

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CENÁRIO ATUAL DOS LIXÕES NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

ANA CAROLINA DA SILVA ARAUJO

JUIZ DE FORA

2025

CENÁRIO ATUAL DOS LIXÕES NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

ANA CAROLINA DA SILVA ARAUJO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Juiz de Fora, como
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Engenharia Civil

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Júlia Righi de
Almeida

Juiz de Fora
Faculdade de Engenharia da UFJF
2025

CENÁRIO ATUAL DOS LIXÕES NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

ANA CAROLINA DA SILVA ARAUJO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora constituída de acordo com a Resolução Nº 01/2018 do Colegiado do Curso de Engenharia Civil, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em:

Por:

Prof.(a) D.Sc Júlia Righi de Almeida (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof.(a) D.Sc Celso Bandeira de Melo (Examinador(a) 01)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof.(a) D.Sc Tatiana Tavares Rodriguez (Examinador(a) 02)
Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por todas as bênçãos e auxílios atendidos ao longo desta jornada, em que começou antes de entrar na faculdade, ao tocar o meu coração e me fazer escolher a Engenharia Civil como minha profissão.

A minha mãe Luciene, meu pai Luciano e às minhas irmã, Júlia e Emanuelle que estiveram sempre comigo, me auxiliando nos estudos, dando apoio nos momentos mais difíceis e sempre acreditando em mim. Amo vocês.

Aos meus avós Armecides e Nilson, que me receberam de braços abertos em sua casa, sempre me incentivaram a estudar e me ajudaram desde antes da faculdade. A minha avó Gelcira, que sempre falava a coisa certa no momento certo e a todos da minha família.

Ao meu namorado Marcos, por sempre me apoiar e me incentivar a seguir o que acredito e por todo o auxílio nessa jornada.

Aos meus amigos do “Avulsos”, que estiveram comigo desde o primeiro período, estudando e aprendendo juntos, trazendo alegria e apoio quando necessário. Sou muito grata por essa família que a faculdade me deu.

A minha família PET, que me fez conhecer melhor a área da geotecnia e a mim mesma, me fazendo evoluir e desenvolver habilidades que nunca pensei que conseguiria. Além de todo o apoio e memórias criadas. Sou muito grata por ter feito parte desta família e, como falamos, uma vez petiana, sempre petiana.

A minha família NEXA, em que encontrei pessoas incríveis. Ao trabalhar na área de meio ambiente, pude perceber como é gratificante trabalhar com o que gostamos, além de me identificar com as pessoas e seus pensamentos. Não poderia deixar de citar a minha chefe, Giovanna Scognamiglio, que é uma inspiração para mim e me passou o seu amor pelas barragens, além de ser vegetariana como eu. Outra pessoa essencial no meu caminho foi a Lidiane, que me ajudou nessa jornada e fez esse processo ser muito mais divertido, além de virar uma amiga que vou levar por toda minha vida.

Também não posso deixar de agradecer aos meus amigos de fora da faculdade, Brenda, Andressa, Nathalia, Gabriela e Paula, que estiveram sempre comigo me apoiando e acompanhando todos os processos desse ciclo.

A minha orientadora Julia, por me mostrar o mundo da geotecnia ambiental e sempre me incentivar em minha jornada. Sem você eu não estaria onde estou hoje.

Ao professor Celso, que me acolheu em minha primeira pesquisa e me inspira a continuar nesta jornada.

E a todas as pessoas que não foram citadas diretamente neste agradecimento, mas que me ajudaram neste ciclo, o meu muito obrigada, sem todos vocês não teria chegado onde estou hoje.

Quando a necessidade do meio ambiente superar a necessidade do consumo, a importância da consciência ambiental ficará evidente no mundo.

- Autor desconhecido.

