

AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL EM LIXÕES A CÉU ABERTO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Lucas Mychell Moreira¹
Mayra Drogomirecki Dourado²
Fernando Ernesto Ucker³
Lucas Salomão Rael de Moraes⁴

RESUMO

O presente artigo discute a problemática dos depósitos irregulares de resíduos sólidos urbanos, ainda comuns em municípios brasileiros de pequeno e médio porte. Esses locais configuram formas inadequadas de disposição final, resultando em sérios impactos ao meio ambiente e à saúde pública, como a contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além da emissão de gases de efeito estufa. O objetivo central é analisar os riscos ambientais associados aos lixões, identificando suas principais consequências e propondo alternativas sustentáveis para a gestão dos resíduos sólidos. A metodologia utilizada consistiu em revisão bibliográfica sistemática, abrangendo estudos científicos, legislações e documentos técnicos publicados na última década, disponíveis em bases como Google Scholar, SciELO e CAPES. Os dados foram tratados por meio de análise de conteúdo. Os resultados indicaram que os lixões são fontes de chorume e metais pesados, com efeitos negativos sobre o meio físico e riscos sociais, ao exporem comunidades vulneráveis e catadores a condições insalubres. Verificou-se, ainda, a insuficiência da aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e as dificuldades dos municípios em atender aos prazos legais para encerramento desses locais. Conclui-se que a Avaliação de Risco Ambiental (ARA) constitui ferramenta fundamental para apoiar decisões técnicas e políticas, permitindo identificar áreas críticas e priorizar ações preventivas e corretivas. Recomenda-se a adoção de políticas públicas integradas, com ênfase em educação ambiental, economia circular, valorização dos catadores e investimentos em infraestrutura adequada, como aterros sanitários e coleta seletiva.

Palavras-chave: Lixões a céu aberto; risco ambiental; gestão sustentável de resíduos.

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT IN OPEN DUMPING: PERSPECTIVES AND CHALLENGES FOR SUSTAINABLE SOLID WASTE MANAGEMENT

ABSTRACT

This article addresses the issue of irregular open waste disposal sites, still common in many small and medium-sized Brazilian municipalities. These sites represent an inadequate form of municipal solid waste disposal, generating severe impacts on the environment and public health, such as soil, surface water, and groundwater contamination, as well as greenhouse gas emissions. The main objective of this research is to analyze the environmental risks associated with these dumpsites, identifying their main consequences and proposing sustainable alternatives for solid waste management. The methodology adopted consisted of a systematic literature review, including scientific studies, legislation, and technical documents published over the last decade, available in databases such as Google Scholar, SciELO, and CAPES. Data were categorized and analyzed using content analysis techniques. The results indicate that dumpsites are significant sources of leachate and heavy metals, negatively affecting physical environments and posing social risks by exposing vulnerable communities and waste pickers to unhealthy conditions. The study also highlighted the insufficient implementation of the National Solid Waste Policy (Law No. 12.305/2010) and the difficulties municipalities face in meeting the legal deadlines for closing dumpsites. The findings emphasize the importance of Environmental Risk Assessment (ERA) as a key tool to guide technical and policy decisions in solid waste management, enabling the identification of critical areas and the prioritization of preventive and corrective actions. It is recommended to adopt integrated public policies focused on environmental education, circular economy, waste picker inclusion, and investments in adequate infrastructure, such as sanitary landfills and

¹ Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária (UniAraguaia). E-mail: lucas.mychell@estudante.uniaraguaia.edu.br

² Especialista Ambiental. (Unifaveni). Tutora de Engenharia Ambiental e Sanitária (UniAraguaia). E-mail: mayra.dourado@uniaraguaia.edu.br

³ Doutor em Agronomia (UFG), Professor de Engenharia Ambiental e Sanitária (UniAraguaia). E-mail: fernando@uniaraguaia.edu.br

⁴ Doutorando em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (UFG), Professor de Engenharia Ambiental e Sanitária (UniAraguaia). E-mail: lucas.salomao@ufg.br

selective collection systems.

Keywords: Open-air dumps; environmental risk; sustainable waste management.

Recebido em 08 de setembro de 2025. Aprovado em 30 de setembro de 2025

INTRODUÇÃO

O tema "Avaliação de Risco Ambiental em Áreas de Disposição Irregular de Resíduos Sólidos: Perspectivas e Desafios para a Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos" emerge como uma questão crítica na sociedade contemporânea, onde o gerenciamento inadequado de resíduos representa uma ameaça significativa ao meio ambiente e à saúde pública. A abordagem do tema visa explorar os impactos ambientais e sociais dessas áreas de disposição irregular, que ainda persistem em diversas regiões, especialmente em países em desenvolvimento. Esses locais não controlados contribuem para a contaminação de solo, água e ar, liberando gases tóxicos e infiltrando substâncias nocivas no ecossistema, o que demonstra a necessidade urgente de avaliação e mitigação de riscos ambientais associados a esses espaços (CORREIA et al., 2020).

