



Impactos Ambientais dos Resíduos Sólidos: Diagnóstico e Perspectivas para a Gestão Sustentável

Environmental Impacts of Solid Waste: Diagnosis and Perspectives for Sustainable Management

Maria Rita Salvador Câmara, Graduada em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

maria.camara@ufu.br

Arthur Martins Alves Oliveira, Graduando em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

arthur.oliveira1@ufu.br

Mara Rúbia da Silva Miranda, Engenharia de Produção, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

mara_miranda@ufu.br

Luis Fernando Magnanini de Almeida, Engenharia Física, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

almeida@ufu.br

Número da sessão temática da submissão – []

Resumo

A gestão de resíduos sólidos é um desafio significativo no Brasil, com uma grande quantidade de resíduos gerados anualmente. Entre 2014 e 2019, a maior parte dos resíduos sólidos foi tratada por meio da reciclagem, mas sua eficiência ainda é limitada. A compostagem é outra alternativa importante para tratar resíduos orgânicos, mas sua implementação ainda é incipiente no país. A falta de infraestrutura adequada para compostagem e reciclagem, aliada ao aumento contínuo na geração de resíduos, demanda esforços conjuntos entre governo, setor privado e sociedade civil. Políticas públicas eficazes e ações de educação ambiental são fundamentais para promover práticas sustentáveis e reduzir os impactos ambientais causados pelos resíduos orgânicos. Neste sentido, o objetivo deste artigo é realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos no Brasil, analisando a sua composição e o gerenciamento destes resíduos. Os resultados mostraram que mais de 50% do lixo é um resíduo orgânico, e que mesmo existindo uma grande porcentagem de reciclagem, o Brasil ainda necessita de projetos para viabilizar a gestão destes resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Sustentabilidade; Gestão de Resíduos.



Abstract

Solid waste management is a significant challenge in Brazil, with a large amount of waste generated annually. Between 2014 and 2019, most solid waste was treated through recycling, but its efficiency is still limited. Composting is another important alternative for treating organic waste, but its implementation in the country remains incipient. The lack of adequate infrastructure for composting and recycling, combined with the continuous increase in waste generation, demands joint efforts between the government, the private sector, and civil society. Effective public policies and environmental education actions are essential to promote sustainable practices and reduce the environmental impacts caused by organic waste. In this regard, the aim of this article is to conduct a diagnosis of solid waste in Brazil, analyzing its composition and management. The results showed that more than 50% of the waste is organic, and even though there is a considerable percentage of recycling, Brazil still needs projects to enable better waste management.

Keywords: *Solid Waste; Sustainability; Waste Management.*

1. Introdução

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos principais desafios ambientais enfrentados pelos países, especialmente aqueles em desenvolvimento, como o Brasil. O crescimento populacional, o aumento do consumo e a urbanização acelerada resultam na produção de grandes volumes de resíduos, exigindo soluções eficazes para minimizar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade. Nesse contexto, compreender a composição dos resíduos e suas formas de destinação torna-se essencial para o desenvolvimento de políticas públicas e práticas de gestão mais eficientes.

A composição dos RSU está diretamente relacionada aos hábitos da população e a fatores socioeconômicos e culturais. Estudos indicam que aproximadamente 65% dos resíduos gerados são matéria orgânica, enquanto os recicláveis representam uma parcela menor: 15% são papel e papelão, 7% plásticos, 2% vidros e 3% metais. O restante inclui materiais de baixo potencial de reciclagem, como trapos, madeira, borracha, terra, couro e louça, além de resíduos com alto potencial poluidor, como pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes (Assembleia Legislativa do Estado do Espírito Santo, 2008; Faila, 2014). Esses dados evidenciam a necessidade de estratégias diferenciadas para o manejo adequado de cada tipo de resíduo e em destaque os resíduos de matéria orgânica, onde são originados dos resíduos domiciliares, por ser em maior quantidade comparado aos outros.

