

DA COMPOSTEIRA AO ATERRO: COMPARATIVO DA PEGADA DE CARBONO ENTRE OS DIFERENTES TRATAMENTOS DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Clariane da Silva Martins^x, Hiago Tavares de Souza², Nilson Brandalise³, Ana Carolina Maia Angelo⁴

(¹Universidade Federal Fluminense, Av. dos Trabalhadores, 420, Vila Santa Cecília, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil; ^x e-mail: clarianemartins@id.uff.br)

RESUMO

O estudo visa analisar o panorama e as tendências da produção científica internacional sobre a destinação adequada dos resíduos orgânicos, com foco em reaproveitamento e sustentabilidade dos processos. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo bibliométrico de artigos científicos publicados na plataforma de pesquisa *Web of Science* (WoS) sobre a temática nos últimos 10 anos. Foi identificado que a junção da compostagem com o aterro sanitário foi eficaz para a redução da pegada de carbono, reduzindo o volume enviado ao aterro e contribuindo com a recuperação energética. Além disso, a compostagem doméstica demonstrou menos impactos ambientais negativos do que a compostagem comunitária. Apesar de eficaz, a compostagem é um procedimento que demanda tempo, portanto, os resultados contribuem para a literatura ao destacar o histórico de pesquisa dos últimos anos e tendências de desenvolvimento de tecnologias nesta área para os próximos estudos.

Palavras-chave: Compostagem; ciclo de vida; aterro sanitário; resíduo orgânico

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos tornou-se um problema complexo de resolver nos últimos anos. Com o aumento do consumismo, especialmente de alimentos processados e ultra processados, aumentou-se a geração de resíduos sólidos urbanos com composição mais complexa, e consequentemente, mais difíceis de serem decompostos (Horta & Castro, 2016).

A composição dos resíduos orgânicos é bastante heterogênea, e são determinados principalmente pela sazonalidade e a fonte geradora. Consistem na maior parte por carboidratos, seguido de gorduras e proteínas. Tal composição impacta de forma positiva ou negativa no produto final (Lelicinska-Serafim; Manczarski; Rolewicz-Kalinska, 2023).

Apesar do desenvolvimento tecnológico em grande parte da cadeia produtiva, o descarte ambientalmente adequado ainda é um grave problema que muito municípios enfrentam, e que aumenta com a falta de consumo consciente da população. Segundo Pereira & Fiore (2022), em 2016 foram gerados 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) e até 2050, esse valor será ampliado para 3,40 bilhões por ano. Ainda, pontuam que os resíduos orgânicos correspondem a 35-56% dos RSU, e as maiores frações remetem preponderantemente em países de economia emergente.

Em contrapartida a esse rumo, em 2010, foi publicada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que define regras, deveres e conceitos referentes ao gerenciamento de resíduos no Brasil, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais. Segundo a Lei, enquadra-se como alternativas ambientalmente adequadas à destinação de resíduos a reutilização, a

reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético; e a destinação de rejeitos aos aterros sanitários (Brasil, 2010).

Os impactos ambientais causados pela disposição inadequada de resíduos podem ser mensurados através de indicadores. A pegada de carbono é uma ferramenta que mede as emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) causados por uma atividade (Mathur *et al.*, 2022). Dessa forma, é possível comparar diferentes formas de destinação de resíduos e entender o quanto de impacto cada uma gera.

Ao final do ciclo de vida, os resíduos orgânicos podem ter três tipos de destinação: aterros sanitários, que é a forma mais predominante, lixões a céu aberto e tratamentos biológicos. Entre os tratamentos biológicos, pode-se observar a utilização de biodigestores, compostagem e reatores biológicos como mecanismos de transformação (Gomes, 2021). Cada um deles terá um impacto ambiental diferente e, portanto, há a necessidade de entender a melhor forma de destinação.

A compostagem é uma maneira de tratamento de resíduos orgânicos que têm ganhado espaço, principalmente em projetos desenvolvidos em escolas. O contato com essa ferramenta estimula a reflexão e autorresponsabilidade sobre a gestão de seus resíduos (Fontes *et al.*, 2021).

Além de sua função principal de decompor os resíduos orgânicos, a compostagem possibilita a reutilização do produto final, por meio do composto orgânico, que pode ser utilizado como fornecedor de nutrientes para o solo e plantas. Tal composto pode substituir ou complementar a utilização de fertilizantes minerais sintéticos, reduzindo custos (Melo & Silva, 2024).