A escolha do tema busca não apenas identificar e quantificar os riscos ambientais, mas também propor alternativas para a gestão sustentável dos resíduos sólidos. Uma das premissas centrais da pesquisa é compreender as estratégicas enfrentados pelos municípios que, devido a limitações financeiras e falta de infraestrutura, ainda utilizam depósitos irregulares aberto como destino final para os resíduos. O desenvolvimento desse tema permitirá que se abordem as estratégias de mitigação e as melhores práticas de gestão sustentável, promovendo alternativas, segundo Sánchez (2020), a promoção da educação ambiental e a valorização de práticas como reciclagem e compostagem são pilares fundamentais para uma gestão de resíduos sólida e inclusiva."

Além disso, a pesquisa sobre a avaliação de risco ambiental é essencial para aumentar o conhecimento sobre os impactos de longo prazo dos lixões na saúde humana e no ambiente natural. Esses locais são fontes de agentes patogênicos, metais pesados e poluentes orgânicos que, ao se infiltrarem nos recursos hídricos e no solo, podem afetar comunidades próximas. Ao explorar essas dimensões, a pesquisa pretende contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e sustentáveis, que ajudem a reverter a dependência de lixões e incentivem práticas de destinação correta e ambientalmente seguras (BASTOS, 2022).

Outro aspecto relevante do tema é a análise das políticas e regulamentações atuais que regem o gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil. Embora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2020) tenha avançado nos últimos anos, ainda existem lacunas e obstáculos para sua implementação efetiva, especialmente no que se refere à erradicação de lixões. Esta pesquisa busca oferecer uma visão crítica dessas regulamentações e identificar pontos de melhoria, considerando as dificuldades de implementação enfrentadas em contextos regionais e locais específicos, promovendo uma gestão de resíduos mais inclusiva e eficaz (SÁNCHEZ, 2020).

Por meio da pesquisa, espera-se que o conhecimento sobre a temática seja expandido, contribuindo para a conscientização e a elaboração de estratégias que possam auxiliar gestores públicos, sociedade e profissionais da área ambiental na construção de uma gestão de resíduos sólidos mais sustentável e segura, dessa maneira, valorizar o papel da sustentabilidade e da responsabilidade social na preservação ambiental.

A gestão de resíduos sólidos é um dos maiores entraves ambientais enfrentados pelo Brasil e por diversos países em desenvolvimento. A prática do descarte inadequado em áreas de disposição irregular de resíduos persists, mesmo diante de legislações específicas, como a Lei nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esses locais representam uma forma precária de disposição de resíduos, sem qualquer tipo de tratamento ou

controle ambiental, expondo comunidades e ecossistemas aos impactos negativos, como contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas, além de emissões de gases de efeito estufa, como o metano.

Os riscos ambientais associados às áreas de disposição irregular estão intimamente ligados à ausência de tecnologias adequadas e à falta de políticas públicas efetivas para a gestão sustentável dos resíduos sólidos. Problemas como a lixiviação de substâncias tóxicas e o descarte de resíduos perigosos sem segregação adequada representam uma ameaça direta à qualidade ambiental e à saúde pública. Ademais, essas áreas dificultam o reaproveitamento de materiais recicláveis, comprometendo iniciativas de economia circular e sustentabilidade (FONSECA, 2022).

Diante desse cenário, emergem obstáculos significativos para a implementação de estratégias que promovam a transição dessas áreas para aterros sanitários e outras práticas de destinação adequada. Além de questões técnicas, é necessário superar barreiras socioeconômicas e culturais, como a conscientização da população, o fortalecimento da cadeia de reciclagem e o envolvimento dos catadores de materiais recicláveis (SILVA, 2022).

Dessa forma, levanta-se a seguinte questão: Quais os principais riscos ambientais associados aos depósitos irregulares aberto e quais são os desafios e as perspectivas para uma gestão sustentável dos resíduos sólidos nesses locais?

O objetivo geral deste trabalho é analisar de forma aprofundada os riscos ambientais associados aos dispositião inadequada aberto, enfatizando suas principais consequências para o meio ambiente e a saúde pública. Como objetivos específicos, este trabalho apresenta: (i) identificar os tipos de poluentes gerados pela disposição inadequada de resíduos sólidos nesses locais; (ii) avaliar os impactos ambientais causados pela contaminação do solo, da água e do ar; (iii) investigar as condições sociais e econômicas que contribuem para a manutenção dos lixões, especialmente em municípios de pequeno e médio porte; (iv) discutir os entraves enfrentados na implementação das políticas públicas de gestão de resíduos sólidos; e (v) apresentar estratégias sustentáveis para a mitigação dos impactos, como o encerramento progressivo dos lixões, a transição para aterros sanitários, a ampliação da coleta seletiva e a valorização da educação ambiental. Dessa forma, pretende-se fornecer subsídios técnicos e teóricos que contribuam para a formulação de soluções eficazes e integradas, promovendo uma gestão ambientalmente adequada e socialmente responsável.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de Estudo

