

## TRATAMENTO DE CAMA E DEJETO DE EQUINOS POR COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM

Igor Shoiti Shiraishi<sup>1</sup> (igorshiraishi@alunos.utfpr.edu.br), Caroline Fernanda Hei Wikuats<sup>1</sup> (carol.wikuats@gmail.com), Ana Flávia Garbugio Conceição<sup>1</sup> (anaflaviagc@hotmail.com), Lígia Belieiro Malvezzi<sup>1</sup> (ligia\_malvezzi@hotmail.com), Tatiane Cristina Dal Bosco<sup>1</sup> (tatianebosco@utfpr.edu.br)

1 Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina

### RESUMO

Resíduos orgânicos da equinocultura representam um passivo ambiental com potencial de transformação em adubo orgânico por meio da compostagem e da vermicompostagem. No entanto, poucos estudos são encontrados sobre este tema. Neste sentido, objetivou-se avaliar e comparar a degradabilidade de camas e dejetos de equinos por meio de ambos os processos. Para tanto, foram montadas duas leiras com relação C:N inicial de 32:1, contendo 78L de cama de equino, 128L de dejetos de equino e 24L de feno. Após 30 dias de pré-compostagem, uma das leiras foi transferida a vermicompostadores e o processo de compostagem em leira e vermicompostagem ocorreram paralelamente por mais 27 dias. Monitorou-se temperatura, redução de volume e massa, pH, relação C:N, condutividade elétrica, série de sólidos, e número de minhocas. A fase termofílica durou cerca de 30 dias, com máxima de 60°C. A redução de massa foi de 39,9 e 25,4% e a redução do volume foi de 38,7 e 40,0% para compostagem e vermicompostagem, respectivamente. O pH manteve-se entre neutro e básico e a relação C:N final foi de 15,8:1 para a compostagem e 14,0:1 para a vermicompostagem, indicando a mineralização da matéria orgânica. A condutividade elétrica precisou ser ajustada para propiciar melhores condições para as minhocas. Estas, por sua vez, mantiveram número constante de indivíduos durante o processo. Houve boa descaracterização dos resíduos, concluindo-se que ambos os processos podem ser utilizados no tratamento de dejetos e cama de equinos.

**Palavras-chave:** Leira de compostagem, Resíduos sólidos orgânicos, Vermicompostador.

## HORSE BEDDING AND MANURE TREATMENT BY COMPOSTING AND VERMICOMPOSTING

### ABSTRACT

Echinoculture organic waste represents an environmental liability with potential for conversion into organic fertilizer through composting and vermicomposting. However, few studies are found on this topic. In this sense, this study aimed to evaluate and compare the degradability of horse bedding and manure by means of both processes. For this, two windrows were assembled with an initial C:N ratio of 32:1, containing 78L of horse bedding, 128L of horse manure and 24L of hay. After 30 days of pre-composting, one of the windrows was transferred to vermireactors and the processes of composting and vermicomposting happened at the same time for additional 27 days. Temperature, volume and mass reduction, pH, C:N ratio, electrical conductivity, solid series and the number of earthworms were monitored. The thermophilic phase lasted nearly 30 days with a maximum of 60°C. The mass reduction was 39.9 and 25.4% and the volume reduction was 38.7 and 40.0% for composting and vermicomposting, respectively. The pH remained neutral and alkaline and the final C:N ratio was 15.8:1 for composting and 14.0:1 for vermicomposting due to mineralization of organic matter. The electrical conductivity was adjusted to improve earthworms activity. This, in turn, maintained a constant number of individuals during the process. The residues were completely decharacterized, concluding that both processes are suitable for treatment of horse bedding and manure.

**Keywords:** Composting windrow, Organic solid waste, Vermireactor.

## 1. INTRODUÇÃO

Nenhum processo é isento da geração de resíduos: desde a mais elementar atividade de uma célula até o mais complexo processo industrial (GONÇALVES, 2003). A humanidade vive em ciclos de desenvolvimento e atualmente o crescimento populacional, os hábitos de vida e a banalização do desperdício levaram a uma elevação significativa da geração de resíduos sólidos, desencadeando problemas sociais, ambientais e de saúde pública (ALMEIDA et al., 2013; GONÇALVES, 2003).