RESUMO

O lixão pode ser definido como o local de descarte de resíduos diretamente no solo, tornando-se um grande gerador de poluição e contaminação ambiental. O chorume resultante do processo de lixiviação pode infiltrar-se no solo e atingir o lençol freático comprometendo a qualidade da água, causando danos ambientais significativos e comprometendo a saúde e qualidade de vida das pessoas. Em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sendo a primeira lei a tratar diretamente da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos. Entre suas diretrizes, houve a definição de um prazo para o encerramento de todos os lixões ativos no Brasil, em que, após uma prorrogação dos prazos, foi definido que todas estas estruturas deveriam ser encerradas até 02 de agosto de 2024. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar o atual cenário dos lixões no Brasil e os desafios associados ao encerramento dessas estruturas. Como se trata de um tema com dados recém divulgados, a metodologia adotada baseou-se na pesquisa em fontes e sites oficiais do governo e em informações disponibilizadas por empresas especializadas na gestão de resíduos. Ademais, para a contextualização e explicitação dos conceitos, foram utilizadas teses de doutorado e mestrado, artigos e livros publicados. A partir dos dados analisados é possível concluir que o prazo definido pela PNRS não foi integralmente cumprido. De acordo com o IBGE, 36,6% dos municípios que apresentam disposição final de resíduos ainda utilizam o lixão para esta finalidade. Observou-se também que os municípios com até 10 mil habitantes são os que mais apresentam lixões ativos, o que se deve, em grande parte, ao alto custo de implementação e operação de um aterro sanitário. Como alternativa, o governo federal oferece incentivos financeiros para os municípios que tenham um Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, além de estimular a realização de consórcios intermunicipais, o que diminui o custo e viabiliza o descarte ambientalmente adequado. Apesar dessas iniciativas, o encerramento dos lixões no Brasil ainda enfrenta desafios significativos, como a falta de infraestrutura adequada, limitações orçamentárias e dificuldades na fiscalização e aplicação das normativas ambientais. Nesse contexto, perspectivas futuras envolvem a ampliação de políticas públicas voltadas à gestão de resíduos, o fortalecimento da educação ambiental para conscientização da população e o aumento dos investimentos em infraestrutura e tecnologias sustentáveis. Somente com uma abordagem integrada e contínua será possível superar esses desafios e garantir uma destinação final de resíduos mais eficiente e ambientalmente responsável.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Encerramento. Legislação Ambiental.

ABSTRACT

The dump can be defined as the local of disposal of residue directly on to the ground, becoming a major generator of pollution and environmental contamination. The leachate resulting from the leaching process can infiltrate the soil and reach the water table, compromising water quality, causing significant environmental damage and compromising people's health and quality of life. In 2010, the National Solid Waste Policy (PNRS) was established, being the first law to directly address the management of solid residue. Among its guidelines, there was the definition of a deadline for the closure of all active dumps in Brazil, in which after an extension of the deadlines, it was defined that all these structures should be closed by August 2, 2024. Thus, the objective of this work is to analyze the current scenario of landfills in Brazil and the challenges associated with the closure of these structures. As this is a topic with recently released data, the methodology adopted was based on research on official government sources and websites and on information made available by companies specialized in residue management. Furthermore, to contextualize and explain the concepts, doctoral and master's theses, published articles and books were used. From the data analyzed, it is possible to conclude that the deadline defined by the PNRS was not fully met. According to IBGE, 36.6% of the cities that have final waste disposal still use landfills for this purpose. It was also observed that municipalities with up to 10 thousand inhabitants are those with the most active dumps, which is largely due to the high cost of implementing and operating a landfill. As an alternative, the federal government offers financial incentives to municipalities that have an Integrated Solid Waste Management Plan, in addition to encouraging the creation of inter-municipal consortia, which reduces costs and enables environmentally appropriate disposal. Despite these initiatives, the closure of dumps in Brazil still faces significant challenges, such as the lack of adequate infrastructure, budgetary limitations and difficulties in monitoring and applying environmental regulations. In this context, future perspectives involve expanding public policies aimed at waste management, strengthening environmental education to raise public awareness and increasing investments in infrastructure and sustainable technologies. Only with an integrated and continuous approach will it be possible to overcome these challenges and guarantee a more efficient and environmentally responsible final disposal of waste.

Keywords: Solid Waste. Closing. Environmental Legislation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Quantidade de RSU produzida por região no Brasil em 2023	17
Figura 2 - Disposição final em 2023	18
Figura 3 - Disposição final em 2023	19
Figura 4 - Aterro controlado em operação	20
Figura 5 - Lixão de Itacaré (BA) em operação	21
Figura 6 - Lixão de Gramacho	30
Figura 7 - Lixão da Estrutural.	31
Figura 8 - Impactos ambientais causados pelo lixão	33
Figura 9 - Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no Brasil em 2023	38
Figura 10 - Porcentagem de municípios por situação do Programa de Educação Ambiental	39
Figura 11 - Proporção de municípios com população superior a 50 001 habitantes com lixão como unidade de disposição final	40
Figura 12 - Proporção de municípios com destinação final de resíduos sólidos urbanos por tipo de unidade em 2023	41
Figura 13 - Mapa do Brasil - lixão como disposição final dos resíduos sólidos	42
Figura 14 - Tipo de destinação final no Brasil em 2023 de acordo com a ABREMA	43
Figura 15 - Disposição final de resíduos por região no Brasil em 2023	44
Figura 16 - Despesas municipais com gerenciamento de resíduos no Brasil em 2023.	45
Figura 17 - Despesas municipais per capita com gerenciamento de resíduos no Brasil em 2023	45
Figura 18 - Mapa do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em 2023	47
Figura 19 - Projeção dos custos para a viabilização de um aterro de pequeno porte	48
Figura 20 – Mapa da cobrança pelo serviço de limpeza e manejo de resíduos sólidos 2023	50

