



COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DO HÚMUS PRODUZIDO PELAS ESPÉCIES DE MINHOCAS: Violeta do Himalaia (*Perionyx excavatus*); Vermelha da Califórnia (*Lumbricus rubellus*) e Gigante Africana (*Eudrilus eugeniae*), no Município de São Luís – MA.

Osman José de Aguiar Gerude Neto ¹, Diego Rosa dos Santos¹, Tayná Cristina Sousa Silva¹, Hilton Seheris da Silva Santos¹, Jackeline da Silva de Souza¹, Verner Marinho da Silva Neto¹, Daniel Rocha Pereira ²



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p6301-6315>

Artigo recebido em 31 de Agosto e publicado em 31 de Outubro de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

O objetivo deste trabalho é comparar a qualidade dos húmus produzidos e a adaptação de três espécies distintas de minhocas (*Perionyx excavatus*; *Lumbricus rubellus* e *Eudrilus eugeniae*) sobre as condições climáticas e ambientais do município de São Luís – MA. No experimento, a matéria prima utilizada para a alimentação das espécies foram os resíduos orgânicos gerados nos campi da UNICEUMA, adicionados na proporção de 70% de material fibroso, isto é, podas de gramas do jardim, e 30% de material úmido (resíduos orgânicos) resultante da cozinha escola da instituição. O húmus produzido pelas três espécies foram pesados e conferidos ao final de cada ciclo para registro de quantitativo gerado. Foram analisados os parâmetros pH, umidade, matéria orgânica, matéria inorgânica, além de porcentagem de argila, silte e areia fina do material produzido na vermicompostagem pelas três raças testadas. As três espécies escolhidas no experimento Violeta do Himalaia (*Perionyx excavatus*); Vermelha da Califórnia (*Lumbricus rubellus*) e Gigante Africana (*Eudrilus eugeniae*), apresentaram desenvolvimento satisfatório em relação a capacidade de adaptação produtiva nas condições climáticas do município de São Luís – MA. Pois os compostos húmicos formados são de qualidade, apresentando bons índices de MO; pH; e umidade, além de características físicas quem auxiliam na disponibilidade de nutrientes para o solo e para as plantas.

Palavras-chave: Adaptação, Vermicompostagem, Resíduos



COMPARISON OF THE QUALITY OF HUMUS PRODUCED BY EARTHWORM SPECIES: Himalayan Violet (*Perionyx excavatus*); California Red (*Lumbricus rubellus*) and African Giant (*Eudrilus eugeniae*), in the Municipality of São Luís – MA.

ABSTRACT

The objective of this work was to compare the quality of humus produced and the adaptation of three different earthworm species (*Perionyx excavatus*; *Lumbricus rubellus* and *Eudrilus eugeniae*) on the climatic and environmental conditions of the municipality of São LUÍS - MA. In the experiment, the raw material used to feed the species was the organic waste generated on the UNICEUMA campuses, added in the proportion of 70% of fibrous material, in garden pruning, and 30% wet material (organic waste) resulting from the institution's school kitchen. The humus produced by the three species were weighed and checked at the end of each cycle for quantitative recording generated. The parameters pH, moisture, organic matter, inorganic matter, as well as percentage of clay, silt and fine sand of the material produced in the vermicompost were analyzed by the three races tested. The three species chosen in the experiment Himalayan Violet (*Perionyx excavatus*); California Red (*Lumbricus rubellus*) and African Giant (*Eudrilus eugeniae*), presented satisfactory development in relation to productive adaptation capacity in the climatic conditions of the municipality of São Luís – MA. Because the humic compounds formed are of good quality, presenting good OM levels; pH; and humidity, in addition to physical characteristics that help in the availability of nutrients for the soil and plants.

