a antecedência mínima de 90 (noventa) dias antes de seu vencimento, sob pena de caducidade.

§ 9º - O pedido de registro ou de sua renovação será acompanhado de uma via do comprovante de pagamento da respectiva taxa.

§ 10 - Os estabelecimentos produtores que promovam o controle de qualidade de seus produtos, através de laboratórios de terceiros, deverão apresentar, para efeito de registro, prova da existência de contrato de locação de serviços com aqueles laboratórios, que deverão possuir sede na

unidade da Federação onde se localizar a unidade industrial, comprovando a sua disponibilidade para a citada prestação do serviço.

**Art. 5º** - Os critérios e exigências para registro dos estabelecimentos produtores ou comerciais, bem como a sua classificação em categorias será estabelecida por ato do Ministério da Agricultura.

## SEÇÃO II

### *Registro de Produto*

**Art. 6º** - Os fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes deverão ser registrados no Ministério da Agricultura.

§ 1º - O registro será concedido pelo prazo de 5 (cinco) anos, podendo ser renovado por igual período.

§ 2º - O pedido de registro será apresentado em modelo próprio do Ministério da Agricultura, juntando-se uma via do comprovante de pagamento da respectiva taxa.

§ 3º - Os elementos informativos e documentais necessários ao registro serão estabelecidos pelo Ministério da Agricultura.

**Art. 7º** - As garantias e especificações relativas aos fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes serão estabelecidas em ato do Ministério da Agricultura.

§ 1º - As garantias relativas aos fertilizantes simples poderão ser expressas com uma decimal, não se admitindo que sejam inferiores às correspondentes especificações.

§ 2º - Os macronutrientes secundários contidos em fertilizantes somente poderão ser declarados quando as garantias observarem os correspondentes limites.

**Art. 8º** - O registro de inoculantes, excluídos os fixadores de nitrogênio, e de estimulantes e biofertilizantes, somente será concedido após relatório técnico-científico de pesquisa, que ateste a viabilidade da aplicação agrícola do produto, as culturas que possa atender, as dosagens recomendadas e as qualidades e garantias mínimas.

**Art. 9º** - Não será registrado o produto que mencionar dados ou elementos suscetíveis de induzir a erro ou confusão quanto à sua origem, natureza, composição, qualidade e aplicação.

**Art. 10** - Qualquer alteração dos elementos de registro do produto deverá ser comunicada, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias, ao Ministério da Agricultura, sob pena de multa.

Parágrafo Único - A alteração que implicar em modificação da garantia, marca ou qualidade do produto, obriga a novo registro.

**Art. 11** - Os registros de produtos importados, quando destinados à comercialização, em embalagens originais, poderão ser efetuados com base no certificado de análise do País de origem, valendo apenas para o total da partida especificada na guia de importação.

**Art. 12** - As misturas sob encomenda serão dispensadas de registro, sendo expressamente proibida a sua revenda.

Parágrafo único - Para sua preparação, será obrigatória comunicação antecipada ao órgão de fiscalização.

**Art. 13** - Não serão registrados os fertilizantes simples que contiverem carga, exceto para melhorar o uso e eficácia dos fertilizantes foliares.

### **CAPÍTULO III**

#### *Inspeção e Fiscalização*

**Art. 14** - Ao órgão de fiscalização do Ministério da Agricultura incumbe a inspeção e a fiscalização de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes existentes nos estabelecimentos industriais, comerciais, depósitos, propriedades agrícolas, meios de transporte em geral e quaisquer outros locais de sua produção, guarda ou venda.

§ 1º - No caso dos inoculantes, somente terá valor para efeito de fiscalização a amostra coletada em poder do estabelecimento produtor ou comercial.

§ 2º - A mão-de-obra necessária à fiscalização será fornecida pelo detentor do produto.

**Art. 15** - É facultado ao comprador solicitar, por escrito, ao órgão de fiscalização, a retirada de amostras dos produtos especificados neste Decreto, dentro de 60 (sessenta) dias a contar da data de emissão da Nota Fiscal, desde que os mesmos estejam em boas condições de armazenamento.

Parágrafo único - O estabelecimento produtor deverá ser notificado, com antecedência mínima de 15 (quinze) dias, por escrito, do dia, hora e local, para assistir à coleta da amostra, sob pena de revelia.

**Art. 16** - As amostras serão coletadas sob supervisão de técnicos de nível médio ou superior, do órgão de fiscalização.

