

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMÉSTICOS (RODs) NO PROCESSO DE VERMICOMPOSTAGEM COMO PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Paloma Késsia Santos Silva¹
Ana Regina Nascimento Campos²
Marisa de Oliveira Apolinário³
Michelle Gomes Santos⁴

RESUMO

O crescente aumento da população tem contribuído para uma alta demanda na produção de alimentos, o que vem gerando uma grande produção de resíduos orgânicos domésticos. Como forma de minimizar a quantidade destes resíduos depositados no meio ambiente, algumas práticas estão sendo adotadas, entre elas a vermicompostagem, que pode reduzir em até 75% o volume de resíduos orgânicos depositados nos lixões e aterros sanitários. Tendo em vista a grande quantidade de resíduos orgânicos domésticos (RODs), este trabalho objetivou testar diferentes substratos na produção de vermicomposto, utilizando-se duas espécies de minhocas, bem como avaliar as alterações físicas e químicas destes substratos na vermicompostagem sob diferentes concentrações durante o cultivo das minhocas *Eisenia andrei* e *Eudrilus eugeniae*. Os trabalhos tiveram início com a instalação do experimento de cultivo das espécies com duração de 60 dias. Após os primeiros 30 dias foram analisados a biomassa final que compreendeu a contagem das minhocas, casulos e coleta do húmus para análises físicas e químicas. Usou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, avaliando as duas espécies de minhocas, 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. Foram obtidos as médias, os desvios padrão e os erros padrão, para as medidas das populações das duas espécies estudadas. De acordo com os valores encontrados, os substratos que melhor se adequaram para criação de minhocas foram o esterco caprino e serragem + matéria orgânica. A umidade, pH e Cinzas se mantiveram adequados, respectivamente.

Palavras-chave: Vermicompostagem, Cultivo, Minhocas, Resíduos orgânicos domésticos, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos, bem como a forma de destino dos resíduos orgânicos domésticos (RODs) que na maioria das vezes é através de um manejo

¹ Mestranda em Ciências do Solo- CCA/UFPB, Bióloga, licenciada em Ciências Biológicas pelo CES/UFCG palomakessiabio@gmail.com;

² Prof^a Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Química/CCT/Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, arncampos@yahoo.com.br;

³ Prof^a Doutora, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/CES/Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, marisapoli@ufcg.edu.br;

⁴ Prof^a Doutora, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/CES/Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, michellegs@ufcg.edu.br

Artigo resultado do Projeto de Iniciação Científica- PIBIC/UFCG/CNPq

inadequado destes rejeitos no ambiente, pode levar o solo a perder suas características produtivas, além do acúmulo desses materiais em lixões e aterros sanitários causando problemas ambientais.

Nesse sentido, o descarte de RODs de forma incorreta, provenientes principalmente das residências e atividades comerciais, têm causado diversos problemas, destacando-se os sociais, ambientais e econômicos, para os quais tem se procurado novas alternativas de solução (MARTIN e SCHIEDECK, 2015).

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

O processo de vermicompostagem constitui uma alternativa viável para promover a redução de impactos negativos ao meio ambiente por ser uma alternativa de baixo custo e não poluente (BASSACO et al., 2015). Além de ser um processo de fácil manejo e que pode ser desenvolvido por agricultores.

No Brasil, cerca de 95% do alimento orgânico é produzido por pequenos e médios agricultores (FLORES, 2014 apud ZIBETTI et al., 2015). Entretanto, poucos agricultores utilizam as minhocas, desconhecendo o processo de manejo desenvolvido em um minhocário.

A vermicompostagem utiliza os resíduos domésticos orgânicos, reduzindo em até 75% o volume destes resíduos depositados no ambiente, transformando em composto. Pode ser utilizado no processo cascas de frutas e legumes, cascas de ovos, borra de café e outros resíduos orgânicos domésticos (NADOLNY, 2009; EMBRAPA, 2007).

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. Devem obedecer à parâmetros de acordo com o decreto de nº 86.955 de 1982, sendo estes: carbono (C) mínimo de 40%, Nitrogênio (N) mínimo de 1%, pH, mínimo de 6, umidade mínima de 40% e relação C/N máxima de 18:1 (NALDONY, 2009).

O processo de vermicompostagem não está restrito apenas ao esterco bovino como material para alimentação das minhocas, diferentes materiais podem ser usados no processo de vermicompostagem (AQUINO, MORSELLI e PRATI, 2015). Materiais compostos por restos de cultura, borra café, entre outros, podem facilitar o desenvolvimento da vermicompostagem, que por reaproveitar restos orgânicos em decomposição é altamente viável para o meio ambiente e reduz custos de produção.