Keywords: Adaptation, Vermicomposting, Waste

Instituição afiliada – Universidade CEUMA – UniCEUMA¹
Universidade Federal do Maranhão – UFMA²

Autor correspondente: *Osman José de Aguiar Gerude Neto* osmangerude@hotmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

O aumento do consumo foi atrelado com o crescimento da população, e consequentemente também os problemas ambientais. A produção de resíduos subiu consideravelmente, o índice de geração de lixo per capita teve um acréscimo de 35% desde 1980 nos países mais ricos, e de acordo com a Organização das Nações Unidas, é esperado que na metade desse século, teremos quatro bilhões de toneladas de resíduos urbanos gerados por ano em todo mundo (MODESTO, 2011).

A grande maioria das cidades brasileiras, não possui estruturação no setor de coleta de resíduos, principalmente em reciclagem e reaproveitamento, ou seja, os resíduos são dispostos de forma incorreta, provocando impactos diretos e indiretos ao meio, como: contaminação e perda da qualidade do ar; das águas e dos solos; proliferação de organismos patogênicos e consequentemente impactos a saúde pública e ao meio ambiente como um todo (VIANA e NEPOMUCENO, 2023).

O Brasil produz resíduos como os países mais desenvolvidos, sendo em média 387 quilogramas per capita, entretanto, dos 90,7% que são coletados, cerca de 40% são destinados ainda de forma incorreta em lixões, isso representa um total de 29.973.482 toneladas por ano. A composição do resíduo doméstico brasileiro é principalmente formada de matéria orgânica, isto é, restos de alimento, cascas de frutas, etc., variando de 52% a 60% do seu total (ABRELPE, 2023).

A gestão de resíduos envolve uma rede complexa de atores, que além do poder público, requer prestadores de serviços, organizações de catadores, e a sociedade em geral, entre outros. São dimensões que abrangem tanto questões políticas quanto socioambientais, devendo ser trabalhadas com uma visão holística e participativa. A logística de gestão destes materiais (resíduos), que visa a redução do volume gerado com destinação adequada, não pode ser tratada como ações isoladas e estáticas, mas sim implementadas de acordo com a necessidade de cada elemento, referenciadas nas ações temporais, pautadas no crescimento populacional, investimento em infraestrutura e implementação de políticas públicas. (GALAVOTE *et al.*, 2023).

A geração de grandes quantidades de resíduos não é o único problema do nosso século, com o aumento exponencial da população mundial, houve também um aumento da demanda pelos recursos de origem agrícola, forçando os agricultores a dependerem de insumos e fertilizante para intensificarem suas produções, levando assim ao desgaste dos solos



(NASCIMENTO et al. 2015), umas das maneiras de melhorar a qualidade do solo, e sem o uso de aditivos agrícolas, é através do húmus, que é produzido da reutilização dos resíduos orgânicos oriundos das mais diversas fontes possíveis.

O Húmus é o material resultante da vermicompostagem, um sistema tecnológico de baixo custo facilmente adaptável às pequenas propriedades, que proporciona inúmeros benefícios, como retenção de humidade e melhoria da textura, além de fornecer elementos nutritivos ao solo, o que tem se tornado atrativo aos agricultores (OLIVEIRA, LIMA & CAJAZEIRA, 2018).

A vermicompostagem é um processo onde a minhoca ao ingerir a matéria transforma-a em coprólito, contendo uma grande concentração de nutrientes em comparação ao solo, este coprólito, ao se encontrar com as secreções intestinais e urinária sofrem a ação das enzimas que são produzidas no tubo digestivo e dos microrganismos que se encontram dentro da minhoca, resultando em um estado de decomposição mais avançada do material e acelerando a produção de ácidos húmicos, após todo esse processo, o resultado é a decomposição da matéria orgânica e o aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, aumentando a fertilidade do solo, no qual é aplicado e também melhorando as suas propriedades físicas (NASCIMENTO et al., 2015).

A vermicompostagem é uma alternativa para a ciclagem de nutrientes ao solo e também para o reaproveitamento de resíduos orgânicos, que incorporado a uma gestão integrada pode diminuir a quantidade de resíduos nos lixões e aterros sanitários, como também servir como base a educação ambiental nas escolas. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo verificar a capacidade de adaptação produtiva de húmus, em três espécies distintas de minhocas (*Perionyx excavatus*; *Lumbricus rubellus* e *Eudrilus eugeniae*) sobre as condições climáticas e ambientais do município de São Luís – MA.

