

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICA SOBRE APROVEITAMENTO E VALORAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS E AGROINDUSTRIAIS

Arthur Henrique Pereira Furtado

Ensino Médio
Colégio de Aplicação PIO XII
thurhfurtado@gmail.com

Betânia Hoss Lunelli

Bioprocessos e Desenvolvimento de Sensores
Escola Politécnica
betania.lunelli@puc-campinas.edu.br

Resumo: *A gestão dos resíduos orgânicos urbanos e agroindustriais é um desafio ambiental relevante no Brasil, país com expressiva atividade agrícola e urbanização acelerada. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos no país sejam de origem orgânica, como restos de alimentos, podas e resíduos de feiras livres, enquanto o setor agroindustrial gera grandes volumes de subprodutos, como bagaço de cana-de-açúcar, cascas de frutas, efluentes animais e resíduos de grãos. A destinação inadequada desses materiais, por meio de aterros, lixões ou queima, intensifica a emissão de gases de efeito estufa, a contaminação do solo e o desperdício de recursos naturais. Essa problemática requer soluções que estejam alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 12, 13 e 15) da ONU, promovendo a produção responsável, o enfrentamento das mudanças climáticas e a preservação da vida na terra. A valorização dos resíduos, por meio de processos de compostagem, digestão anaeróbia e triagem de materiais secos para reinserção em cadeias produtivas, surge como estratégia central para a economia circular, reservando os aterros apenas para os rejeitos não recuperáveis. Assim, este trabalho teve como objetivo a realização de um levantamento bibliográfico fundamentado em dados da ABREMA, IPEA, Embrapa e CIBIOGÁS, com o intuito de identificar oportunidades de transformação desses resíduos em produtos de valor agregado. Uma análise quantitativa foi realizada considerando resíduos gerados, aproveitamento dos resíduos e produtos produzidos a partir deles, buscando avaliar os impactos gerados e sua consequente valorização.*

Palavras-chave: *Resíduos orgânicos, valorização de resíduos, sustentabilidade.*

Área do Conhecimento: *Engenharias – Engenharia Química – Processos Ambientais e Tecnologias Limpas.*

1. INTRODUÇÃO

As emissões globais de dióxido de carbono (CO_2) têm aumentado de forma contínua desde a revolução industrial na metade do século XVIII. Nas últimas décadas, o cenário de emissões tem se intensificado, passando de 9,34 milhões de toneladas em 1960 para 36,44 milhões de toneladas em 2019 [1,2]. O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera é atribuído, principalmente, ao consumo e à queima de combustíveis fósseis, que correspondem a mais de 80% da demanda mundial de energia primária [3].

As emissões globais dos gases causadores do efeito estufa (GEE), porém, não se restringem somente ao CO_2 , tendo como principais gases constituintes, além do próprio CO_2 com 79% das emissões, o metano (CH_4) com 11% e o óxido nitroso (N_2O) com 7% [4]. O CH_4 é emitido, principalmente, durante a produção e o transporte de carvão, gás natural e petróleo. Porém, suas emissões também podem ser advindas da pecuária e outras práticas agrícolas, do uso da terra e pela decomposição dos resíduos orgânicos em aterros.

Em 2019, no Brasil foram emitidas cerca de 467,4 milhões de toneladas de CO_2 equivalente ($\text{CO}_{2\text{eq}}$) de CH_4 , o que corresponde a 21 milhões de toneladas. Sendo o Brasil, portanto, o 5º maior emissor de CH_4 do mundo, respondendo por 5,5% das emissões [5].

A crescente geração de resíduos orgânicos urbanos e agroindustriais, consiste em um dos maiores problemas ambientais da atualidade. O Brasil, como um dos maiores produtores agrícolas do mundo e com uma população urbana em constante crescimento, enfrenta desafios significativos na gestão de resíduos orgânicos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos urbanos no país sejam de origem orgânica, como restos de alimentos, podas de jardim e resíduos de feiras livres. Paralelamente, o setor agroindustrial gera volumes expressivos de subprodutos, como bagaço de cana-de-açúcar, cascas de frutas, palhas, efluentes de produção animal e resíduos de processamento de grãos. Apesar do potencial desses materiais, grande parte é descartada em aterros, lixões ou

queimada, práticas que contribuem para a emissão de gases de efeito estufa, contaminação do solo e da água, e desperdício de recursos passíveis de valorização.

A gestão desses resíduos continua a ser um desafio importante para a sociedade e o governo, especialmente nas zonas urbanas sobrecarregadas pela elevada taxa de crescimento da população e de produção de lixo. O aproveitamento desses resíduos alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e ao ODS 15 (proteger a vida na terra) [6]. Também fomenta uma economia urbana circular que promove a redução do consumo de recursos finitos, a reutilização e a reciclagem de materiais para a eliminação de resíduos e a redução da poluição.