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

Tendo em vista a produção de grande quantidade de RODs e Resíduo Orgânico (RO) animal nas propriedades rurais, o presente trabalho teve como objetivo 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).

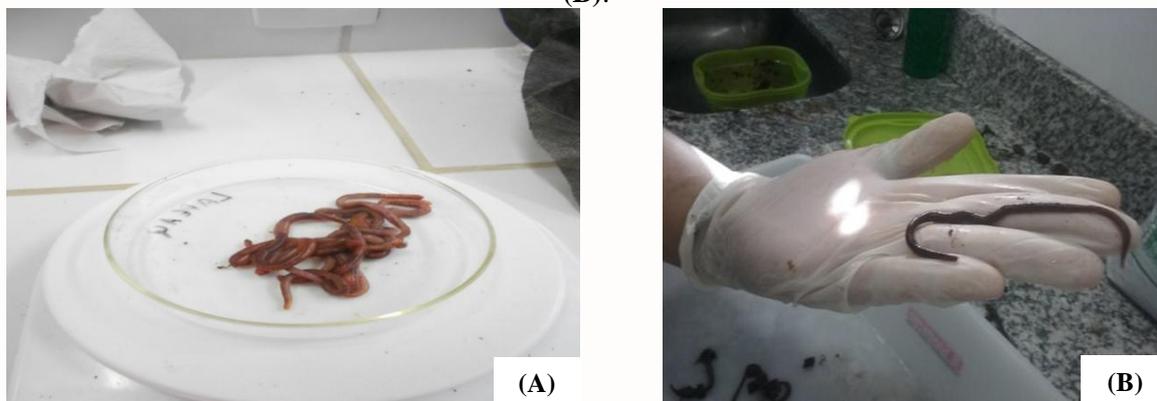
METODOLOGIA

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)da Universidade federal de Campina Grande (UFCG).

As matrizes de minhocas utilizadas no experimento, da espécie *Eisenia andrei*, foram adquiridas de um produtor de húmus em Cuité-PB e as de *Eudrillus eugeniae*, foram compradas na empresa MINHOBOX, em Juiz de Fora-MG. As minhocas selecionadas, das duas espécies, foram animais adultos em plena atividade reprodutiva, caracterizadas pela presença do clitelo (**Fig. 1 (A) e (B)**).

Fig. 1. Minhocas utilizadas no experimento: espécie *Eisenia andrei* (A) e espécie *Eudrilus eugeniae* (B).



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

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 resíduos 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.

Os ROs 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. 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.

Foram utilizados os seguintes tratamentos, compreendendo cada 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 desses substratos foi em chão de cimento, local que proporciona um melhor manejo além de evitar acúmulo de líquido e mistura de materiais.

Delineamento experimental

Os trabalhos tiveram início com a instalação do experimento de cultivo da espécie *Eisenia andrei* e *Eudrillus eugeniae* com duração de 60 dias. Após os primeiros 30 dias foram analisados a biomassa final que compreendeu 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.

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” para impedir a fuga das minhocas. Os vasos foram mantidos em bancadas no LAPEAq e diariamente eram monitorados a temperatura ambiente, com termômetro de mercúrio deixado próximo dos vasos do experimento, e outro deixado no interior dos vasos, sobre a superfície do substrato (**Fig. 2 (A) e (B)**).

Fig. 2. Vasos de polietileno utilizados no experimento (A) e (B).



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Foram depositados 500 mL do vermicomposto pronto nos vasos, aproximadamente 450 g, para servir de refúgio inicial às minhocas até o ROD começar a ser ingerido. 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.

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 biomassas (peso das minhocas) foram pesadas em balança analítica para em seguida serem então colocadas nos vasos contendo os tratamentos prontos e umedecidos.

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. Em cada data de avaliação, aos 30 e 60 dias, os vasos foram esvaziados e seu conteúdo depositado em bandeja plástica. As minhocas foram identificadas a olho nu, como animais adultos ou jovens, de acordo com a presença do clitelo e o vermicomposto gerado foi analisado física e quimicamente.

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 (TC), carbono (C), nitrogênio (N), relação C/N e pH, seguindo a metodologia da AOAC (1990) e Do Carmo; Silva (2012).

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 1, 2, 3 e 4** e, estão dentro das normas do Decreto Federal N.º 86.955 de 1982 do Ministério da Agricultura, 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.

