

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

*CAMPUS* DOIS VIZINHOS

COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

ELISIANE FERREIRA

**PROCESSAMENTO DE CAMA DE AVES E DEJETOS BOVINOS POR  
MEIO DA VERMICOMPOSTAGEM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2017

ELISIANE FERREIRA

**PROCESSAMENTO DE CAMA DE AVES E DEJETOS BOVINOS POR  
MEIO DA VERMICOMPOSTAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Casali

DOIS VIZINHOS

2017



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

PROCESSAMENTO DE CAMA DE AVES E DEJETOS BOVINOS POR MEIO DA  
VERMICOMPOSTAGEM

por

ELISIANE FERREIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 08 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof.(a) Carlos Alberto Casali  
UTFPR-Dois Vizinhos

---

Dinéia Tessaro  
UTFPR-Dois Vizinhos

---

Daiane Cristina Zanellato  
UTFPR-Dois Vizinhos

---

Angélica Signor Mendes  
Responsável pelos Trabalhos  
de Conclusão de Curso

---

Lucas da Silva Domingues  
UTFPR – Dois Vizinhos

## ABSTRACT

FERREIRA, Elisiane. Bedding of poultry and bovine manure by means of vermicomposting. 2017. 37f. Completion of course work II. (Course of Agronomy), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos 2017.

With the increase in specialization in agricultural activities, especially in relation to poultry farming and dairy production, the generation of organic waste has become an environmental problem. The reuse of these residues in the form of fertilizers is a good alternative allowing the partial replacement of the mineral fertilization of the crops, however, it is necessary to adopt a treatment system for their reuse. The vermicompost has been widely used for the transformation of organic waste, where the worms act to accelerate the stabilization process. The objective of the project was to evaluate the processing of bed of poultry and bovine manure by vermicomposting. The work was developed at UNEPE of Composting of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DV. It was constituted of sample units of masonry with coverage of 0.3 m<sup>3</sup> (1.00x1.00x0.30) where four treatments were implanted composed of 100% bovine manure, 75% bovine manure + 25% poultry bed, 50% manure Bovine + 50% poultry bed and 25% bovine manure + 75% poultry bed. The experimental design was a randomized block design, with four replications, totaling 16 sample units. The proportions were based on the wet mass of the materials, where each unit contained 300 kg of homogenised material, the first treatment consisted of 300 kg of bovine manure, the second one per 225 kg of bovine manure and 75 kg of bed The third for 150 kg of bovine manure and 150 kg of poultry litter and the last for 75 kg of bovine manure and 225 kg of poultry litter. In each sample unit was added 1000 ml of California red worm (*Eisenia foetida*). During the whole vermicompost process, the samples were collected, and after analysis of organic carbon (C) content, nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) were analyzed. The process lasted 100 days, in which the volume and mass of vermicompost produced, the amount of surviving earthworms, C and N of biomass and CO<sub>2</sub> emission rate were quantified. It is identified as a result that the addition of poultry litter, even to a lesser extent, impairs the survival of the worms, but this mixture does not interfere with the amount of vermicompost produced at the end of the process, generating satisfactory volume. The poultry bed mixed with bovine manure raises the C and N contents of the microbial biomass, not affecting K contents, elevates P and N content, decreasing the C: N ratio, thus improving the availability of nutrients. The addition of the bed of birds increases the mortality of the worms making the process dependent only on the microbial activity for maturation, a period of more than 100 days is necessary for its suitability of use.

Keywords: Organic waste; Earthworms; Vermicompost

## RESUMO

FERREIRA, Elisiane. Processamento de cama de aves e dejetos bovinos por meio da vermicompostagem. 2017. 37f. Trabalho de conclusão de curso II. (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos 2017.

Com o aumento da especialização nas atividades agrícolas, principalmente no que se refere às atividades de avicultura e produção leiteira, a geração de resíduos orgânicos, tem se tornado um problema ambiental. A reutilização destes resíduos na forma de fertilizante é uma boa alternativa permitindo a substituição parcial da adubação mineral das culturas, porém, faz-se necessário a adoção de um sistema de tratamento para sua reutilização. A vermicompostagem vem sendo amplamente utilizada para a transformação de resíduos orgânicos, onde as minhocas atuam acelerando o processo de estabilização. O objetivo do projeto foi avaliar o processamento da cama de aves e dejetos bovinos por meio da vermicompostagem. O trabalho foi desenvolvido na UNEPE de Compostagem da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- DV. Onde foi constituído de unidades amostrais de alvenaria com cobertura de 0,3 m<sup>3</sup> (1,00x1, 00x0, 30) onde foram implantados quatro tratamentos compostos por 100% esterco bovino, 75% esterco bovino + 25% cama de aves, 50% esterco bovino + 50% cama de aves e 25% esterco bovino + 75% cama de aves. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 16 unidades amostrais. As proporções foram feitas com base na massa úmida dos materiais, em que cada unidade conteve 300 kg de material homogeneizado, sendo que o primeiro tratamento foi constituído por 300 kg de esterco bovino, o segundo por 225 kg de esterco bovino e 75 kg de cama de aves, o terceiro por 150 kg de esterco bovino e 150 kg de cama de aves e o ultimo por 75 kg de esterco bovino e 225 kg de cama de aves. Em cada unidade amostral foi adicionado 1000 ml de minhoca vermelha-da-Califórnia (*Eisenia foetida*). Durante todo o processo de vermicompostagem foi realizado coletas dos resíduos, e após realizadas análises de teor de carbono (C) orgânico, teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K). O processo teve duração de 100 dias, em que foi quantificado o volume e a massa de vermicomposto produzido, a quantidade de minhocas sobreviventes, C e N da biomassa e taxa de emissão de CO<sub>2</sub>. É identificado como resultado que a adição de cama de aves, mesmo que em menor proporção prejudica a sobrevivência das minhocas, porém essa mistura não interfere na quantidade de vermicomposto produzido no final do processo, gerando volume satisfatório. A cama de aves em mistura com esterco bovino eleva os teores de C e N da biomassa microbiana, não afetando teores de K, eleva teor de P e N diminuindo a relação C:N, assim melhorando a disponibilidade de nutrientes. A adição da cama de aves eleva a mortalidade das minhocas tornando o processo dependente apenas da atividade microbiana para a maturação é necessário um período maior que 100 dias para sua adequação de utilização.

**Palavras-chave:** Resíduos orgânicos; minhocas; vermicomposto.

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> MATÉRIA SECA FINAL (MS), MS PERDIDA, PRODUÇÃO DE VERMICOMPOSTO (VOLUME), MASSA DE MINHOCAS (MA), VOLUME DE MINHOCAS (VM) E COMPRIMENTO DA MINHOCAS (CM) A PARTIR DE DIFERENTES MISTURAS DE CAMA DE AVES E ESTERCO BOVINO. DOIS VIZINHOS, 2017. ....	21
<b>TABELA 2.</b> RESPIROMETRIA (MG C-CO <sub>2</sub> . KG <sup>-1</sup> VERMICOMPOSTO) ACUMULADA EM 45 DIAS DE INCUBAÇÃO, CARBONO (C) E NITROGÊNIO (N) DA BIOMASSA MICROBIANA DE VERMICOMPOSTO OBTIDO A PARTIR DE DIFERENTES MISTURAS DE CAMA DE AVES E ESTERCO BOVINO. DOIS VIZINHOS, 2017.....	23
<b>TABELA 3.</b> TEORES DE POTÁSSIO (K) E FÓSFORO (P) INICIAL, AOS 45 E AOS 100 DIAS DOS COMPOSTOS OBTIDOS DE DIFERENTES MISTURAS DE ESTERCO BOVINO E CAMA DE AVES. DOIS VIZINHOS, 2017. ....	24
<b>TABELA 4.</b> TEORES DE CARBONO (C), NITROGÊNIO (N) E RELAÇÃO C:N DE VERMICOMPOSTO OBTIDO A PARTIR DE MISTURAS DE CAMA DE AVES E ESTERCO BOVINO NO INÍCIO, AOS 45 DIAS E 100 DIAS DE VERMICOMPOSTAGEM. DOIS VIZINHOS, 2017. ....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>8</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>9</b>
3.1 PANORAMA DA AVICULTURA BRASILEIRA .....	9
3.2 PANORAMA DA BOVINOCULTURA LEITEIRA .....	10
3.3 RESÍDUOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DA PRODUÇÃO INTENSIVA DE AVES E LEITE .....	11
3.4 VERMICOMPOSTAGEM.....	13
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura nacional é responsável pela geração de milhões de empregos diretos e indiretos e está baseada em pequenas propriedades rurais com a utilização de mão de obra familiar. Nesse cenário, destacam-se os Estados do Sul do país, principalmente o Paraná, maior produtor de carne de frango do país no ano de 2015 (SERA, 2015). Esse Estado é o grande responsável pelo crescimento do setor avícola nacional, sendo que as suas exportações de carne de frango em 2014 aumentaram cerca de 12,5% comparadas a 2013. Atualmente, localizada na região Sudoeste do estado do Paraná, a cidade de Dois Vizinhos é o maior produtor de frango no país (BRATTI, 2013).