Diariamente, milhares de toneladas de resíduos sólidos urbanos são geradas em ambientes domésticos e em espaços públicos urbanos. Grande parte pode ser tratada e recuperada. Sobras de alimentos e resíduos de podas podem ser destinadas a unidades de compostagem, por exemplo. Apenas a parcela não recuperável forma os rejeitos, que devem ser encaminhados aos aterros sanitários. Quanto menor a geração de resíduos e de rejeitos, maior a sustentabilidade dos sistemas de manejo de resíduos sólidos urbanos [7].

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é a realização de um levantamento bibliográfico sobre os principais resíduos orgânicos gerados no Brasil, tanto resíduos urbanos quanto agroindustriais, e avaliar as oportunidades atuais para aproveitamento desses resíduos na produção de produtos de valor agregado.

3. METODOLOGIA

Para a realização da revisão bibliográfica foram utilizadas base de dados da ABREMA (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) [8], CIBIOGAS [9], EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) [10], IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente) [11] e IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) [12].

Uma análise quantitativa foi realizada a partir dos dados coletados da literatura. Foram considerados resíduos gerados, aproveitamento dos resíduos e produtos produzidos a partir destes, buscando avaliar potenciais impactos ambientais e econômicos.

4. RESULTADOS

A gestão de resíduos sólidos no Brasil é orientada pela Lei Federal nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS). No entanto, apesar de

mais de uma década de vigência da lei, a universalização da destinação correta ainda é um problema nacional. O Brasil gera cerca de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por ano [8]. Apesar da cobertura de coleta alcançar 93% dos domicílios brasileiros, o correto manejo dos resíduos está aquém do ideal. Atualmente, 39% de todo o lixo coletado no país ainda é enviado para locais de disposição inadequada (cerca de 3.000 lixões a céu aberto e aterros controlados), gerando graves passivos ambientais e ameaçando a saúde pública [8].

A PNRS estabelece uma ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, apenas por fim, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Nesse cenário, os resíduos orgânicos deixam de ser encarados como um passivo ambiental para serem tratados como biomassa de alto valor. A transição para uma economia circular permite que materiais biológicos retornem à cadeia produtiva, reduzindo custos e mitigando impactos ambientais negativos, como a emissão de gases de efeito estufa em aterros.

De acordo com as fontes bibliográficas consultadas e citadas na metodologia, o cenário de resíduos sólidos reflete diretamente as profundas desigualdades socioeconômicas e de infraestrutura entre as regiões do país. Existe um forte contraste entre o volume gerado e a capacidade de destinação:

- Região Sudeste: É o polo de maior geração, respondendo por quase 50% do total de RSU do país, com uma média de 450 kg/hab./ano. Em contrapartida, possui a melhor infraestrutura, registrando o menor índice de destinação inadequada (25,7%).
- Regiões Sul e Centro-Oeste: Apresentam índices de destinação inadequada de 28,4% e 56,5%, respectivamente.
- Regiões Norte e Nordeste: A região Norte gera o menor volume per capita (323 kg/hab./ano, representando 7,5% do total nacional). Contudo, Norte e Nordeste encabeçam os piores déficits de infraestrutura, registrando, respectivamente, 63,4% e 62,8% de destinação inadequada de tudo que é gerado. Na Figura 1 é mostrado o panorama da cobertura de coleta, iniciativas de coleta seletiva municipal e disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil.

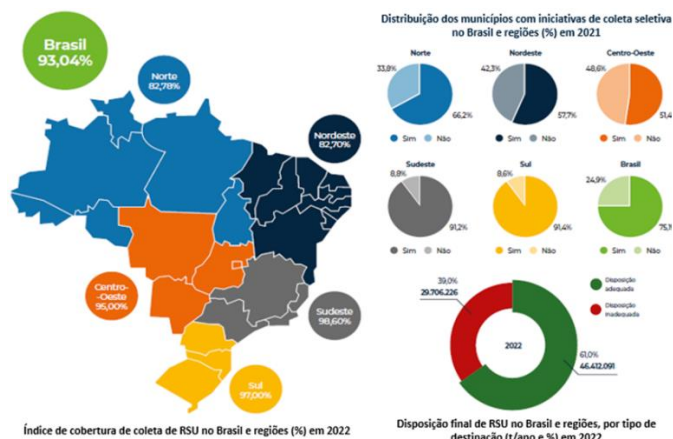


Figura 1. Panorama da cobertura de coleta, iniciativas de coleta seletiva municipal e disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil. [8]

O perfil gravimétrico do RSU brasileiro [8] demonstra um altíssimo potencial de valorização desperdiçado:

- Fração Orgânica (45,3%): Volume com enorme potencial para compostagem, produção de fertilizantes agrícolas e geração de biogás/bioenergia.
- Fração Seca (33,6%): Composta por plásticos, papéis, vidros e metais. É a base da cadeia da reciclagem, essencial para a geração de renda de catadores e redução da extração de recursos naturais pelas indústrias de transformação.
- Rejeitos (14,1%) e Outros (7%): Inclui materiais sanitários, sem viabilidade atual de reciclagem, além de têxteis, couros e borrachas.