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Diferenças entre estruturas de disposição de resíduos (continua)	22
Quadro 2 Disposições Legais sobre Meio Ambiente e Resíduos Sólidos (continua)	28
Quadro 3- Métodos de remediação de lixo	34
Quadro 4 – Legislações relacionadas às áreas contaminadas	35
Quadro 5 - Tipo de destinação de resíduos por quantidade de municípios	43

LISTA DE SIGLAS

ABREMA	Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FEAM	Federação Estadual do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SMA	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
TCFA	Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 OBJETIVO	15
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 METODOLOGIA	16
3 MÉTODOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS	17
3.1 ATERRO SANITÁRIO	18
3.2 ATERRO CONTROLADO	19
3.3 LIXÕES	20
4 LEGISLAÇÃO	24
4.1 POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - LEI 6938 DE 31 DE AGOSTO DE 1981	24
4.2 RESOLUÇÃO CONAMA Nº01 - 1 DE JANEIRO DE 1986	24
4.3 RESOLUÇÃO CONAMA Nº237 - 19 DE DEZEMBRO DE 1987	25
4.4 LEI DE CRIMES AMBIENTAIS - LEI 9605 DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998	25
4.5 INFRAÇÕES E SANÇÕES PARA AÇÕES PREJUDICIAIS AO MEIO AMBIENTE - DECRETO 6514 DE 22 DE JULHO DE 2008	25
4.6 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI 12305 DE 02 DE AGOSTO DE 2010	26
5 ENCERRAMENTO DE LIXÕES	30
6 REMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS	33
7 DADOS ESTATÍSTICOS	37
7.1 PANORAMA DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	37
7.2 PANORAMA DO ENCERRAMENTO DE LIXÕES NO BRASIL	39

7.3 PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	46
8. DISCUSSÕES	48
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com Righi (2017), a contaminação do solo e das águas subterrâneas tem sido objeto de grande preocupação nas últimas décadas, tornando-se um problema ainda mais grave em grandes centros urbanos e industriais.

Um grande agente de contaminação é o lixão, que pode ser caracterizado como um local em que a disposição dos resíduos sólidos é feita de modo indiscriminado em cima do solo, sendo típico a falta de planejamento e de engenharia. A decomposição dos resíduos gera um líquido chamado chorume, em que, ao se infiltrar no solo transporta materiais suspensos e dissolvidos que, se não forem controlados, podem atravessar o subsolo e contaminar lençóis freáticos e águas superficiais (Mavropoulos, 2015).

Assim, foram criadas legislações para garantir que não haja poluição em novos locais e para regulamentar o manejo de resíduos sólidos. Em 2010, foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que estabelece diretrizes para os planos de resíduos sólidos, aborda a responsabilidade compartilhada e define prazos para o término de disposições irregulares de resíduos sólidos até o ano de 2014. Porém, os prazos foram alterados, sendo definido que todos os municípios deveriam ter encerrado seus lixões até 02 de agosto de 2024.

Para que fosse possível atingir este objetivo, era necessário que as cidades tivessem recursos e apoio tanto do governo (já que o investimento em uma disposição final adequada e encerramento de lixões pode ter um custo elevado) quanto entre os municípios (com a opção de realizar consórcios intermunicipais).

Com o final do prazo para o encerramento dos lixões, surge a necessidade de avaliar a atual situação do país em relação a esta temática. Com isso, foram realizadas pesquisas em meios de comunicação oficiais do governo e entidades ligadas à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

A partir dos dados obtidos, foi constatado que ainda há uma grande quantidade de municípios com disposição final de resíduos inadequada, havendo necessidade de um grande trabalho a ser feito para mitigar este cenário. Além disso, está em tramitação um projeto que prorroga o prazo de encerramento dos lixões por mais 5 anos para os municípios com população de até 50.000 habitantes.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar o cenário atual dos lixões no Brasil, destacando os principais desafios para a sua erradicação e as perspectivas para a gestão adequada dos resíduos, com foco no cumprimento do prazo legal para o encerramento dos locais de descarte a céu aberto.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 9 capítulos, incluindo este capítulo 1 introdutório.