A atividade leiteira também vem crescendo devido aos grandes investimentos em tecnologia de produção e o bom desempenho genético animal, o que garante ao Brasil uma posição de destaque mundial. As condições climáticas favoráveis do país, permite que a atividade leiteira seja desenvolvida em todo território nacional, variando apenas o padrão de produção. A região Sul tem se destacado pelo aumento de 45% na produção leiteira nos últimos cinco anos (VILELA; PORTUGAL; ZOCCAL, 2013), com o aumento de sistemas de produção de leite em confinamentos. A região sudoeste do Paraná ocupa o 3º lugar do ranking de produção de leite do Estado, com 1,6 milhões de vacas em produção em 2015 (SEAB, 2016).

Como consequência ao aumento da especialização dos empreendimentos e da produção avícola e leiteira, grande quantidade de resíduos orgânicos tem sido gerada, tornando-se um problema ambiental. Nos aviários da região Sudoeste do Paraná são geradas cerca de 51.219 toneladas de biomassa na forma de cama de aviário/ano (TESSARO et al., 2015). Já em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros é gerado diariamente um volume entre 24 e 30 kg diários de dejetos por animal adulto. Esse material geralmente se encontra em estado líquido ou semi-sólido, o que dificulta a sua manipulação e armazenamento. O manejo inadequado desses dejetos pode causar poluição de águas superficiais e subterrâneas e pela emissão de gases que possuem grande potencial de causar efeito estufa (MACHADO, 2011).

De acordo com Silva (2008) a reutilização destes resíduos como fertilizantes é uma alternativa viável para diminuir esse impacto, por apresentar teores consideráveis de nutrientes, permitindo a substituição em partes da adubação mineral proporcionando liberação lenta destes nutrientes, à medida da necessidade da

cultura. Contudo, esses resíduos apresentam impacto ambiental, pois possuem microorganismos patogênicos, resíduos de medicamentos e elevado teor orgânico com potencial fermentativo que pode prejudicar a biota do solo. Portanto, se faz necessário a adoção de um sistema de tratamento desses resíduos, para sua utilização como fertilizante com impactos ambientais minimizados (CORRÊA; MIELE, 2011).

A vermicompostagem é amplamente utilizada para o processo biológico de transformação de resíduos orgânicos, em que as minhocas atuam acelerando o processo de decomposição. Como produto final da decomposição dos resíduos orgânicos, o vermicomposto, ou húmus como é mais conhecido, é uma forma eficiente e relativamente barata de se melhorar a fertilidade dos solos. Desta forma a vermicompostagem pode ser um método de tratamento de resíduos extremamente viável e indispensável para o desenvolvimento sustentável, no intuito de minimizar os impactos ambientais e sanitários do uso inadequado de resíduos (TEIXEIRA, 2004). A medida que pode elevar a qualidade do produto final, tendo em vista que os teores de nutrientes se tornam superiores quanto as características químicas em relação ao resíduo natural.

A vermicompostagem possui diversas aplicações e é facilmente adaptável ao campo e meio urbano. Ela é um processo rápido, pois as minhocas aceleram as transformações dos resíduos, e também sustentável economicamente, energeticamente, por também realizar de maneira mais eficiente a reciclagem de nutrientes orgânicos, apresentando baixa emissão de gases. Contudo, o processo de vermicompostagem é dependente de fatores como temperatura, umidade, microorganismos, aeração, pH, relação carbono/nitrogênio (C:N) do material, dimensões de partícula e dentre eles a qualidade do resíduos é fundamental a eficiência do processo (COTTA et al., 2015).

Alguns resíduos, como a cama de aves podem apresentar limitações quando relacionadas a sobrevivência das minhocas, como o elevado teor de amônia oriundo da volatilização de compostos nitrogenados do material, sendo necessários cuidados dobrados para sua utilização (ORRICO JÚNIOR, 2004). Em função disso, surge a necessidade de aprofundar os estudos para contornar essas limitações e possibilitar o uso da cama de aves no processo de vermicompostagem.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o processamento da cama de aves e dejetos bovinos por meio da vermicompostagem.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Quantificar a produtividade de vermicomposto e seus atributos químicos antes e depois do processo de vermicompostagem.
- Avaliar o desenvolvimento das minhocas e sua multiplicação ao final do processo de vermicompostagem da cama de aves e dejetos bovinos.
- Avaliar os parâmetros biológicos do vermicomposto durante e no final do período de vermicompostagem.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PANORAMA DA AVICULTURA BRASILEIRA

A avicultura brasileira vem se destacando no mercado internacional de carnes. No ano de 2014 o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de carne de frango com produção de 12.691 milhões de toneladas, ficando atrás dos EUA, com produção de 17.254 milhões de toneladas, sendo o maior produtor mundial, e da China, com produção de cerca de 13 milhões de toneladas. Contudo, o Brasil é líder em exportação, com cerca de 4.099 milhões de toneladas de carne de frango exportadas em 2014, o que representa 32,3% da produção Brasileira de carne de frango, o restante (67,7%) é destinado ao consumo interno, devido ao seu preço acessível quando comparado ao alto preço da carne bovina, o que representa um consumo per capita de carne de frango dos brasileiros de 42,78 kg/hab (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2016).

A atividade avícola faz-se presente em todo o território nacional, porém a produção de carne de frango tem destaque na região Sul, sendo os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul os principais fornecedores (MAPA, 2015). Segundo SERA (2015), a produção paranaense é a grande responsável pelo crescimento do setor avícola nacional. No ano de 2014 o Paraná foi um dos maiores exportadores de carne de frango, exportando cerca de 32,21% de sua produção, seguido por Santa Catarina que exportou 24,45% e o Rio Grande do Sul com exportação de 18,35% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2016). Em volume, o Paraná exportou no ano de 2014 cerca de 1,29 milhões de toneladas de carne de frango. Os resultados comprovam que a produção avícola é fundamental ao agronegócio brasileiro, o que confere ao Paraná posição de destaque, com diversas empresas envolvidas com a atividade e espalhadas por todo o seu território. (SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE PRODUTOS AVÍCOLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 2016).

Os municípios do Sudoeste do Paraná ganham destaque pelo seu potencial na produção avícola, em especial o município de Dois Vizinhos, principalmente pela sua estrutura fundiária que contribuiu para que se tornasse importante na produção de aves por intermédio da relação entre produtor e agroindústria, assim o sistema

utilizado pelas agroindústrias para a criação de aves é o de integração, sendo uma alternativa viável ao produtor (VILHALVA, 2011).