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).

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 1**), 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**).

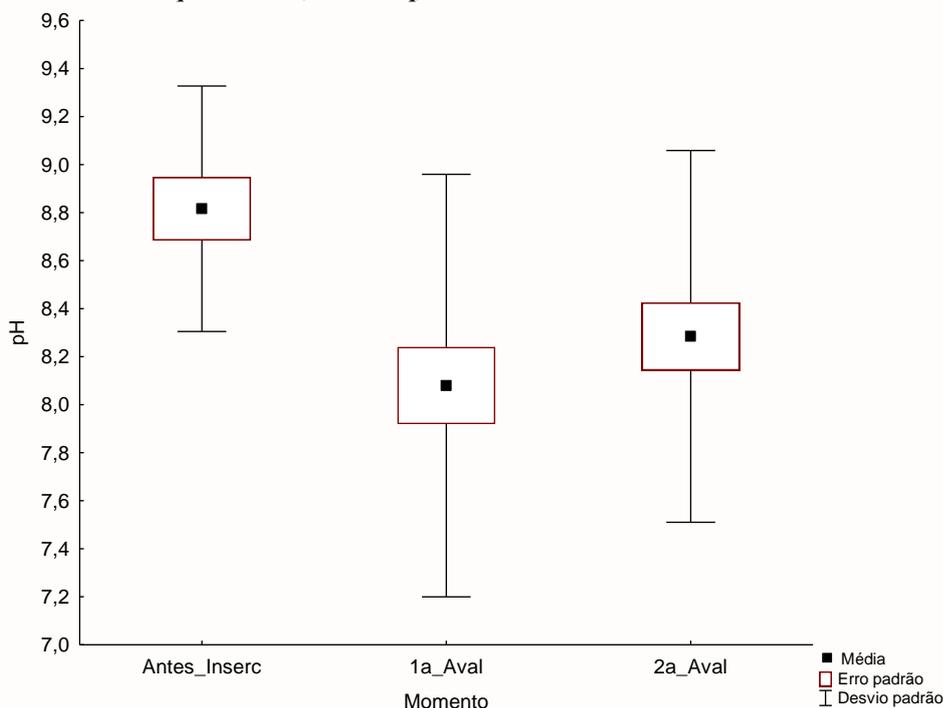
Tabela 1. Descrição das variáveis do experimento com minhocas, segundo o momento de avaliação durante o experimento em laboratório, Laboratório de Pesca e Aquicultura (Lapeaq), Cuité – PB, 2017.

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
pH	Antes da Inserção	15	8,82	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 neste trabalho foi de 8,82 em média, 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), exibiram 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 microrganismos 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 2**), 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 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 à 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, p. 12) 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 et al. 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.

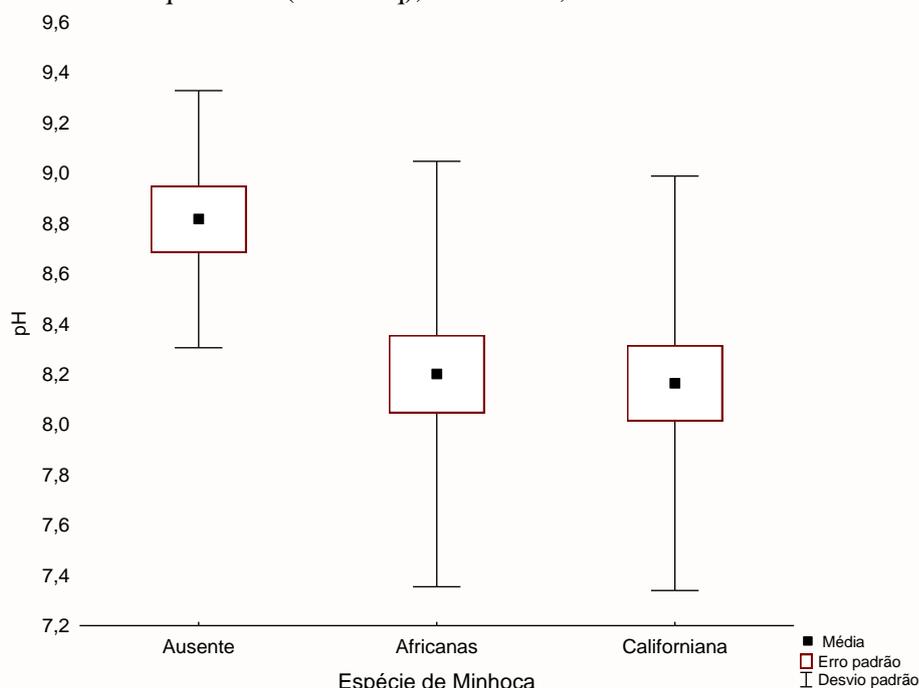
Tabela 2. Descrição das variáveis do experimento com minhocas, segundo a espécie de minhoca (Africana e Californiana), Laboratório de Pesca e Aquicultura (LAPEAq), Cuité – PB, 2017.