Resíduos orgânicos resultantes da criação de animais, como os dejetos e as camas de equinos, representam potencial para destinação que agregue valor ou numerosos problemas quando a gestão do resíduo é inadequada (JÓRGE, 2010). A compostagem é considerada uma potencial solução para o tratamento desses resíduos. Kiehl (1985) define compostagem como sendo um processo biológico e aeróbio de degradação da matéria orgânica, gerando um produto final mais humificado, biologicamente estável, descaracterizado e potencialmente rico em macro e micronutrientes.

Outro processo importante na degradação de resíduos orgânicos, a vermicompostagem, é indicada para materiais previamente compostados (AMORIM et al., 2005). Esta é definida por Aquino et al. (1992) como a transformação da matéria orgânica, resultante da ação combinada das minhocas e da microflora de seu trato digestivo. O processo gera compostos mais ricos em nutrientes assimiláveis pelas plantas (AMORIM et al., 2005).

A intensificação da atividade agropecuarista de produção vem agravando os problemas ambientais, ressaltando-se a importância de aproveitar tudo o que possa servir como fertilizante ao solo, especialmente os dejetos, devido ao seu potencial de ser tanto poluidor quanto um adubo de alta qualidade (SILVA, 2008). Uma vez realizada a caracterização química do produto final da compostagem e da vermicompostagem de camas e dejetos de equinos, os resultados podem auxiliar produtores interessados pelos métodos a escolher qual é o mais viável no tratamento dos resíduos de sua produção e uso posterior.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a degradabilidade de camas e dejetos de equinos por meio da compostagem e da vermicompostagem.

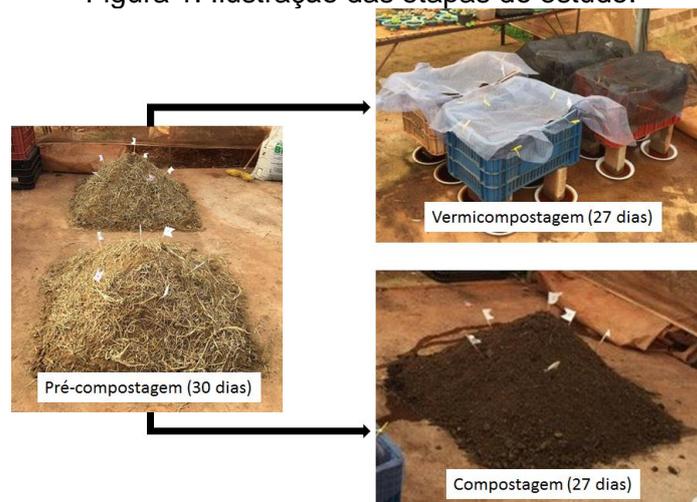
## 3. METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado na Casa de Vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, no período entre 22/09/2016 a 17/11/2016. Os resíduos estudados foram dejetos de equino, como principal fonte de nitrogênio, e cama de equino (maravalha), como material fonte de carbono.

A degradação dos resíduos foi analisada por duas metodologias (Figura 1): a compostagem e a vermicompostagem, conduzidas paralelamente.

Durante a primeira etapa do processo, a pré-compostagem, ambos os métodos foram tratados igualmente em leiras piramidais. Após 30 dias, período final da fase termofílica, o material de uma das leiras foi dividido em quatro vermireatores, enquanto a outra foi mantida, na etapa denominada "compostagem", ambas com duração de 27 dias.

Figura 1. Ilustração das etapas do estudo.



### 3.1. Parâmetros analisados

Os parâmetros que foram monitorados durante o experimento estão referenciados no Quadro 1, assim como suas respectivas frequências de análise e metodologia.

Quadro 1. Parâmetros monitorados, frequência e metodologias utilizadas.

Parâmetro	Frequência	Local	Metodologia
Umidade aparente	3 vezes por semana	<i>In loco</i>	NUNES (2009)
Temperatura	Diária	<i>In loco</i>	Termômetro tipo espeto
Redução da massa	Massas final e inicial	<i>In loco</i>	Balança digital
Redução do volume	Volume inicial e final	<i>In loco</i>	Cubicagem
pH	Início de cada etapa e final do processo	Em laboratório	TEDESCO et al. (1995)
Condutividade elétrica	Início de cada etapa e final do processo	Em laboratório	TEDESCO et al. (1995)
Sólidos totais, fixos e voláteis	Início e final do processo	Em laboratório	APHA (1998)
Relação C:N	Início e final do processo	Em laboratório	CARMO; SILVA (2012)

A temperatura foi medida em seis pontos nas leiras e em quatro pontos em cada vermireator. A temperatura ambiente também foi verificada.