**Art. 17** - A amostra será representativa do lote em fiscalização e os critérios e procedimentos para a coleta serão estabelecidos em ato do Ministério da Agricultura.

**Art. 18** - Os modelos de documentos e formulários destinados à execução da inspeção e da fiscalização serão padronizados e aprovados em ato do Ministério da Agricultura.

**Art. 19** - As análises serão feitas em laboratórios oficiais ou credenciados pelo Ministério da Agricultura e os métodos analíticos e padronização dos trabalhos dos laboratórios serão estabelecidos em ato do Ministério da Agricultura.

**Art. 20** - O órgão de fiscalização informará ao interessado, com base nos resultados analíticos obtidos em laboratório, sobre a qualidade do produto fiscalizado.

Parágrafo único - Se não forem constatadas deficiências, será dispensada a correspondente taxa.

**Art. 21** - Apurada deficiência no produto, observados os limites máximos de tolerância, será lavrado auto de infração, do qual constarão as irregularidades apresentadas, as penalidades previstas e o direito à análise pericial.

**Art. 22** - O interessado poderá, dentro do prazo de 20 (vinte) dias após o recebimento do auto de infração, requerer a análise pericial do produto.

Parágrafo único - Decorrido o prazo regulamentar para a solicitação da perícia, e não se manifestando o interessado, será aplicada a penalidade correspondente.

**Art. 23** - Sendo requerida a perícia, esta será realizada em laboratório oficial por dois profissionais legalmente habilitados, um deles indicado pelo interessado e outro pelo chefe do laboratório, os quais, observando os métodos analíticos oficiais, efetuarão a análise de uma das partes da amostra que se encontra em poder do órgão de fiscalização.

§ 1º - O estabelecimento interessado será notificado, em tempo hábil e por escrito, da data, hora e local em que se realizará a perícia e o não comparecimento do seu perito, na data aprazada, implicará na aceitação do resultado da análise fiscal.

§ 2º - As análises periciais e seus resultados constarão de ata lavrada, em livro próprio, podendo os peritos nela mencionar as eventuais irregularidades verificadas no procedimento analítico e sua discordância quanto ao resultado.

§ 3º - Quando os resultados estiverem dentro dos limites de divergência prevalecerá, como resultado definitivo, a média aritmética encontrada.

**Art. 24** - À parte da amostra a que se refere o artigo anterior deverá apresentar-se inviolada, o que será, obrigatoriamente, atestado pelos peritos.

Parágrafo único - Comprovada a violação da amostra, e não havendo outra disponível, o processo de fiscalização será arquivado, instaurando-se sindicância para apuração de responsabilidade.

**Art. 25** - Ocorrendo divergência entre os resultados obtidos, pelos peritos será efetuada imediatamente a segunda análise pericial, sendo utilizada a outra parte da amostra em poder do órgão de fiscalização.

§ 1º - Para os fertilizantes que contenham nitrogênio, fósforo e potássio, os resultados obtidos pelos peritos serão considerados divergentes, quando as diferenças encontradas excederem, em relação aos teores dos nutrientes, os seguintes valores unitários:

TEORES	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ou K <sub>2</sub> O
Até 5	± 0,30
acima de 5 e até 10	± 0,60
acima de 10 e até 25	± 0,80
acima de 25	± 1,00

§ 2º - Em se tratando de corretivos de acidez, alcalinidade e salinidade, os resultados serão considerados divergentes quando as diferenças excederem a 0,5 (meia unidade).

§ 3º - Os valores de divergências dos demais produtos serão determinados por ato do Ministério da Agricultura.

**Art. 26** - Na hipótese de segunda análise pericial, esta será executada por um terceiro perito designado pelo chefe do laboratório, e assistida pelos peritos responsáveis pela primeira, e o seu resultado prevalecerá se houver confirmação de qualquer dos resultados precedentes.

Parágrafo Único - Permanecendo a divergência, será adotada, como resultado definitivo, a média aritmética das análises periciais.

**Art. 27** - A autoridade fiscalizadora comunicará ao interessado o resultado final das análises, aplicando as penalidades cabíveis, se verificadas deficiências no produto.

