



EFEITO DA ADIÇÃO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES NA VERMICOMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ALIMENTARES, DEJETO BOVINO E APARAS DE GRAMA

<http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.IV-036>

Edson José Amaral*, Eduarda Lorençon, Larissa Maria Silveira Pereira, Giovana Clarice Poggere, Thiago Edwiges.

* UTFPR edsonamaral@alunos.utfpr.edu.br

RESUMO

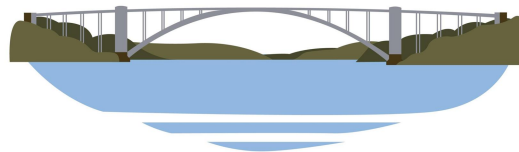
Vermicompostagem é uma técnica conhecida e utilizada na estabilização de compostos orgânicos por meio da ação combinada das minhocas e da microflora - que vive em seu trato digestório - promovendo alteração significativa na composição de substratos orgânicos. A técnica converte o carbono presente no composto orgânico em carbono húmico, proporcionando melhor retenção de umidade, mineralização mais lenta e otimização na troca de cátions. Neste trabalho, foi integrado ao processo de vermicompostagem a adição de Microrganismos Eficientes (ME) para otimizar o processo de reciclagem de resíduos sólidos. Os tratamentos foram montados em quadruplicatas incluindo o controle (CT) na formatação D3, D4, D5 e D6. Em cada vermicomposteira foi adicionado 8 L de resíduo pré-compostado e adicionado 10 (dez) minhocas adultas da espécie *Eisenia andrei* (vermelha-da-Califórnia). Cada tratamento recebeu inoculação de ME na ordem de 3, 4, 5 e 6 ml/L de concentração com exceção do CT. Por um período de 49 dias foram monitorados semanalmente os parâmetros físico-químicos; exceto pela temperatura e umidade que foram monitoradas diariamente. O pH final ficou na faixa de 8,7 a 9,5 enquanto a relação C/N ficou entre 12 e 13. Quanto ao SV os valores foram de 22,5 a 32%_{ST}. A condutividade elétrica CE atingiu valores entre 2,7 a 3,9 mS cm⁻¹, O tratamento D3 apresentou melhores resultados para P_{total}, NTK e relação C/N. A adição de ME durante o processo resultou em um composto estabilizado com os parâmetros físico-químicos considerados ideais, entretanto não houve redução de coliformes.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo orgânico; dejetos bovinos; resíduo alimentar.

ABSTRACT

Vermicomposting is a known technique used to stabilize organic compounds through the combined action of earthworms and microflora - which live in their digestive tract - promoting significant changes in the composition of organic substrates. The technique converts the carbon present in the organic compound into humic carbon, providing better moisture retention, slower mineralization and optimization of cation exchange. In this work, the addition of Efficient Microorganisms (EM) was integrated into the vermicomposting process to optimize the solid waste recycling process. The treatments were assembled in quadruplicates including the control (CT) in D3, D4, D5 and D6 format. In each vermicompost, 8 L of pre-composted waste was added and 10 (ten) adult earthworms of the species *Eisenia andrei* (California red) were added. Each treatment received EM inoculation in the order of 3, 4, 5 and 6 ml/L of concentration with the exception of CT. For a period of 49 days, the physicochemical parameters were monitored weekly; except for the temperature and humidity that were monitored daily. The final pH was in the range of 8.7 to 9.5 while the C/N ratio was between 12 and 13. As for the SV, the values were from 22.5 to 32%_{ST}. The EC electrical conductivity reached values between 2.7 and 3.9 mS cm⁻¹. Treatment D3 showed better results for P_{total}, NTK and C/N ratio. The addition of ME during the process resulted in a stabilized compound with ideal physicochemical parameters, however there was no reduction of coliforms.

KEY WORDS: Organic waste; bovine manure; food waste.