### 3.2. Pré-compostagem

Após a análise da quantidade de carbono e nitrogênio das amostras e respeitando a relação C:N inicial de 32,0:1, as leiras foram montadas com 78L de cama de equino, 128L de dejetos de equino e 24L de feno (Tabela 1), totalizando 230L de material solto. A massa apresentada na tabela refere-se à massa seca dos materiais.

Tabela 1. Quantidade total de resíduos que foram utilizados para a pré-compostagem.

Material	Leira 1		Leira 2	
	Massa seca (kg)	Volume (L)	Massa seca (kg)	Volume (L)
Dejeto de equino	21,7	128	21,9	128
Cama de equino	11,9	78	10,8	78
Feno	0,51	24	0,19	24
Total	34,1	230	32,9	230

As dimensões das leiras consistiram em uma base de 1,10m x 1,00m e uma altura de 0,63 m. A sua estruturação foi feita utilizando feno para a base e então, intercalou-se cama e dejeto de equino. Durante essa fase, as leiras foram revolvidas manualmente, duas vezes por semana, propiciando aeração e homogeneização do material. A água foi adicionada conforme necessidade estabelecida pelo “teste da mão” durante todo o estudo (NUNES, 2009).

### 3.3. Vermicompostagem e compostagem

Após a fase de pré-compostagem, o material de uma das leiras foi dividido em quatro partes com volumes semelhantes e transferido para quatro vermireatores revestidos e cobertos com “sombrite”, propiciando sombra e evitando a fuga das minhocas posteriormente inseridas. Procedeu-se a lavagem do material com água corrente durante cinco minutos com a finalidade de diminuir a concentração de sais e criar condições propícias à vermicompostagem.

Vinte e quatro minhocas da espécie *Eisenia foetida* foram introduzidas em cada reator. O monitoramento foi baseado nos mesmos parâmetros da pré-compostagem e adicionalmente, as minhocas foram contabilizadas quatro dias após sua inserção e ao final do processo. Durante a vermicompostagem não houve necessidade de revolvimento, uma vez que as minhocas realizam a bioturbação do material.

A compostagem ocorreu paralelamente à vermicompostagem. Os parâmetros avaliados foram os mesmos da pré-compostagem, assim como a frequência de revolvimento e a adição de água.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