Como consequência dessa intensa exploração da atividade avícola a região Sudoeste do Paraná tornou-se também uma grande geradora de resíduos e sua aplicação de maneira inadequada pode vir a gerar diversos impactos ambientais, porém, estes resíduos provenientes dessa produção podem ser amplamente utilizados dentro dessa cadeia produtiva, desde que recebam um tratamento adequado (BRATTI, 2013). Nesse sentido, tem-se observado a necessidade de maiores estudos relacionados ao manejo adequado, principalmente com a qualidade da cama e o destino do subproduto (FUKAYAMA, 2008).

### 3.2 PANORAMA DA BOVINOCULTURA LEITEIRA

Em 2014 o Brasil ocupou o quinto lugar do ranking mundial de produção de leite, com produção de 35 bilhões de litros. Os principais produtores são os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Goiás, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, com destaque para a região Sul que em 2014 foi responsável por 34,7% da produção nacional (IBGE, 2016).

Somente o estado do Paraná ocupou o 3º lugar de produção do país no setor, com 1,6 milhões de vacas produtoras de leite 75% da produção do país, gerando um total de 4 bilhões de litros de leite e devido a isto, passou a ocupar o 2º lugar do ranking de produção. Exatamente a região sudoeste do Paraná se classifica como a região de maior crescimento da atividade leiteira nos últimos anos em consequência de novos produtores no ramo e a maior tecnificação de produtores antigos, alcançando um total de 320 mil vacas produtoras no ano de 2013, representando um percentual de 19% da produção do estado (SEAB, 2014).

A região Sudoeste do Paraná é caracterizada como a maior bacia leiteira do Estado e juntamente com a região Oeste e Centro Oriental concentram 48,5% dos produtores (DERAL, 2014), destacando que na maioria das propriedades da região Sudoeste do Paraná a alimentação dos animais é com base em pastagens, com uso de concentrados e silagem para suplementação.

Segundo Pereira et al., (2003) com o aumento da especialização do setor leiteiro, principalmente nas regiões Sudoeste e Sul do Brasil, tem-se observado

acentuado aumento no número de sistemas intensivos em confinamentos de produção de leite, em que os animais de alto potencial genético são mantidos em regime de confinamento com intuito de melhorar o conforto animal e obter aumento na produção de leite, com a alimentação fornecida no cocho, são utilizadas geralmente forragens conservadas como, silagens e feno.

Assenheimer (2007) ressalta que apenas 3,0 % do rebanho bovino é mantido em regime de confinamento, tendo menor impacto ambiental quando comparado com outros sistemas de produção animal, devido ao acúmulo de dejetos em determinado local, este acúmulo nem sempre é tratado adequadamente assim agravando ainda mais o problema principalmente quando comparado a produção de leite a pasto, onde os dejetos bovinos voltam a ciclar rapidamente devido a sua distribuição uniforme no solo. Vários fatores econômicos e técnicos, bem como a preferência por determinados sistemas, irão influenciar o produtor na escolha do tipo de instalação para seus animais em confinamento. Ressaltando que estas instalações podem ser simples e baratas, proporcionando aos animais condições de conforto e espaço, proteção e ambiente limpo, e de boas condições sanitárias, para evitar doenças e permitir produção higiênica de leite.

### 3.3 RESÍDUOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DA PRODUÇÃO INTENSIVA DE AVES E LEITE

O rápido crescimento da avicultura de corte gerou por consequência, aumento das quantidades de resíduos como a cama de aves, bem como a necessidade de reutilizá-los. A cama de aves contém os excrementos e as penas das aves, a ração desperdiçada e o material absorvente de umidade usado sobre o piso dos aviários, constituindo se assim, num resíduo com alta concentração de nutrientes (HAHN, 2004). Em decorrência disso, o manejo imposto e a intensificação da produção de frangos de corte favorecem a geração de grandes quantidades de cama de aves.

De acordo com Virtuoso et al., (2015), existem vários materiais que podem ser utilizados como cama, cada qual com suas vantagens e desvantagens, tais como: maravalha, serragem, sabugo de milho triturado, casca de arroz, areia e feno do capim "napier" triturado. Apesar de alguns materiais apresentarem propriedades superiores a outros, a sua utilização irá depender da disponibilidade da região. Porém, o material

mais aceito e utilizado ainda é a maravalha de pinus, por ser um material com alta capacidade de absorção e secagem, com boa condição microbiológica e fácil manejo (SONODA, 2011), além de viabilizar a sua reutilização por mais de um lote de criações de aves, sendo material de baixo custo e acessível na região.

De acordo com Gonçalves et al., (2013), as características químicas encontradas na cama de aves com cinco lotes de criação, foram de 23,72% de umidade, pH de 8,15, matéria orgânica total (MOT) de 53,23 dag kg<sup>-1</sup>, teor de carbono (C) total de 29,6 dag kg<sup>-1</sup>, teor de nitrogênio total (NT) de 2,91 dag kg<sup>-1</sup>, relação C/N de 10,2 e teor de resíduo mineral total de 23,05 dag kg<sup>-1</sup>. Em função dessas características químicas, esses resíduos podem ser utilizados como adubo orgânico para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e na produtividade de algumas culturas (HEREDIA ZÁRATE et al., 1996).

Um dos principais problemas da cama de aves é que quando aplicado diretamente ao solo, ou seja, logo após retirada do aviário à extração de nutrientes pelas culturas é lenta e possui baixa degradação, dessa forma apenas sua aplicação no solo não é suficiente para a sua reutilização. Devido à grande produção e disponibilidade da cama de aves e o manejo ambiental dado a ela ser inadequado o seu excedente pode vir a causar contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, cenário esse que deixa claro a necessidade de se reciclar para melhor aproveitamento deste resíduo e minimizar os impactos ambientais causado pelo excesso (HAHN, 2004).

A aplicação da cama de aves no solo sem adequado tratamento pode provocar diversos impactos ao ambiente, como degradação dos recursos hídricos e redução de biodiversidade da fauna do solo, principalmente pela grande carga orgânica e pela enorme quantidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) que estão presente nos dejetos. Como exemplo, o fósforo que é o principal responsável pelo processo de eutrofização dos cursos d'água (AIRES et al., 2009), além da possibilidade de causar riscos à saúde humana pela presença de microrganismos patogênicos.

Em sistemas de confinamento de bovinos leiteiros, volumes consideráveis de dejetos animais são gerados diariamente, os quais se tornam um problema que exige solução adequada, em virtude do número de rebanhos existentes. A produção diária de esterco varia de acordo com o peso vivo do animal, assim como a composição físico-química dos mesmos que pode sofrer variações em virtude de sua alimentação. O manejo inadequado desses dejetos, os quais são ricos em matéria-orgânica e

agentes patogênicos, pode ser responsável pela poluição de águas superficiais e subterrâneas. (OTENIO; CUNHA; ROCHA, 2010). Além de alguns nutrientes se tornarem indisponíveis em função do manejo inapropriado.

Segundo Palhares et al., (2011) os dejetos de bovinos leiteiros apresentam pH de 6,8, teor de N amoniacal de 339,7 mg/kg, teor de Nitrato ( $\text{NH}_3$ ) de 7,4 mg/L, teor C de 5,9 %, teor de matéria seca (MS) de 12,7 % e teor de NT de 0,16 %. Para Viana e Magalhães (2014) encontraram valores de pH 9,0, matéria orgânica (MO) de 11,33 dag/kg e para C de 6,5 dag/kg. Já Machado (2011) verificou que os dejetos bovinos avaliados apresentaram pH de 8,97, umidade de 79,09%, teor de C de 33,34%, teor de N de 1,81% e relação C/N de 18:1. Em função dessas características químicas os dejetos bovinos são frequentemente utilizados como fonte de adubação de pastagens.