METODOLOGIA

As espécies de minhocas utilizadas no processo foram espécies com grandes capacidades de viver em regiões mais quentes, como a Violeta do Himalaia (*Perionyx excavatus*) que se adapta com facilidade a diferentes climas e apresenta grande capacidade de produção de húmus e de reprodução, a Vermelha da Califórnia (*Lumbricus rubellus*) que tolera bem o calor, e a espécie Gigante Africana (*Eudrilus eugeniae*) (fig. 01) que se adapta muito bem ao substrato composto de esterco bovino (GUIMARÃES, 2016).



COMPARAÇÃO DA QUALIDADE DO HÚMUS PRODUZIDO PELAS ESPÉCIES DE MINHOCAS: Violeta do Himalaia (*Perionyx excavatus*); Vermelha da Califórnia (*Lumbricus rubellus*) e Gigante Africana (*Eudrilus eugeniae*), no Município de São Luís – MA.
Gerude Neto et. al.

As minhocas foram adquiridas via internet no site da empresa Minhobox®. O sistema de acondicionamento e reprodução das mesmas ocorreu através do empilhamento de nove sistemas verticais de três módulos de compostagem sobrepostos (fig. 02), três módulos para cada espécie. A utilização dessa técnica se deu devido aos benefícios que ela produz, como o melhor aproveitamento da matéria prima, a coleta do chorume produzido e a proteção eficaz contra possíveis predadores, os minhocários foram colocados em local aberto e sombreado, em São Luís - MA.

Figura 01. Espécies de Minhocas Utilizadas no Experimento: Vermelha da Califórnia; Violeta do Himalaia; e Gigante Africana, respectivamente.



Fonte: Autores (2024)

Figura 02. Sistema de Acondicionamento Vertical das Minhocas, com Reaproveitamento de Resíduos.



Fonte: Autores (2024)



O experimento teve duração de 60 dias, sendo a matéria prima utilizada para a alimentação das espécies constituída de forma igual para todas, e formadas por resíduos orgânicos gerados nos campos da Universidade CEUMA - UNICEUMA, adicionados na proporção de 70% de material fibroso, isto é, podas de gramas do jardim, e 30% de material úmido (resíduos orgânicos) (Pereira Neto, 2007), resultante da cozinha escola da Universidade CEUMA, oferecidos uma vez por dia, triturados na forrageira antes de seu fornecimento. O húmus produzido pelas três espécies foram pesados e conferidos ao final do ciclo para registro de quantitativo produzido. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 500 gramas, sendo transportadas para análises no Laboratório de Ciências do Ambiente – LACAM da Universidade CEUMA, verificando-se Granulometria, pH, Umidade, Matéria Orgânica e Matéria Inorgânica.

ANÁLISES FÍSICAS DOS COMPOSTOS

Granulometria

A densidade do composto foi calculada através da relação entre massa da amostra do composto seco, da soma do volume das partículas e dos poros, onde são colocados em anéis volumétricos e assim pesando a amostra e calculando através da equação a seguir:

$$Ds = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$$

A densidade das partículas ou porosidade do composto, foi calculada através da relação entre a massa da amostra do composto e o volume ocupado pelas amostras, onde a massa é obtida por pesagem em balança analítica e o volume através de balão volumétrico, sendo

$$Ps = \frac{\text{Massa do solo}}{\text{Volume do solo}}$$

adicionado álcool atílico para a determinação do volume do líquido deslocado pela massa do composto.

A Granulometria corresponde a distribuição do tamanho das partículas que constitui o solo, também chamadas de frações granulométricas, que são divididas em três tipos: areia, silte e argila. A análise foi feita pela pesagem de 20g de composto (TFSA) adicionando 100ml de água deionizada, 10ml de hidróxido de sódio e 10ml de hexametáfosfato de sódio, sendo agitada e depois passada na peneira. A mesma foi levada para a estufa para a evaporação, e



em seguida levada ao dessecador, e assim sendo feita a determinação das frações do solo (fig. 03).