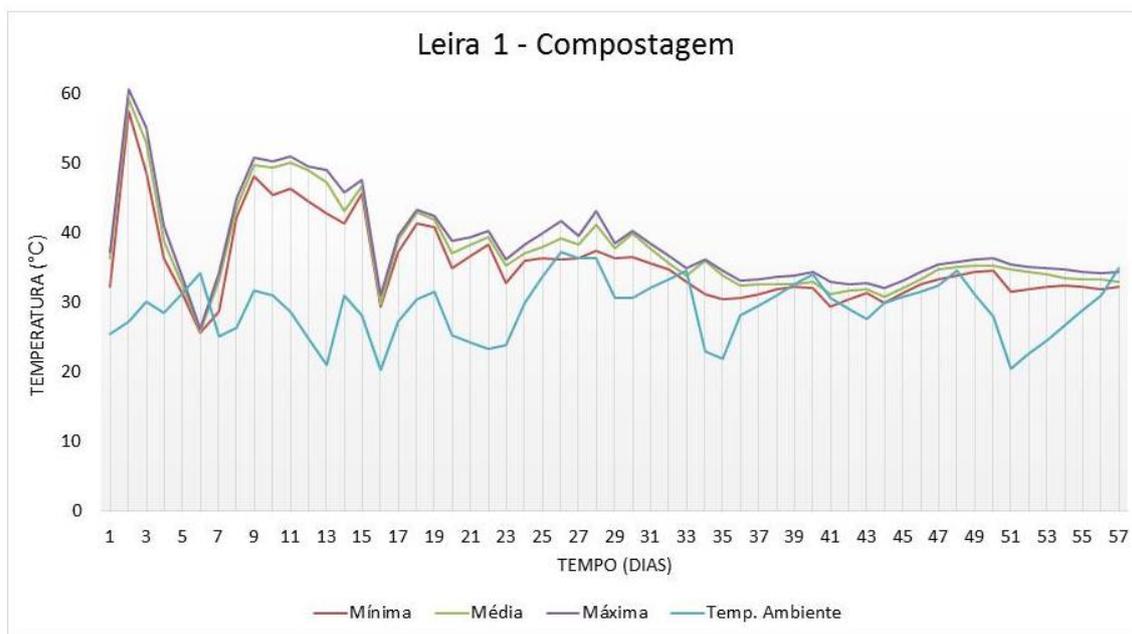
### 4.1 Perfil de temperatura

Durante os 30 dias de pré-compostagem, referentes à fase termofílica, as leiras apresentaram perfis de temperatura similares (Figuras 2 e 3). Durante a maior parte do processo, esse parâmetro ficou acima da temperatura ambiente, indicando uma intensa atividade microbológica. As quedas de temperatura representam os períodos de revolvimento das leiras.

Segundo Fernandes et al. (2016) valores da ordem de 40-60°C no segundo ou terceiro dia indicam que o ecossistema está bem equilibrado, e que a compostagem tem grandes chances de ser bem-sucedida.

O processo total da leira 1 (compostagem) durou 57 dias. O perfil de temperatura do processo completo pode ser visualizado na Figura 2.

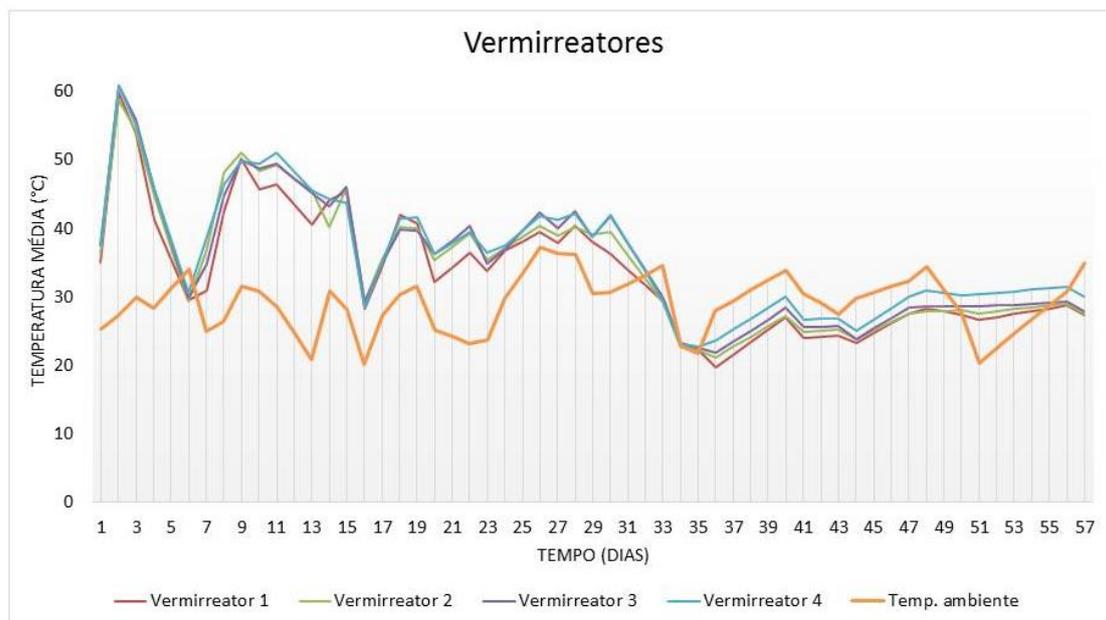
Figura 2. Temperaturas mínimas, médias e máximas de todo o processo de compostagem para a leira 1 - Período de 21/09 até 17/11.



A leira atingiu a fase termofílica com temperaturas próximas a 50°C até o 13º dia. Após esse período, os valores começaram a diminuir, para cerca de 40°C, até atingirem temperaturas próximas à ambiente.

A temperatura nos vermicreadores (Figura 3) após o período de pré-compostagem, não ultrapassou o intervalo de 15 a 40°C, ideal para as minhocas (LOURENÇO, 2010). Os menores valores encontravam-se entre 19 e 21°C, e o maior foi observado para o vermicreador 4, de 31,5°C.

Figura 3. Comportamento da temperatura nos vermicreadores - Período de 21/09 até 17/11.



#### 4.2 Redução da massa e do volume

A redução da massa seca, comparando-se os valores no início e final do processo, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Redução da massa nos processos de compostagem e vermicompostagem.