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
pH	Ausente	15	8,82	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 3**), 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.

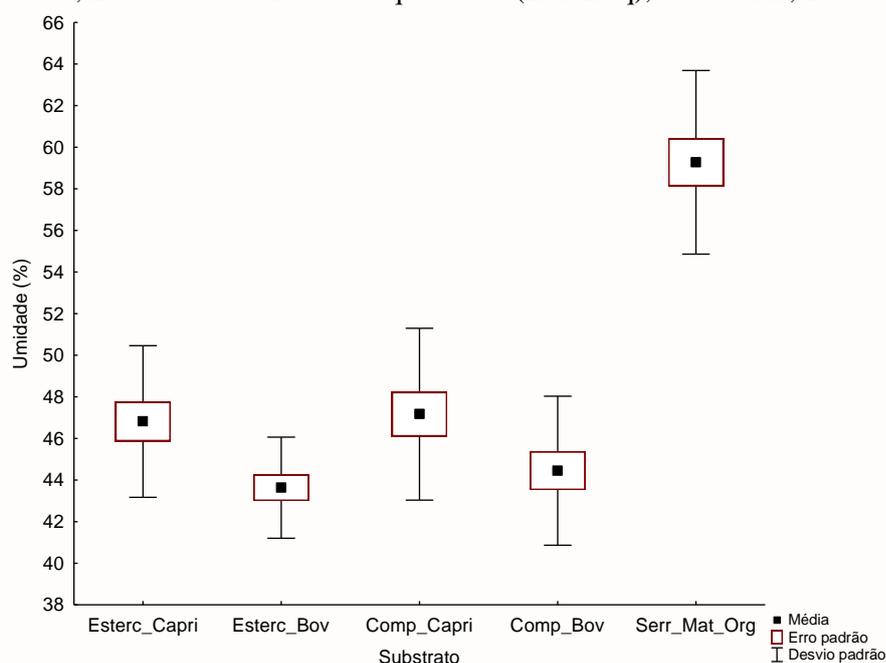
Tabela 3. Descrição das variáveis do experimento com minhocas, segundo o substrato, Laboratório de Pesca e Aquicultura (LAPEAq), Cuité – PB, 2017.

Variável	Espécie de minhoca	N	Média	Med	Min-Max	±Dp	±Ep
Umidade (%)	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
	Serr+Mat.Org.	15	59,28	60,04	51,77-66,71	4,41	1,14
Cinzas (%)	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
	Serr+Mat.Org.	15	5,90	1,98	0,98-34,64	10,74	2,77
pH	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
	Serr+Mat.Org.	15	6,88	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 microrganismos, 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%).

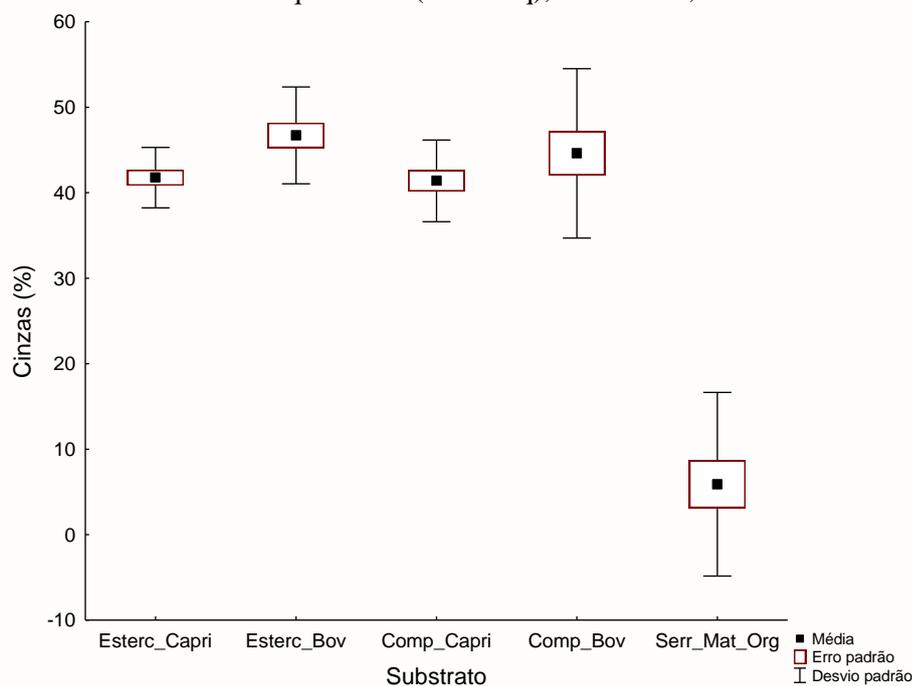
Todavia, ainda em relação aos mesmos autores, ao compararmos numericamente os níveis de umidade em substratos semelhantes (no caso, apenas o esterco bovino), esta pesquisa registrou valores bem inferiores ao de Bassaco e colaboradores (2015), onde teve seus valores de umidade de 75% antes da inserção 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%).