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar e analisar os riscos ambientais associados aos resíduos em áreas irregulares aberto, explorando as melhores práticas e desafios na gestão sustentável de resíduos sólidos. Segundo Gil (2008), a revisão bibliográfica é uma metodologia eficaz para reunir e sintetizar informações já existentes, permitindo uma compreensão abrangente do problema abordado e facilitando a identificação de lacunas e novas perspectivas para a pesquisa.

Fonte de Dados

As fontes de dados utilizadas neste estudo são artigos científicos, dissertações, teses, livros, e documentos governamentais que abordam os impactos ambientais dos lixões e estratégias de gestão de resíduos sólidos. Essas fontes foram selecionadas em bases de dados como Scielo, Google Scholar, e CAPES, que oferecem amplo acesso a produções acadêmicas de relevância na área de meio ambiente e sustentabilidade (CERVO; BERVIAN,

2002).

Critérios de Inclusão e exclusão

Foram incluídos estudos publicados nos últimos dez anos, preferencialmente em língua portuguesa e inglesa, que tratem de temas relacionados a depósitos irregulares aberto e gestão sustentável de resíduos. Foram excluídos estudos que não abordassem diretamente o tema ou que tivessem metodologia inadequada para avaliação de risco ambiental, conforme sugerido por Marconi e Lakatos (2010), que destacam a importância de delimitar o escopo para garantir a relevância dos dados analisados.

Procedimento de Coleta de Dados

Os dados foram coletados por meio de um levantamento em bases de dados acadêmicas, utilizando palavras-chave como "resíduos em áreas irregulares", "gestão de resíduos sólidos" e "risco ambiental". A pesquisa incluiu a análise dos resumos para selecionar artigos que se alinhavam com o objetivo do estudo, conforme recomendado por Lakatos e Marconi (2010), que destacam a importância de um processo criterioso de seleção para garantir a qualidade das informações coletadas. A pesquisa foi realizada no mês de fevereiro do ano de 2025.

Análise de Dados

A análise dos dados foi realizada por meio da categorização dos artigos e demais documentos selecionados, que foram agrupados de acordo com os principais temas e subtemas identificados, como impactos ambientais, estratégias de mitigação e legislação ambiental. Utilizou-se a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), a qual permitiu interpretar os dados qualitativamente, identificar padrões e inferir sobre as práticas de gestão sustentável de resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de levantar estudos relevantes para embasar o trabalho, foi realizada uma busca sistemática em três importantes bases de dados: Periódicos CAPES, Compendex e Google Acadêmico. O trabalho abrangeu publicações publicadas entre 2015 e 2025, priorizando artigos em língua portuguesa e com acesso ao texto completo.

As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: "depósitos irregulares aberto", "gestão de resíduos sólidos" e "risco ambiental", considerando sua relevância para os objetivos da investigação. Foram descartados os artigos repetidos entre as bases e aqueles que não estavam disponíveis na íntegra. O intuito deste levantamento é garantir uma base teórica sólida e atual para a discussão dos aspectos técnicos, ambientais e sociais relacionados ao tema.

A Tabela 1, a seguir, sintetiza os principais resultados do levantamento bibliográfico.

Tabela 1 – Artigos por Palavra-chave

Palavra-chave	Total de Artigos
Lixões	12
Resíduos sólidos	18
Danos ambientais	9
Gestão de resíduos / Gestão de RSU	7
Impactos socioambientais	5
Política Nacional de Resíduos Sólidos	4
Contaminação por chorume / águas / solo	6

A partir dos artigos considerados na tabela acima, foram selecionados os estudos que possuem maior relação com o tema proposto, abordando especificamente os impactos ambientais dos resíduos em áreas irregulares, os riscos associados à contaminação do solo e da água, e os desafios enfrentados na gestão sustentável dos resíduos sólidos. Na sequência, serão apresentados os principais achados dessas publicações, destacando suas contribuições teóricas, metodológicas e práticas para a compreensão da problemática ambiental envolvida, bem como as propostas de soluções apontadas pelos autores.

O aumento da produção de resíduos sólidos, particularmente em áreas urbanas, apresenta um desafio significativo para a gestão ambiental e sustentável dos espaços habitados. Segundo Aguiar et al. (2021), o volume de resíduos gerado nas últimas décadas cresceu exponencialmente, pressionando os sistemas tradicionais de coleta e destinação final e evidenciando a ineficácia dos depósitos irregulares como solução viável. Tais locais geram impactos significativos sobre o meio ambiente e a saúde das comunidades vizinhas, principalmente devido à contaminação de solo, água e ar.