Figura 03. Análise e Determinação dos Padrões Físicos dos Compostos Orgânicos.



Fonte: Autores (2024)

ANÁLISES QUÍMICAS DOS COMPOSTOS

pH

As análises de Ph, foram iniciadas com a adição de 25ml de CaCl_2 (cloreto de cálcio), com 10mg de composto, foram agitados em mesa agitadora, e em seguida executada a leitura no pHmetro digital, através de eletrodos mergulhados na amostra (fig. 04).

Matéria Orgânica

Paras as análises de MO dos compostos formados, agitou-se por 10min o material, adicionando-o em solução sulfocrômica, e retirando o sobrenadante, e em seguida analisando o material no espectrofotômetro com o comprimento de onda de 650nm (SILVA, 2011).

Umidade

A realização das análises dos teores de umidade dos compostos, foi através do método da secagem (Lutz, 1985), onde foi separado 5g das amostras, sendo colocadas em cadinhos em temperatura ambiente, e logo após sendo levadas a estufa a 200°C po 1 hora, após esse intervado, o cadinho com a amostra ficou no dessecador por 24 horas, sendo pesados e os valores anotados para a realização dos cálculos de umidade:



$$\% \text{ de Umidade} = 100 \times (P - p)$$

P = peso inicial; p = peso final

Figura 04. Análises e Determinações dos Padrões Químicos dos Compostos Orgânicos.



Fonte: Autores (2024)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compostagem é um processo aeróbico de produção de matéria orgânica, que pode transformar diversos tipos de resíduos orgânicos em um material que apresenta inúmeros benefícios ao solo (Araújo *et al.*, 2020). De acordo com Lourenço (2014) a compostagem foi uma técnica desenvolvida com o objetivo de acelerar a decomposição de resíduos orgânicos e transformar estes em um composto estabilizado e contribuir para a melhoria das condições socioambientais.

A formação de compostos húmicos, pela vermicompostagem, não oferece riscos ao meio ambiente, devido a formação de um produto final estável. Esta, é uma alternativa viável que permite o enriquecimento da matéria orgânica, e aumenta a disponibilidade de nutrientes, de forma economicamente e ambientalmente sustentável. Neste cenário, as bases orgânicas reagem com os ácidos orgânicos, dando origem aos ácidos minerais, caracterizando uma reação alcalina, além da formação de matéria orgânica rica em ácidos húmicos. (BRILHANTE *et al.*, 2021). No presente trabalhos os três compostos húmicos formados pelas espécies de minhocas em São Luís – MA tem suas características químicas expressos na tabela 01 a seguir.



Tabela 01. Porcentagem dos Parâmetros Químicos Analisados entre os Húmus produzidos pelas três espécies de Minhocas integrantes do Experimento.

Espécies	Parâmetros Analisados			
	Umidade (%)	pH (%)	M.O(%)	M.I (%)
Violeta do Himalaia	67,00	7,05	8,46	15,27
Vermelha da Califórnia	75,43	7,05	8,83	11,17
Gigante Africana	74,19	6,87	8,01	19,81

Fonte: Autores (2024)

No presente trabalho os compostos húmicos formados tiveram uma média para o parâmetro de umidade de 72,20%, sendo esse valores considerados acima do ideal para o processo de compostagem. Este fato, pode ser devido ao sistema de acondicionamento das minhocas em sistema de módulos de três andares de plástico, o que dificulta o reviramento das leiras e assim diminui a aeração do composto, mantendo maior seu teor de umidade. De acordo com Nogueira (2011), se o material estiver abaixo de 40% de umidade, o processo é retardado, e acima de 60%, se torna anaeróbio, por baixar o potencial de oxirredução. Ou inconveniente, ainda segundo o esmo autor, é que quanto maior a taxa de umidade dos compostos, maior será a quantidade de chorume produzido, pois nas revirada das leiras, deve-se misturar as camadas externas mais secas, com as camadas internas mais úmidas, afim de ter uma homogeneização e distribuição mais uniforme da umidade.

