**VERMICOMPOSTAGEM E COMPOSTAGEM COM UTILIZAÇÃO DE EM'S:
COMPARAÇÃO DAS TÉCNICAS NO TRATAMENTO DE DEJETO BOVINO E
BAGAÇO DE CANA-DE-AÇUCAR**

Hilory Gabriella Braganceiro da Silva*, Gustavo Scaneiro Ferro, Johicy Hellen Parra, Thiago Moreschi, Tatiane Cristina Dal Bosco *Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, gbraganceiro@gmail.com.

RESUMO

A compostagem apresenta-se como uma opção de tratamento de resíduos orgânicos, de baixo custo e alta eficiência. Este processo tem por finalidade obter mais rapidamente e em condições controladas a estabilização da matéria orgânica. Impactos causados decorrentes da grande geração de resíduos são minimizados e aproveitam-se os elementos químicos nutricionais neles existentes. Há formas de acelerar o processo de estabilização da matéria orgânica. Uma delas é a vermicompostagem, que consiste na inserção de minhocas durante o processo, e a outra é a compostagem com adição de micro-organismos eficientes (EM's). Na prática a adoção destas técnicas pode contribuir com a rotina diária dos agricultores e pecuaristas no manejo dos resíduos, reduzindo o tempo da degradação de resíduos e, com isso, o espaço necessário para o seu tratamento. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi comparar os processos de compostagem do bagaço da cana-de-açúcar e esterco bovino com a adição de EM's e a vermicompostagem, no que se refere aos parâmetros temperatura, pH, condutividade elétrica, redução do volume e densidade. As duas técnicas de tratamento de dejetos bovinos e bagaço de cana-de-açúcar foram eficientes e semelhantes no que diz respeito aos parâmetros monitorados. Tanto o composto quanto o vermicomposto apresentaram-se, ao final do processo, homogêneos e com aspecto diferente do material de origem. Deve-se destacar a adaptação das minhocas ao vermicomposto, fato observado pelo aumento expressivo do número de indivíduos ao final do processo. Além disso, notou-se expressiva redução de volume em ambos os tratamentos, o que representa um ponto muito positivo tendo em vista as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos.

PALAVRAS-CHAVE: Matéria orgânica, minhocas, resíduos sólidos.

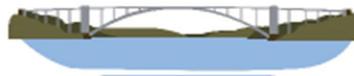
ABSTRACT

Composting is a low-cost, high-efficiency organic waste treatment option. This process has the purpose of obtaining stabilization of the organic matter more quickly and under controlled conditions. Impacts caused by the large generation of waste are minimized and the nutritional chemical elements in them are used. There are ways to accelerate the process of stabilizing organic matter. One of them is vermicomposting, which consists of the insertion of earthworms during the process, and the other is composting with the addition of efficient microorganisms (EM's). In practice, the adoption of these techniques can contribute to the daily routine of farmers and ranchers in waste management, reducing waste degradation time and, therefore, the space required for their treatment. In this sense, the aim of this paper was to compare the composting processes of sugarcane bagasse and bovine manure with the addition of EM's and vermicomposting, regarding the parameters temperature, pH, conductivity volume reduction and density. The two techniques of treatment of bovine manure and sugarcane bagasse were efficient and similar according to the monitored parameters. Both the compost and the vermicompost were, at the end of the process, homogeneous and with different aspect of the original material. It is necessary to emphasize the adaptation of the earthworms to vermicompost, fact observed by the expressive increase of the number of individuals at the end of the process. In addition, significant reduction of volume was observed in both treatments, which represents a very positive point considering the solid waste management stages.

KEY WORDS: Organic matter, earthworms, solid waste.

INTRODUÇÃO

Características favoráveis de solo, clima e água disponível fazem com que o estado do Paraná, se destaque quanto às produções agrícolas e de animais. Neste contexto, além de soja, milho, suínos e aves, merecem destaque no estado a bovinocultura, a ovinocultura e a cana-de-açúcar (BOSCO, 2017). Considerando a grande disponibilidade e riqueza nutricional dos resíduos orgânicos acima citados, é preciso considerar uma alternativa para o seu tratamento, de forma sustentável.



A compostagem apresenta-se como uma dessas opções de tratamento, de baixo custo e alta eficiência. Este processo tem por finalidade, obter mais rapidamente e em condições controladas a estabilização da matéria orgânica. Trata-se de uma técnica biológica aeróbia, a qual com o adequado monitoramento permite a reciclagem dos nutrientes, sem que ocorram excessivas perdas nutricionais por lixiviação ou volatilização (COSTA et al., 2005; KIEHL, 2010; BECHARA, 2013).