INTRODUÇÃO

As práticas sustentáveis relacionadas a resíduos sólidos estão previstas na Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS). No entanto o aumento na geração de resíduos orgânicos e a inadequada disposição acarretam em graves impactos ao meio ambiente e a população (BEZERRA et al.,2020). Dessa forma é necessário manejos que possibilitem a reciclagem e devolução da matéria orgânica ao solo com certo nível de estabilização promovendo uma fácil absorção de micro e macronutrientes pelas plantas (Sena et al,2019)

Os resíduos podem ser estabilizados utilizando dois processos, a compostagem, realizada por microrganismos, e a vermicompostagem realizada pelas minhocas e sua flora microbiota. Segundo VIONE et al. (2018), para estabilização de diversos compostos orgânicos a técnica de vermicompostagem é empregada com eficiência, no entanto deve-se levar em conta diversos fatores como temperatura, pH, umidade e toxicidade. Tais fatores quando fora do limite podem ser prejudiciais no desenvolvimento dos anelídeos limitando a reciclagem dos resíduos orgânicos.

A vermicompostagem pode ser associada aos ME, visando a otimização da técnica. Segundo Grocheveski (2020), os ME desempenham um papel importante na qualidade do solo devido a processos físico-químicos e biológicos como no ciclo do nitrogênio, solubilização de fosfatos, controle natural de fitopatógenos e produção de compostos orgânicos durante o desenvolvimento de vegetais. Dessa forma a utilização de microrganismos eficientes na compostagem pode gerar uma maior concentração de nutrientes acelerando o processo e tornando-o mais eficaz.

OBJETIVOS

O presente trabalho objetivou avaliar o comportamento de resíduos compostados e vermicompostados com adição de ME em escala piloto, identificando a eficiência do processo por meio do monitoramento de temperatura, pH, teores de umidade, remoção de matéria orgânica e relação C/N, bem como a remoção de microrganismos patogênicos.

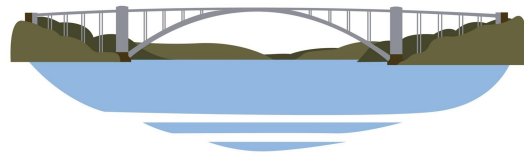
METODOLOGIA

A vermicompostagem foi preparada com uma mistura de resíduos alimentares, dejetos bovinos, podas de grama e aparas de galharia. Os resíduos foram pré-compostados por um período de 20 dias para reduzir o efeito adverso dos substratos *in natura* na atividade das minhocas. Foram testados 5 tratamentos em quadruplicata para avaliar o efeito da adição de ME na qualidade agrônômica do vermicomposto, sendo C, D3, D4, D5 e D6, totalizando 20 vermicomposteiras. As doses de cada tratamento foram progressivamente aumentadas, sendo C (tratamento controle) sem adição de ME e os demais com 3, 4, 5 e 6 mL_{ME}/L de resíduo, respectivamente (PANISSON, 2017). A preparação da cultura de ME foi realizada adotando-se a metodologia preconizada na Ficha Agroecológica do MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009).

Os ME foram inoculados no início da vermicompostagem. Aos 30 dias do início do experimento foi identificada elevada condutividade elétrica (CE), ocasionada pela elevação na concentração de sais dissolvidos ao longo do tratamento. Sendo assim, optou-se por lavar os resíduos com água destilada para promover um arraste dos sais e a consequente redução da CE, retornando às características ambientais necessárias para a ação das minhocas. Em razão do processo de lavagem, foi realizada uma nova inoculação com ME utilizando as mesas dosagens iniciais.

As vermicomposteiras foram confeccionadas em madeira com capacidade para 18 L e dimensões de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 15 cm de altura, forradas com tela de polietileno com abertura de 1 mm para conter o substrato, evitar a fuga das minhocas e auxiliar a oxigenação do ambiente. Foram adicionados 8 L de resíduos pré-compostados o que equivale a 44% do volume total de cada vermicomposteira. As 20 unidades amostrais foram mantidas em ambiente coberto e sem iluminação natural, garantindo ambiente adequado à ação das minhocas. Em cada uma das vermicomposteiras foram inseridas 10 minhocas adultas da espécie *Eisenia andrei* (vermelha da Califórnia), as quais apresentavam o clitelo visível, sinal de maturidade sexual. Para Dores-Silva, Landgraf e Rezende (2013), essa espécie de minhoca é capaz de consumir diariamente o equivalente à sua massa corporal, característica que favorece seu crescimento e a alta capacidade de produção de coprólito.