**Art. 28** - Serão considerados como indícios de fraude ou adulteração os resultados analíticos indicadores de deficiências iguais ou superiores aos seguintes limites:

I - quanto aos fertilizantes e corretivos:

de 0 a 4,9	- 60% por componente;
de 5 a 9,9	- 50% por componente;
de 10 a 19,9	- 40% por componente;
de 20 a 39,9	30% por componente;
acima de 40	25% por componente;
pela soma dos componentes - 30%;	

II - quanto aos inoculantes:

número inferior a dez milhões de células viáveis de rizóbio por grama de produto;

III - quanto aos produtos de granulometria garantida:

acima de 50%.

**Art. 29** - Os agentes de inspeção e de fiscalização terão livre acesso aos estabelecimentos ou locais de produção, comercialização, armazenamento, guarda ou meios de transporte dos produtos a que se refere este Decreto, mediante a apresentação da identificação funcional, sendo-lhes facultada, para o desempenho de suas atribuições, se necessário, a requisição de auxílio de autoridades policiais.

Parágrafo Único - A identificação funcional será emitida, unicamente, pelo órgão central de fiscalização do Ministério da Agricultura.

## CAPÍTULO IV

### INSPEÇÃO DA PRODUÇÃO

**Art. 30** - A inspeção da produção será executada, privativamente, pelo Ministério da Agricultura, com a finalidade de controlar, qualitativa e quantitativamente, nos estabelecimentos de sua industrialização, os fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes.

**Art. 31** - A inspeção será realizada por meio de exames e vistorias:

- a) da matéria prima, de qualquer origem ou natureza;
- b) da manipulação, transformação, elaboração, preparo, acondicionamento, conservação e rotulagem do produto;
- c) dos equipamentos e instalações do estabelecimento;
- d) do laboratório de controle de qualidade do produto.

Parágrafo único - O produto inspecionado será liberado pelo agente da inspeção, se observadas as exigências previstas neste Decreto.

**Art. 32** - A inspeção será executada por engenheiros agrônomos, químicos industriais e engenheiros químicos do Ministério da Agricultura.

**Art. 33** - A inspeção será concedida por ato do Ministério da Agricultura, a requerimento do interessado, pelo prazo mínimo de 01 (um) ano, para o estabelecimento que tiver:

- a) registros do estabelecimento e produto;
- b) instalações e equipamentos adequados à sua linha de produção;
- c) laboratório próprio de controle de qualidade;
- d) instalações administrativas apropriadas ao funcionamento da inspeção;
- e) pessoal capacitado à produção e ao controle de qualidade do produto.

Parágrafo único - A inspeção será concedida à vista de laudo emitido por comissão de técnicos designada pelo órgão central de fiscalização.

**Art. 34** - Os produtos liberados pela inspeção serão identificados por dizeres específicos impressos na embalagem ou no rótulo indistacável.

Parágrafo único - A identificação de que trata este artigo será padronizada em ato do Ministério da Agricultura.

**Art. 35** - A fiscalização do produto originário de estabelecimento sob inspeção será realizada, na sua comercialização, quanto aos documentos de liberação, registro, rotulagem, embalagem, condições de armazenamento, aspecto físico, propaganda e conservação.

§ 1º - Constatada qualquer irregularidade, o produto será apreendido e submetido à análise fiscal.

§ 2º - A coleta de amostra e análise poderão ser acompanhadas pelo assistente técnico do estabelecimento produtor.

**Art. 36** - O estabelecimento sob inspeção deverá:

- a) colocar à disposição pessoal habilitado, bem como equipamentos, instalações e materiais necessários aos trabalhos de inspeção;
- b) manter disponíveis, permanentemente, instalações, aparelhos, equipamentos e laboratório imprescindíveis ao controle de qualidade dos seus produtos;
- c) comunicar com antecedência a realização de trabalhos extraordinários, mencionando a sua natureza e duração, inclusive a hora de início e do provável término;
- d) fornecer, até o 10º (décimo) dia do mês seguinte ao vencido, os dados estatísticos de avaliação da produção, industrialização, transporte e comércio dos seus produtos;
- e) recolher, nos correspondentes prazos, a taxa de inspeção.

**Art. 37** - A inspeção será suspensa ou cancelada nas seguintes hipóteses:

- a) solicitação do interessado;
- b) descumprimento de exigência prevista neste Decreto;
- c) interesse do órgão central de fiscalização;
- d) comprovação de fraude ou adulteração do produto.

Parágrafo único - A inspeção poderá ser restabelecida a pedido do interessado, desde que eliminadas as causas que deram origem à suspensão ou ao cancelamento.