Apesar da notoriedade dos procedimentos existentes, um grande desafio neste setor é a segregação do material na fonte geradora. A quantidade e qualidade do produto final oriundo dos métodos como compostagem, biodigestores e aterros sanitários é fortemente impactada por contaminação de resíduos inorgânicos, que fornece materiais pesados, plásticos entre outros em sua composição (Jalalipour *et al.*, 2020).

A partir do problema referente a destinação de resíduos e impactos ambientais, o objetivo do trabalho é entender qual forma de tratamento de resíduo é ambientalmente mais adequada, baseado em aspectos quantitativos.

Considerando o fato de que boa parcela dos resíduos orgânicos são destinados à aterros sanitários e que tal ação provoca diversos impactos ambientais, a motivação desse estudo é comparar dois métodos de destinação a fim de identificar qual é ambientalmente mais adequada. Em 2023, cerca de 58% dos resíduos coletados foram destinados em aterros sanitários (disposição final ambientalmente adequada) e aproximadamente 41% em áreas de disposição final inadequadas (ABREMA, 2024).

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa visa apresentar as tendências para o tratamento de resíduos orgânicos e realizar análises de correlação. Para corroborar estas informações, foi realizado um estudo bibliométrico de artigos científicos publicados na plataforma de pesquisa *Web of Science* (WoS) sobre a temática (Figura 1).



Figura 1: Processo de análise bibliométrica. Fonte: autores (2025)

O estudo considerou documentos do tipo “artigo” publicados em revistas indexadas até dezembro de 2025. Utilizou-se dois conjuntos de *strings* de busca, conforme figura 2:

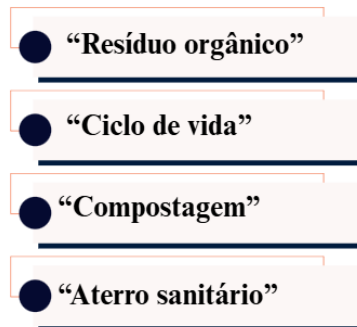


Figura 2: Conjuntos de *strings*. Fonte: autores (2025)

Foi utilizado o pacote em R chamado *Bibliometrix* para condução da análise dos resultados. Para análises gráficas usou-se o *Biblioshiny*, uma aplicação com finalidade de análise bibliométrica que opera principalmente com dados provenientes das bases *Scopus*, *Web of Science* e *Dimensions*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As *strings* de busca utilizadas equivalem a palavras-chave com objetivo de encontrar trabalhos realizados sobre o tratamento de resíduos orgânicos e avaliação do ciclo de vida relacionado ao método de compostagem e aterros sanitários nos últimos dez anos. Segue a quantidade de documentos encontradas por *string*:

Palavras-chave	Total
“resíduo orgânico” AND “ciclo de vida”	577
“resíduo orgânico” AND “ciclo de vida” AND “compostagem”	149
“resíduo orgânico” AND “ciclo de vida” AND “compostagem” AND “aterro sanitário”	3
Total	729

Tabela 1: Palavras-chave x Ocorrências. Fonte: autores com base em *Biblioshiny* (2025)

Com base na tabela 1, observa-se uma redução de 574 documentos com a inclusão da *string* “compostagem” e “aterro sanitário”, indicando que a compostagem não é amplamente

abordada no período analisado ou que os estudos sobre ciclo de vida dos resíduos orgânicos não contemplam esse método de tratamento.

Não foram encontradas duplicatas nas três *strings*, entretanto, ao unificá-las no *Bibliometrix*, os documentos se repetem, pois são resultados da mesma *string* com mais um termo de busca. Ao aumentar as palavras-chaves, obtém um termo unificado que será o principal a ser tratado nesse artigo. As principais informações referentes à pesquisa encontram-se descritas, conforme tabela 2:

Descrição	Resultados
Intervalo de tempo	2016:2025
Documentos	577
Palavras-chave de autores	1482
Referências	38.697
Tipos de documentos	
Artigo	424
Artigo; capítulo de livro	3
Artigo; acesso antecipado	1
Artigo; anais de conferência	6
Colaboração dos autores	
Autores	2836
Autores de autoria única	12
Co-autores por documento	5,64

Tabela 2: Principais informações sobre a pesquisa. Fonte: autores com base em *Biblioshiny* (2025)

Após coleta dos dados na base *Web of Science*, foi possível observar que houve aumento da produção científica sobre o tema, entretanto, não foi um crescimento constante conforme apresentado na figura 3:

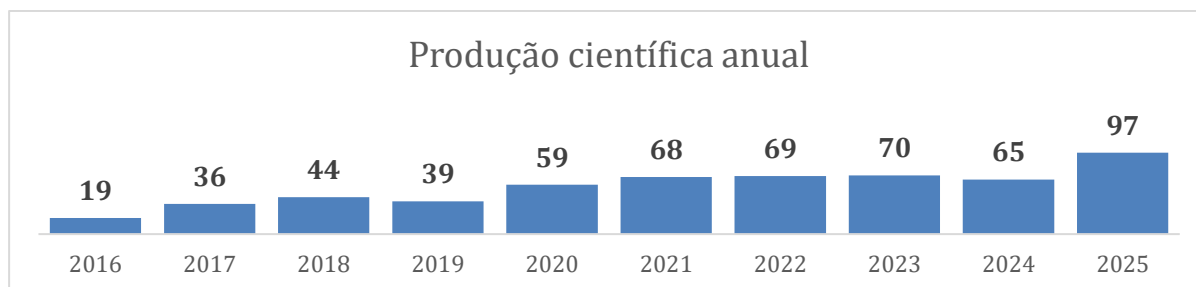


Figura 3: Produção científica anual no período de 10 anos. Fonte: autores com base em *Biblioshiny* (2025)

É possível notar o crescente número de publicações no período da pandemia (a partir do ano de 2020). Os trabalhos refletem o comportamento que muitas pessoas adotaram durante esse intervalo de tempo, como realizar compostagem doméstica ou comunitária, juntamente com novas regulamentações sobre a atividade ao redor do mundo (Sánchez, 2022).

Na figura 4, é possível observar que a produção científica nos países aumentou nos últimos 10 anos de forma crescente. China lidera o desenvolvimento de trabalhos nesse âmbito. Wei *et al.* (2021) destaca investimentos do governo da China para estabelecimento e operação de um sistema de coleta e destinação de resíduos orgânicos, o que evidencia a preocupação do país em tratar esse material de forma mais adequada.

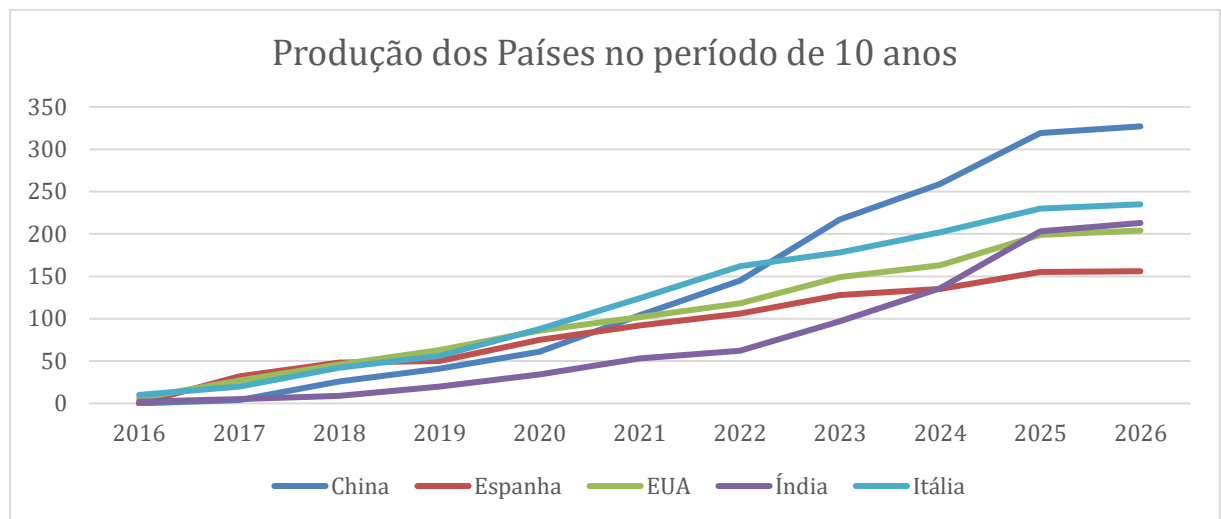


Figura 4: Produção científica dos países no período de 10 anos. Fonte: autores com base em *Biblioshiny* (2025)

Os resíduos orgânicos causam impactos negativos não apenas no destino final, e sim em todo seu ciclo. A avaliação do ciclo de vida (AVC) permite estimar os potenciais impactos ambientais gerados ao longo de todo o ciclo de vida de uma atividade. O transporte dos resíduos até o local de tratamento, além de atividades logísticas interferem significativamente nos resultados (Dutra *et al.*, 2019).