O capítulo 2 apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo 3 aborda sobre os principais métodos de destinação final de resíduos sólidos no Brasil.

O capítulo 4 expõe as principais legislações existentes no país relacionadas ao descarte de resíduos.

O capítulo 5 apresenta o processo de encerramento de lixões, detalhando as etapas envolvidas.

O capítulo 6 aborda sobre a remediação de áreas contaminadas.

O capítulo 7 apresenta os resultados dos atuais dados encontrados sobre a destinação de resíduos em 2023, de acordo com o IBGE.

O capítulo 8 traz discussões sobre as informações abordadas ao longo do trabalho.

O capítulo 9 expõe as considerações finais com análises sobre o atual cenário brasileiro.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é uma análise sobre as legislações e dados mais recentes relacionados ao descarte de resíduos em lixões. Com isso, para a realização deste trabalho, foram feitas pesquisas sobre os principais conceitos relacionados ao descarte de resíduos, evolução das legislações ambientais e o atual panorama do Brasil em relação à gestão de resíduos sólidos com foco no encerramento das áreas de disposição final.

Em relação a abordagem teórica dos conceitos apresentados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sem considerar um recorte temporal. De acordo com Gil (2022, p. 43), “a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, essa modalidade de pesquisa inclui ampla variedade de material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos”.

Para os dados sobre o atual cenário do lixão no Brasil foi realizado uma pesquisa documental em que Gil (2022, p. 44) define:

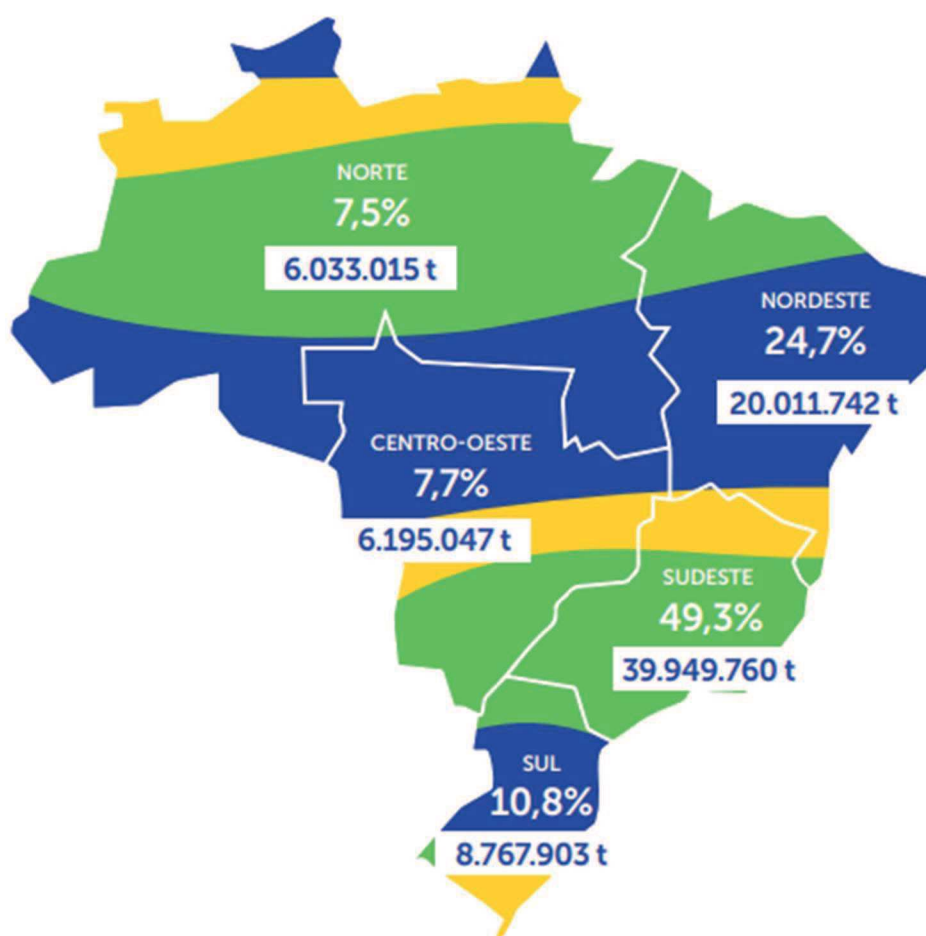
“A pesquisa documental vale-se de toda sorte de documentos, elaborados com finalidades diversas, tais como assentamento, autorização, comunicação etc. Mas há fontes que ora são consideradas bibliográficas, ora documentais. Por exemplo, relatos de pesquisas, relatórios e boletins e jornais de empresas, atos jurídicos, compilações estatísticas etc.”.