Há formas de acelerar o processo de compostagem dos resíduos, entre elas, pode-se destacar a vermicompostagem, que consiste na inserção de minhocas durante o processo, e a compostagem com adição de micro-organismos eficientes (EM's), que são organismos específicos presentes na natureza que aceleram o processo de decomposição da matéria orgânica. Estes métodos podem reduzir o tempo de duração do processo em até 50% (HIGA e PARR, 1994).

Na prática esta ação contribuirá com a rotina diária dos agricultores e pecuaristas no manejo dos resíduos, podendo reduzir o tempo da degradação, reduzindo também o espaço necessário para o seu tratamento.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi comparar os processos de compostagem do bagaço da cana-de-açúcar e esterco bovino com a adição de micro-organismos eficientes (EM's) e a vermicompostagem, quanto aos parâmetros temperatura, pH, condutividade elétrica, redução do volume e densidade.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Os resíduos utilizados foram o dejetos de bovinos, como fonte nitrogênio e o bagaço cana-de-açúcar, como material fonte de carbono. O bagaço de cana-de-açúcar foi doado por um produtor local que trabalha na produção e venda de caldo de cana e gera esse resíduo em abundância. Já o dejetos foi doado por uma Fazenda Escola que possui bovinos de corte em confinamento.

Buscou-se comparar duas técnicas de tratamento de resíduos: a vermicompostagem (Leira 1) e a compostagem com adição de EM's (Leira 2).

Ambas as leiras apresentaram formato trapezoidal e foram montadas em camadas, compostas pelos diferentes resíduos, sendo, uma camada do material seco, bagaço de cana-de-açúcar, seguido do material mais úmido, dejetos bovinos (Figura 1). As leiras foram montadas no interior de uma estufa agrícola, localizada no Campus, sendo o local coberto e com piso cimentado, evitando assim que o material fique em contato com o solo como mostrado nas Figuras 2 e 3.

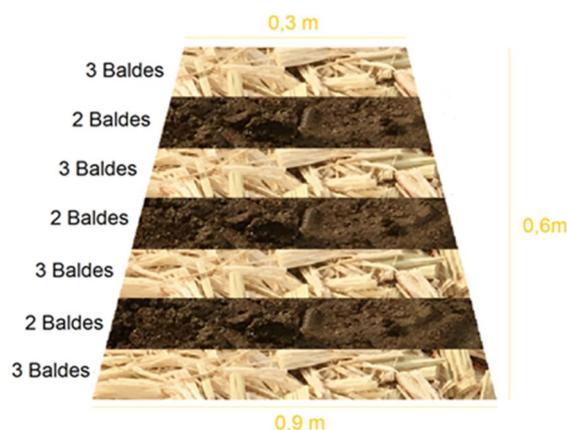


Figura 1: Esquema de montagem das leiras. Nota: um balde equivale a 12 L. Fonte: Autor do trabalho.



Figura 2: Processo de montagem das leiras. Fonte: Autor do trabalho.



Figura 3: Término da montagem das leiras. Fonte: Autor do trabalho.

Ao longo do experimento o monitoramento da temperatura foi realizado diariamente, sempre no mesmo horário. A leitura da temperatura se deu em seis pontos pré-determinados em ambas às leiras como mostrado na Figura 4.

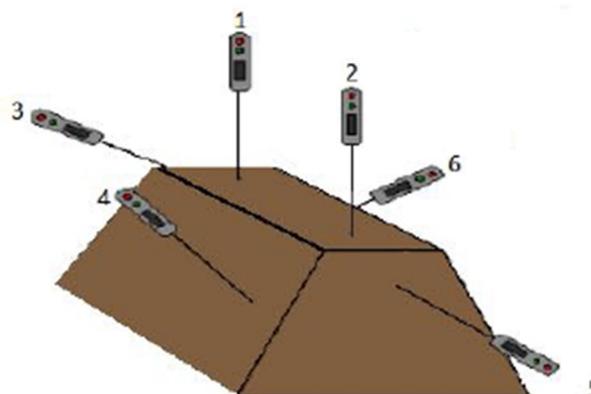


Figura 4: Localização dos pontos onde foram realizadas as medições de temperatura. Fonte: Adaptado de SBIZZARO (2013)

A técnica de vermicompostagem envolve dois estágios (BIDONE, 2001; RICCI, 1996): o primeiro estágio foi o da compostagem, que ocorreu até a estabilização da temperatura, com duração de 30 dias; o segundo estágio, da



vermicompostagem, iniciou-se com a colocação das minhocas, em que o material pré-compostado foi transferido para vermicompostadores, equivalentes a caixas para transporte de hortifrúti. Foram necessárias quatro caixas para acondicionar o material pré-compostado e em cada uma delas foram adicionadas aproximadamente 200 minhocas.