Segundo Valente et al., (2014) o sistema mais adotado na maioria das propriedades leiteiras da Região Sul é a utilização de esterqueira, o qual consiste em conduzir os dejetos da área de criação dos animais por meio de tubulações para um depósito, geralmente este depósito é uma escavação no solo onde os dejetos permanecem por 120 dias para sofrer fermentação anaeróbia. Porém estes dejetos não recebem tratamento algum, apenas ficam armazenados. A disposição inadequada desses dejetos pode ser responsável pela poluição/contaminação de águas superficiais e subterrâneas por microorganismos, pela maior emissão de gases com alto potencial de causar efeito estufa como dióxido de carbono e metano e pelo acúmulo nos solos, devido ao alto teor de matéria orgânica e agentes patogênicos do dejetos alterando a biodiversidade do solo (MACHADO, 2011). Tais problemas associados a esse tipo de dejetos, deixam evidente a necessidade de dar um destino adequado a estes resíduos de modo a se obter benefícios e diminuir os impactos ambientais causados.

### 3.4 VERMICOMPOSTAGEM

A vermicompostagem é caracterizada como um processo de enriquecimento do composto orgânico por meio do uso de minhocas. O húmus ou vermicomposto é produzido através do processo de decomposição no qual ocorre a atuação das

minhocas, as quais se alimentam de materiais orgânicos no processo de decomposição e excretam matéria orgânica humificada, originando um composto com qualidade superior ao composto inicial. Para atingir a fase húmica num processo de compostagem, a total decomposição da matéria orgânica (fim do ciclo do carbono) passa por um processo lento o qual depende de uma combinação de materiais, umidade, temperatura e microrganismo (CARLESSO et al., 2011).

A compostagem, por se tratar de um processo longo, com a utilização das minhocas para digerir a matéria orgânica acabam por acelerar o processo de degradação dos compostos. Assim, o processo da vermicompostagem é considerado como sendo rápido e eficiente quanto à humificação de compostos orgânicos, devido ao procedimento de digestão da minhoca, resultando em um produto com alto grau de degradação e estabilização (LANDGRAF et al., 2005). As minhocas ingerem a matéria orgânica apressando e agilizando o ciclo do carbono, reduzindo assim substancialmente o tempo de percurso entre a fotossíntese e o húmus e transformam em um composto de melhor qualidade (CARLESSO et al., 2011).

Cestonaro et al., (2012) analisaram os aspectos da estabilidade dos resíduos e reprodução da espécie *Eisenia foetida* em cama de ovinos misturada com dejetos de bovino de corte confinado. Os autores constataram que a cama de ovinos pode ser vermicompostada, desde que misturada com outro resíduo, diminuindo assim seus efeitos tóxicos sobre as minhocas. A mistura de esterco bovino com outros materiais permite que a vermicompostagem seja realizada em resíduos que não poderiam ser processados isoladamente, como é o caso da cama de aves. De acordo com Loureiro et al., (2007), a adição de esterco bovino a outros resíduos, em conjunto com a atividade das minhocas, gerou um composto final de aparência distinta a tratamentos sem esterco observado que as minhocas se adaptam bem a mistura de esterco bovino e outros resíduos.

A escolha da espécie se impôs, de acordo com as suas características, onde segundo os Reinecke (2004) evidencia que a mesma apresenta grande padronização, são dominantes quando em comparação a outras espécies endêmicas sobre a toxicidade do ambiente. A minhoca utilizada *Eisenia foetida*, é amplamente recomendada para uso em vermicompostagens, devido seu alto grau de adaptação e resistência ao processo, pode sobreviver em ambientes com grande variação umidade em torno de 70 a 90% e temperatura entre 0 e 35°C, quando em condições favoráveis de conforto, apresentam altos índices de reprodução atingindo sua maturidade sexual

a partir de 28 dias, ocorre sua postura de casulos em média dois a três dias, gerando em torno de 2,5 a 3 minhocas/casulo com período médio de 18 a 26 dias, sua viabilidade de utilização está em torno de 73 a 80% (Schiedeck et al., 2006)

Ocorre durante o processo de compostagem de resíduos de cama de aves, significativas perdas de nitrogênio, isso se deve ao desequilíbrio existente na relação C:N do material que, esse nitrogênio é perdido através do processo de volatilização, na forma de amônia ( $\text{NH}_3$ ), e essas perdas se iniciam com a hidrólise dos compostos nitrogenados pelos microrganismos que degradam o N-orgânico, levando à formação de  $\text{NH}_4^+$  (amonificação). O  $\text{NH}_4^+$  formado é utilizado no crescimento microbiano ou para o processo de nitrificação, no entanto, quando se apresenta em quantidades maiores do que as assimiláveis pelos microrganismos, é perdido para a atmosfera nas formas de óxidos de nitrogênio e amônia, sendo que esta última representa a maior fração das perdas ocorridas (ORRICO JÚNIOR, 2004).

Valente et al., (2014), avaliaram a mistura de cama de aves e de dejetos bovinos na proporção de 1:1,5 de dejetos bovinos e cama de aves, obtendo-se um volume total de 576L de dejetos, ao final de um período de 45 dias de vermicompostagem obteve-se uma caracterização físico-química que apresentou teores de MS de 32,3%, teor de NT de 1,6 %, MOT de 66,3%, teor de C de 36,8%, pH de 9,0 e relação C/N de 23,8.

De maneira geral, as misturas apresentam um composto final de melhor qualidade, assim a qualidade final do vermicomposto é proporcional à qualidade do resíduo orgânico utilizado. O húmus gerado destas se apresenta em forma sólida de finos grãos e pode influenciar em diversas propriedades físicas e químicas do solo, como na melhoria da estrutura do solo, pode ocasionar aumento na capacidade de retenção de água, amenizar as variações da temperatura do solo, aumento na capacidade de troca de cátions (CTC) do solo e aumento do poder tampão (FINATTO et al., 2013). Assim a vermicompostagem contribui substancialmente para a reutilização de resíduos orgânicos.

De acordo com Vogel et al., (2001) relataram que através da vermicompostagem obtiveram um produto de ótima qualidade nutricional em termos de fertilidade, o qual foi utilizado em mudas e melhorou o crescimento vegetal da planta, estimulando a biologia do solo, a qual foi responsável pela produção de bactérias micorrizicas nos seus tecidos e conseqüentemente melhorando seu crescimento vegetal.

Segundo Baldotto et al., (2010) a aplicação do vermicomposto diretamente na cultura do milho, causou uma melhora no efeito sinérgico das plantas, melhorando sua condição de crescimento e desenvolvimento das espigas. A adubação orgânica proveniente de vermicompostos prevalece no aumento de carbono no perfil do solo quando em comparação com a adubação química convencional (ANTUNES et al., 2009). Segundo os autores, relataram em experimento com esterco bovino + resíduos de alimentos uma maior concentração de C orgânico, além dos demais tratamentos que se diferem as concentrações e quantidades dos resíduos utilizados, o trabalho constatou resultados satisfatórios e significantes para os minerais P, K e Mg evidenciando a importância de se utilizar o vermicomposto produzido por minhocas como opção para adubação orgânica em relação a adubação convencional para este caso.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na unidade de ensino, pesquisa e extensão (UNEPE) de Compostagem da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). A instituição está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, apresenta precipitação anual média de 1.831mm, com clima predominante subtropical úmido mesotérmico (Cfa) segundo a classificação de Köppen, o qual apresenta verões quentes nas áreas de menor altitude, e baixa frequência de geadas, enquanto que, nas áreas de maior altitude ocorrem verões amenos, com geadas intensas e mais frequentes (MAACK, 2012).

O trabalho foi realizado no período de outubro de 2015 a julho de 2016, em unidades amostrais construídas de alvenaria, com cobertura de Eternit, sendo cada unidade com 0,3 m<sup>3</sup> (1,00 x 1,00 x 0,30 metros) em que foram implantados quatro tratamentos, a) 100% esterco bovino; b) 75% esterco bovino + 25% cama de aves; c) 50% esterco bovino + 50% cama de aves; d) 25% esterco bovino + 75% cama de aves. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 16 unidades amostrais (Figura 1).