Assim, foram utilizados os sites do governo para a busca das legislações existentes sobre aterros sanitários e meio ambiente e para os dados referentes ao encerramento de lixões, considerando as grandes regiões do Brasil.

3 MÉTODOS DE DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente), em 2023, o brasileiro gerou em média 1,047 kg de resíduo por dia. Considerando que no Brasil havia 210 milhões de habitantes neste ano (IBGE, 2024), estima-se que aproximadamente 81 milhões de toneladas de RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) foram gerados, sendo a região Sudeste a que apresentou a maior geração, 49,3% do total nacional. Já a região Norte foi a de menor geração, 7,5% do RSU do país (ABREMA, 2024). A Figura 1 mostra a quantidade de resíduos produzidos por região em 2023 no Brasil.

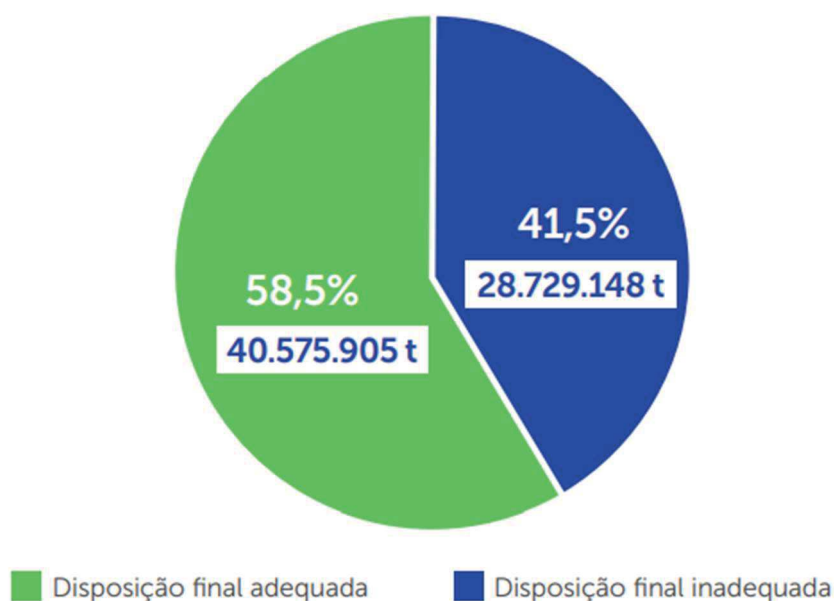
Figura 1 - Quantidade de RSU produzida por região no Brasil em 2023



Fonte: ABREMA (2024).

Em relação à coleta destes resíduos, estima-se que 93,4% do total apresentado foi adequadamente coletado e que 69,3 milhões de resíduos foram aterrados em 2023. Deste valor, 28,7 milhões de toneladas, 41,5% da quantidade total, não tiveram uma destinação adequada, gerando um grande risco à saúde pública e ao meio ambiente (ABREMA, 2024). A Figura 2 representa a relação entre a quantidade de resíduos que foram destinados corretamente e os que apresentaram uma disposição final inadequada.

Figura 2 - Disposição final em 2023



Fonte: ABREMA (2024).

No Brasil, pratica-se três modos de disposição final de RSU: lixões, aterros controlados e aterros sanitários (Righi, 2017). De acordo com o Art. 3º da Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), uma disposição final de RSU só é adequada se apresentar uma estruturação ordenada de rejeitos considerando as normas específicas de operação com o objetivo de minimizar os impactos ambientais, os danos à saúde pública e evitar outros possíveis danos. (Brasil, 2010). A seguir serão apresentadas as três formas de disposição de resíduos praticadas no Brasil.

3.1 ATERRO SANITÁRIO

De acordo com a NBR 8419/1992, pode-se definir aterro sanitário como:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (Brasil, 1992).

Assim, como o objetivo de um aterro sanitário é minimizar os impactos gerados, esta é considerada a única forma de disposição final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos. Para se adequar às diversas realidades existentes nas regiões do Brasil, há, basicamente, três tipos de métodos construtivos para esta disposição: trincheira, área e rampa (Melo, 2020).