A partir da pesquisa bibliométrica realizada no presente trabalho, foi possível coletar as principais palavras relacionadas ao assunto, conforme figura 5:



Figura 5: Palavras mais frequentes. Fonte: autores com base em *Biblioshiny* (2025)

É possível notar que a palavra mais frequente é “avaliação do ciclo de vida”. Compostagem, aterro sanitário e gerenciamento também é observado com frequência. Os resíduos alimentares produzem emissões de gases de efeito estufa (GEE) em todo seu ciclo e influenciam as mudanças climáticas. Essas emissões estão relacionadas com o manuseio, transporte e operação de resíduos, considerando também os impactos causados pelas máquinas que utilizam combustíveis fósseis (Yusoff, 2018).

Reduzir o volume descartados em aterros sanitários ou centros de compostagem comunitários é fundamental no ciclo de vida dos resíduos orgânicos. Em geral, Sánchez (2022), relata que a compostagem doméstica apresentou melhor desempenho do que outras tecnologias de gestão de resíduos na maioria das categorias de impacto.

Estudos presentes na literatura reforçam a eficácia da compostagem no tratamento de resíduos orgânicos. Vicentin *et al.* (2021) que avaliaram o desempenho ambiental, energético e econômico do processo de compostagem, afirmaram que a combinação de compostagem e vermicompostagem reduz o conteúdo de matéria orgânica descarregadas no meio ambiente e o volume enviado ao aterro sanitário, além de substituir o consumo de combustíveis fósseis.

Apesar de ser um método eficaz, a compostagem demanda um período longo para realizar a total decomposição dos resíduos poluentes orgânicos. Rossetti e Campos (2020) destacam em seu estudo procedimentos que visam acelerar a compostagem, como aumentar a aeração, aquecimento e agitação mecânica. Estes processos envolvem redução do tamanho das partículas dos resíduos, adição de co-substratos buscando alterações energéticas e mudanças nos parâmetros operacionais como aeração e temperatura.

Os aterros sanitários, apesar de ser o método mais aplicado no Brasil, apresenta impactos ambientais a longo prazo. Yusoff (2018) destaca que a Malásia contém 114 aterros inativos que exigem tratamento e gerenciamento pós fechamento por pelo menos 30 anos. Além disso, destaca que 93,5% dos resíduos sólidos urbanos são enviados sem triagem para aterros e lixões a céu aberto, sem recuperação de gás.

Dai-Pra *et al.* (2018) menciona em sua pesquisa sobre avaliação do ciclo de vida aplicada à gestão de resíduos sólidos urbanos em aterros, consequências acarretadas quando os resíduos são aterrados, como a geração de lixiviado, geração de biogás e alteração da altura e volume de massa aterradas, influenciando nas características da estrutura do aterro. Essa última alteração, contribui positivamente, visto que aumenta a área útil de disposição dos resíduos.

Quando comparado a pegada de carbono do aterro sanitário com a compostagem, o segundo método mostrou-se ser mais vantajoso em relação ao primeiro. Para o resultado, Grossi *et al.* (2024) utilizou o software SimaPro e o banco de dados Ecoinvent, apoiando-se em dados da literatura para processos não cobertos pelo banco de dados.

É possível observar em grande parte dos estudos, o uso em conjunto dos dois tratamentos. Enquanto o aterro sanitário é uma técnica de disposição final, a compostagem deve preceder a etapa de disposição, uma vez que proporciona o reaproveitamento dos resíduos por meio da triagem (Felicori *et al.*, 2016).

A importância de combinar os dois métodos para tratar os resíduos sólidos urbanos e aumentar a vida útil do aterro sanitário são evidenciados em diversos estudos. Dai-Pra *et al.* (2018) relata que a inclusão de processos de triagem, reciclagem e compostagem nos aterros sanitários mostrou um decréscimo nos impactos ambientais. Ainda, destaca a economia de recursos naturais (K e P) e energia, além, de minimizar as emissões atmosféricas (C e N).

Morais *et al.* (2022) pontuou estimativas da produção de metano e biogás em diferentes cenários, constando que quando o resíduo não sofre triagem e é descartado em sua totalidade em aterro

sanitário, a produção de gases e emissão de metano é maior do que quando comparado ao cenário em que o resíduo orgânico é tratado pela compostagem. A redução estimada é de pouco mais que 2.500 toneladas de produção de gases.