As proporções foram realizadas com base na massa úmida dos materiais, em que cada unidade amostral continha 300 kg de material homogeneizado, sendo que o primeiro tratamento foi constituído por 300 kg de esterco bovino, o segundo constituído por 225 kg de esterco bovino + 75 kg de cama de aves, o terceiro constituído por 150 kg de esterco bovino + 150 kg de cama de aves e o quarto constituído por 75 kg de esterco bovino + 225 kg de cama de aves. Em cada uma das unidades amostrais foi adicionado 1000 ml de minhoca vermelha-da-Califórnia (*Eisenia foetida*), as quais foram coletadas manualmente do viveiro de minhocas da UNEPE de Compostagem.



Figura 1: Unidades amostrais onde foram implantados os processos de vermicompostagem com diferentes misturas de cama de aves e dejetos de bovinos. Dois Vizinhos, 2017.

Fonte: o autor, 2017.

Durante o processo de vermicompostagem foram realizadas em intervalo de dois dias aferições de temperatura, com termômetro digital do tipo espeto, com leituras realizadas em quatro pontos de cada unidade amostral. Para as avaliações de umidade foi utilizado o teste da mão segundo Kiehl (2004), Nunes (2009), o qual consiste em apertar uma porção do material com a mão até que surjam gotas de água entre os dedos, o que define uma umidade próxima de 60%. As regas eram realizadas sempre que necessário de modo a manter a umidade de cada unidade amostral.

O processo de vermicompostagem foi realizado durante período de 100 dias, o qual foi o tempo necessário para que o vermicomposto fique pronto. O volume e a massa de vermicomposto produzido foram quantificados por meio de avaliações da massa final em quilogramas (kg) com o auxílio de balança e avaliações de volume final com a utilização de recipientes graduados.

Após os 100 dias as minhocas foram separadas através de catação manual, retiradas de cada unidade amostral e armazenadas em recipiente plástico e após levadas até o laboratório de solos da UTFPR-DV e dispostas nas bancadas onde foi avaliado o número de minhocas, contado manualmente. O volume das minhocas

sobreviventes foi quantificado com auxílio de proveta graduada, conforme Zibetti et al., (2015). O comprimento das medição das minhocas foi realizado com o auxílio de régua graduada (Figura 2).



Figura 2: Medição do comprimento das minhocas retiradas do processo de vermicompostagem com diferentes misturas de cama de aves e dejetos de bovinos. Dois Vizinhos, 2017.

Fonte: o autor, 2017.

No início (1<sup>o</sup> dia), no meio (45<sup>o</sup> dia) e no final (100<sup>o</sup> dia) do processo de vermicompostagem foram coletadas amostras dos vermicompostos para a quantificação do teor de C, conforme Yeomans e Bremner (1988), Nitrogênio Total (NT), fósforo (P), potássio (K) conforme Tedesco et al. (1995).

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi obtido conforme metodologia de Vance et al. (1987), enquanto o nitrogênio da biomassa microbiana (NBM), segundo metodologia descrita por Embrapa (2011) a partir da fumigação das amostras do solo com clorofórmio e extração com  $K_2SO_4$ . Já a emissão de  $CO_2$  (Respirometria) a partir da

atividade respiratória dos organismos do solo foi obtida pelo método descrito por Jenkinson e Powlson (1976).

Os dados obtidos foram submetidos a análise da variância. E se verificada a diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, por meio do programa estatístico ASSISTAT.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 100 dias de vermicompostagem, não houve diferença significativa entre a matéria seca final, matéria seca perdida e volume dos vermicompostos obtidos a partir das diferentes misturas de cama de aves e esterco bovino (Tabela 1). Isso indica que a mistura de cama de aves não interferiu na quantidade de vermicomposto produzido.

Para massa de minhoca e comprimento de minhoca, o esterco bovino puro apresentou os maiores resultados e diferiu significativamente dos outros tratamentos (Tabela 1), mostrando que são resíduos onde as minhocas conseguem sobreviver por maiores períodos. NADOLNY (2009) em seu experimento identificou resultados semelhantes onde ocorreu maior massa de minhocas em esterco de bovinos, evidenciando que o esterco desses animais é constituído como o alimento preferido das minhocas, garantindo maior desenvolvimento e reprodução da mesma. Pesquisas relatam que o esterco de bovinos apresenta melhor substrato para reprodução e desenvolvimento correto de minhocas, garantindo a produção de um vermicomposto de alta qualidade (LOH et al., 2004).

**Tabela 1.** Matéria seca final (MS), MS perdida, produção de vermicomposto (volume), Massa de Minhoca (MA), Volume de Minhoca (VM) e Comprimento da minhoca (CM) a partir de diferentes misturas de cama de aves e esterco bovino. Dois Vizinhos, 2017.

Tratamento	Produção de vermicomposto			Avaliação das minhocas		
	MS Final	MS Perdida	Volume final	Massa final	Volume final	Comprimento médio
	----- kg	-----	Litros	Gramas	Litros	Centímetros
100% EB	133,1 <sup>ns</sup>	112,5 <sup>ns</sup>	93,6 <sup>ns</sup>	23,5 a	0,5 a	8,8 a
75% EB + 25% CA	142,6	121,4	100,2	5,7 b	0,2 ab	5,9 c
50% EB + 50% CA	146,1	119,8	106,8	5,4 b	0,2 ab	6,5 c
25% EB + 75% CA	131,2	121,8	93,0	3,8 b	0,2 b	7,8 b
DMS*	24,8	29,3	17,6	16,0	0,2	0,9

Médias seguidas de letras diferentes na coluna se diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

ns = não significativo.

A adição de apenas 25% de cama de aves ao esterco bovino já prejudicou a sobrevivência das minhocas, tendo menor produção de massa e comprimento de minhoca, sendo que o decréscimo do volume de minhocas foi proporcional à adição de cama de aves ao esterco bovino (Tabela 1). Junior et al., (2012) verificou que a

adição de cama de aves ao meio também prejudicou a sobrevivência, causado pelo elevado teor de amônia na cama que pode prejudicar o desenvolvimento das minhocas. A amônia é encontrada em maior quantidade nos tratamentos os quais foram adicionados cama de aves, a qual proporciona a perda e diminuição de nitrogênio no meio, através da volatilização da amônia, garantindo um aumento da temperatura no local, causando uma diminuição e retardamento da humificação. (GUNADI et al., 2002).

Já o volume de minhocas foi maior no resíduo de esterco bovino puro, não diferindo dos tratamentos com até 50% de mistura com cama de aves. Em contrapartida, Oliveira (2008) afirma que compostos utilizados como substratos para processo de vermicompostagem os esterços ou cama de animais, são de suma importância no processo, servindo como inoculante para o meio, os quais são ricos em micro-organismos e aceleram o processo da mistura, tornando-a eficaz. Brito; Salgueiro (2007) citam que a principal sobrevivência das minhocas se dá proveniente da umidade disponível do local. De acordo com os autores, podemos identificar que o meio caracterizado com esterco bovino apresenta uma umidade maior do que a cama de aves, devido ao seu material de constituição assim garantindo uma sobrevivência maior de minhocas nas amostras que continham maior quantidade deste material.

A vermicompostagem leva ao declínio de população de minhocas adultas proveniente do estresse provocado, competição por espaço e alta densidade no mesmo meio devido a números maiores de minhocas em desenvolvimento, gerando uma competição do alimento devido à matéria orgânica do meio já estar transformada (AQUINO et al., 2005).

O substrato de esterco bovino garante maior desempenho reprodutivo, gerando maior número de minhocas em desenvolvimento, isso se dá pelo fato de o esterco bovino apresentar menor teor de N quando comparado a cama de aves e devido ao seu material de constituição consegue manter altos teores de umidade por maior período de tempo (LOH et al., 2004).

Para respirometria (Tabela 2), não houve diferença significativa entre os tratamentos, indicando que a taxa de consumo de oxigênio ( $O_2$ ) e geração temporal de gás carbônico ( $CO_2$ ) pela biomassa se igualaram. Tais resultados estão de acordo com os de produção e perda de massa e de volume de vermicomposto (Tabela 1), os quais também não diferiram estatisticamente, mostrando que a degradação de compostos orgânicos e emissão de carbono foram as mesmas.