A gestão inadequada dos resíduos sólidos urbanos e a disposição em disposição inadequada têm sido objeto de diversos estudos, dado o impacto adverso que exercem no meio ambiente e na saúde pública. Correa et al. (2020) destacam que lixões contribuem para a contaminação dos recursos hídricos, pois a infiltração de lixiviados afeta os lençóis freáticos. Esses resíduos, frequentemente, contêm metais pesados e outras substâncias tóxicas que, sem tratamento adequado, espalham-se pelo ambiente.

O conceito de risco ambiental, conforme esclarecido por Sanchez (2020), refere-se à probabilidade de ocorrência de um evento adverso associado à exposição a contaminantes provenientes de atividades humanas. Em relação aos lixões, esses riscos são exacerbados pela falta de infraestrutura adequada para conter o impacto dos resíduos e pela ausência de sistemas de tratamento de chorume e controle de gases. Como assinala Silva (2022), a ausência de mecanismos de contenção agrava as consequências dos lixões, expondo comunidades e ecossistemas a substâncias nocivas.

Os lixões a céu aberto, de acordo com Brinck (2020), representam uma forma obsoleta e não sustentável de destinação de resíduos. Eles acumulam materiais que, sem uma gestão adequada, degradam-se e liberam poluentes no meio ambiente. Em áreas onde o descarte ocorre de forma descontrolada, é comum a presença de vetores de doenças, como insetos e roedores, os quais transmitem enfermidades, aumentando os riscos à saúde da população.

A análise do impacto dos lixões no meio ambiente também deve considerar a emissão de gases de efeito estufa, como o metano (CH₄), que se forma pela decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos. Fonseca (2022) aponta que esses gases contribuem significativamente para o aquecimento global e, quando acumulados em áreas urbanas, afetam a qualidade do ar e

exacerbam os problemas climáticos locais. A literatura sobre gestão de resíduos destaca que alternativas sustentáveis, como aterros sanitários, oferecem métodos de contenção e tratamento que evitam a liberação descontrolada de gases.

O risco ambiental pode ser mitigado por políticas públicas eficazes e pela transição para práticas sustentáveis. Conforme destaca Silva et al. (2020), a regulamentação ambiental e o controle na destinação de resíduos sólidos são cruciais para promover a sustentabilidade. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, é um marco para o setor, pois estabelece princípios de sustentabilidade e incentiva a substituição de lixões por aterros sanitários.

A implementação da PNRS ainda enfrenta desafios significativos, especialmente em municípios de pequeno e médio porte, onde faltam recursos financeiros e técnicos para a construção de aterros sanitários (COSENZA et al., 2020). Esses municípios, muitas vezes, continuam a utilizar depósitos irregulares contribuindo para a perpetuação dos riscos ambientais. Outra perspectiva fundamental é a participação social e a educação ambiental como ferramentas para reduzir o impacto dos resíduos. Para Carvalho e Souza (2020), a conscientização da população sobre a importância da reciclagem e da redução do consumo de produtos descartáveis contribui para a diminuição da quantidade de resíduos gerados.

Programas de educação ambiental também incentivam práticas como a compostagem de resíduos orgânicos, que reduz a carga de materiais encaminhados para aterros ou lixões.

Além das questões ambientais e de saúde, os lixões representam um desperdício de materiais que poderiam ser reintegrados à cadeia produtiva por meio da reciclagem e do reaproveitamento. Estudos de Souza et al (2022) mostram que até 40% dos resíduos dispostos em lixões poderiam ser reciclados. A ausência de uma política de reciclagem eficiente resulta em perda econômica e aumenta a pressão sobre os recursos naturais, além de agravar os impactos ambientais.

A avaliação de risco ambiental, segundo Souza et al (2019), é uma ferramenta essencial para quantificar e qualificar os perigos associados aos lixões. Ela permite a criação de indicadores que ajudam gestores públicos a tomar decisões informadas sobre o fechamento ou transformação desses espaços. Esses indicadores incluem análises da composição dos resíduos, estudos de impacto e a identificação de áreas de maior vulnerabilidade.

A avaliação de risco ambiental em lixões a céu aberto destaca-se como um tema complexo e essencial para a sustentabilidade e a saúde pública. A transição para sistemas de gestão mais eficazes e ambientalmente responsáveis demanda investimentos, planejamento, conscientização social e políticas públicas robustas. Segundo Bastos et al (2022), o encerramento dos lixões é apenas um dos passos na direção da sustentabilidade; ele deve ser acompanhado por medidas preventivas e por um sistema que priorize a reciclagem e a reutilização de resíduos.