A caracterização dos substratos e o monitoramento das vermicomposteiras foram realizados a partir das análises do potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e nitrogênio total de Kjeldahl (NTK) de acordo com APHA (2004) e relação C/N. A determinação de fósforo total (P_{total}) foi realizada de acordo com Pavan *et al.* (1992), com uso da solução extratora Mehlich1 e leitura no espectrofotômetro Hach DR 2800 a 660 nm.



RESULTADOS

A temperatura das vermicomposteiras no 1º dia de experimento foi de 31 °C, com queda para 26 °C no dia 9 e para 24 °C no dia 23, mantendo uma média de 27±1 °C ao longo do experimento (Figura 1). É possível perceber que, de forma geral, as temperaturas nos tratamentos foram similares entre si e acompanharam a as variações da temperatura ambiente, permanecendo levemente abaixo na maior parte do tempo. Para Fernandes e Silva (2001) é ideal que a temperatura seja mantida abaixo dos 35 °C, favorecendo a ação mais efetiva no processo de degradação de matéria orgânica, promovida pelas minhocas e sua flora intestinal.

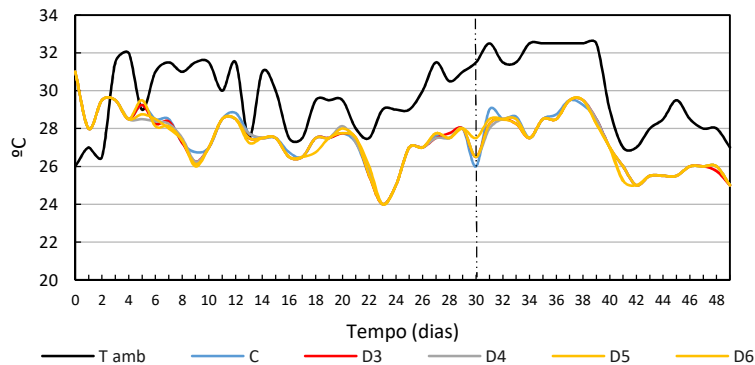


Figura 1: Valores de temperatura para a vermicompostagem ao longo do tempo.
Fonte: Autoria própria 2022.

No início da vermicompostagem, observou-se que, por se tratar do mesmo pré-composto, todos as vermicomposteiras apresentaram pH médio de 9,5±0,05 indicado na (Figura 2A). Porém, já na terceira semana o pH médio dos tratamentos foi de 9,7±0,02. Esse aumento sutil pode ter ocorrido devido à absorção de cálcio (Ca) por meio de glândulas calcíferas encontradas no trato digestivo das minhocas. O (Ca) se liga ao dióxido de carbono (CO₂) na forma de carbonato de cálcio (CaCO₃) e posteriormente é liberado para o meio como esclarece Bidone (1995).

Entre a quarta e a quinta semana do experimento ocorreu a lavagem do substrato para o controle de CE, o que pode ter influenciado na queda média no pH para 9,2±0,07 devido ao arraste dos sais que promovem as condições alcalinas do substrato. Essa queda também pode ter sido influenciada pela degradação da celulose e da lignina presente no pré-composto e pela produção de ácidos fúlvicos pela degradação destes.

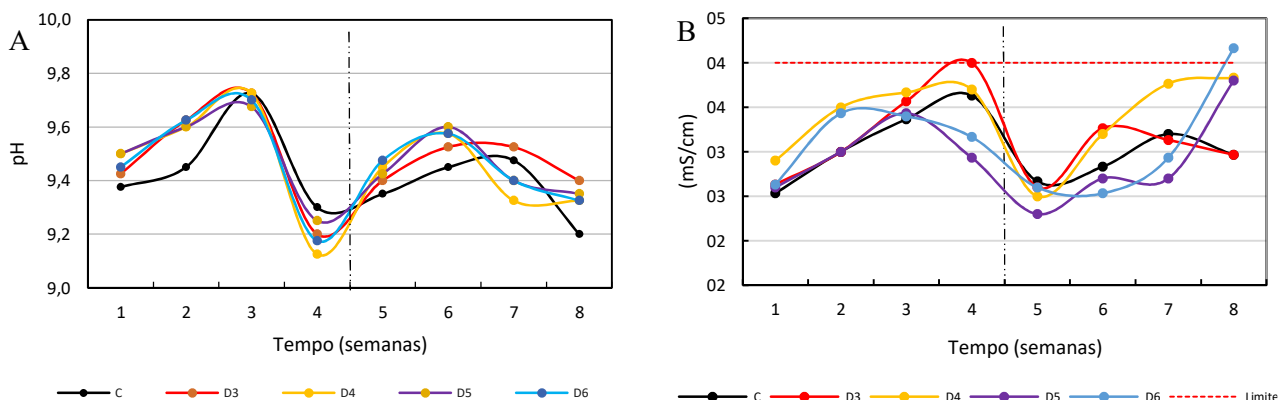
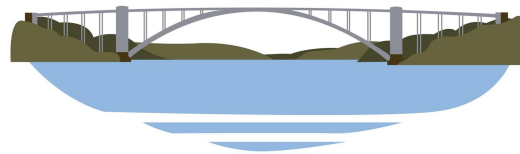