Para o parâmetro pH, segundo Brito (2017) níveis muito baixos, ou muito elevados, podem reduzir e/ou inibir a ação dos microrganismos que agem na formação dos ácidos húmicos. A faixa ótima de pH está entre 6 e 8, sendo suficiente para que ocorra uma degradação satisfatória do material. No presente trabalho todos os compostos formados estiveram dentro da faixa ótima de pH, o que demonstra uma boa adaptação das três espécies as condições climáticas que foram submetidas, pois os processos de transformação do material orgânico em húmus, ocorre no seu trato gastrointestinal, assim dependendo de que os microrganismos presentes no processo estejam estabilizados para tal procedimento. Os valores médios de pH encontrados nesse experimento 6,99, estão de acordo com os de Garcia *et al* (2020), que analisaram a compostagem oriundo de minhocas violeta-do-himalaia nas condições naturais e em leiras de compostagem, obtendo uma média de 7,0, assim habilitando-os como compostos estáveis e sem riscos para a sua utilização direta no solo, ou nas plantas.

Corroborando com esse resultados, de acordo com Valente *et al* (2016), os materiais orgânicos utilizados no início do processo possuem características ácidas, o que pode promover



nas leiras de compostagem um teor ácido em suas reações iniciais. Os ácidos orgânicos formados, os ácidos minerais reagem com as bases que são liberadas no decorrer da decomposição da matéria orgânica, gerando compostos de reação alcalina, desta forma o pH do composto aumenta progressivamente à medida que o processo avança, atingindo níveis superiores a 8,0. Desta forma, os níveis ideais para as reações estão entre 5,5 e 8,5. Valores encobrados nos compostos húmicos formados pelas três espécies nas condições climáticas do município de São Luís – MA.

Segundo Donagema *et al.* (2011), compostos e solos considerados ideais para uma boa produção agrícola estão entre 6 e 6,5% de MO disponíveis para as plantas. As análises químicas dos compostos húmicos formados pelas três espécies de minhocas testadas resultaram em valores de: 8,46; 8,88; e 8,01%, ficando bem acima dos descritos na literatura, assim atestando uma boa fertilidade dos compostos formados, o que pode ser devido também as condições de adaptação das espécies as condições climáticas de São Luís – MA. Segundo Tavares Filho (2016), o pH e MO disponíveis nos compostos contribuem para a retenção dos coloides, devido a quantidade de cargas negativas estas atraem cátions trocáveis e sua superfície, assim melhorando a capacidade de retenção hídrica do composto. Como evidenciado, no presente estudo, os compostos húmicos formados tem uma quantidade significativa de matéria orgânica caima de 6,0%, disponíveis para o solo e para as plantas, o que é considerado ideal por Teixeira *et al* (2017). Desta forma, os vermicompostos produzidos independente da espécie são uma boa alternativa para utilização na agricultura de uma forma geral.

Segundo Gerude Neto *et al* (2023), quanto maior a quantidade de matéria orgânica nos compostos, maior a resistência a perdas de nutrientes por lixiviação, assim garantido uma boa saturação por base dos compostos, e uma boa capacidade de troca de cátions (CTC), desta forma auxiliando na nutrição das plantas e manutenção da qualidade dos solos onde os compostos orgânicos formados serão utilizados.

O tamanho das partículas que compõem as leiras, é uma característica que deve ser considerada durante o processo de compostagem. Pois este parâmetro, interfere diretamente na ação e interação dos organismos e microrganismos com o material a ser compostado. A decomposição é um fenômeno microbiológico cuja a sua intensidade está relacionada à superfície do material, e quanto menor a partícula, maior será a área atacada pelos microrganismos. A dimensão das partículas pode ser reduzida após trituração prévia dos resíduos, aumentando a taxa de digestão pelas bactérias, e diminuindo o tempo do processo



(DE SOUZA *et al.*, 2020).

No presente experimento foram analisadas as características granulométricas dos vermicompostos formados para entender e descrever melhor as relações dos parâmetros estudados e a disponibilidade de MO para os solos e para as plantas. A Tabela 02 a seguir, apresenta os resultados de granulometria para os compostos húmicos formados no presente experimento.