O processo de urbanização e o desenvolvimento industrial trouxeram consigo inúmeros impactos negativos ao meio ambiente, sendo a elevada geração de resíduos sólidos um dos mais significativos. Quando esses resíduos não são armazenados e manejados de forma adequada, podem causar sérias contaminações nos recursos hídricos, no solo e na atmosfera, além de favorecer a proliferação de vetores de doenças, como moscas, ratos e mosquitos (GOMES et al., 2019). É amplamente reconhecido na literatura científica que o descarte incorreto de resíduos representa sérias ameaças ao equilíbrio ecológico (GOMES et al., 2019). A forma como esses resíduos são destinados tem se mostrado um dos principais desafios ambientais da atualidade. Em contrapartida, alguns países já implementaram soluções mais sustentáveis, como programas de reciclagem, compostagem e incineração com aproveitamento energético, buscando minimizar os danos ambientais provocados por esses rejeitos (LAVOR et al., 2017).

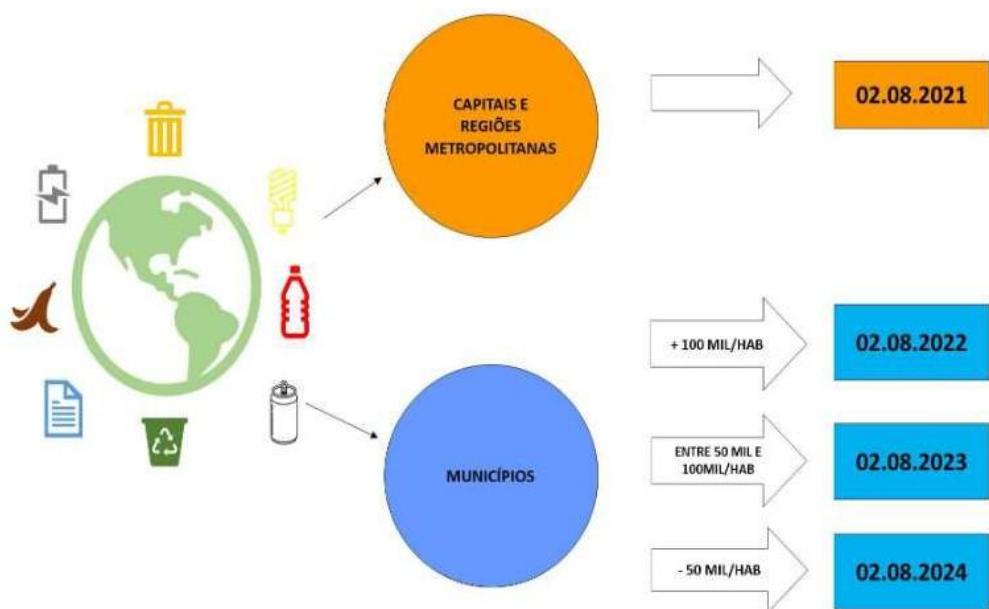
Contudo, a realidade brasileira revela um panorama preocupante. Conforme apontado por Silvestrim et al. (2022), o país descarta cerca de 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos

a cada mês, dos quais aproximadamente 30% possuem potencial de reaproveitamento. No entanto, apenas 3% são efetivamente reciclados. Essa baixa taxa de reciclagem pode ser atribuída à carência de programas estruturados nessa área, visto que somente 20% dos municípios brasileiros contam com iniciativas voltadas à reciclagem (LAVOR et al., 2017). Com o intuito de mitigar os danos ambientais causados por esse cenário, foi sancionada a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecendo o prazo de até quatro anos – ou seja, até agosto de 2014 – para a desativação total dos lixões no país.

A referida legislação tinha como finalidade principal diminuir a geração de resíduos sólidos, incentivar a reutilização e a reciclagem desses materiais, além de promover a destinação ambientalmente correta dos rejeitos (BRASIL, 2010). No entanto, essa norma foi posteriormente modificada pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que, em seu artigo 54, determinou que a disposição final adequada dos resíduos deveria ser implementada até 31 de dezembro de 2020, excetuando-se os municípios que já tivessem elaborado seus planos de resíduos sólidos ou planos de gestão integrada de resíduos (BRASIL, 2020).

A Lei nº 14.026/2020 determinou que os prazos para a implementação da disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos deveriam variar conforme o porte populacional dos municípios. Para as capitais e regiões metropolitanas, o prazo máximo estipulado foi até 2 de agosto de 2021, enquanto os demais municípios passaram a ter prazos específicos, conforme indicado na Figura 1 (LIMA et al., 2023).

Figura 1 -Prazo de disposição adequada de RSU



Fonte: LIMA et al., 2023

Mesmo com os avanços legislativos, informações de 2019 da *Organics NewBrasil* revelam que o Brasil ainda abriga cerca de 3 mil depósitos irregulares, espalhados por mais de 1.600 municípios. A maior parcela dos resíduos coletados continua sendo descartada de forma imprópria nesses locais, especialmente em cidades de pequeno e médio porte, embora essa prática também persista em grandes centros urbanos, como Brasília (LIMA et al., 2023).