Processo	Massa inicial (kg)	Massa final (kg)	Redução da massa (%)
<b>Compostagem</b>	34,1	20,5	39,9
<b>Vermicompostagem<sup>1</sup></b>	32,9	24,5	25,4

<sup>1</sup> Referente à soma da massa dos quatro vermifreatores

Os resultados mostraram que o processo de compostagem foi mais eficiente na redução da massa em relação à vermicompostagem. Também se observou que a redução observada foi superior a estudos anteriores relatados na literatura, como o de Gonçalves (2014) que vermicompostou camas de equino e obteve redução da massa de 15% e Tang et al. (2007) que observaram reduções de 20 a 37%, compostando casca de arroz e dejetos bovinos em incubadoras aeradas.

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos na redução do volume.

Tabela 3. Redução do volume nos processos de compostagem e vermicompostagem.

Processo	Volume inicial (L)	Volume final (L)	Redução do volume (%)
<b>Compostagem</b>	230	141	38,7
<b>Vermicompostagem</b>	230	138	40,0

Os processos obtiveram eficiências próximas quanto à redução do volume. Gonçalves (2014) vermicompostou diferentes camas de equino e obteve redução semelhante: aproximadamente 40%. No mesmo trabalho, porém no processo de compostagem, Gonçalves (2014) obteve reduções de volume entre 19,96 e 79,38%, faixa que compreende o resultado obtido neste experimento.

A redução de volume e da massa é de extrema importância em processos de tratamento de resíduos, visto que facilitam a logística de armazenamento, transporte e disposição final.

#### 4.3 O pH e condutividade elétrica (CE)

O pH e a CE foram determinados para cada material utilizado no processo (Tabela 4).

Tabela 4. pH e condutividade elétrica para dejetos e cama de equino no início do processo.

Material	pH	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
<b>Dejetos de equino</b>	9,3	2412
<b>Cama de equino</b>	8,3	3490

Ambos os parâmetros são considerados de extrema importância para que bons resultados sejam alcançados na vermicompostagem (EDWARDS, 2004; LOURENÇO, 2010). Dessa forma, após 30 dias de pré-compostagem, os valores de CE foram determinados de forma a indicar a leira mais favorável ao crescimento e reprodução das minhocas.

A leira 2 apresentou menor CE, com  $1021 \mu\text{S cm}^{-1}$ , e foi utilizada para a vermicompostagem após lavagem, resultando em CE de  $247 \mu\text{S cm}^{-1}$ .

Na Tabela 5 apresenta-se os resultados finais do processo.

Tabela 5. pH e CE para os produtos finais da compostagem e vermicompostagem.

Processo	pH	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
<b>Compostagem</b>	8,1	1165,0
<b>Vermicompostagem</b>	7,8	219,3

Nota-se que os valores de pH estiveram próximos da neutralidade, condizendo com o que recomenda Pereira Neto (1996): a faixa ideal de pH ao final do processo de compostagem e vermicompostagem é de 7,5 a 9,0. Ainda, segundo a Instrução Normativa n°25/2009, referente a comercialização de compostos orgânicos no Brasil, o pH mínimo do produto final deve ser acima de 6,0 para um fertilizante orgânico Classe A oriundo de matéria-prima animal, vegetal e da agroindústria, sem metais pesados (MAPA, 2009).

#### 4.4 Série de sólidos

No início do processo, nota-se que a umidade do dejetos de equino e da cama de equino estava entre 40 e 60%, faixa tida como ideal para o processo de compostagem (MERKEL, 1981) (Tabela 6).

Tabela 6. Umidade e série de sólidos para dejetos e cama de equino.

	Amostra úmida	Água	Sólidos totais	Sólidos fixos	Sólidos voláteis
<b>Dejetos de equino</b>	100%	55,7%	44,3%	20,2%	79,8%
<b>Cama de equino</b>	100%	43,8%	56,2%	10,6%	89,4%

A partir dos resultados obtidos, pode-se calcular os valores dos mesmos parâmetros para as leiras 1 e 2, com o material já misturado, no início do processo (Tabela 7).

Tabela 7. Umidade e série de sólidos para as leiras 1 e 2 no início do processo.

