ISSN: 2594-6153

Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos: uma revisão bibliográfica

Angélica Dias Magalhães, Patrícia de Souza Albrecht Coutinho, Aldo Ramos Santos

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

E-mail: magalhaes@unisanta.br

Resumo: Com o aumento populacional, a demanda por energia elétrica também cresceu, incentivando vários países a buscarem diferentes soluções tecnológicas para a geração de energia. O setor energético tem ganhado destaque com a inclusão de energias renováveis na matriz energética mundial. Neste artigo analisamos uma alternativa controversa: o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos. A metodologia utilizada foi qualitativa, realizada por meio de levantamento bibliográficos disponível na literatura. A análise de dados apresentada de forma descritiva. Quanto aos resultados o Waste to Energy (WtE) surge como uma alternativa promissora para o gerenciamento de resíduos, mesmo com os desafios ambientais que ainda necessitam de atenção.
Palavras-chave: Aproveitamento energético; Unidades de Recuperação Energética; Resíduos sólidos urbanos.

Energy Recovery from Urban Solid Waste: A Literature Review

Abstract: With the increasing population, the demand for electricity has also grown, prompting several countries to explore various technological solutions for energy generation. The energy sector has gained prominence with the inclusion of renewable energy sources in the global energy mix. This paper examines a controversial alternative: the energy recovery from municipal solid waste. The methodology used was qualitative, based on a review of the available literature. The data analysis is presented descriptively. As for the results, Waste to Energy (WtE) emerges as a promising alternative for waste management, despite the environmental challenges that still need attention.
Keywords: Energy recovery; Energy Recovery Units; Urban solid waste.

Introdução

O aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos (RSU) tem se tornado uma opção cada vez mais viável globalmente [1]. O termo "Waste to Energy" (WtE) refere-se ao processo de conversão da energia química contida nos resíduos em eletricidade, calor ou combustível, que pode ser utilizado de forma descentralizada em uma planta WtE [2]. Diferentemente das usinas hidrelétricas e termoelétricas, cuja principal função é a geração de energia, as Unidades de Recuperação Energética (URE) de RSU têm como objetivo principal o saneamento básico, sendo a energia gerada um subproduto. Isso torna as UREs uma fonte interessante de energia térmica e/ou elétrica [3].

Inicialmente, à aplicabilidade das UREs foi questionada devido à ausência de mecanismos eficazes de monitoramento e controle de emissões nos antigos incineradores, que eram usados apenas para reduzir o volume de resíduos nos centros urbanos [4]. Com o desenvolvimento das tecnologias de monitoramento, essa percepção se tornou mais positiva, considerando tanto os benefícios ambientais quanto a capacidade de geração de energia.

ISSN: 2594-6153

Atualmente, a tecnologia WtE é amplamente reconhecida como uma fonte de energia com menor impacto ambiental em comparação com a maioria das outras fontes de eletricidade [2].

As áreas destinadas à disposição de resíduos sólidos produzem efluentes líquidos e gasosos que requerem monitoramento e tratamento contínuos por longos períodos, muitas vezes por três vezes mais tempo do que a permanência dos resíduos no aterro [5]. Isso acentua a poluição nos locais de destinação final, afetando negativamente o meio ambiente e as comunidades próximas.

A proximidade de áreas de disposição de resíduos diminui a atratividade para uso residencial e comercial, resultando na desvalorização dos imóveis e impactando principalmente as populações de baixa renda [6]. A poluição gera diversos problemas, como odor desagradável, proliferação de animais transmissores de doenças, riscos de explosões devido à produção de metano, e potencial degradação do solo e contaminação dos lençóis freáticos. Segundo a United States Environmental Protection Agency [7], os resíduos sólidos contribuem para o aquecimento global de diversas maneiras: a liberação de dióxido de carbono (CO_2) decorrente do uso de energia para extrair e processar materiais; a emissão de CO_2 associada ao uso não energético de combustíveis na fabricação de bens; a liberação de metano (CH_4) devido à decomposição de resíduos alimentares em aterros; o armazenamento de carbono em materiais que não se decompõem; e a emissão de CO_2 relacionada ao transporte de resíduos desde a coleta até a disposição final. Os gases liberados durante a degradação de resíduos em aterros incluem metano, dióxido de carbono, nitrogênio e uma pequena quantidade de Compostos Orgânicos Não Metânicos (NMOC), que contêm substâncias como benzeno, tolueno, organoclorados, mercúrio e organometálicos. Embora a composição química desses gases seja estável, as emissões variam em velocidade e quantidade durante o período de deposição, devido a diferentes condições climáticas, métodos de deposição e características dos resíduos [8].