A combinação de métodos de tratamento de resíduos como estratégia para redução da pegada de carbono também pode trazer ganhos relacionados à recuperação energética. Abdallah *et al.* (2021) que objetivou testar um modelo de otimização da gestão integrada dos resíduos baseada na valorização energética no Emirados Árabes Unidos, constatou a eficácia do modelo. Contudo, para a escolha das instalações, deve ser considerado as características locais de cada país, destacando a compostagem como método conveniente.

Os aterros sanitários, mesmo com recuperação de gás, contribuem para emissões de GEE e geração de lixiviado. Portanto, a combinação de métodos de recuperação de resíduos, demonstra ser a solução para o descarte ambientalmente mais adequado, conforme tabela 3 (Malakahmad *et al.*, 2017).

Cenários	Descrição	T CO ₂ eq./t RSU
1	Aterro sanitário com sistema de recuperação de biogás	0,291
2	Digestão anaeróbica e reciclagem	0,251
3	Incineração	0,646

Tabela 3: Toneladas de dióxido de carbono equivalente por tonelada de resíduos sólidos urbanos. Fonte: Malakahmad *et al.*, 2017.

Cartoza *et al.* (2022) estimou 22.062 T CO₂eq evitadas quando a compostagem foi utilizada para tratar resíduos orgânicos de grandes geradores coletados e tratados por uma empresa de médio porte. Este número representa uma redução de 83,5% das emissões de CH₄ caso os resíduos fossem enviados para o aterro.

Freitas *et al.* (2024) relatou em seu estudo que para o modelo de gerenciamento de resíduos de um restaurante, foi identificado a emissão de 14.099 t/ano utilizando o método de aterro sanitário. Quando associado a compostagem e digestão anaeróbia, o mesmo volume de resíduos foi responsável por 3.516t CO₂eq/ano, representando uma diminuição significativa.

As emissões ocasionadas durante a atividade de coleta dos resíduos também devem ser consideradas como fator de impacto no resultado final. Madden *et al.* (2024) afirma que a melhoria da eficiência da coleta de resíduos, teriam maior impacto na redução das emissões do tráfego e coleta de resíduos.

CONCLUSÃO

A partir dos dados e discussão do presente trabalho, é possível notar que o tema “tratamento de resíduos orgânicos” é acompanhando do termo “avaliação do ciclo de vida”, com foco em pegada de carbono. Considerando a necessidade de encerrar as atividades de lixões e alguns aterros sanitários ao redor do mundo, tornou-se necessário a investigação de novas formas de tratamento de resíduos. É possível encontrar na literatura diversos trabalhos que buscam otimizar o gerenciamento de resíduos realizando combinações de tratamentos e, dessa forma, minimizar a carga de poluentes emitidos.

Foi observado nos estudos que a junção da compostagem com o aterro sanitário foi eficaz para redução da pegada de carbono. Foi identificado também que a compostagem doméstica, realizada individualmente, demonstrou causar menos impacto ambiental negativo do que a compostagem comunitária.

Nesse âmbito, a compostagem é uma ferramenta fundamental no tratamento dos resíduos orgânicos para minimizar a carga de poluentes. Entretanto, a falta de dados relacionados às atividades de coleta e logística não deixa claro se há resultados eficazes na avaliação do ciclo de vida dos tratamentos em conjunto. Para estudos futuros, será interessante avaliar a atividade de coleta do material e qual logística seria mais eficaz para minimizar a carga de poluentes.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, M. *et al.* (2021) A multi-objective optimization model for strategic waste management master plans. **Journal of Cleaner Production**, 284, 1-16.

Associação Brasileira de resíduos e meio ambiente. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024. ABREMA, 2024.

BERNSTAD, A. (2013) Door-stepping as a strategy for improved food waste recycling behaviour–Evaluation of a full scale experiment. **Resources, Conservation and Recycling**, 73, 94-103.

BRASIL. **Lei n. 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília: Câmara dos Deputados, n. 81, 2010b.

CARTOZA, C. F. *et al.* (2022) Potential of carbon credits generation from organic waste composting of large generators: an alternative to the final disposal in sanitary landfills. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, 57 (2), 206-214.

DAI-PRÁ, L. B. *et al.* (2018) Avaliação de ciclo de vida (AVC) aplicada à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros: uma revisão. **Rev. Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, 7 (3), 353-364.

DUTRA, A. C. *et al.* (2019) Avaliação do ciclo de vida como uma ferramenta de análise de impactos ambientais e conceito aplicados em programas educativos. **Rev. Brasileira de ciências ambientais**, 51, 15-27.