A avaliação de risco ambiental (ARA) é um instrumento essencial para a identificação, quantificação e gestão dos impactos potenciais que determinadas atividades humanas, como a deposição inadequada de resíduos sólidos em lixões a céu aberto, podem provocar ao meio

ambiente e à saúde humana. Esse processo visa estimar a probabilidade de ocorrência de efeitos adversos, permitindo a adoção de medidas preventivas ou corretivas. De acordo com Machado (2012), a ARA é fundamental para promover a sustentabilidade ambiental, pois fornece subsídios técnicos e científicos para a tomada de decisões em políticas públicas e gestão de resíduos.

Os princípios que norteiam a ARA envolvem a identificação dos perigos, a caracterização das fontes de contaminação, a análise da exposição e a caracterização do risco. Conforme estabelecido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 1989), o processo segue quatro etapas básicas: identificação do perigo, avaliação da dose-resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco. Essas fases são aplicadas de maneira sistemática para garantir que todos os aspectos do potencial risco sejam devidamente avaliados. No Brasil, a Resolução CONAMA nº 420/2009 estabelece diretrizes técnicas para a avaliação de risco à saúde humana decorrente da contaminação de solos e águas subterrâneas, sendo um marco importante para o tratamento de áreas contaminadas, como é o caso dos lixões. Segundo Vieira (2016), essa resolução tem contribuído significativamente para padronizar os procedimentos metodológicos da ARA no país, permitindo a adoção de critérios técnicos e legais mais robustos na gestão ambiental.

Diversas metodologias são utilizadas na ARA, variando desde abordagens qualitativas até quantitativas, dependendo do grau de complexidade e dos dados disponíveis. A abordagem qualitativa é útil em fases iniciais ou quando os dados são escassos, enquanto a abordagem quantitativa, baseada em modelagens matemáticas e simulações, permite maior precisão na estimativa de riscos. Segundo Soares e Angelis (2011), as metodologias quantitativas são preferidas em áreas com alta sensibilidade ecológica ou proximidade de populações vulneráveis, pois possibilitam uma avaliação mais detalhada dos impactos potenciais.

A escolha da metodologia deve considerar a natureza do local, o tipo de contaminante, os receptores expostos e os objetivos da avaliação. Em contextos como os resíduos em áreas irregulares aberto, onde há a liberação de chorume, metais pesados e gases nocivos, a avaliação integrada dos riscos se torna indispensável. Segundo Trindade et al. (2020), a ARA aplicada a áreas de disposição inadequada de resíduos deve incorporar critérios multidisciplinares, combinando conhecimentos da engenharia ambiental, toxicologia, geologia e saúde pública para alcançar resultados eficazes.

Portanto, a ARA é um componente estratégico para a gestão sustentável de resíduos sólidos. Quando aplicada de forma eficiente, permite a identificação de áreas críticas, a priorização de ações corretivas e a prevenção de danos maiores ao meio ambiente e à sociedade. A incorporação de ferramentas de geoprocessamento, sensores remotos e modelagem computacional tem ampliado a capacidade preditiva da ARA, tornando-a uma ferramenta ainda mais potente para a gestão de riscos ambientais em áreas degradadas.

Os lixões a céu aberto representam uma das formas mais críticas de disposição de resíduos sólidos urbanos, gerando sérios impactos ao meio ambiente e à saúde pública. A ausência de controle técnico nesses locais permite a liberação de poluentes no solo, na água e no ar, comprometendo ecossistemas e o bem-estar da população. Segundo Silva e Moreira (2019), os lixões são fontes constantes de contaminação por metais pesados, além da geração de chorume e biogás, elementos altamente nocivos ao ambiente e à saúde humana.

Entre os principais impactos ambientais estão a contaminação do solo e das águas subterrâneas pelo chorume, que é o líquido resultante da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos. De acordo com Costa et al. (2016), o chorume tem alto potencial poluidor, podendo infiltrar-se no solo e atingir o lençol freático, afetando o abastecimento de água e comprometendo a biodiversidade local.

Além disso, os lixões contribuem para a emissão de gases de efeito estufa, como o metano (CH_4), intensificando o aquecimento global. Conforme destaca Tundisi (2014), a

decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos em lixões libera metano, um gás com potencial de aquecimento cerca de 25 vezes superior ao dióxido de carbono (CO_2), agravando os efeitos das mudanças climáticas.