Na leira em que se conduziu a compostagem foram inseridos os EM's. Estes foram selecionados a partir de estudos que indicam que a utilização destes micro-organismos acelera em até três vezes o processo, reduz o mau cheiro natural inicial, além de acarretar na otimização do espaço necessário para o tratamento dos resíduos (VICENTINI et al., 2009). O preparo dos EM's seguiu a metodologia de GOES et al. (2017) e totalizou 2 litros de solução aplicada na leira no dia da sua montagem.

Durante o monitoramento diário foi possível controlar a umidade das duas leiras e, depois, dos vermicompostadores, regando se necessário. Utilizou-se o "teste da mão", sugerido por NUNES (2009) para verificar a necessidade. Na fase da compostagem o teor de umidade que se buscou manter foi de 40 a 60% e na vermicompostagem, de 60 a 80%, com base nas recomendações de Kiehl (2010).

A aeração foi realizada por meio de revolvimento manual, com auxílio de pás e enxadas na fase da compostagem, a cada 48 horas.

O monitoramento dos parâmetros umidade (em laboratório), pH e condutividade elétrica foi realizado no início, no meio e no fim do processo, segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995). A contagem do número de minhocas ocorreu ao final do processo.

RESULTADOS

Nas Figuras 2 e 3 é possível observar o comportamento da temperatura das leiras ao longo do processo de vermicompostagem e compostagem com EM's, respectivamente.

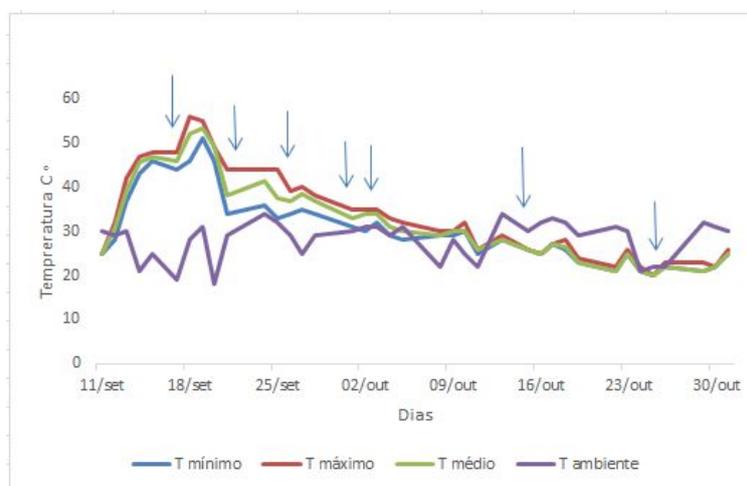


Figura 6: Monitoramento da temperatura para Leira 1 (Vermicompostagem). Fonte: Autor do trabalho.

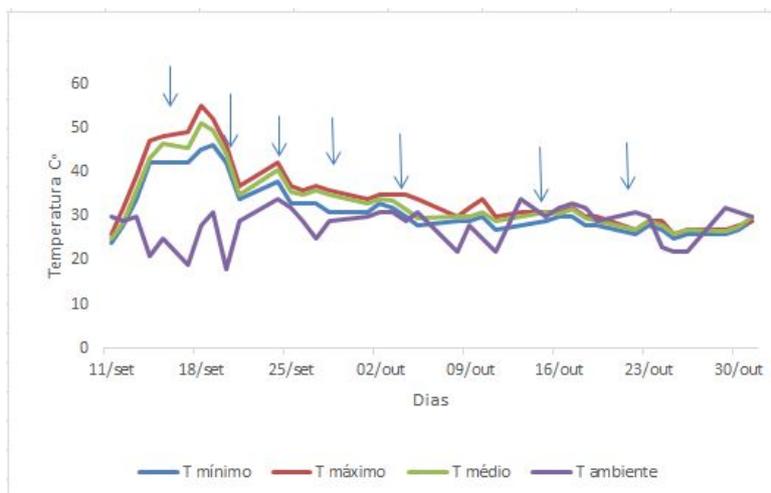
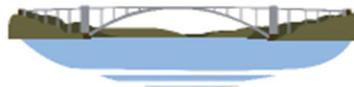


Figura 7: Monitoramento da temperatura para Leira 2 (Compostagem com EM's). Fonte: Autor do trabalho.