	Massa úmida	Água	Sólidos totais	Sólidos fixos	Sólidos voláteis
<b>Leira 1</b>	100%	52,1%	47,9%	16,8%	83,2%
<b>Leira 2</b>	100%	55,7%	44,3%	17,5%	82,5%

Ao final dos processos (Tabela 8), observa-se aumento na umidade, quando comparado aos valores iniciais, devido às constantes adições de água para a manutenção da compostagem e vermicompostagem. Destaca-se que os valores de umidade ideais de adubos orgânicos no Brasil não devem ultrapassar 50% (MAPA, 2009).

Tabela 8. Umidade e série de sólidos para os produtos finais da compostagem e vermicompostagem.

	Amostra úmida	Água	Sólidos totais	Sólidos fixos	Sólidos voláteis
<b>Compostagem</b>	100%	64,7%	35,3%	20,2%	79,8%
<b>Vermicompostagem</b>	100%	66,0%	34,0%	29,8%	70,2%

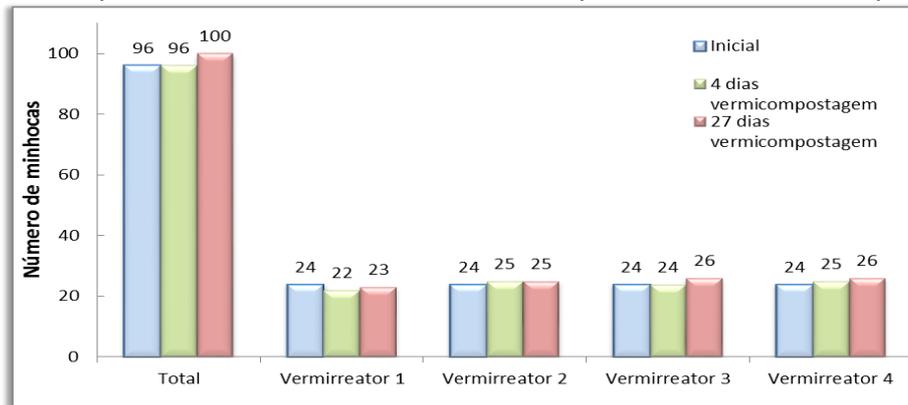
A representatividade dos sólidos voláteis durante a compostagem reduziu de 83,2% para 79,8% (redução de 3,4%), indicando mineralização característica do processo, uma vez que a matéria orgânica é degradada. Já a vermicompostagem demonstrou mineralização mais eficiente, pois os sólidos voláteis reduziram de 82,5% para 70,2% (redução de 12,3%). Baseando-se somente nesse parâmetro, a vermicompostagem seria mais indicada no tratamento dos resíduos em estudo.

Gonçalves (2014) obteve resultados próximos aos encontrados neste trabalho utilizando diferentes camadas de equino como resíduo na vermicompostagem com redução dos sólidos voláteis variando entre 6,5 a 16,6%. Amorim et al. (2005) estudaram a vermicompostagem de dejetos caprinos e obtiveram redução de sólidos voláteis entre 11 e 26%.

#### 4.5 Comportamento das minhocas

Durante todo o período de vermicompostagem não foi observada grande variação no número de minhocas presentes nos quatro vermireatores (Figura 4). Isso provavelmente se deve ao tempo necessário para a reprodução e desenvolvimento dos filhotes no casulo, que pode durar de duas semanas até três meses (PAIVA, 2016). Entretanto, a permanência das minhocas durante os 27 dias e a reprodução, mesmo que baixa, indica condições propícias, principalmente de condutividade elétrica, pH e temperatura, parâmetros essenciais para a adaptação ao composto (LOURENÇO, 2010).

Figura 4. Comportamento das minhocas durante o processo de vermicompostagem.



#### 4.6 Relação C:N

A relação C:N inicial de 32,0:1 reduziu-se a 15,8:1 na compostagem e a 14,0:1 na vermicompostagem, indicando que houve a degradação e estabilização da matéria orgânica. Ambos os valores não ultrapassam o máximo estabelecido de 20,0:1 e 14,0:1, respectivamente, para a comercialização de compostos orgânicos no Brasil (MAPA, 2009).

#### 4.7 Descaracterização do material

Após 57 dias, tanto o tratamento por compostagem quanto por vermicompostagem apresentaram boa descaracterização dos resíduos. O tamanho das partículas foi reduzido e o odor e a sensação ao tato estavam agradáveis, condizentes com o esperado para compostos orgânicos de uso agrônomo.