A análise dos documentos da ABREMA [8] e do SNIS [7] revela que a geração de RSU no Brasil acompanha o ritmo da urbanização. Um ponto crítico identificado é a composição desses resíduos. Diferente de países desenvolvidos, onde a maior parte do lixo é reciclável seco (embalagens), no Brasil há predominância de matéria orgânica (FIGURA 2).

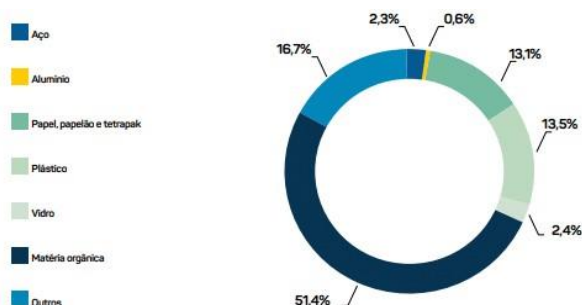


Figura 2. Estimativa da composição média dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. [8]

Conforme observado na Figura 1, a fração orgânica representa cerca de metade de todos os resíduos gerados no país. Esta característica é fundamental para a pesquisa, pois indica que o maior volume de "lixo" aterrado hoje possui alto potencial de biodegradação, sendo a matéria-prima ideal para processos de digestão anaeróbia (produção de biogás), ao invés de ocupar espaço em aterros sanitários.

Os dados da Figura 3 mostram que uma parcela significativa dos resíduos ainda é enviada para locais inadequados. Isso gera impactos severos, como a emissão de metano (gás de efeito estufa) diretamente para a atmosfera e a contaminação do lençol freático pelo chorume.

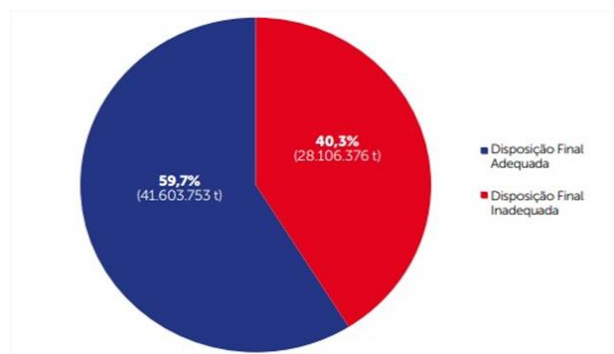


Figura 3. Disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil. [8]

5. CONCLUSÃO

A partir do levantamento bibliográfico realizado durante a iniciação científica do ensino médio foi possível perceber que o problema do RSU no Brasil não é essencialmente tecnológico, mas sim de gestão governamental integrada, ausência de incentivos econômicos e desigualdade regional. A superação desse cenário exige investimentos e uma efetiva integração entre o poder público e o setor privado. Considerar o resíduo sólido urbano como um bem econômico gerador de trabalho e renda é o caminho fundamental para custear as tecnologias de tratamento e alcançar a universalização e a sustentabilidade ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica do Ensino Médio e a PUC-Campinas pela disponibilidade de infraestrutura.

REFERÊNCIAS

- [1] EPA – Environmental Protection Agency (2021). **Global Greenhouse Gas Emissions Data**. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> Acesso em: 03 mar. 2025.
- [2] ONYEAKA, H.; MIRI, T.; OBIKEKE, K.; HART, A.; ANUMUDU, C.; AL-SHARIFY, Z. T. (2021). **Minimizing**

- carbono footprint via microalgae as a biological capture.** Carbon Capture Science & Technology, v. 1, 100007. doi.org/10.1016/j.ccst.2021.100007
- [3] GHASEMIAN, S.; FARIDZAD, A.; ABBASZADEH, P.; TAKLIF, A.; GHASEMI, A.; HAFEZI, R. (2020). **An overview of global energy scenarios by 2040: Identifying the driving forces using crossimpact analysis method.** International Journal of Environmental Science and Technology. doi.org/10.1007/s13762-020-02738-5
- [4] EPA – Environmental Protection Agency (2021). **Global Greenhouse Gas Emissions Data.** Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data> Acesso em: 03 mar. 2025
- [5] SEEG (2022). **Conheça as emissões de gases de efeito estufa do Brasil.** Disponível em: <http://seeg.eco.br> Acesso em: 03 mar. 2025.
- [6] ABUBAKAR, I.R. et al. **Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 19, p. 12717, 2022. doi: 10.3390/ijerph191912717
- [7] SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2021). **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.** 59p.
- [8] ABREMA - Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024.** São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: <https://abrema.org.br>.
- [9] CIBIOGÁS (2023). **Panorama do Biogás.** Disponível em: <https://materiais.cibiogas.org/panorama-do-biogas-2023>
- [10] EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Aproveitamento de resíduos orgânicos.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia>
- [11] IBAMA. **Painel da Geração de Resíduos no Brasil.** Disponível em: <https://www.gov.br/ibama>
- [12] IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos.** Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br>.