EUROPEAN COMPOST NETWORK. Country reports for Italy 2020. Disponível em: <https://www.compostnetwork.info/download/country-report-italy-2020/> . Acesso em: 13 nov. 2025.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). (2020) **Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities**. In: EEA Report, nº 4. Luxemburgo: EEA Report.

FELICORI, T. C. (2016) Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, 21 (3), 547-560.

FONTES, K. D. S. A. *et al.* (2021) A compostagem como instrumento de educação ambiental em escolas do município de João Monlevade- MG. **Research, Society and Development**, 10 (10), 1-10.

FREITAS, G. P. *et al.* (2024) Valoração de resíduos orgânicos em sistemas de biodigestores no contexto da bioeconomia. **Contribuciones a las ciencias sociales**, 17 (3), 01-22.

GOMES, J. C. (2021) Formação de multiplicadores para reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem em tempos de pandemia. **Revista ELO – Diálogos em Extensão**, 10, 1-12.

GROSSI, G. *et al.* (2024) Carbon footprint associated with two organic waste management: tunnel composting system versus landfill. **International Journal of Environmental Science and Technology**, 21, 5499-5512.

HORTA, E. F.; CASTRO, M. C. A. A. (2016) Subsídios para elaboração de plano municipal para gestão da fração orgânica de resíduos sólidos domiciliares para o município de Rio Claro- SP. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, 19 (2), 22-33.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. (2009) **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Embrapa Solos: Rio de Janeiro. 154p.

JALALIPOUR, H. *et al.* (2020) Potential of producing compost from source- separated municipal organic waste (a case study in Shiraz, Iran). **Sustainability**, 12(22), p. 2-17.

KAZA, S. *et al.* What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. Washington: World Bank; 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> . Acesso em: 13 nov. 2025.

LELICINSKA-SERAFIN, K.; MANCZARSKI, P.; ROLEWICZ-KALINSKA. (2023) An insight into post-consumer food waste characteristics as the key to na organic recycling method selection in a circular economy. **Energies**, 16, 2-13.

LINS, L. P. *et al.* (2022) O aproveitamento energético do biogás como ferramenta para os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Interações**, 23 (4), 1275-1286.

MADDEN, B. *et al.* (2024) Estimating emissions from household organic waste collection and transportation: The case of Sydney and surrounding areas, Australia. **Cleaner Waste Systems**, 9.

MALAKAHMAD, A. *et al.* (2017) Assessment of carbon footprint emissions and environmental concerns of solid waste treatment and disposal techniques; case study of Malaysia. **Waste Management**, 70, 282-292.

MELO, A.; SILVA, R. S. (2024) Produção de fertilizante orgânico de origem urbana. **Revista Ciência e Sustentabilidade**, 8 (1), 1-15.

MORAIS, L. N. L. *et al.* (2022) Estimativa de produção de biogás e potencial energético dos resíduos sólidos em Pau dos Ferros (RN). **Revista em agronegócio e meio ambiente**, 15 (2) 526-541.

PEREIRA, V. R.; FIORE, F. A. (2022) Fatores influenciadores da segregação de resíduos orgânicos na fonte geradora para a viabilização de sistemas de compostagem. **Eng. Sanitária Ambiental**, 27 (4), 643-652.

ROSSETTI, R. R.; CAMPOS, S. X. (2020) Aceleração do processo de compostagem. Uma revisão. **Caderno de ciências agrárias**, (12), 01-12.

SÁNCHEZ, A. (2022) Decentralized composting of food waste: a perspective on scientific knowledge. **Frontiers in Chemical Engineering**, 4.

SILVA, L. O. *et al.* (2024) Fortalecimento da agricultura familiar através da implementação de biodigestores caseiros: uma abordagem sustentável e tecnológica para o manejo de resíduos orgânicos. **Revista Caderno Pedagógico**, 21 (13), 01-20.

VICENTIN, R. *et al.* (2021) Poultry litter stabilization by two-stage composting-vermicomposting process: environmental, energetic and economic performance. **Chemosphere**, 281.



WEI, Y. *et al.* (2021) Recycling of nutrients from organic waste by advanced composting technology – a case study. **Bioresource Technology**, 337.

YUSSOFF, S. (2018) Toward integrated and sustainable waste management system in University of Malaya: UM zero waste campaign. **E3S Web of Conferences**, 48.

ZAGO, V. C. P; BARROS, R. T. V. (2019) Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, 24, 219-228.