Os impactos sociais também são alarmantes. A presença de lixões expõe a população a riscos à saúde, devido à proliferação de vetores de doenças, como ratos, moscas e mosquitos. Além disso, é comum a presença de catadores que trabalham em condições precárias, sem equipamentos de proteção e assistência social. Segundo Jacobi (2003), a falta de políticas públicas eficazes de inclusão social para esses trabalhadores acentua a desigualdade e marginalização de grupos vulneráveis.

A exposição contínua a poluentes pode desencadear doenças respiratórias, dermatológicas, gastrointestinais e até mesmo câncer. Estudos realizados por Gouveia (2012) demonstram que crianças que vivem próximas a lixões têm até 30% mais chances de desenvolver doenças respiratórias, devido à inalação de gases tóxicos e partículas em suspensão.

Outro aspecto preocupante é o impacto sobre a paisagem e o uso do solo. Os lixões degradam áreas ambientalmente sensíveis, muitas vezes localizadas próximas a corpos d'água ou em áreas de preservação permanente. Segundo Souza et al. (2021), a escolha inadequada de locais para instalação dos lixões contribui para a degradação ambiental e para o conflito de uso do território, dificultando ações de planejamento urbano e rural.

Portanto, os impactos causados pelos lixões vão além do meio físico, atingindo dimensões sociais, econômicas e de saúde pública. A continuidade dessa prática compromete a sustentabilidade ambiental e representa uma violação dos princípios básicos da dignidade humana e do direito ao meio ambiente equilibrado, conforme previsto no artigo 225 da Constituição Federal de 1988.

A gestão sustentável de resíduos sólidos representa um dos principais desafios das sociedades contemporâneas, especialmente diante do crescimento populacional, da urbanização acelerada e do consumo excessivo. Para além do simples descarte, essa gestão exige uma abordagem integrada que envolva redução na geração, reaproveitamento, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada. Conforme Demajorovic e Lima (2019), é imprescindível pensar os resíduos como parte de um ciclo produtivo, estimulando a economia circular e reduzindo os impactos ambientais e sociais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece princípios como a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos como prioridades. Nesse contexto, autores como Silva e Moraes (2019) destacam a necessidade de ampliar o investimento em infraestrutura e tecnologias limpas, além de promover a educação ambiental como ferramenta essencial para a mudança de comportamento da população e dos gestores públicos.

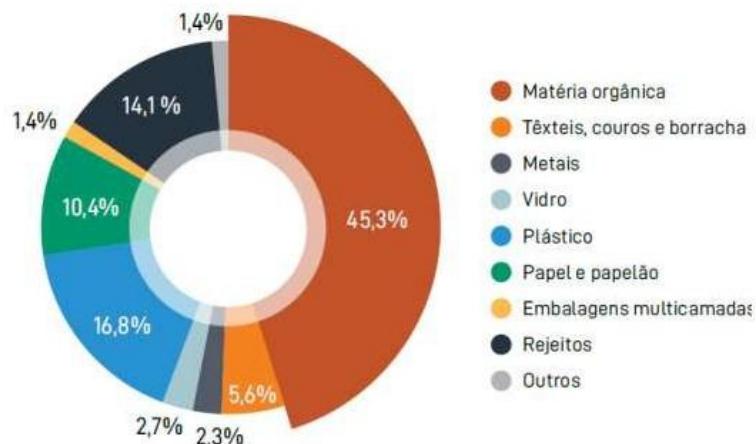
As perspectivas sustentáveis devem considerar também a inclusão dos catadores de materiais recicláveis nos sistemas de coleta seletiva e logística reversa. Segundo Loureiro (2020), a atuação desses profissionais deve ser valorizada e integrada formalmente ao sistema de gestão de resíduos, contribuindo para o aumento da reciclagem e para a geração de emprego e renda, sobretudo em comunidades vulneráveis. Essa integração contribui não só com o meio ambiente, mas também com a justiça social.

Outro ponto importante é a descentralização da gestão, com o fortalecimento da atuação consorciada entre municípios e a implementação de planos intermunicipais de resíduos sólidos. Conforme Jacobi e Besen (2011), a articulação regional permite ganhos de escala, otimização de recursos e maior eficiência nos processos de tratamento e destinação final. As experiências bem-sucedidas no Brasil e em outros países demonstram que a regionalização é um caminho viável para superar os gargalos estruturais, especialmente em municípios de pequeno porte.

A identificação e classificação dos resíduos sólidos representam uma etapa essencial no processo de coleta seletiva. De acordo com dados da ABRELPE (2020), os resíduos recicláveis

— que englobam materiais como têxteis, metais, vidros, plásticos, papéis, papelões e embalagens de múltiplos materiais — correspondem a 39,2% dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados no Brasil. Esse percentual evidencia o volume significativo de materiais passíveis de coleta e reaproveitamento, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Composição gravimétrica dos RSU gerados no Brasil.