Os resíduos sólidos podem ser classificados em quatro categorias principais: resíduos domiciliares e comerciais, resíduos de limpeza pública, resíduos da construção civil e resíduos especiais. Os primeiros são os mais comuns, compostos predominantemente por matéria orgânica e materiais recicláveis. Já os resíduos de limpeza pública incluem folhas, galhos e detritos coletados em corpos d'água. Os resíduos da construção civil, conhecidos como entulho, consistem em materiais inertes resultantes de obras e reformas. Por fim, os resíduos especiais englobam aqueles provenientes de serviços de saúde e da indústria, podendo apresentar características de toxicidade e periculosidade (Silva; Tagliaferro; Oliveira, 2021, p. 5).

Dentre as estratégias de destinação e tratamento de resíduos no Brasil, a reciclagem se destaca como o método mais utilizado entre 2014 e 2019. No entanto, observa-se uma estagnação nesse processo, indicando desafios na ampliação da sua eficiência e abrangência. A compostagem, embora presente, ainda possui impacto ambiental limitado e um potencial de crescimento restrito. Diante desse cenário, torna-se imprescindível a implementação de



medidas que incentivem práticas mais sustentáveis e que ampliem a eficiência da gestão dos resíduos sólidos no país.

Dessa forma, este artigo busca analisar a composição e o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares, destacando as principais estratégias adotadas e os desafios enfrentados na busca por uma gestão ambientalmente responsável. A compreensão desses aspectos é fundamental para o desenvolvimento de soluções que promovam a redução, reutilização e reciclagem, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais e para a sustentabilidade urbana.

2. Procedimentos Metodológicos

Este estudo foi feito através de uma revisão bibliográfica em livros e artigos já publicados, para compreender os desafios enfrentados frente aos resíduos sólidos domésticos. A pesquisa bibliográfica, enquanto método, possibilita a análise crítica de um conjunto de materiais previamente publicados, consolidando a construção de uma argumentação academicamente embasada.

O estudo seguiu um método organizado para encontrar e analisar fontes acadêmicas, abrangendo livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações especializadas em resíduos sólidos domésticos. Para escolher os materiais, foi utilizado sites de pesquisa conhecidos, como o Google Acadêmico e o CAPES Periódicos. Adicionalmente, foram aplicados critérios de seleção que priorizaram publicações recentes, assegurando a atualidade das informações e a relevância dos estudos analisados.

A natureza exploratória desta pesquisa justifica-se pela necessidade de expandir o conhecimento sobre o tema, identificando as diversas abordagens teóricas e práticas relacionadas à gestão, aos impactos ambientais e às possíveis soluções para o manejo dos resíduos sólidos domésticos. O estudo empenhou-se em compreender os desafios enfrentados nesse contexto, bem como em analisar experiências e propostas que visam aprimorar a gestão desses resíduos.

Os materiais escolhidos foram analisados com atenção e comparados entre si, para ter uma visão completa do tema. Nesse processo, foram identificados os principais conceitos, os métodos usados em outros estudos, e os desafios e tendências apontados pelos autores. Isso ajudou a construir a base teórica do trabalho, garantindo que as discussões fossem baseadas em pesquisas confiáveis.

Por se tratar de um estudo de caráter bibliográfico, não foram realizadas coletas de dados primários ou experimentações diretas. A pesquisa se fundamenta exclusivamente em fontes secundárias, o que reforça a importância de uma análise criteriosa e detalhada dos materiais consultados. Dessa forma, os resultados e discussões apresentados ao longo deste trabalho baseiam-se na interpretação e síntese das informações extraídas das publicações analisadas.

Além disso, o artigo utilizou a pesquisa documental para a busca de dados quantitativos acerca da quantidade de resíduos, sua composição, e tipo de tratamento. A pesquisa documental pode ser feita em sites especializados, como portais governamentais, relatórios de instituições de pesquisa, publicações acadêmicas e organizações ambientais, permitindo a coleta de informações atualizadas e confiáveis para a análise proposta.