Pode-se observar nas Figuras 6 e 7 as diferentes fases do processo de compostagem. A fase termofílica durou aproximadamente quatro dias com uma temperatura máxima de 56°C na leira 1 a 55°C na leira 2, e após este período houve uma queda brusca na temperatura do composto, seguido de uma estabilização. Observa-se ainda que no início do monitoramento houve uma queda expressiva na temperatura ambiente, o que não influenciou na temperatura observada nas leiras.

O efeito da aeração do sistema de compostagem pode ser observado pelo pico de temperatura alcançado após o processo de revolvimento, como observado nas setas demonstradas nos gráficos da Figura 6 e da Figura 7. O primeiro revolvimento ocorreu no segundo dia após o processo de montagem das leiras e a partir deste dia tem-se o aumento da temperatura.

O resultado do monitoramento da umidade, pH e condutividade elétrica está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises de pH, umidade e condutividade elétrica. Fonte: Autor do trabalho. Nota: Leira 1 (Vermicompostagem) e Leira 2 (Compostagem com EM's).

Momento do experimento	Amostra/Tratamento	Umidade (%)	pH	C.E. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)
Início	Bagaço de cana-de-açúcar	9,56	6,86	333
Início	Dejeto bovino	80,33	7,35	1089
Meio	Leira 1	70,00	6,90	2911
Meio	Leira 2	70,00	6,80	2853
Final	Leira 1	76,72	7,34	508
Final	Leira 2	51,51	7,33	757

A condutividade elétrica é um parâmetro que, conforme Kiehl (2010) indica a concentração de sais ionizados na solução, assim podendo estimar a salinidade do substrato. Durante o processo de compostagem observou-se que os valores de pH nas leiras foram bem semelhantes, e os valores de condutividade apresentaram pouca variação entre os processos, porém, de modo geral apresentou redução. Esse processo de redução da condutividade elétrica está de acordo com Kiehl (2010), pois o autor afirma que a condutividade elétrica pode reduzir até 50% durante o processo de maturação do composto. De acordo com a IN MAPA 25 (2009) para fertilizantes orgânicos mistos e compostos, o valor mínimo de pH para fertilizantes orgânicos mistos e compostos deve ser 6,0. Deste modo, todos os compostos obtidos neste estudo se enquadram na IN, caso o interesse seja para a comercialização do material.



No processo de decomposição da matéria orgânica, a umidade garante a atividade microbiológica. Isso porque, entre outros fatores, a estrutura dos microrganismos consiste de aproximadamente 90% de água e na produção de novas células, a água precisa ser obtida do meio, no caso, da massa de compostagem. Além disso, todo o nutriente necessário para o desenvolvimento celular precisa ser dissolvido em água, antes de sua assimilação (ALEXANDER, 1977). A faixa de umidade ótima para se obter um máximo de decomposição está entre 40 a 60%, principalmente durante a fase inicial, pois é necessário que exista um adequado suprimento de água para promover o crescimento dos organismos biológicos envolvidos no processo e para que as reações bioquímicas ocorram adequadamente durante a compostagem (MERKEL, 1981). Quando a umidade é excessiva há aglutinação de partículas, o que baixa a resistência estrutural da leira, restringindo sobremaneira a difusão de oxigênio. Nota-se na Tabela 1 que no meio do experimento o teor de umidade do composto era de 70%, o que pode ter dificultado o processo de aeração na leira de compostagem. Por outro lado, este teor estava adequado para o desenvolvimento das minhocas na vermicompostagem, uma vez que segundo Aquino e Assis (2005), o teor de umidade deve estar entre 60 e 70%. A IN MAPA 25 (2009) prevê uma umidade máxima de 50% para comercialização de vermicompostos e até 50% para compostos. Nota-se, portanto, por meio da Tabela 1, que o composto e o vermicomposto obtido demandariam de um processo de secagem antes da comercialização.

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados de redução de volume e a massa específica.

Tabela 2. Valores de massa específica e redução de volume. Fonte: Autor do trabalho. Nota: Leira 1 (Vermicompostagem) e Leira 2 (Compostagem com EM's).

Compostagem	Parâmetros	Inicial	Final	Redução (%)
Leira 1	Volume (m ³)	0,200	0,072	64
	Massa Específica (kg/m ³)	266	306	-
Leira 2	Volume (m ³)	0,200	0,082	59
	Massa Específica (kg/m ³)	266	292	-

Observa-se, na Tabela 2, que a redução de volume foi expressiva para ambos os tratamentos, assim como o aumento da massa específica. Estes resultados são interessantes do ponto de vista prático, tendo em vista que reduzem o espaço necessário para o acondicionamento, armazenamento e disposição final de resíduos.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes às minhocas inoculadas na Leira 1.