**Tabela 2.** Respirimetria (mg C-CO<sub>2</sub>. Kg<sup>-1</sup> vermicomposto) acumulada em 45 dias de incubação, carbono (C) e nitrogênio (N) da biomassa microbiana de vermicomposto obtido a partir de diferentes misturas de cama de aves e esterco bovino. Dois Vizinhos, 2017.

Tratamento	RESPIROMETRIA	C da biomassa	N da biomassa
	mg/C-CO <sub>2</sub> .Kg <sup>-1</sup>	mg C- CO <sub>2</sub> . Kg <sup>-1</sup>	mg N. Kg <sup>-1</sup>
100% EB	670,7 <sup>ns</sup>	41,9 c	78,0 c
75% EB + 25% CA	735,0	61,1 b	105,3 bc
50% EB + 50% CA	745,7	72,4 b	123,0 ab
25% EB + 75% CA	724,2	95,2 a	147,9 a
DMS*	90,7	13,0	41,0

Médias seguidas de letras diferentes na coluna se diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ns = não significativo.

Já o C e N da biomassa microbiana elevaram proporcionalmente com a adição de cama de aves ao esterco bovino, diferindo significativamente (Tabela 2). Aquino et al., (2005) encontraram resultados distintos, com o substrato com maior teor de esterco bovino tendo maior biomassa microbiana, devido à maior oferta de C pelo maior teor de matéria orgânica.

O maior teor de N na biomassa nos vermicompostos com maior adição de cama de aves evidência que o nitrogênio liberado na forma amoniacal pela cama foi utilizado como substrato pelos microrganismos. Conforme Aquino et al., (2005), na vermicompostagem a constante liberação de amônia no meio permite a imobilização de N e sua transformação de forma inorgânica para orgânica, promovendo o crescimento e manutenção da biomassa. Como a liberação de amônia é maior no substrato que foi adicionado cama de aves, o N da biomassa aumentou proporcionalmente a adição da cama ao esterco bovino.

Stefen et al., (2010) afirmam que o monitoramento da biomassa microbiana é utilizado como um parâmetro que avalia o desenvolvimento dos microrganismos. Nesse sentido, a maior biomassa microbiana nos vermicompostos com maior adição de cama de aves indica maior atividade microbiana. Isso pode explicar o fato dos substratos com adição de cama ter maior mortalidade de minhocas, mas, mesmo assim, conseguiram ter taxas de perda de material e produção de vermicomposto proporcional ao tratamento com esterco bovino. Portanto, a atividade microbiana substituiu a atividade das minhocas na transformação dos substratos orgânicos.

Para o teor de Potássio (K), no início do experimento a adição de cama de aves diminuiu o teor do nutriente (Tabela 3). Já na 2ª coleta, aos 45 dias de vermicompostagem, as perdas de K foram mais intensas nos tratamentos com menos cama de aves (100% EB e 75% EB + 25% CA) e diferiram dos tratamentos com maior adição de cama (Tabela 3). Na 3ª coleta, aos 100 dias de vermicompostagem, não houve diferença significativa no teor de K entre os tratamentos, evidenciando que as perdas de K no esterco bovino é mais intensa que na cama de aves. Segundo Rodrigues et al., (2003) o K está presente em concentrações altas principalmente nas fezes e cama de animais como bovinos, ovinos e aves, e através da vermicompostagem este teor pode permanecer na sua forma disponível através da transformação das minhocas.

**Tabela 3.** Teores de Potássio (K) e Fósforo (P) inicial, aos 45 e aos 100 dias dos compostos obtidos de diferentes misturas de esterco bovino e cama de aves. Dois Vizinhos, 2017.

Tratamento	Coleta das amostras		
	Inicial	45 dias	100 dias
	----- % de K -----		
100% EB	0,35 a	0,21 b	0,31 <sup>ns</sup>
75% EB + 25% CA	0,34 a	0,24 b	0,25
50% EB + 50% CA	0,30 ab	0,28 a	0,26
25% EB + 75% CA	0,28 b	0,27 a	0,26
DMS*	0,05	0,03	0,06
	----- % de P -----		
100% EB	1,11 a	0,92 a	0,79 a
75% EB + 25% CA	1,02 a	0,92 a	0,73 a
50% EB + 50% CA	1,11 a	0,75 b	0,72 a
25% EB + 75% CA	0,79 b	0,74 b	0,51 b
DMS*	0,14	0,11	0,08

Médias seguidas de letras diferentes na coluna se diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ns = não significativo.

Para o fósforo (P), em todas as coletas o teor do nutriente diminuiu com a adição de cama de aves (Tabela 3). Segundo Rodrigues et al., (2010) em trabalho com esterco bovino relatam que a origem do esterco influenciou na composição do vermicomposto apresentando maior teor de fósforo disponível. Também foi observada a diminuição do teor de P dos vermicompostos com o passar do tempo do processo de vermicompostagem, mas sempre os vermicompostos com menor adição de cama

apresentando os maiores teores de P (Tabela 3). De acordo com Dim et al., (2010), a aplicação de vermicomposto por longos períodos pode potencializar a liberação de N e P ao solo e garantir melhorias em seus atributos, principalmente aumento no teor de P disponível.

O teor de C na 1<sup>o</sup> coleta foi maior para os tratamentos 100% de EB, 75% EB + 25% CA e 50% EB + 50% CA, os quais diferiram significativamente do tratamento com maior adição de cama de aves (Tabela 4). Na 2<sup>o</sup> coleta verificou-se uma grande diminuição do teor de C para todos os tratamentos. Junior et al., (2012) relataram que a vermicompostagem pode diminuir o teor de C devido a humificação realizada pelas minhocas, garantindo um processo de mineralização da matéria orgânica através da decomposição do substrato. Contudo, verifica-se que da 1<sup>o</sup> para a 2<sup>o</sup> coleta as perdas de C no substrato com esterco bovino foram maiores (Tabela 4), enquanto o substrato com maior adição de cama de aves apresentou maior teor de C. A maior mineralização dos compostos orgânicos no esterco bovino talvez tenha se dado por ter maior labilidade que os mais lignificados da cama de aves.

Na 3<sup>o</sup> coleta, verifica-se que os teores de C diminuíram ainda mais, mantendo os maiores teores nos vermicompostos com maior adição de cama de aves (Tabela 4). A vermicompostagem acelera a estabilização do material final pelo trabalho de consumo do substrato pelos microrganismos (JÚNIOR et al., 2012). Essa diminuição do teor de C é importante, pois segundo Lamin; Bellato (1998) a matéria orgânica presente no resultado final da vermicompostagem indica se o material está disponível e apropriado para sua utilização diretamente no solo como fertilizante, como adubo curado, contendo nutrientes benéficos disponíveis para o solo, sem efeitos tóxicos para o meio ambiente.

Na 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> coleta o teor de N nos tratamentos aumentou proporcionalmente com a adição de cama de aves aos substratos (Tabela 4), tendo diferença significativa entre todos os tratamentos, durante todas as coletas isso evidencia que a maior proporção de N na cama de aves influencia o teor de N do substrato. A dieta rica em proteínas das aves leva a maior excreção de N sobre a cama, a qual influencia a composição do vermicomposto, mesmo após o trabalho de transformação do material realizado pelas minhocas. Orrico Junior et al., (2004) citam que substratos com resíduos de aviários na mistura podem apresentar quantidades maiores de N. Após a humificação o N é transformado na forma de nitrito e posteriormente em nitrato para ser utilizado como fertilizante (JUNIOR et al., 2012).

**Tabela 4.** Teores de carbono (C), nitrogênio (N) e relação C:N de vermicomposto obtido a partir de misturas de cama de aves e esterco bovino no início, aos 45 dias e 100 dias de vermicompostagem. Dois Vizinhos, 2017.