Para que um empreendimento de destinação final seja considerado um aterro sanitário, algumas etapas e processos devem ser seguidos. Desse modo, deve ser considerada uma área

para o projeto tendo em vista a fauna, a flora e o entorno do local. Após esta escolha, deve ser analisada a impermeabilização do solo para que não haja contaminação do meio e do lençol freático. Outro fator que deve ser levado em consideração é a drenagem do local (interna e pluvial), sendo planejada desde a concepção até o encerramento, para que não haja impactos durante a operação do aterro. Além disso, deve-se considerar os gases que são lançados ao ambiente durante a vida útil do projeto (ReCESA, 2008). Na Figura 3 é possível visualizar um aterro sanitário em operação.

Figura 3 - Disposição final em 2023



Fonte: Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (2023).

3.2 ATERRO CONTROLADO

O aterro controlado é uma disposição inadequada de resíduos, em que há poucas formas de controle do descarte. Uma delas é a cobertura de algumas camadas do resíduo com solo, o que evita vetores. Outra forma é o controle do acesso de pessoas no local, o que não ocorre em um lixão (Brasil, 2021).

Porém, não há impermeabilização do solo para evitar contaminação ou tratamento do chorume gerado. Por isso, pode ser considerado uma transição do lixão para um aterro sanitário, já que “Devido aos problemas ambientais que causa, é de qualidade bastante inferior ao aterro sanitário, mas, em muitos casos, surge como a única alternativa viável, visto a dita falta de recursos dos municípios.” (Righi, 2017, p. 6). Na Figura 4 tem-se um exemplo dessa estrutura.

Figura 4 - Aterro controlado em operação



Fonte: Geoportal UFJF (2018).

3.3 LIXÕES

Os lixões são caracterizados pelo descarte direto dos resíduos no solo, sendo uma disposição final inadequada de RSU. Assim, não há medidas para proteger o meio ambiente e a saúde pública, o que atrai vetores de doenças e gera maus odores e poluição dos recursos hídricos próximos e do solo, devido ao lixiviado (Melo, 2020).

A partir do Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Lei 14026, de 15 de julho de 2020, o prazo para o encerramento de lixões no Brasil varia de acordo com a população de cada município, em que o limite máximo era até 02 de agosto de 2024 para as cidades com até 50 mil habitantes. No entanto, esta situação ainda não ocorre no país, já que, segundo a ABREMA (2024), ainda há 3 mil lixões ativos em 2024. Atualmente, tramita na Câmara dos Deputados, o Projeto da Lei 1323 de 2024, que busca prorrogar o prazo do encerramento de lixão por mais 5 anos para as cidades de até 50 mil habitantes. No projeto, é abordado que é uma situação complexa para esses municípios, já que a implementação de um aterro sanitário pode ter um custo inicial elevado. Com isso, é sugerido o investimento em pontos de coleta seletiva, adoção de aterro controlado quando o aterro sanitário não for viável e a inclusão dos catadores no

processo de transição, em que o poder público deve promover capacitações e alternativas para estes trabalhadores. A Figura 5 demonstra como é um lixão.

Figura 5 - Lixão de Itacaré (BA) em operação



Fonte: Portal Saneamento Básico (2024).

Assim, é importante frisar que a única disposição final ambientalmente adequada e aceita legalmente é o aterro sanitário, já que lixões e aterros controlados geram contaminação do ambiente e do entorno, além de atrair mais vetores que propagam doenças para a população próxima dessas localidades. O Quadro 1 apresenta as principais diferenças entre as estruturas de descarte de resíduos citadas anteriormente.

Quadro 1 - Diferenças entre estruturas de disposição de resíduos (continua)

Critérios	Lixão a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
Local da instalação	Local não planejado ou impróprio	Considera as condições hidrogeológicas	Local escolhido com base em fatores ambientais, comunitários e de custo
Capacidade	Capacidade do local é desconhecida	Capacidade planejada	Capacidade planejada
Preparação de células	- Não existe preparação de células - O lixo é disposto indiscriminadamente - A face/área de trabalho não é controlada.	- Não há preparação de células, mas a face/área de trabalho é reduzida - A disposição se dá apenas em áreas designadas	- Desenvolvimento de células individuais - A face/área de trabalho está confinada na menor área prática - A disposição se dá apenas em áreas designadas
Preparação do local	Pouca ou nenhuma preparação	- Terraplanagem da base da área de disposição - Drenagem e controle das águas de superfície na periferia do local	Preparação extensiva do local
Gestão do chorume	Não há	Não há ou parcial	Total
Gestão do gás	Não há	Parcial ou nenhuma	Total
Aplicação de cobertura de solo	Cobertura ocasional ou nenhuma	Implementação de cobertura regular, mas não necessariamente diária	Aplicação diária de camadas intermediárias e finais
Compactação dos resíduos	Não há	Compactação em alguns casos	Compactação dos resíduos
Manutenção de vias de acesso	Não há manutenção adequada	A manutenção é limitada	Desenvolvimento e manutenção plenos das vias de acesso
Cercas	Não há	Há cercas	Há cercas e portões
Entradas de resíduos	Não há controles sobre a quantidade e/ou a composição dos resíduos que chegam	Controle parcial ou nenhum, mas o resíduo aceito para descarte de limita ao RSU	- Controle total sobre a quantidade e/ou a composição dos resíduos que chegam Disposições especiais para tipos de resíduos especiais