Nesse 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 à diferenças metodológicas (frequência de umidificação dos potes) e regionais no tocante à temperatura ambiente (presente estudo no nordeste; Bassaco e colaboradores (2015) 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; $p > 0,05$)

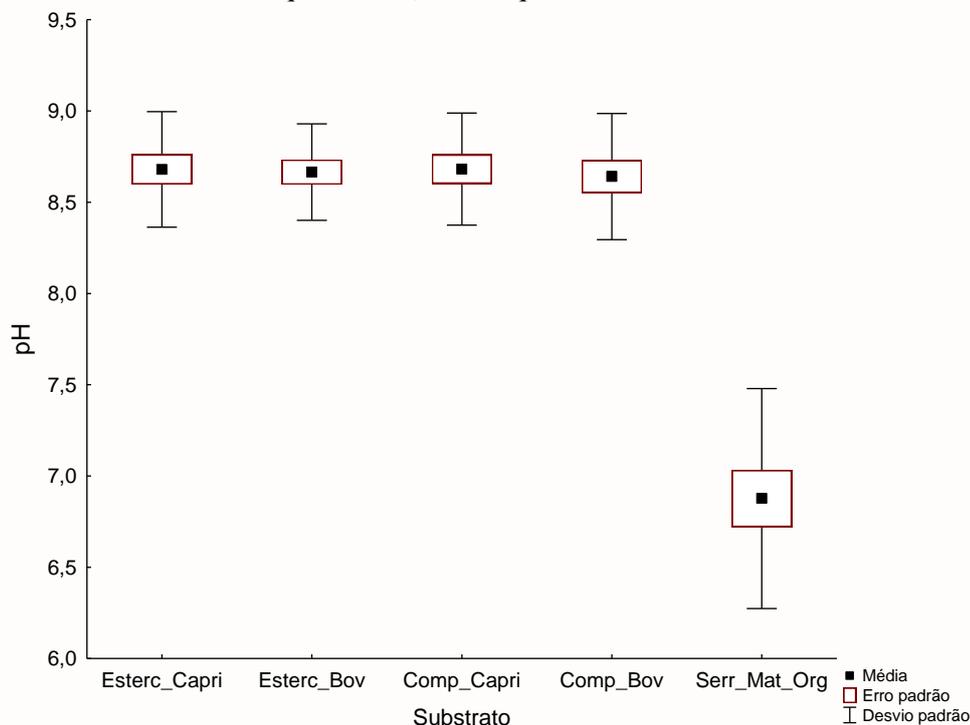
Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

TCz é o produto inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica da amostra, que é transformada em CO_2 (gás carbônico) H_2O (água) e NO_2 (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.

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 e colaboradores (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 pode-se considerar os valores encontrados nesse estudo, positivos e aptos para adubação do solo (**Tabela 4**).

Tabela 4. Composição química do vermicomposto produzido pelas duas espécies de minhocas, nas duas datas de avaliação, Laboratório de Pesca e Aquicultura (LAPEAQ), Cuité – PB, 2017.