Considerando as problemáticas levantadas faz-se necessário continuar aprimorando as tecnologias de tratamento de resíduos e implementando políticas eficazes para mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos associados à disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos

Objetivos: O presente estudo tem como objetivo uma revisão da bibliografia sobre o tema, avaliando a potencial geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos, buscando promover um desenvolvimento sustentável que integre o meio ambiente e a sociedade.

Material e Métodos

Este trabalho utilizou uma abordagem qualitativa, combinando aspectos descritivos. Trata-se de uma pesquisa aplicada com o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação

ISSN: 2594-6153

prática e resolução de problemas específicos. A pesquisa é exploratória, baseada em revisão bibliográfica e documental, envolvendo análise de referências teóricas e publicações existentes.

Os dados primários foram obtidos a partir de pesquisas em bases de dados, como o Portal de Periódicos da CAPES, Web of Science, SciELO e Google Acadêmico. As buscas abrangeram temas como resíduos sólidos urbanos no Brasil; desenvolvimento sustentável; tecnologias de tratamento; energia limpa no Brasil; recuperação e aproveitamento energético; os impactos sociais e ambientais do processo de incineração e nos aterros sanitários. Também foram analisados periódicos dos últimos cinco a dez anos. Para dados atuais sobre a geração e disposição final dos RSU, foram consultadas fontes ABRELPE, EPE, IPT e AGEM. Quanto à biodiversidade, Ribeiro e Borges [9] apontam que os impactos adversos afetam o solo, a água, o ar e a saúde humana, prejudicando o ecossistema e impedindo a recuperação e a proteção da biodiversidade [10].

Resultados

A tecnologia WtE, que transforma resíduos sólidos urbanos em eletricidade, calor ou combustível, está se consolidando como uma solução cada vez mais viável no cenário global. Diferentemente das usinas convencionais, as Unidades de Recuperação Energética têm o saneamento básico como objetivo principal, com a geração de energia sendo um benefício secundário. No passado, a viabilidade dessas unidades era questionada devido à falta de controle sobre as emissões em incineradores antigos. Contudo, com os avanços nas tecnologias de monitoramento, essa visão foi revista, tornando o WtE uma alternativa com menor impacto ambiental.

No contexto deste estudo, foi identificado, através de uma revisão da literatura, que a escolha da tecnologia mais adequada para a conversão de RSU em energia pode ser efetivamente realizada utilizando-se indicadores específicos do modelo analisado. Esses indicadores estão alinhados com as definições de sustentabilidade descritas na literatura especializada, permitindo uma avaliação mais precisa das opções disponíveis.

Neste estudo aborda os desafios ambientais e sociais relacionados às áreas de disposição de resíduos, como a poluição, a desvalorização imobiliária e os riscos à saúde provocados pela emissão de gases como metano e dióxido de carbono, que contribuem para o aquecimento global. Em face desses impactos adversos, é crucial avançar na melhoria das tecnologias de tratamento de resíduos e implementar políticas eficazes para reduzir os danos associados à disposição inadequada de RSU.

Em síntese, o WtE surge como uma alternativa promissora para o gerenciamento de resíduos, mesmo com os desafios ambientais que ainda necessitam de atenção. O progresso

ISSN: 2594-6153

contínuo das tecnologias e a adoção de medidas políticas apropriadas são fundamentais para maximizar os benefícios desta abordagem e minimizar seus impactos negativos.

Discussão

A revisão bibliográfica constatou que, ao contrário dos aterros sanitários, a incineração não gera chorume, mas produz materiais inertes e gases que podem impactar o meio ambiente e a biodiversidade. Assim, é crucial implementar sistemas avançados de controle, como filtros de partículas e neutralizadores de gases ácidos.

A análise dos dados indica que a incineração de resíduos sólidos urbanos é uma alternativa promissora para reduzir o volume de resíduos e gerar energia. Contudo, os custos iniciais e operacionais da incineração são elevados e demandam investimentos significativos, o que pode dificultar sua implementação em larga escala. Em comparação, os aterros sanitários, apesar de serem mais econômicos a curto prazo, geram impactos ambientais significativos, como a produção de metano e chorume, ambos altamente poluentes, o que ressalta a necessidade de alternativas mais sustentáveis. A adoção de sistemas de controle de emissões em instalações de incineração pode mitigar os impactos ambientais, tornando essa opção mais viável e responsável.