## CAPÍTULO V

### *Medidas Cautelares*

**Art. 38** - O embargo e a apreensão constituem medidas cautelares da fiscalização de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes.

**Art. 39** - O embargo do estabelecimento, total ou parcial, poderá ser realizado nas seguintes hipóteses:

- a) de estabelecimento não registrado ou com registro vencido;
- b) de instalações inadequadas;
- c) de equipamentos defeituosos ou deficientes;
- d) de reincidência da infração prevista no artigo 47, letras "b" e "c";
- e) de indício de dolo ou má-fé.

§ 1º - O embargo terá prazo determinado pela autoridade estadual de fiscalização.

§ 2º - Nos casos previstos nas letras "a", "b" e "c", será fixado prazo para atendimento das correspondentes exigências.

**Art. 40** - A apreensão de produto poderá ser efetuada nas seguintes hipóteses:

- a) de estabelecimento não registrado ou com registro vencido;
- b) de produto não registrado ou com registro vencido;
- c) de identificação incompleta;
- d) de aspecto físico, embalagem, rotulagem ou documentação irregulares;
- e) de deficiência comprovada na análise fiscal;
- f) de irregularidade prevista no artigo 35;
- g) de produto sob inspeção desacompanhado da correspondente documentação;
- h) de revenda de produto fabricado sob encomenda;
- i) de indício de fraude ou adulteração.

§ 1º - O produto apreendido será objeto de análise fiscal, mediante coleta de amostra.

§ 2º - A apreensão estabelecerá as exigências e os correspondentes prazos para a liberação do produto, exceto nos casos previstos nas letras "h" e "i".

§ 3º - O produto apreendido ficará sob a guarda do seu detentor, como fiel depositário, até a conclusão do processo de fiscalização.

§ 4º - Os laboratórios darão prioridade às análises das amostras de produtos apreendidos.

**Art. 41** - O embargo e a apreensão serão feitos mediante a lavratura do correspondente termo, observados os requisitos previstos em ato do Ministério da Agricultura.

## CAPÍTULO VI

### *Infrações e Penalidades*

**Art. 42** - As infrações às disposições deste Decreto serão apuradas em processo administrativo, sujeitando os infratores às seguintes penas:

- a) advertência;
- b) multa;
- c) condenação de produto;
- d) inutilização de produto;
- e) suspensão ou cancelamento de registro;
- f) interdição temporária ou definitiva de estabelecimento.

§ 1º - As penas previstas neste artigo serão aplicadas de acordo com a natureza da infração e as suas circunstâncias.

§ 2º - A multa poderá ser aplicada, isolada ou cumulativamente, com outras penas.

§ 3º - A aplicação das penas previstas neste artigo não exime o infrator da responsabilidade civil ou penal.

§ 4º - Quando a infração constituir crime ou contravenção, a autoridade fiscalizadora deverá representar ao órgão policial, para efeito de instauração do competente inquérito.

**Art. 43** - A pena de advertência será aplicada, a juízo da autoridade competente, sempre por escrito, ao infrator primário, desde que a infração não se refira às garantias do produto.

**Art. 44** - A pena de multa será aplicada:

I - quando houver variação das garantias, observados os limites de tolerância:

a) dos macronutrientes primários: igual a 05 (cinco) vezes o valor das diferenças para menos, entre os teores garantidos e os resultados encontrados na análise do produto, calculados sobre o lote estocado, produzido ou comercializado;

b) dos macronutrientes secundários e micronutrientes quando comercializados em misturas: 20 (vinte) e 100 (cem) MVR;

c) dos macronutrientes secundários e micronutrientes quando comercializados isoladamente:

DEFICIÊNCIA (%)	MULTA (MVR)
-----------------	-------------

10,1 a 25	20 a 50
25,1 a 50	50 a 150
acima de 50	150 a 1.000

d) dos corretivos de acidez:

DEFICIÊNCIA (%)	MULTA (MVR)
10,1 a 25 da soma dos óxidos ou 21,1 a 35 do óxido de magnésio	10 a 20
25,1 a 40 da soma dos óxidos ou 35,1 a 50 do óxido de magnésio	20 a 50
40,1 a 50 da soma dos óxidos ou acima de 50 do óxido de magnésio	50 a 150
acima de 50 da soma dos óxidos e acima de 50 do óxido de magnésio	150 a 1.000

e) dos corretivos de alcalinidade e salinidade e do poder de neutralização dos corretivos de acidez: 20 (vinte) a 100 (cem) MVR;

f) do inoculante amestrado no comércio, com teor abaixo de dez milhões de células viáveis de rizóbio por grama de produto: 20 (vinte) a 100 (cem) MVR;

g) do inoculante amestrado na indústria;