Tratamentos	N (%)	C (%)	C/N
<i>E. andrei</i> (30 dias)			
Trat. 1	0,47	54,74	116,5:1
Trat. 2	0,58	54,01	93,1:1
Trat. 3	0,40	52,84	132,1:1
Trat. 4	0,29	53,34	183,9:1
Trat. 5	0,61	93,38	159,6:1
<i>E. andrei</i> (60 dias)			
Trat. 1	0,64	57,89	90,4:1
Trat. 2	0,56	46,82	83,8:1
Trat. 3	0,6	58,6	97,7:1
Trat. 4	0,49	50,65	103,4:1
Trat. 5	0,45	98,6	219,1:1
<i>E. eudrillus</i> (30 dias)			
Trat. 1	0,64	57,94	90,5:1
Trat. 2	0,53	0,53	56,91
Trat. 3	0,33	60,67	183,8:1
Trat. 4	0,40	51,76	129,4:1
Trat. 5	0,23	98,45	428,0:1
<i>E. eudrillus</i> (60 dias)			
Trat. 1	0,55	57,63	104,8:1
Trat. 2	0,41	50,87	124:1
Trat. 3	0,66	56,21	85,2:1
Trat. 4	0,47	50,05	106,5:1
Trat. 5	0,35	98,1	280,3:1

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

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 total dos compostos estudados enquadram-se dentro dos valores propostos pelos autores (RODELLA e ALCARDE, 1994; PASCUAL et al., 1997; UNSAL e OK, 2001) quando relatam que “os compostos orgânicos apresentam grande amplitude de teores de C e N, os quais variam na faixa de 6,9 a 54,7 % e 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho com o ROD e RO 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) a fim de inserir a minhocultura/vermicompostagem na agricultura familiar apontando qual dos substratos é mais eficiente para o produtor rural que queira adquirir esse tipo de cultura em sua propriedade.

De acordo com os estudos realizados, os substratos que melhor se adequaram para criação de minhocas foram o esterco caprino e serragem + matéria orgânica. A umidade, pH e Cinzas se mantiveram adequados, respectivamente.

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.

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis.** Washington, Ed.12, 1990.

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

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

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

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p. 375-470.

DO CARMO, D. L.; SILVA, C. A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Minhocário campeiro de baixo custo para a agricultura familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. **Comunicado Técnico**.

HOLANDA, Priscila Carvalho. **Compostagem e Minhocultura**. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha; Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, 2013.

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

MARAGNO, E. S; TROMBIN, D. F; VIANA, E. O Uso de Serragem no Processo de Vermicompostagem. **Rev. Eng. Sanit. Ambient.**, V. 12, N.º 4, - out./dez. 2007. p. 355-360.

MARTÍN, J. D.; SCHIEDECK, G. Nível de desenvolvimento e potencial da minhocultura e da vermicompostagem. In: ANJOS, J. L., AQUINO, A. M. e SCHIEDECK, G. Minhocultura e Vermicompostagem: Interface Com Sistemas de Produção, Meio Ambiente e Agricultura de Base Familiar (pp. 9-39). Brasília, DF: Embrapa, 2015.

MELO JÚNIOR, H. B. de; BORGES, M. V.; DOMINGUES, M. A.; BORGES, E. N. Efeito da ação decompositora da minhoca californiana (*Lumbricus rubellus*) na composição química de um fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 170-178. 2012. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/13279/8362> >. Acesso em: 17 abr. 2017.

NALDONY, H. S. **Reprodução e Desenvolvimento das Minhocas *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) e *Eudrilus eugeniae* (Kinberg, 1867) em Resíduo Orgânico Doméstico**. 2009. 68 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Paraná, 2009.

NETO, A. A. et al. Reprodução e Desenvolvimento de Minhocas Gigante Africana (*Eudrilus eugeniae*) em Lodo de Esgoto Produzido na Cidade de Gurupi, Estado do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 3, 2013.

PASCUAL, J. A.; GARCIA, C.; HERNANDEZ, T. Comparison of Fresh and Composted Organic Waste in Their Efficacy for the Improvement of Arid Soil Quality. **Bioresource Technology**, vol. 68. P. 255-264. 1997.

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

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. **Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)** [Online]. 1994, vol. 51, n. 3, pp. 556-562.

UNSAI, T.; OK, S. S. Description of Characteristics of Humic Substances From Different Waste Materials. **Bioresour Technology**. p. 239-242. 2001.

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 à Bioestatística**. 3ª Ed., São Paulo: Elsevier, 1998.

ZIBETTI, Volnei Knopp; DE FIGUEIREDO NACHTIGAL, Glaucia; SCHIEDECK, Gustavo. 13878 – Biomassa e produção de casulos de *Eisenia andrei* (Bouché, 1972) avaliados em diferentes fontes de alimentos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.