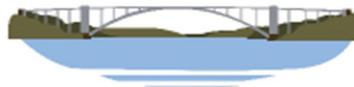
Tabela 3. Inoculação e monitoramento das minhocas. Fonte: Autor do trabalho.

	Data	Caixa 1	Caixa 2	Caixa 3	Caixa 4
1ª Inoculação	09/10/2018	24	24	24	24
1ª Contagem	16/10/2018	17	20	20	22
2ª Inoculação	19/10/2018	23	23	23	23
2ª Contagem	31/10/2018	52	42	40	50
3ª Contagem	07/11/2018	130	166	152	149

Nota-se, na Tabela 3, que foram feitas duas inoculações, tendo em vista a diminuição do número de minhocas na primeira contagem. Observa-se que ao final do processo, em todas as caixas, o número de minhocas mais que duplicou do total inoculado. Isso demonstra a sua adaptação ao meio e uso do composto para alimentação e reprodução.

CONCLUSÃO

As duas técnicas de tratamento de dejetos bovinos e bagaço de cana-de-açúcar foram eficientes e semelhantes no que diz respeito aos parâmetros monitorados. Tanto o composto quanto o vermicomposto apresentam-se, ao final do processo, homogêneos e com aspecto diferente do material de origem. Deve-se destacar a adaptação das minhocas ao vermicomposto, fato observado pelo aumento expressivo do número de indivíduos ao final do processo. Além disso a expressiva redução de volume observada em ambos os tratamentos, o que representa um ponto muito positivo tendo em vista as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2.ed. New York : J. Wiley, 1977. 472p. AQUINO, Adriana Maria de; ASSIS, Renato Linhares de. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, Df: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/AgrobCap1ID-Sim092KU5R.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2019. Dias, I. C. A. **A influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário**. V Exposição de experiências municipais em saneamento. Assemae. Santo André, 2004. Disponível em http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_59.pdf. Acesso: 16 de dezembro de 2009.
2. BECHARA, Erika (Organizadora). **Aspectos Relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Vários Autores 1ªEd. São Paulo, SP. Editora: Atlas, 2013.
3. BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; POVINELLI, Jurandyr. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. EESC/USP, São Paulo. p. 70-79, 1999.
4. BITTENCOURT, Gustavo Amaro. **Sistema de estabilização de dejetos e cama de bovinos de leite por compostagem**. 2015. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro de Engenharias, Universidade Estadual de Pelotas, Pelotas, 2015. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2016/03/TCC-Gustavo-Bittencourt.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2018.
5. BOSCO, Tatiane Cristina dal. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas**. São Paulo: Blucher, 2017. 266 p. Disponível em: <<https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/compostagem-e-vermicompostagem-de-residuos-solidos-1260/quimica-107>>. Acesso em: 24 abr. 2019.
6. COSTA, M. S. S. M. **Caracterização dos dejetos de novilhos superprecoces: reciclagem energética e de nutrientes**. Tese – Doutorado em Agronomia – UNESP. Botucatu, 2005.
7. GOES, Higor Henrique Dias et al. **Compostagem de resíduo agroindustrial e poda de árvore com aplicação de microrganismos eficientes**. In: fórum internacional de resíduos sólidos, 8., 2017, Curitiba.
8. HIGA, Teruo; PARR, James F. **Beneficial andeffectivemicroorganisms for a Sustainable agriculture and environment**. International Natura Farming Research Center Atami, Japan, p. 9, 1994.
9. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. 2013. Acesso em 05. set. 2018.
10. KIEHL, Edmar José; **Fertilizantes Orgânicos**. Editora Agrônoma “CERES” LTDA. 248 p. São Paulo, SP, 2010.
11. MERKEL, A.J. (1981). **Managing livestock wastes**. Ed. Avi Publishing Company, Westport. 419 p.
12. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SDA/MAPA 25/2009: Instrução Normativa SDA/MAPA 25/2009. Brasília: Binagri - Sislegis, 2009. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1229186>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
13. NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Circular técnico – Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, n.59, 7p., dez. 2009. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/ct_59.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2014.
14. VICENTINI, L. S., CARVALHO, K., RICHTER, A. S.; **Utilização de microrganismos eficazes no preparo da compostagem**. Faculdade Integrada Espirita. Revista Brasil Agroecologia. Novembro, v. 4, n.2, 2009.
15. TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. Porto Alegre: Dpto de solos da UFRGS. 1995, 175p.