Tabela 02. Porcentagem dos Parâmetros Físicos Analisados entre os Húmus produzidos pelas três espécies de Minhocas integrantes do Experimento.

Espécies	Parâmetros Analisados		
	Argila (%)	Silte (%)	Areia Fina (%)
Violeta do Himalaia	2,20	45,75	52,05
Vermelha da Califórnia	3,89	31,5	62,13
Gigante Africana	1,92	57,45	40,63

Fonte: Autores (2024)

Os resultados da granulometria, que descrevem as proporções de partículas de areia, argila e silte, que influenciam na capacidade de drenabilidade, aeração e permeabilidade do solo são fundamentais para melhor entendimento da movimentação dos nutrientes devido as características físicas dos solos (CASTRO, 2017).

Os compostos húmicos formados apresentaram teores médios de: argila 2,67%; silte 44,9%; e areia fina 51,60% respectivamente, o que descreve os compostos formados pelas espécies Violeta do Himalaia e Vermelha da Califórnia em um composto com características Franco-arenoso, onde são caracterizados por ter alta porosidade e permeabilidade auxiliando na passagem de água e nutrientes, mas podendo ser suscetíveis a erosão e perda de nutrientes. Mas no presente experimento, como já foi constatado, a grande quantidade de MO nos compostos auxilia na manutenção de seus grânulos e nutrientes, assim mantendo a qualidade do composto húmicos formados.

De acordo com Nyle e Brady (2010) os solos francos arenosos podem ser definidos como uma miscelânea de propriedades, oriundas de proporções iguais de partículas de areia, silte e argila. Ressalvando-se que apesar desta definição, não significa que as três frações estão presentes em quantidades iguais, visto que uma pequena percentagem de partículas de argila é suficiente para atribuir ao solo propriedades referentes à esta fração, e no caso dos compostos formados, esse pequena quantidade pode auxiliar na manutenção dos nutrientes dos compostos formados.

Já o composto formado pela espécie Gigante Africana, apresentou características de um



composto de solo Franco-siltoso, onde apresenta textura equilibrada de seus agregados e partículas tendo uma maior capacidade de retenção de água e menor concentração de pH, fato que pode ser evidenciado nas concentrações de umidade e valores de pH do vermicomposto formado pela espécie, mas não inviabilizando a boa taxa de disponibilidade MO do composto.

Em solos com baixos níveis de matéria orgânica, os agregados facilmente são destruídos pela ação da água, formando agregados menores e materiais dispersos que selam a superfície do solo e inibem a infiltração. Um nível de 3% de matéria orgânica no solo, pode ser suficiente para uma boa estabilidade estrutural nestes solos franco-siltosos (SARTORI *et al.*, 2011). No presente experimento, ocompostos formado pela espécie Gigante Africana, tem 8,01% de disponibilidade de MO, desta forma garantido uma estabilidade e qatestanto sua qualidade para utilização como vermicomposto para os solos e para as plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As três espécies escolhidas no experimento Violeta do Himalaia (*Perionyx excavatus*); Vermelha da Califórnia (*Lumbricus rubellus*) e Gigante Africana (*Eudrilus eugeniae*), apresentaram desenvolvimento satiafatório em relação a capacidade de adaptação produtiva nas consições climáticas do município de São Luís – MA. Pois os compostos húmicos formados são de qualidade, apresentando bons índices de MO; pH; e umidade, além de características físicas quem auxiliam na disponibilidade de nutrientes para o solo e para as plantas.

Entre as três espécies testadas, a Vermelha da Califórnia (*Lumbricus rubellus*) foi a que melhor apresentou valores absolutos em relação ao seus índices, podendo indicar uma melhor adaptação em relação as demais no sistema de criação de sobreposição de composteiras testado em São Luís – MA. Mas vale ressaltar que com os índices gerados pelas demais raças, também apresentam-se como alternativas viáveis para reciclagem de matéria orgânica e produção de vermicompostos.