### 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que ambos os tratamentos apresentaram boa descaracterização e semelhante redução de volume do material inicial. A indicação do melhor método depende da finalidade do produto final. Caso deseje-se reduzir a massa dos resíduos após o tratamento, o método da compostagem apresenta-se como a melhor alternativa. Em contrapartida, a vermicompostagem mostrou maior capacidade de mineralizar os compostos orgânicos. Os resíduos utilizados garantiram sobrevivência das minhocas, mas não grande reprodução durante o período estudado.

A expectativa, ainda, é engajar a sociedade no tema abordado, conscientizando a todos da sua importância e fazer com que outros locais que possuam resíduos derivados de equinos tenham como base essa pesquisa, e passem a aplicar as técnicas de tratamento aqui descritas, a fim de reduzir os impactos gerados por suas atividades e melhorar o seu gerenciamento ambiental.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. N.; PEDROTTI, A.; BITENCOURT, D.V.; SANTOS, L.C.P. A problemática dos resíduos sólidos urbanos. **Interfaces Científicas: Saúde e Ambiente**, v. 2, p. 25-36, 2013.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association, 1998. 1193 p.

AMORIM, A. C.; LUCAS JÚNIOR, J. de; RESENDE, K. T. de. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 1, p. 57-66, 2005.

AQUINO, A. M. de; ALMEIDA, D. L. de; SILVA, V. F. da. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem. **Embrapa Agrobiologia**, n. 8, p. 1-6, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuário e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.

CARMO, D. L.; SILVA, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 36, p. 1211-1220, 2012.

EDWARDS, C. A. **Earthworm ecology**. Boca Raton: CRC Press, 2004. 417 p.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. da. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Londrina: UEL, 2016. Disponível em: <[https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro\\_Compostagem.pdf](https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf)>. Acesso em: 19 nov. 2016.

GONÇALVES, F. **Tratamento de camas de equinos por compostagem e vermicompostagem**. 2012. 133 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2012.

GONÇALVES, P. **A reciclagem integradora dos aspectos ambientais, sociais e econômicos**. Rio de Janeiro: DP&A/FASE, 2003.

JORGE, J. L. **Manejo dos resíduos de equinos confinados, visando o controle biológico de moscas**. 2010. Disponível em: <<http://ranchosaomiguel.com/wordpress/?p=31>>. Acesso em: 28 set. 2016

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres Ltda, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Rural, 1998. 173 p.

LOURENÇO, N. M. G. **Características da minhoca epígea Eisenia foetida – benefícios, características e mais-valias ambientais decorrentes da sua utilização**. Lisboa, 2010.

MALVESTIO, A. C.; PIRES, C.S.; MO, F.W.K.H.; CAPESTRANI, G.M. **Manual básico de compostagem**. Piracicaba: USP Recicla, 2009. Adaptado de: MEIRA, A. M., CAZZONATTO, A. C., SOARES, C. A. Manual básico de compostagem – série: conhecendo os resíduos. Piracicaba: USP Recicla, 2003. Disponível em: <<https://uspreicla.files.wordpress.com/2011/03/apostila-compostagem.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

MERKEL, A.J. **Managing livestock wastes**. Westport: Avi Publishing Company, 1981. 419 p.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade.** 2009. Disponível em <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2010/ct\\_59.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf)>. Acesso em: 16 ago. 2016.

PAIVA, E. C. R.; MATOS, A.T.; COSTA, T.D.R; JUSTINO, E.A.; PAULA, H.M. Comportamento do pH e da temperatura do material durante a compostagem de carcaça de frango com diferentes materiais orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTAO AMBIENTAL. 1., 2010, Bauru. **Anais...** Bauru: IBEAS, 2010.

PAIVA, P. C. de. **Como é a reprodução das minhocas?** 2016. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/mundo-animal/como-e-a-reproducao-das-minhocas/>>. Acesso em 19 nov. 2016.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem:** processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

PULLICINO, D. S. **Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of municipal solid waste.** 2002. Thesis (Master of Science) – Department of Chemistry, University of Malta. Malta, 2002.

SILVA, A. G. **Métodos de produção de composto orgânico a partir de matéria prima vegetal e animal.** 2008. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura, Escola Agrotécnica Federal de Muzabinho. Muzabinho, 2008.

TANG, J.C.; SHIBATA, A.; ZHOU, Q.; KATAYAMA, A. Effect of temperature on reaction rate and microbial community in composting of cattle manure with rice straw. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.104, n. 4, p. 312-328, 2007.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.