Tratamentos	C		
	Início	45 dias	100 dias
	-----%-----		
100% EB	37,6 a	26,3 b	23,4 b
75% EB + 25% CA	38,1 a	29,4 a	24,8 ab
50% EB + 50% CA	37,5 a	30,2 a	26,6 a
25% EB + 75% CA	36,8 b	29,9 a	26,5 a
DMS*	0,5	2,0	3,0
Tratamentos	N		
	1°	2°	3°
	-----%-----		
100% EB	3,1 d	2,0 d	0,9 d
75% EB + 25% CA	6,8 c	5,0 c	2,8 c
50% EB + 50% CA	8,6 b	6,5 b	4,0 b
25% EB + 75% CA	10,2 a	7,7 a	5,1 a
DMS*	0,5	0,6	0,6
Tratamentos	C:N		
	1°	2°	3°
	-----%-----		
100% EB	12,0 a	12,9 a	22,7 a
75% EB + 25% CA	5,6 b	5,8 b	8,6 b
50% EB + 50% CA	4,3 c	4,6 bc	6,6 b
25% EB + 75% CA	3,6 c	3,8 c	5,1 b
DMS*	1,0	1,3	4,4

Médias seguidas de letras diferentes na coluna se diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verificou-se, também, que o teor de N de todos os tratamentos diminuiu com a evolução da vermicompostagem, mas sempre os tratamentos com maior adição de cama de aves apresentando os maiores teores (Tabela 4). De acordo com Orrico Junior et al., (2004), em casos de não assimilação pelos microrganismos, o N pode ser perdido para a atmosfera, na maioria das vezes na forma de amônia.

Para as três coletas realizadas no início, 45 dias e 100 dias a relação C:N dos vermicompostos sempre foi maior para o esterco bovino, diminuindo proporcionalmente com a adição de cama de aves (Tabela 4), em função do maior teor de N na cama de aves. Cotta et al., (2015) verificaram que a adição de quantidades diferentes de esterco bovino e cama de aves alterou o conteúdo de N e C orgânico diferenciando as amostras entre si.

Além disso, observou-se um aumento da relação C:N do início para o fim do processo de vermicompostagem, mas sempre com o tratamento com 100% EB apresentando as maiores relações. Segundo Kiehl, (2004) a relação C:N menor no

início do processo de vermicompostagem indica a maior utilização de N e menor de C como fonte de energia para mineralização. No decorrer da vermicompostagem é utilizado todo o carbono disponível e liberado o excesso de N na atmosfera, causando perdas de nitrogênio e conseqüentemente redução do teor deste elemento no composto. Portanto é possível observar os tratamentos com menor teor de N, garantiram maior relação C:N devido as maiores perdas do elemento.

Kiehl, (2004) também relata que a relação C:N quando encontrada próximos de 12%, indica que o composto atingiu sua maturidade e está pronto para uso sobre o solo garantindo condições ótimas de adubação para o meio. De acordo com os dados obtidos, apenas o tratamento com 100% de EB está maturado e pronto para comercialização. Já para os tratamentos com adição de cama de aves, é necessário que o processo de vermicompostagem prosseguisse. Contudo, em função da mortalidade de minhocas nesses tratamentos, ocasionada pela emissão de amônia, a vermicompostagem acabou sendo substituída pela compostagem, o que levou ao atraso no processo de maturação.

## 6. CONCLUSÕES

O tratamento com cama de aves, mesmo que em proporção de apenas 25%, prejudica a sobrevivência das minhocas no processo de vermicompostagem, mas não interfere na quantidade de vermicomposto produzido no final do processo.

A adição de cama de aves ao esterco bovino eleva o C e N da biomassa microbiana, não afeta o teor de K, eleva o teor de P e N e diminui a relação C:N do vermicomposto produzido, melhorando assim a disponibilidade de nutriente.

Contudo, pelo fato de elevar a mortalidade de minhocas e ficar dependente apenas da atividade microbiana para sua maturação, a adição de cama de aves atrasa a estabilização do composto final, representado pela menor relação C:N, sendo necessário mais que 100 dias para se adequar as normas de utilização e para poder ser utilizado diretamente ao solo.

## REFERÊNCIAS

AIRES, A.M.A. **Biodigestão anaeróbia da cama de aviários de corte com ou sem separação das frações sólida e líquida**. 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

AKUTSU J, MARTINS J.E.M.P., CASTILHO G.S., RENÓFIO A, ISA M.M. Avaliação e Controle Operacional de Processo de Compostagem de Resíduos Sólidos através de Método Respirométrico. In: XVI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção, 2009, Bauru. **Anais...** Bauru: SIMPEP, 2009.

ANTUNES, R.M. **Humificação de resíduos orgânicos durante a vermicompostagem e seu efeito nos atributos químicos do solo e no crescimento inicial de acácia negra (*Acacia mearnsii*)**. 2009. 86f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

AQUINO, A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. DE-POLLI. H; Biomassa microbiana, coloides orgânicos e nitrogênio inorgânico durante a vermicompostagem de diferentes substratos. **Revista agropecuária Brasileira**. Brasília, v.40, n.11, p.1087-1093. 2005.

ASSENHEIMER, A. **Tratamento de dejetos bovinos em sistema intensivo de produção de leite com aeração mecânica**. 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná, 2007.

ABPA- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual**. Disponível em: [http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual\\_UBABEF\\_2015\\_DIGITAL.pdf](http://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf). Acesso em: 15 de mai. 2016.

BALDOTTO, L.E.B. et al. Growth promotion of pineapple 'vitória' by humic acids and *Burkholderiaspp.* during acclimatization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p.1593-1600, 2010.

BENDING, G.D.; TURNER, M.K.; RAYNS, F.; MARX, M.; WOOD, M. Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. **Soil Biology and Biochemistry**, v.36, p.1785- 1792, 2004.

BRITO, A. E.; SALGUEIRO, A. A. Tratamento de resíduo sanguíneo de hemocentro por vermicompostagem. **Revista Ciências & Tecnologia**. n. 1, jul/dez 2007.

BRATTI, F. C. **Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. 2013.72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

CARLESSO, W.M.; RIBEIRO, R.; HOEHNE, L. Tratamento de resíduos a partir de compostagem e vermicompostagem. **Revista Destaques Acadêmicos**. CETEC/UNIVANTES, ano 3, n.4, p.105-110, 2011.

CESTONARO, T.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; PEREIRA, D. C.; MARTINS, M. F. L. **Vermicompostagem de cama de ovinos em mistura com dejetos de bovino de corte: aspectos da estabilização do resíduo**. X Congresso Latino americano y del Caribe de Ingeniería Agrícola -CLIA 2012 e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola –CONBEA, 2012.

COERRÊA, J. C.; MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agrônômicos, ambientais e econômicos. **Manejo ambiental na avicultura**, Concordia- SC, 1º ed., p 125-152, 2011.

COTTA, J.A.O et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanit Ambient**. João Monlevade-MG, v.20, n.1, p 65-78,2015.

DIM, V.P.; CASTRO, J.G.D.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A.C.; SILVA NETO, S.P. Fertilidade do solo e produtividade de capim Mombaça adubados com resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2 p.303-316, 2010.

DERAL. **Departamento de Economia Rural**. 2014. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/leite\\_2013\\_14.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/leite_2013_14.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª edição, RJ, 2011. 230p.

FINATTO, J. et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista destaques acadêmicos**. CETEC/UNIVANTES, v. 5, n. 4, p.85-93, 2013.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008.121f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho Faculdade De Ciências Agrárias E Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2008.

GONÇALVES, M. S; KUMMER, L; RUTHES, J. M; ROZA, D. CARACTERIZAÇÃO DE CAMA DE FRANGOS E PERUS VISANDO O MANEJO ADEQUADO DE RESÍDUOS AVÍCOLAS. In: Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management, 3, 2013, São Pedro. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <[http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/pe\\_sis\\_03\\_MorganaGoncalves.PDF](http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/pe_sis_03_MorganaGoncalves.PDF)>. Acesso em: 11 nov. 2016.