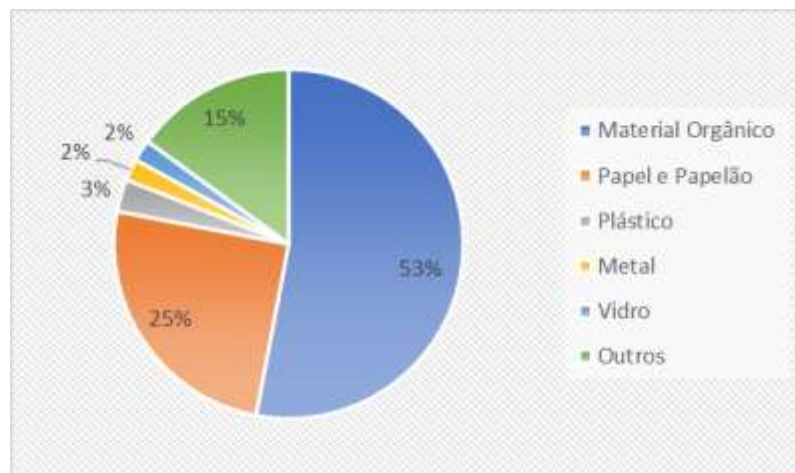
Assim, a metodologia empregada neste artigo contribui para a construção de um conhecimento sólido sobre resíduos sólidos domésticos, possibilitando a identificação de boas práticas, desafios e perspectivas futuras relacionadas ao tema. A pesquisa bibliográfica exploratória permitiu não apenas uma compreensão aprofundada da literatura existente, mas

também a organização de informações relevantes que podem servir de base para estudos futuros e para a formulação de estratégias voltadas à gestão sustentável dos resíduos sólidos domésticos.

3. Resultados e Discussões

A análise da composição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) revela um panorama complexo, com implicações significativas para a gestão ambiental e a sustentabilidade urbana. O Gráfico 1, corroborado pelos dados da ABRELPE, evidencia a predominância de material orgânico nos RSU, um reflexo direto dos hábitos de consumo e da geração de resíduos domésticos. Essa constatação mostra a necessidade de estratégias eficazes de gestão de resíduos orgânicos, como a compostagem, que podem desviar grandes volumes de resíduos dos aterros sanitários, reduzindo a produção de gases de efeito estufa e o desperdício de recursos.

Gráfico 1 – Composição do lixo brasileiro



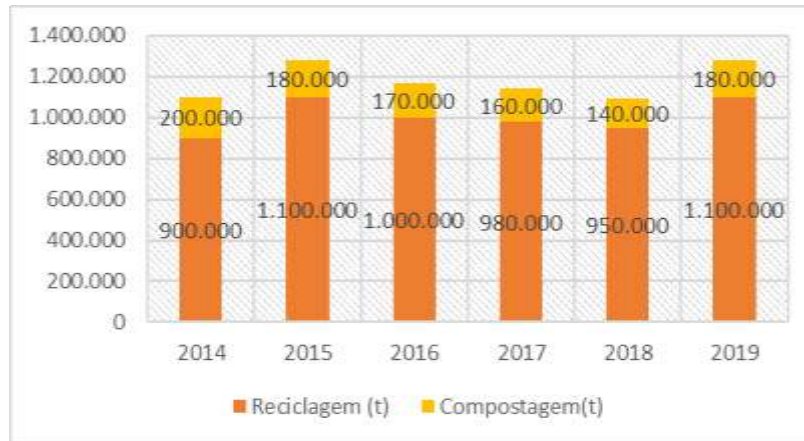
Fonte: ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022.

Com base na análise do Gráfico 2, observa-se que, no Brasil, entre os anos de 2014 e 2019, a maior parte dos resíduos sólidos (resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana) tratados foi destinada à reciclagem. No entanto, a quantidade de resíduos reciclados manteve-se relativamente constante ao longo do período, indicando uma estagnação nesse método de tratamento. A compostagem também se destaca como uma alternativa presente no país, embora sua representatividade seja significativamente inferior à da reciclagem. Por outro lado, os métodos de recuperação energética e incineração não apresentam participação expressiva no tratamento de resíduos sólidos nesse intervalo.

Diante da grande massa de resíduos, o conceito de Waste to Energy (WTE), que pode ser traduzido como "do lixo à energia", é extremamente importante pois se refere a um modelo de negócios que emprega tecnologias para converter resíduos, especialmente os não recicláveis e orgânicos, em fontes de energia renováveis. Países como Noruega e Suécia têm implementado essa abordagem de forma eficiente, conseguindo eliminar todo o lixo gerado em seus territórios e, adicionalmente, importando resíduos de outras nações europeias para abastecer suas usinas de WTE. O Japão, reconhecido por sua gestão sustentável de resíduos e

considerado um dos líderes nesse mercado, realiza a recuperação energética de mais de 70% dos seus resíduos sólidos por meio dessa tecnologia.