CONCENTRAÇÃO DE CÉLULAS VIÁVEIS DE RIZÓBIO POR GRAMA DE PRODUTO	MULTA (MVR)
inferior a cem milhões e até setenta milhões	10 a 20
inferior a setenta e até quarenta milhões	20 a 50
inferior a quarenta e até dez milhões	50 a 100
inferior a dez milhões	100 a 1.000

h) da granulometria dos produtos:

GRANULOMETRIA	MULTA (MVR)
inferior a 100 e até 90% das especificações	20 a 50
inferior a 90 e até 70	50 a 100
inferior a 70	100 a 1.000

i) da matéria orgânica dos fertilizantes orgânicos:

DEFICIÊNCIA %	MULTA (MVR)
superior a 10 e até 25	10 a 20
superior a 25 e até 35	20 a 50
superior a 35 e até 50	50 a 100
superior a 50	100 a 1.000

j) da relação C/N, pH e umidade dos fertilizantes orgânicos: 20 (vinte) a 100 (cem) MVR;

II - quando houver descumprimento de exigência regulamentar ou de fiscalização:

a) na apreensão ou embargo: 20 (vinte) a 100 (cem) MVR;

b) extravio, desaparecimento ou comercialização de produto apreendido: 100 (cem) a 500 (quinhentos) MVR;

c) comercialização de mistura sob encomenda: 100 (cem) a 500 (quinhentos) MVR;

d) estabelecimento ou produto não registrado: 20 (vinte) a 200 (duzentos) MVR;

e) identificação irregular do produto: 100 (cem) a 500 (quinhentos) MVR;

f) propaganda que induza a equívoco, erro ou confusão: 100 (cem) a 500 (quinhentos) MVR;

g) estabelecimento industrial que entregue a estabelecimento comercial produto a granel, excetuados os corretivos: 100 (cem) a 300 (trezentos) MVR;

h) estabelecimento comercial que receba ou venda produto a granel, excetuados os corretivos: 100 (cem) a 300 (trezentos) MVR;

i) reembalagem de produto sem autorização do estabelecimento industrial: 100 (cem) a 300 (trezentos) MVR;

j) estabelecimento que produzir fosfato natural ou mistura que o contenha, sem constar impressa na embalagem, em destaque, a expressão "FOSFATO NATURAL" ou "CONTÉM FOSFATO NATURAL": 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) MVR;

l) estabelecimento industrial sem assistência técnica permanente: 500 (quinhentos) a 1.000 (mil) MVR;

m) não comunicação de alteração dos elementos de registro: 30 (trinta) MVR, acrescida de 10 (dez) MVR por mês ou fração de atraso;

n) não prevista nos itens anteriores: 20 (vinte) a 100 (cem) MVR;

III - quando houver fraude ou adulteração comprovada: 500 (quinhentos) a 1.000 (mil) MVR;

IV - quando houver embaraço ou impedimento à ação fiscalizadora: 500 (quinhentos) a 1.000 (mil) MVR.

§ 1º - A multa prevista na letra *a* do item I será aplicada no caso de deficiência no teor de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) solúvel em água, mesmo que o teor solúvel em citrato neutro de amônio mais água ou em ácido cítrico não apresentem deficiência.

§ 2º - Em caso de deficiência acima do limite de tolerância, a multa será calculada sobre a diferença apurada.

§ 3º - As multas previstas nas letras "*d*" e "*e*" do item I serão aplicadas aos estabelecimentos comerciais que vendam corretivos em granel.

§ 4º - Na reincidência, a multa será aplicada em dobro, exceto nos casos de deficiência da garantia.

§ 5º - Considera-se reincidência a repetição de idêntica infração, após decisão administrativa irrecurável.