Figura 2 - Valores de pH(a) e CE(b) para a vermicompostagem ao longo do tempo.
Observação: o traço vertical indica o dia de lavagem dos resíduos. Fonte: Autoria própria (2022).

A CE variou de 2,5 a 4,2 mS/cm ao longo do experimento. Para Kiehl, (1998) CE não deve ultrapassar 4,0 mS/cm, ainda para Soumaré et al., (2002) a condutividade elétrica do composto após os tratamentos não deve exceder 3 mS cm⁻¹ (Figura 2B). Dessa forma foi adotada como medida de mitigação a retirada das minhocas, seguida de lavagem do composto com água destilada. Após a lavagem, parte dos sais minerais solúveis foram eliminados promovendo a



redução de CE de 2,9 a 4,0 mS/cm para 2,3 a 2,6 mS/cm. No decorrer dos dias, esse valor aumentou novamente devido à ação das minhocas.

O experimento iniciou com teores de ST de 22% a 24% na primeira à semana. No entanto, na semana 4, observou-se um decréscimo de ST, justificado pela correção de umidade das vermicomposteiras e pela lavagem do composto para o controle de CE. A partir da 6ª semana, os valores de ST voltaram a aumentar progressivamente, atingindo valor médio de $39 \pm 2\%$ ao final do tratamento. Já o teor de SV foi $77 \pm 1\%$ no início do processo para $69 \pm 1\%$ ao final do tratamento (Figura 3A), valores próximos aos apontados por Sbizzaro, (2017) que tratou dejetos ovino e bovino com palha de cana-de-açúcar. A redução nos teores de SV pode indicar escassez de alimento e maturação do composto.

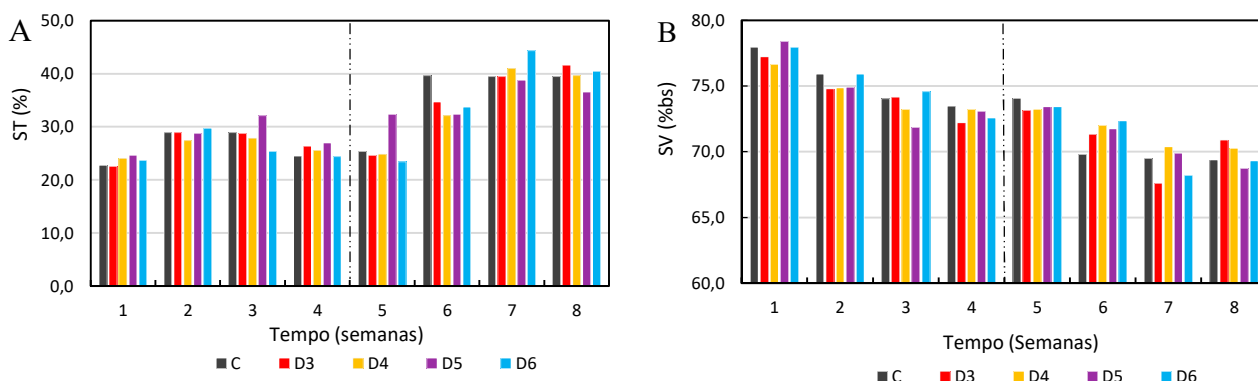


Figura 3 - Valores de ST (a) e SV(b) para a vermicompostagem ao longo do tempo. Observação: o traço vertical indica o dia de lavagem dos resíduos. Fonte: Autoria própria (2022).