Gráfico 2 – Massa de resíduos sólidos por tipo de tratamento, por ano.

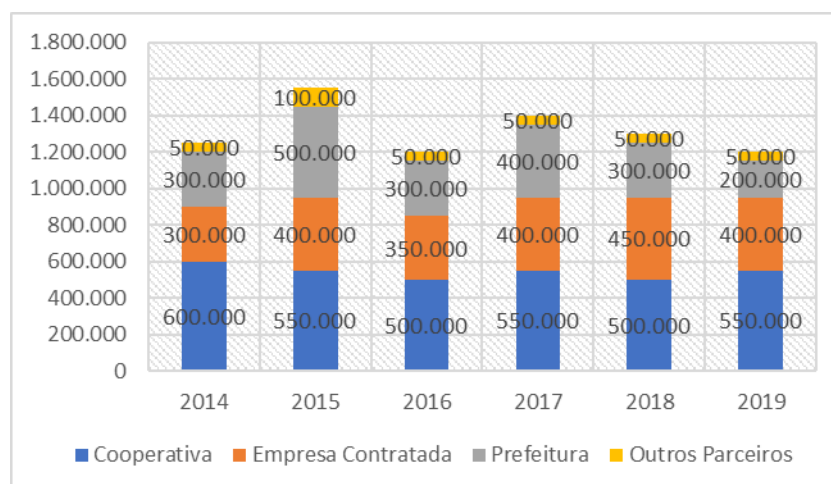


Fonte: Fonte: SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

No Brasil, contudo, a adoção da tecnologia WTE ainda é inexistente. De acordo com Yuri Tisi, presidente-executivo da Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos (ABREN), o número de projetos nessa área ainda é reduzido.

Sendo assim, os principais tipos de coleta seletiva no Brasil são feitos pelas prefeituras municipais e por empresas contratadas, observando-se que a coleta pelas cooperativas ainda podem ser mais significativas, segundo o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Massa de material coletado seletivamente, por ano.



Fonte: SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

As cooperativas desempenham um papel fundamental na gestão de resíduos sólidos, tanto do ponto de vista social quanto ambiental, contribuindo significativamente para a valorização de materiais recicláveis e para a inclusão socioeconômica de catadores. No entanto, a estagnação de sua participação ao longo dos anos sugere a presença de desafios estruturais,



financeiros e operacionais, os quais podem estar associados à escassez de investimentos, à limitada oferta de apoio técnico e à ausência de incentivos governamentais. Esses fatores podem restringir a expansão e a eficiência das cooperativas, comprometendo seu potencial de atuação no setor de resíduos sólidos, sendo que o descarte inadequado desses materiais pode resultar na contaminação do solo e da água.

Em 2010, a produção de resíduos sólidos urbanos no país foi estimada em aproximadamente 66,7 milhões de toneladas. Esse volume aumentou para 79,1 milhões de toneladas em 2019, representando um crescimento de 12,4 milhões de toneladas em um período de nove anos. Em 2022, o total de resíduos alcançou 81,8 milhões de toneladas, com uma geração média de 381 kg de lixo por habitante anualmente (Abrelpe, 2022). A decomposição desses resíduos em aterros sanitários contribui significativamente para a emissão de gases de efeito estufa, como o metano, agravando as mudanças climáticas (Silva et al., 2020).

Diante desse cenário, diversas iniciativas de compostagem municipal foram implantadas em diferentes regiões do Brasil. Esses programas buscam transformar resíduos orgânicos em adubos ricos em nutrientes, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros e promovendo a economia circular (Mendes & Carvalho, 2021). A compostagem não apenas minimiza os impactos ambientais, mas também fomenta a agricultura sustentável ao disponibilizar fertilizantes naturais para produtores rurais.