**Art. 45** - As multas previstas na alínea "a" do item I, do artigo anterior, serão fixadas de acordo com os seguintes critérios:

a) quando a soma dos teores encontrados na análise for igual ou superior a 95% (noventa e cinco por cento) do teor total registrado e houver deficiências nos nutrientes, a multa será calculada em relação a estes;

b) quando a soma dos teores encontrados na análise for inferior a 95% (noventa e cinco por cento) do teor registrado e não houver deficiências nos nutrientes, a multa será calculada pela diferença entre o total registrado e a soma dos teores da análise;

c) quando a soma dos teores encontrados na análise for inferior a 95% (noventa e cinco por cento) do teor total registrado e houver deficiências nos nutrientes, a multa será calculada em duas parcelas, que serão somadas e representadas, a primeira delas pelas deficiências em relação a cada nutriente, e a segunda, pela diferença entre o teor total registrado e a soma dos teores da análise, acrescida das deficiências em relação aos nutrientes.

**Art. 46** - A pena de condenação de produto será aplicada:

a) quando houver descumprimento de exigência prevista na apreensão;

b) quando os inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes apresentarem resultados analíticos abaixo das garantias mínimas.

Parágrafo Único - A critério do órgão central de fiscalização, o produto condenado poderá ser objeto de leilão público ou ser entregue a órgão oficial de pesquisa, estabelecimentos de ensino-agrícola, instituições de caridade ou de fins não lucrativos reconhecidas de utilidade pública.

**Art. 47** - A pena de inutilização será aplicada:

a) quando o produto estiver com prazo de validade vencido;

b) quando os fertilizantes apresentarem mais de 1% (um por cento) de perclorato, expresso em perclorato de sódio (Na C104) e mais de 1% (um por cento) de tiocianato, expresso em tiocianato de amônio (NH<sub>4</sub>CNS);

c) quando os fertilizantes destinados à adubação foliar e à aplicação no solo apresentarem, respectivamente, mais de 0,3% (três décimos por cento) e 1,5% (um e meio por cento) de biureto;

d) quando o produto for impróprio para sua aplicação ou não apresentar condições de reaproveitamento.

**Art. 48** - A pena de suspensão do registro será aplicada:

I - em relação ao produto:

a) quando houver deficiência comprovada, por três vezes consecutivas ou não, da garantia em um elemento;

b) quando for comprovada a impropriedade para a sua aplicação;

c) quando estiver comprovadamente fraudado ou adulterado;

II - em relação ao estabelecimento:

- a) quando ocorrer reincidência, isolada ou cumulativa, de infração prevista no item anterior;
- b) quando houver descumprimento de exigência prevista no embargo;
- c) quando houver reincidência da infração prevista nos artigos 46 e 47.

§ 1º - Para efeito da aplicação da pena prevista na letra *a*, do item I, será observada a seguinte proporção:

CONCENTRAÇÃO DO ELEMENTO EM %	DEFICIÊNCIA EM %
até 5	50
de 5,1 a 10	40
de 10,1 a 20	30
acima de 20	25

§ 2º - A suspensão do registro não poderá ser superior:

- a) a 60 dias, no caso de estabelecimento;
- b) a 120 dias, no caso de produto.

§ 3º - Para os efeitos do disposto neste artigo, somente serão consideradas as infrações praticadas no decurso do prazo de vigência do registro.

**Art. 49** - A pena de cancelamento de registro será aplicada:

- a) quando houver reincidência da infração punida com a pena de suspensão prevista no artigo anterior;
- b) quando ficar comprovado o dolo ou má-fé;
- c) quando a infração constituir crime ou contravenção.

§ 1º - O cancelamento previsto neste artigo implicará na proibição de novo registro durante 1 (um) ano.

§ 2º - Não será concedido registro ao estabelecimento que pertença, no todo ou em parte, a pessoas físicas ou jurídicas que tenham sido proprietárias, totais ou parcialmente, de estabelecimento punido com a pena de cancelamento de registro, a que se referem às alíneas "b" e "c".

**Art. 50** - A pena de interdição temporária de estabelecimento será aplicada:

- a) quando houver descumprimento de exigência prevista no embargo;
- b) quando o estabelecimento ou produto não estiver registrado.

**Art. 51** - A pena de interdição definitiva de estabelecimento será aplicada:

- a) quando ocorrer reincidência da pena de interdição temporária;
- b) quando o resultado do inquérito comprovar dolo ou má-fé.

**Art 52** - As penas de suspensão ou cancelamento de registro e de interdição temporária ou definitiva de estabelecimento serão propostas pelas autoridades estaduais de fiscalização e aplicadas pelo órgão central de fiscalização do Ministério da Agricultura.

**Art. 53** - As sanções previstas neste Decreto serão aplicadas aos infratores das suas disposições, ou àqueles que, de qualquer modo, participarem ou concorrerem para a sua prática.