Os valores de NTK foram similares entre si durante o tratamento, com destaque para o tratamento D3, que apresentou o melhor resultado na última semana Figura 4A, de $3,4\%_{ST}$ em comparação à $3,1\%_{ST}$ para os demais tratamentos (valor 10% superior). Segundo Dores-Silva, Landgraf e Rezende (2013), o valor de NTK tende a subir na vermicompostagem, devido à concentração de N pela perda de matéria orgânica. O aumento de NTK no vermicomposto final é determinante para o desenvolvimento dos vegetais.

A relação C/N reduziu de 15 a 16 para 12 a 13 ao longo do tratamento, ficando sempre abaixo de 20 como demonstrado na Figura 3B. Para Dores-Silva, Landgraf e Rezende (2013) esse valor é considerado ideal para maturidade dos compostos, os autores ainda afirmam que isso ocorre devido à utilização do carbono (C) pelas minhocas que é fixado na sua biomassa. Valores mais elevados da relação C/N indica que não há disponibilidade de N suficiente para ótimo desenvolvimento da população microbiana, o que induz ao consumo de N e, assim, há prejuízo na velocidade da decomposição dos resíduos orgânicos presentes na compostagem.

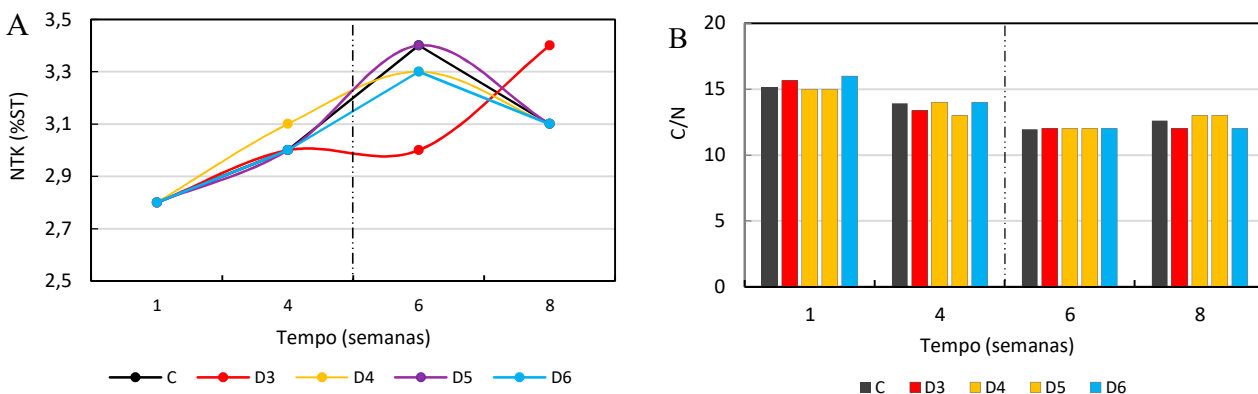


Figura 4 - Valores de NTK (a) e C/N(b) para a vermicompostagem ao longo do tempo. Observação: o traço vertical indica o dia de lavagem dos resíduos. Fonte: Autoria própria (2022).



Analisando a Figura 5, observa-se que os valores para P_{total} aumentaram ao longo do experimento, sendo que o tratamento D3 apresentou melhor resultado comparado aos demais. Esse aumento está diretamente relacionado com a mineralização da matéria orgânica pelas minhocas. Para Dores-Silva (2013) o aumento de P_{total} pode ser explicado devido a devolução de CO_2 para o meio, havendo uma “concentração” dos nutrientes minerais no produto final. Wang et al. (2021) afirma que o aumento pode estar relacionado a existência de partículas P solúveis no intestino das minhocas, atuando na mineralização dos resíduos e seu consequente aumento.