Fonte: ABRELPE (2020)

Portanto, para a gestão sustentável dos resíduos sólidos exigem um esforço conjunto entre Estado, setor privado e sociedade civil. A adoção de políticas públicas integradas, o incentivo à pesquisa e inovação tecnológica, a promoção da educação ambiental e a valorização dos trabalhadores da reciclagem são medidas fundamentais para transformar o atual modelo linear de consumo em um modelo circular, sustentável e mais justo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu uma análise aprofundada sobre os riscos ambientais associados aos resíduos em áreas irregulares, revelando não apenas os impactos negativos dessas áreas para o meio ambiente e para a saúde pública, mas também os obstáculos enfrentados pelos municípios brasileiros na implementação de práticas sustentáveis de gestão de resíduos sólidos.

Verificou-se que a disposição inadequada de resíduos nesses locais resulta em contaminação do solo e dos recursos hídricos, emissão de gases de efeito estufa, degradação da paisagem, e exposição da população a riscos sanitários graves.

Ao longo do estudo, ficou evidente que, embora o Brasil possua um marco regulatório importante, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), a aplicação efetiva dessas diretrizes ainda é limitada, principalmente em municípios de pequeno e médio porte, que carecem de recursos técnicos, financeiros e humanos para desativar lixões e construir soluções adequadas, como aterros sanitários, estações de triagem e centros de compostagem.

Além dos desafios estruturais e legais, observou-se que a superação desse problema requer um esforço coletivo e coordenado entre poder público, setor privado e sociedade civil. Medidas como a inclusão dos catadores no sistema formal de gestão de resíduos, o fortalecimento da educação ambiental, o estímulo à economia circular e a adoção de tecnologias limpas são estratégias essenciais para uma mudança de paradigma.

A Avaliação de Risco Ambiental (ARA) revelou-se uma ferramenta indispensável para a tomada de decisões técnicas e políticas, permitindo a identificação de áreas críticas, a

priorização de intervenções e a prevenção de danos irreversíveis ao meio ambiente. A partir das análises realizadas, este trabalho propõe a ampliação do uso da ARA como instrumento orientador de políticas públicas, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioambiental.

Conclui-se, portanto, que o enfrentamento dos problemas causados pelos lixões a céu aberto depende de uma abordagem integrada e intersetorial, que considere não apenas aspectos técnicos e ambientais, mas também fatores sociais, econômicos e culturais. A construção de um modelo de gestão de resíduos sólidos mais eficiente, participativo e sustentável é não apenas uma exigência legal, mas um compromisso ético com as futuras gerações e com o direito de todos a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, conforme assegura a Constituição Federal de 1988.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. S. de; RIBEIRO, M. M.; VIANA, J. H.; PONTES, A. N. **Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira**. Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BASTOS, A. dos S. et al. **Meio ambiente: princípios ambientais, preservação e sustentabilidade** 3. 2022.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 03 ago. 2010.

BRINCK, R. R. L. **Compostagem: ferramenta sustentável de educação ambiental e redução de resíduos**. Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 4, 2020.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CORREIA, S. de A. et al. **Impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia-AL**. 2020.

COSENZA, J. P.; DE ANDRADE, E. M.; DE ASSUNÇÃO, G. M. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 9, n. 1, p. e16147-e16147, 2020.

COSTA, T. G. A. et al. **Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 3, n. 4, p. 79-86, 2016.

DA SILVA, M. M. P. et al. **Educação ambiental: ferramenta indispensável à gestão municipal de resíduos sólidos**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 5, p. 28743-28757, 2020.

DE SOUZA ELIAS, T.; MARCOMIN, F. E.; BECKER, L. G. **Mídia e resíduos sólidos em tempos de pandemia: caminhos para a educação ambiental na escola.** Revista Educar Mais, v. 6, p. 308-325, 2022.

DE SOUSA, G. L.; DE OLIVEIRA FERREIRA, V. T.; DE CARVALHO GUIMARÃES, J. **Lixão a céu aberto: implicações para o meio ambiente e para a sociedade.** Revista Valore, v. 4, p. 367-376, 2019.

DEMAJOROVIC, J.; LIMA, M. **Cadeia de reciclagem: um olhar para os catadores.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

FONSECA, A. Y. S. da. **Crédito de carbono na esfera dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. 2022.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 2008.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos urbanos: desafios da sustentabilidade.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 3, n. 1, p. 123-139, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2010.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental crítica: contribuições à construção de sociedades sustentáveis.** São Paulo: Cortez, 2020.

MACHADO, P. A. L. **Princípios da política nacional de resíduos sólidos.** Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, v. 24, n. 7, p. 25-33, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SILVA, J. C. da. **Modelo numérico para análise de gaseificação integrada a ciclo combinado para recuperação da energia de resíduos sólidos urbanos.** 2022.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções.** Estudos Avançados, v. 28, n. 82, p. 7-16, 2014.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A). Washington, DC, 1989.