**Art. 54** - Para efeito da apuração de deficiência nas garantias dos produtos, o termo de fiscalização será complementado com a coleta de amostras.

**Art. 55** - Constatada qualquer irregularidade, a autoridade competente lavrará o auto de infração.

**Art. 56** - O autuado terá o prazo de 20 (vinte) dias, contados da data do recebimento do auto de infração, para apresentação de defesa.

Parágrafo Único - No mesmo prazo, o autuado poderá requerer a análise pericial do produto.

**Art. 57** - Vencido o prazo de defesa e instruído o processo, este será submetido à decisão da autoridade competente do órgão estadual de fiscalização.

**Art. 58** - A decisão proferida será comunicada ao interessado, o qual, no prazo de 10 (dez) dias, contados da data do recebimento da correspondente notificação, terá o direito de recorrer à autoridade superior.

§ 1º - No caso de aplicação de multa, o recurso será instruído com o comprovante de depósito prévio do seu valor.

§ 2º - Provido o recurso, o valor depositado será restituído ao interessado.

**Art. 59** - A multa deverá ser recolhida no prazo de 30 (trinta) dias, a contar do recebimento da notificação, à conta do Tesouro Nacional, conforme instruções a serem baixadas pelo Ministério da Fazenda.

§ 1º - Esgotado o prazo de que trata este artigo, a multa será cobrada judicialmente.

§ 2º - A multa recolhida no prazo de quinze dias, sem interposição de recurso, terá a redução de 20% do seu valor.

## **CAPÍTULO VII**

### *Assistência Técnica à Produção*

**Art. 60** - O estabelecimento que se dedicar à produção de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, deverá ter a assistência técnica permanente de profissional habilitado, com a correspondente responsabilidade funcional.

§ 1º - O profissional habilitado deverá estar devidamente identificado perante o Ministério da Agricultura.

§ 2º - A assistência técnica poderá ser realizada pelo proprietário, diretor ou sócio que possua a habilitação exigida e a correspondente identificação.

§ 3º - Na hipótese de ausência do titular, a assistência técnica será prestada, automática e provisoriamente, por substituto habilitado e igualmente identificado no Ministério da Agricultura.

§ 4º - O assistente técnico de produção, exceto o da indústria de corretivos, deverá permanecer, no estabelecimento, durante as horas do seu funcionamento.

**Art. 61** - Os proprietários e os diretores de estabelecimentos responderão por qualquer infração cometida à revelia do assistente técnico, assim como, solidariamente com este, pelos atos que praticar.

## **CAPÍTULO VIII**

### *Disposições Gerais e Transitórias*

**Art. 62** - É proibido produzir, preparar, beneficiar, acondicionar, transportar, ter em depósito ou comercializar fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes em desacordo com as disposições estabelecidas neste Decreto.

Parágrafo Único - As disposições deste Decreto serão aplicadas, igualmente, à propaganda dos produtos e estabelecimentos, qualquer que seja a forma ou meio de divulgação ou publicidade.

**Art. 63** - Os produtos referidos neste Decreto, excetuados os corretivos, somente poderão ser entregues pelo estabelecimento produtor, a granel, diretamente à indústria ou ao consumidor.

**Art. 64** - Os estabelecimentos produtores enviarão ao órgão de fiscalização, no prazo de 20 (vinte) dias após o final de cada trimestre, os dados referentes às quantidades de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes produzidos e comercializados no trimestre anterior, através do preenchimento de formulário previsto em ato do Ministério da Agricultura.

**Art. 65** - A inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, serão remuneradas pela cobrança das taxas previstas no ítem IX, do artigo 2º, do Decreto-lei 1.899, de 21 de dezembro de 1981, recolhidas de acordo com as instruções baixadas pelo órgão competente do Ministério da Fazenda.

**Art. 66** - Mediante ato próprio, o Ministério da Agricultura expedirá as normas referentes à embalagem, reembalagem, marcação ou rotulagem e propaganda dos produtos de que trata este Decreto.

**Art. 67** - Os registros emitidos antes da publicação da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, terão a sua vigência prorrogada até 30 de julho de 1982.

**Art. 68** - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

**Art. 69** - Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 18 de fevereiro de 1982; 161º da Independência e 94º da República.

**JOÃO FIGUEIREDO**  
Carlos Viacava  
Angelo Amaury Stabile  
Delfim Netto