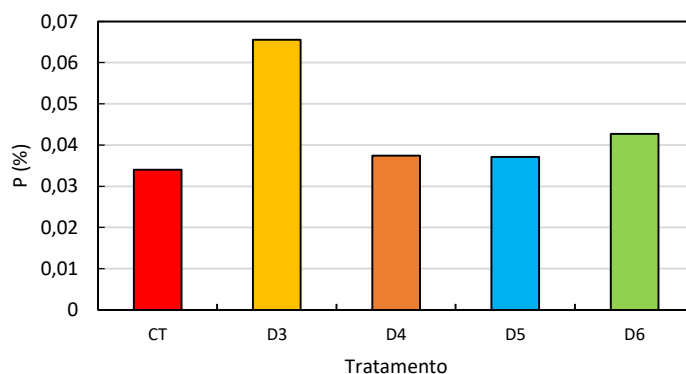


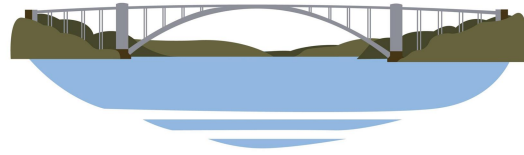
Figura 5 - Valores de P_{total} para a vermicompostagem ao longo do tempo. Fonte: Autoria própria (2023).

CONCLUSÕES

A vermicompostagem aliada à adição de ME é uma alternativa eficiente na gestão dos resíduos alimentares, dejetos bovinos e aparas de grama. A melhor condição observada, foi o tratamento com D3, com 3 mL_{ME}/L_{resíduo}, evidenciado pela maior concentração de nitrogênio e P_{total} ao final do processo. Os parâmetros físico-químicos do vermicomposto produzido sofreram alterações, indicando a maturação do composto, o que pode ser comprovado pela redução na relação C/N. Maiores reduções nos teores de SV poderiam ter sido obtidos com melhores atividades das minhocas proporcionadas por maiores quantidades iniciais de resíduos a serem tratados em cada vermicomposteira. Com base nisso, sugere-se para o desenvolvimento dos próximos experimentos a utilização de volumes maiores de substrato para avaliar a eficiência na redução dos teores de carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: UEA, 2021.
2. BEZERRA, Daniel Epifânio et al. Panorama dos resíduos sólidos urbanos sob a perspectiva de um grupo de moradores da Cidade de Areia-PB. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 3472-3483, 2020.
3. BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **A vermicompostagem dos resíduos sólidos de curtume, brutos e previamente lixiviados, utilizando composto orgânico urbano como substrato**. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP: EESC-USP, 1995.
4. DORES-SILVA, Paulo R.; LANDGRAF, Maria Diva; REZENDE, Maria Olímpia de O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, v. 36, p. 640-645, 2013.
5. FERNANDES, Fernando; SILVA, Sanda Márcia C. Pereira. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Maringá, PR: UEL, 2001.
6. GROCHEVESKI, Wellington Lucas. Extrato aquoso de vermicomposto associado à aplicação de microrganismos eficazes no crescimento de mudas de alface. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia). Universidade de Brasília. Brasília, DF: UnB, 2020.
7. KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. Piracicaba: Kiehl, 1998.
8. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. - **Instrução Normativa nº 25**. BRASIL, 2009.
9. PANISSON, Renata. **Avaliação de diferentes processos de compostagem em pequena escala com adição de microrganismos eficientes**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade Federal da Fronteira Sul Campus de Erechim, Erechim, RS, UFFS, 2017.
10. PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M. & ZOCOLER, D.C. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná, 1992. 38p. (Circular, 76)



11. SBIZZARO, Mariana. **Vermicompostagem a partir de dejetos de ovinos e bovinos com palha de cana-de-açúcar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR: UTFPR, 2013.
12. SENA, Larissa Morais et al. Compostagem e vermicompostagem como alternativa para tratamento e de destinação de resíduos orgânicos. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 2, p. 266-272, 2019.
13. SOUMARÉ, M.; Demeyer, A.; Tack, F.M.G. e Verloo, M.G. (2002) - Chemical characteristics of Malian and Belgian solid waste composts. *Bioresource Technology*, vol. 81, n. 2, p. 97-101.
14. VIONE, Elaine Luiza Biacchi et al. Caracterização química de compostos e vermicompostos produzidos com casca de arroz e dejetos animais. **Revista Ceres**, v. 65, p. 65-73, 2018.
15. WANG, Z.; CHEN, Z.; NIU, Y.; REN, P.; HAO, M. Feasibility of vermicomposting for spent drilling fluid from a nature-gas industry employing earthworms *Eisenia fetida*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 214, 2021.