Fica evidenciado a necessidade de aprimornamento de mais variáveis e a ampliação do estudo para melhoes resultados em relação a capacidade produtiva das raças, assim como também, o volume e a velocidade de trnasformação de resíduos ques as espécies tem para a produção de compostos orgânicos.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. C. O.; CERQUEIRA, G. S.; CARNEIRO, Cristine E. A. Prospecção tecnológica para processos de compostagem de resíduos orgânicos. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 4, p. 1177-1177, 2020.

Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2015**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br>
Acessado em: 11 nov. 2024.

BRILHANTE, F. D. F. et al. **Compostagem-Aspectos Físicos e Químicos de Interesse Agrônomo**: uma revisão narrativa. In. **MENDONÇA, M. S. Organizador (org.)**, v. 1, n. 1, p. 30-39, 2021.

BRITO, L. M. **Compostagem, Fertilização do Solo e Substratos**. 1ª ed. Ribeirão Preto – SP: Agrobook, 2017. 182p.

CASTRO, T. M. **Estudo da vulnerabilidade do solo de uma área agrícola do município de Paço do Lumiar - MA à contaminação por agrotóxicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade CEUMA, São Luís, 2017.

DE SOUZA, L. A. et al. Análise dos principais parâmetros que influenciam a compostagem de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, 2020.

DONAGEMA, G. K. et al. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos- Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

GALAVOTE, T. et al. Avaliação do efeito do fortalecimento da coleta seletiva nos custos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.15, p. 201-218, 2023.

GARCIA, S. S. R et al. Análise comparativa de adubos orgânicos oriundos de diferentes tipos de compostagem. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 2, p. 115-126, 2020.

GERUDE NETO, O. J. A.; MENEZES, K. D. C.; RIBEIRO, A. W. P.; CRUZ, R. F. C. GARCIA, S. S. R.; PEREIRA, D. R.; ROSA, F. C.; GOMES, E. B.; SILVA, D. F.; MIRANDA, R. C. Influence of Fibrous Material on The Composting, With the Inclusion of Different Biocatalysts. **Ciência e Natura**, v. 46, e 15, 2023.

GUIMARÃES, A. A. Reciclagem de resíduos orgânicos através da minhocultura. **Sustentabilidade**. Juiz de Fora, 2016, p. 45-50.

LOURENÇO, Nelson. **Manual de Vermicompostagem e vermicultura para a agricultura orgânica**. Nelson Lourenço, 2014.

LUTZ, A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 2, 1985.



MODESTO, F. Crescimento populacional e mudanças climáticas: antigas questões em novos contextos. **Dinâmicas**, p. 175, 2011.

NASCIMENTO, Alex Favaro. et al. Caracterização de vermicomposto produzido com palha de café e esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, 2015.

NOGUEIRA, J. O. C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares com foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 316-325, 2011.

NYLE, C.; BRADY, R. R. **The Nature and Properties of Soils**. 13^a ed. Editora Prentice Hall. Piracicaba 2010.

OLIVEIRA, F. N. Sombra.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, João Paulo. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem: processo de baixo custo**. Viçosa – MG. 1 ed. Editora UFV, 2007. 81p.

SARTORI, A.; GENOVEZ, A. M. Critérios para classificação hidrológica de solos tropicais brasileiros. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, v. 19, 2011.

SARTORI, V. C. et al. **Cartilha para agricultores: Adubação verde e compostagem: Estratégias de manejo do solo para conservação das águas**. Caxias do Sul/RS: EducS, 2011.

SILVA, P. *et al.* Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. **Química Nova**, v. 34, n. 6, 2011.

TAVARES FILHO, J. **Física e conservação do solo e água**. Londrina: Eduel, 2016.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A. **Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017.**

VALENTE, B. S. et al. Compostagem e vermicompostagem de dejetos líquidos de bovinos leiteiros e cama aviária. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.249, p.79-88, 2016.

VIANA, F. D. F.; NEPOMUCENO, S. M. O Setor de Serviço de Coleta, Tratamento e Disposição de Resíduos no Brasil: uma análise do emprego formal para os anos de 2010e 2019. **Gestão e Desenvolvimento em Revista**, v. 8, n. 2, 2023.