Quadro 1 - Diferenças entre estruturas de disposição de resíduos (conclusão)

CrITÉRIOS	Lixão a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
Manutenção de registros	Não há	Manutenção básica	Registro completo de volumes de resíduos, tipos, fontes e atividades/eventos do local
Triagem de resíduos	Coleta por catadores	Coleta e comércio controlados	Não há coleta e comércio de resíduos no local
Fechamento	Não ocorre o devido fechamento após o encerramento das operações	As atividades de fechamento são limitadas à cobertura com solo solto ou parcialmente compactado e replantio de vegetação	Fechamento total e gerenciamento pós-fechamento
Custo	Baixo custo inicial, alto custo no longo prazo	Custo inicial baixo a moderado, alto no longo prazo	Custo inicial, operacional e de manutenção elevados, moderados no longo prazo
Impacto sobre a saúde e o meio ambiente	Grande potencial de incêndios e efeitos adversos sobre a saúde e o meio ambiente	Menor risco de impactos à saúde e ambientais se comparado ao lixão a céu aberto	Risco mínimo de impactos adversos sobre a saúde e o meio ambiente

Fonte: Adaptado de ISWA/Abrelpe. Saúde desperdiçada: o caso dos lixões (2015).

4 LEGISLAÇÃO

Com a vigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, houve uma alteração na percepção sobre a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, em que a responsabilidade compartilhada está em evidência e a correta destinação dos resíduos é ressaltada, estabelecendo que os mesmos devem ser reciclados e somente os rejeitos devem ir para uma unidade de aterro sanitário (Brasil, 2022). Além disso, há uma determinação de prazos para o encerramento de lixões, em que o prazo inicial era 2014, mas foi prorrogado para 2024 (Brasil, 2022).

Antes da PNRS entrar em vigor, já existia legislação que abordava a disposição final ambientalmente adequada e ainda sobre a importância de não contaminar o meio ambiente, em que foram evoluindo ao longo dos anos e com o avançar dos conhecimentos sobre o meio ambiente.

Assim, serão destacadas algumas das legislações, exemplificando as principais informações sobre a destinação final adequada de resíduos e abordagens relacionadas à poluição ambiental.

4.1 POLÍTICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - LEI 6938 DE 31 DE AGOSTO DE 1981

Na Lei 6938, de 31 de agosto de 1981, a constituição em vigor no período era a de 1967, e não há citações diretas sobre disposições de resíduos sólidos. Porém, aborda sobre a taxa de controle e fiscalização ambiental (TCFA), incluído pela lei nº 10.165 de 2000, em que se pode citar:

Art. 17-B. Fica instituída a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TCFA, cujo fato gerador é o exercício regular do poder de polícia conferido ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama para controle e fiscalização das atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos naturais. [\(Redação dada pela Lei nº 10.165, de 2000\)](#) [\(Vide Medida Provisória nº 687, de 2015\)](#) [\(Vide Lei nº 13.196, de 2015\)](#) (Brasil, 2000).

A referida lei cita ainda multas para poluidores ambientais, em que a pena varia de acordo com a gravidade da situação encontrada. Assim, há o início do controle legal para o meio ambiente.

4.2 RESOLUÇÃO CONAMA Nº01 - 1 DE JANEIRO DE 1986

A resolução CONAMA nº 01, de 1 de janeiro de 1986, dispõe sobre o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que são exigidos para atividades que possam causar impactos ambientais, tais como construção de

ferrovias, obras hidráulicas e aterros sanitários. Assim, para o licenciamento dessas obras, esses estudos deverão ser analisados pelos órgãos competentes e deverá atender a legislação vigente. Além disso, deve ser disponibilizado para que qualquer pessoa possa ter acesso aos documentos se desejar.