GUNADI, B.; BLOUNT, C.; EDWARDS, C.A.; The growth and fecundity of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle solids pre-composted for different periods. **Pedobiologia.** v. 46, p. 15-23. (2002)

HAHN, L. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agroecossistemas.** 2004.129f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; ARAÚJO, C. Produção de couve comum tipo manteiga utilizando cama de aviário semi-decomposta em cobertura e incorporada. **SOB Informa**, Dourados-MS, v.15, n.1, p.20-22, 1996.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores.** Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos\\_201504\\_publ\\_completa.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201504_publ_completa.pdf)> Acesso em: 20 de Maio. 2016.

JENKINSON, D. S., & POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil- V: **a method for measuring soil biomass.** **Soil biology and biochemistry**, v.8, n. 3, p. 209-213, 1976.

JÚNIOR, M, B. H; BORGUES, V. M; DOMINGUES, A. M; BORGUES, N. E; Efeito da ação da minhoca californiana (*Lumbricus rubellus*) na composição química de um fertilizante organomineral. **Supplement 1**, p. 170-178. v. 28, Uberlândia. 2012

KIEHL, E.J. **Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto.** 4ªed. Piracicaba. 2004. 173p.

KÖPPEN, W.; Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LAMIM, S. S.; BELLATO, C. P; Caracterização química e física de vermicomposto e avaliação de sua capacidade de absorver cobre e zinco. **Química nova**, n. 21 pg 3. 1998.

LANDGRAF, M. D.; MESSIAS, R. A.; REZENDE, M. O. O. **A importância Ambiental da Vermicompostagem: Vantagens e Aplicações**. p. 80; p. 89, 2005.

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

LOH, T.C.; LEE, Y.C.; LIANG, J.B. e TAN, D. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. **Bioresource Technology**, 2004.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 3º ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2012.

MACHADO, C. R. **Biodigestão Anaeróbia de Dejetos de Bovinos Leiteiros Submetidos a Diferentes Tempos de Exposição ao Ar**. 2011.53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Aves**. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>>. Acesso em: 21 out de 2015.

NADOLNY, S. H. **Reprodução e desenvolvimento das minhocas (*Eisenia Andrei Bouché 1972* e *Eudrilus Eugeniae (Kinberg 1867)*) em resíduo orgânico doméstico**. Dissertação: Curso 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, Curitiba, 2009.

NUNES, M.U.C. Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. **Circular técnico –Embrapa Tabuleiros Costeiros**, Aracaju, n.59, p7. dez. 2009.

OLIVEIRA, E. M.; COSTA, X. F.; COSTA, C. C. Reprodução de minhoca (*Eisenia Foetida*) em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p. 146-150, dez 2008.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P; AMORIM, A.C; LUCAS JUNIOR. J. Perda de nitrogênio e redução de carbono orgânico durante o processo de compostagem dos resíduos gerados na avicultura de corte. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 41. 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ,2004.

OTENIO, M. H; CUNHA, C .M; ROCHA, B.B. Compostagem de carcaças de grandes animais. Embrapa. **Comunicado técnico**, Juiz de Fora, n.61, p. 1-4, dez. 2010.

PALHARES, J.C.P. BIESUS, L. L; KICH, J. D; BESSA, M. C; CURIOLETTI, F; COLDEBELLA, L. Caracterização química dos esterco de suínos e de bovinos de leite. In: Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais, 2., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/914173/1/caracterizacaoquimicadosestercos.pdf> . Acesso em: 22 out. 2016.

PEREIRA, E. S; ARRUDA, A. M. V; MIZUBUTI. I. Y; QUEIRÓZ, A. C; KRAPP, A; SYPERRECK, M. A; BARRETO, J. C. Efeito de diferentes volumosos conservados na forma de silagem sobre a ingestão de alimentos e produção de leite de vacas em lactação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 103-112. 2003.

REINECKE, A. J.; REINECKE, S.A. Earthworms as test organisms in ecotoxicological assessment of toxicant impacts on ecosystems. Pp. 299-320. In: C.A. Edwards (Ed.). **Earthworm ecology**. Ed 2. CRC Press, Boca Raton. 2004.

REICHERT, G. A.; BIDONE, F. R. A. **Dinâmica de uma população de minhocas, durante o processo de vermicompostagem, quando submetida a rega com lixiviado de aterro sanitário**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

RODRIGUES, C. V.; THEODORO, V. C. A.; ANDRADE, I. F.; NETO, A. I; RODRIGUES, V. N.; ALVES, F. V. Produção de minhocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos. **Revista Ciência e Agrotecnologia de Lavras**, v.27, n.6, p.1409-1418. 2003.

RODRIGUES, E. B. **Comparação técnico-econômica da colheita de cana-de-açúcar na região de Bandeirantes**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

SERA, A. W. **Avicultura no ritmo paranaense**. Disponível em: <[www.sistemafaep.org.br/boletim-tecnico/avicultura-ritmo-paranaense](http://www.sistemafaep.org.br/boletim-tecnico/avicultura-ritmo-paranaense)>. Acesso em: 25 out 2015.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). **Suinocultura Paranaense**. Elaboração: Edmar W. Gervásio. Atualizado em: 28/03/2016. 2016. 9p.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). **Análise da conjuntura agropecuária: Leite 2014**. Elaboração: Fábio P. Mezzadri. 21 p. 2014.

SILVA, E. C. F. **Produção de composto orgânico**. 2008. 30 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, Muzambinho, 2008.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE PRODUTOS AVÍCOLAS DO ESTADO DO PARANÁ. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.sindiavipar.com.br/index.php?modulo=8&acao=detalhe&cod=157882>> Acesso em: 18 mai. 2016.

SONODA, L. T. **REUTILIZAÇÃO DE CAMAS DE FRANGO UTILIZANDO CONCEITOS DE COMPOSTAGEM**. 2011. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. M.; SCHWENGBER, J. E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Embrapa. **Circular técnica 57**. Pelotas, 2006.

STEFEN, G.P.; ANTONIOLLI, Z.; STEFEN, B. R.; MACHADO, G. R.; Casca de Arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas de produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**. N 2, p. 333-343, 2010.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5)

TEIXEIRA, L. B; GERMANDO, V. L. C; OLIVEIRA, R. F; JÚNIOR, J. F. Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano em leira estática com ventilação natural. **Circular técnica** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Oriental. n. 33, 2004.

TESSARO, A. B; TESSARO, A. A; CANTÃO, M. P; MENDES, M. A. Potencial energético da cama de aviário produzida na região sudoeste do Paraná e utilizada como substrato para a produção de biogás. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.8, n.2, p. 357-377, 2015.

VALENTE, B, S; XAVIER, E. G; MORAES, P. O; PILOTTO, M. V. T; PEREIRA, H. S. **Compostagem em pilhas e vermicompostagem no tratamento da mistura de cama de aviário e dejetos líquidos de bovinos leiteiros**. Disponível em: <<http://revistas.unlp.edu.ar/domus/issue/view/99>>. Acesso em: 25 out 2015.

VANCE, E. D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D. S. **Na extraction method of measuring soil microbial biomass-C**. Soil Biology & Biochemistry, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

VIANA, D. F; MAGALHÃES, C. F. R. Características físico-químicas de dejetos de bovinos de um biossistema de tratamento de efluentes. In: SEMINARIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA IFMG, 2014, Bambuí, MG. **Anais ... Bambuí, MG.:** Instituto Federal de Minas Gerais, 2014.

VILELA, D; PORTUGAL, J, A, B; ZOCCAL, R. Um diagnóstico atual da cadeia do leite no Brasil. **Balde Branco**. n. 585, p. 58-62. 2013.

VILHALVA, J. A. **Organização de avicultores gerando resultados no sudoeste do Paraná**. 2011. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação em Administração) – Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pato Branco, 2011.

VIRTUOSO, M. C. S; OLIVEIRA, D. G; DIAS, L. N. S; FAGUNDES, P. S. F; LEITE, P. R. S. C. Reutilização da cama de frango. **Revista eletrônica Nutritime**. v. 12, n 2, p. 3964 – 3979. 2015.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476. 1988.