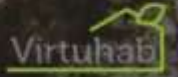
Além disso, a produção de biodiesel a partir de resíduos orgânicos, como óleos e gorduras residuais, tem se destacado como uma alternativa sustentável para a geração de energia. O processo de transesterificação permite a conversão desses resíduos em biodiesel, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de gases poluentes (Rodrigues et al., 2019). Contudo, é fundamental garantir que a produção de biodiesel não comprometa a segurança alimentar nem contribua para o desmatamento, exigindo políticas regulatórias adequadas para um desenvolvimento sustentável dessa tecnologia (Santos & Ferreira, 2023).

Apesar dos avanços, a gestão de resíduos orgânicos no Brasil ainda enfrenta obstáculos significativos. A falta de infraestrutura para compostagem e reciclagem, aliada ao aumento contínuo na geração de resíduos, demanda esforços conjuntos entre governo, setor privado e sociedade civil. Políticas públicas eficazes e ações de educação ambiental são essenciais para a disseminação de práticas sustentáveis e a redução dos impactos ambientais causados pelos resíduos orgânicos (Pereira et al., 2022).

4. Conclusão

A análise abrangente da composição e gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil revela um cenário desafiador, mas com potencial para transformação. A predominância de material orgânico nos RSU, aliada ao crescimento constante na geração de resíduos, exige a implementação urgente de estratégias eficazes de gestão. A compostagem, embora promissora, ainda enfrenta obstáculos que limitam seu potencial de expansão. A reciclagem, apesar de ser o método de tratamento mais utilizado, demonstra sinais de estagnação, evidenciando a necessidade de investimentos e políticas públicas que impulsionem sua eficiência.

A tecnologia "Waste to Energy" (WTE), amplamente adotada em países como Noruega, Suécia e Japão, surge como uma alternativa promissora para a recuperação energética de resíduos não recicláveis e orgânicos. No entanto, sua implementação no Brasil ainda é incipiente, demandando esforços para superar os desafios técnicos e regulatórios.



O papel das cooperativas na coleta seletiva é inegável, contribuindo para a inclusão social e a valorização de materiais recicláveis. Contudo, a estagnação de sua participação ao longo dos anos indica a necessidade de apoio técnico, financeiro e governamental para fortalecer sua atuação.

Iniciativas de compostagem municipal e produção de biodiesel a partir de resíduos orgânicos demonstram o potencial de soluções inovadoras para a gestão sustentável de RSU. No entanto, é importante garantir que essas iniciativas sejam implementadas de forma responsável, considerando os impactos sociais e ambientais.

Em suma, a transição para um modelo de gestão de RSU mais sustentável no Brasil requer um esforço conjunto, com investimentos em infraestrutura, tecnologias inovadoras, políticas públicas eficazes e conscientização da população. A adoção de práticas de economia circular, como a redução do consumo, a reutilização de materiais e a reciclagem, é fundamental para minimizar os impactos ambientais e construir um futuro mais sustentável.

Referências

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2022.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, PROJETO DE LEI N° 227/2008. Disponível em: <http://www.al.es.gov.br/antigo_portal_ales/images/documento_spl/4652.html>

MENDES, A. P.; CARVALHO, R. S. Compostagem urbana: desafios e oportunidades. Caderno de Sustentabilidade, v. 10, n. 2, p. 22-37, 2021.

PEREIRA, L. S.; COSTA, R. M.; SOUZA, H. L. Políticas públicas para a gestão de resíduos orgânicos no Brasil. Revista de Políticas Ambientais, v. 14, n. 2, p. 55-72, 2022.

RODRIGUES, P. A.; LIMA, V. C.; SOUZA, T. A. Produção de biodiesel a partir de resíduos orgânicos. Revista de Energias Renováveis, v. 8, n. 1, p. 78-92, 2019.

SANTOS, F. P.; FERREIRA, G. M. Sustentabilidade na produção de biocombustíveis: perspectivas e desafios. Estudos Ambientais, v. 12, n. 4, p. 33-50, 2023.

SILVA, Izabela de Oliveira; TAGLIAFERRO, Evandro Roberto; OLIVEIRA, Adauto José de. Gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de Jales – SP e sua relação para com a política nacional de resíduos sólidos (PNRS), 2021.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. F.; ALMEIDA, L. R. Impactos ambientais dos resíduos sólidos urbanos. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 15, n. 3, p. 45-60, 2020.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sniss>>. Acesso em 10/03/2025