A decisão entre incineração e aterros deve considerar tanto os custos econômicos quanto os impactos ambientais e sociais a longo prazo.

A sustentabilidade do manejo de resíduos dependerá da integração de tecnologias avançadas, políticas públicas eficazes e conscientização da população sobre reciclagem e redução de resíduos. A incineração, se bem gerida, pode ser uma parte vital dessa estratégia, contribuindo para a geração de energia e a mitigação dos impactos ambientais dos resíduos.

Conclusões

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um desafio constante, com impactos diretos e indiretos na saúde humana e no meio ambiente. A produção de resíduos é inevitável, exigindo soluções eficazes e sustentáveis. Estudos são necessários para avaliar os efeitos dos metais pesados, poluentes orgânicos e ácidos na biodiversidade antes, durante e após a operação da URE, garantindo o monitoramento ambiental adequado. A escolha do método de tratamento de resíduos sólidos urbanos deve considerar eficiência energética, impactos ambientais, e aspectos econômicos e sociais. A incineração é uma alternativa viável, desde que acompanhada por tecnologias de controle de emissões. Contudo, uma gestão integrada, que combine diferentes métodos e promova a redução e reutilização de resíduos, é essencial para uma solução

ISSN: 2594-6153

equilibrada. Este trabalho destaca a urgência de ações a curto e médio prazo no tratamento dos RSU. Estudos adicionais sobre tecnologias de tratamento e sua viabilidade são necessários para apoiar decisões e formular políticas públicas voltadas para a conservação e educação ambiental.

Referências

1. MENDONÇA, AKS.; BORNIA, A. C. **Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos**: Análise das Políticas Públicas. MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 109-122, jun. 2019. ISSN 24473073. Disponível em: Acesso em: dia mês. ano. doi: https://doi.org/10.29183/2447-3073. MIX2019.v5. n2.109-122.
2. TISI, YURI SCHMITKE A. Belchior. **Waste-to-energy: recuperação energética como forma ambientalmente adequada de destinação dos resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: Synergia, 2019. 217 p., ISBN 978-65-5010-016-2
3. PLASTIVIDA; ABRELPE, 2012. **Recuperação Energética, Resíduos Sólidos Urbanos. Caderno Informativo.** Plastivida – Instituto Socioambiental dos plásticos. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
4. SILVA SOBRINHO, L. H. R. **Estudo Para Aplicação Da Tecnologia De Aproveitamento Energético De Resíduos Sólidos Urbanos:** Um Estudo De Caso Para O Município De Magé/RJ / Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2021. 109 f. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2021.
5. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: EPE, 2014. Nota técnica DEA 18/14 – Série Recursos Energéticos. Disponível em: http://www.epe.gov.br. Acesso em: 20 de ago. 2024.
6. BENDITO, BPC.; SOUZA, PA. de; PICANÇO, AP.; SILVA, RR. da; SIEBENEICHLER, SC. Diagnóstico da degradação ambiental na área de deposito inadequado de resíduos sólidos de Porto Nacional – TO. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 11, n. 3, 2017. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n3.29908.
7. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Waste-to-energy Overview**. Disponível em: https://www.epa.gov/waste-to-energy. Acesso em: 20 de ago. 2024.
8. DOMINGUEZ, C. R. A. **Incineração como rota tecnológica para aproveitamento dos resíduos sólidos gerados no município de Foz do Iguaçu,** Estado do Paraná. 2024. 80 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade da Universidade Federal da Integração Latino Americana. Foz do Iguaçu, 2024.
9. RIBEIRO, S. de S.; BORGES, F. Q. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. RECIMA21 - **Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 195–213, 2021. DOI: 10.47820/recima21.v2i2.95. Disponível em: https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/95. Acesso em: 20 de ago. 2024.
10. BERTÉ, R. et al. Mastofauna assessment as a biodiversity preservation and conservation tool in the implementation of a sanitary landfill: Avaliação da mastofauna como ferramenta de preservação e conservação da biodiversidade na implantação de um aterro sanitário. **Concilium,** v. 23, n. 11, p. 268-279, 2023.