4.3 RESOLUÇÃO CONAMA Nº237 - 19 DE DEZEMBRO DE 1987

A resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1987, trata da revisão e complementação dos critérios utilizados para a licença ambiental vigente na época. Com isso, torna-se obrigatório para um empreendimento que vá ocasionar impacto ambiental, obter três diferentes licenças ao longo da vida útil do projeto, sendo elas:

- Licença Prévia (LP): obtida na fase preliminar, em que aprova o local e a concepção, tornando o empreendimento viável.
- Licença de Instalação (LI): permite a instalação do projeto analisado, sendo necessário seguir as especificações aprovadas.
- Licença de Operação (LO): autoriza a operação do empreendimento analisando, em que há a verificação do efetivo cumprimento das outras licenças.

4.4 LEI DE CRIMES AMBIENTAIS - LEI 9605 DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998

A Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998, apresenta o foco principal para os crimes relacionados à água e esgoto, mas aborda sobre sanções administrativas e penais para cidadãos que prejudiquem o meio ambiente.

4.5 INFRAÇÕES E SANÇÕES PARA AÇÕES PREJUDICIAIS AO MEIO AMBIENTE - DECRETO 6514 DE 22 DE JULHO DE 2008

O decreto 6514, de 22 de julho de 2008, trata das diversas sanções em casos que a atividade humana prejudique o meio ambiente. Assim, esta legislação prevê multas entre R\$ 5.000,00 e R\$50.000.000,00, dependendo da infração, incluindo situações como o lançamento inadequado de resíduos, descarte de resíduos sólidos ou rejeitos in natura a céu aberto, queima de resíduos em locais não licenciados, a omissão na segregação de resíduos e a falha em atualizar e disponibilizar ao órgão municipal competente e outras autoridades informações sobre a implementação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Este decreto foi atualizado após a publicação do decreto nº 10936, de 2022.

4.6 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI 12305 DE 02 DE AGOSTO DE 2010

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) representou um marco para a legislação ambiental, já que anteriormente não havia uma legislação específica com foco em resíduos sólidos. Assim, pode-se citar o artigo 1º, que afirma:

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. (Brasil,2010).

Assim, estabelece-se a regularização dos planos de resíduos sólidos, os quais devem ser elaborados pelos estados e municípios. A legislação prevê a gestão intermunicipal e entre regiões, o que se torna uma alternativa mais viável para localidades de pequeno porte e com uma menor geração de resíduos (Brasil, 2010).

Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos trata da responsabilidade compartilhada, citada no artigo 30:

Art. 30. É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção. (Brasil,2010).

É importante salientar que, de acordo com a Lei 12305 (Brasil, 2010), toda a cadeia produtiva apresenta responsabilidades sobre a gestão dos resíduos, e cada setor deve contribuir ativamente para reduzir a quantidade de matéria prima consumida e os resíduos gerados na produção, além de informar o tipo de resíduo para que o descarte seja feito de maneira ambientalmente adequada. O consumidor deve ter consciência dos produtos que consome e o modo correto de descarte, o que inclui a separação para a reciclagem, reutilização e a segregação dos rejeitos, garantindo a exemplificação das principais informações sobre a destinação final adequada de resíduos e abordagens relacionadas à poluição ambiental, em que cada tipo de resíduo seja destinado corretamente. Além disso, a responsabilidade recai sobre os serviços públicos e privados, responsáveis pela coleta dos resíduos, limpeza urbana e a destinação final adequada.

Além dos fatores já citados, a Lei 12305 (Brasil, 2010) proíbe o lançamento de resíduos *in natura* a céu aberto, ou seja, os lixões, assim como a prática da catação, que representa um grande risco à saúde humana devido ao possível contato com substâncias

perigosas e a exposição de vetores de doenças como ratos e baratas. A legislação, também impede a fixação de habitações temporárias ou permanentes nas proximidades de áreas de disposição final de resíduos, devido aos riscos à saúde e a possibilidade de contaminação do meio ambiente ao redor, já que nesse contexto, a população mais próxima dessas áreas seria a mais vulnerável a esses impactos.

Assim, para evitar a propagação de poluidores, o artigo 54 da Lei 12305 impõe datas limites para que todos os municípios encerrem as disposições ambientalmente inadequadas e adota os seguintes prazos:

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os Municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos: (Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020)

I - até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

II - até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes; (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

III - até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

IV - até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 1º (VETADO). (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020)

§ 2º Nos casos em que a disposição de rejeitos em aterros sanitários for economicamente inviável, poderão ser adotadas outras soluções, observadas normas técnicas e operacionais estabelecidas pelo órgão competente, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).
(Brasil,2010).

Assim, com a data limite estabelecida para 2 de agosto de 2024, a fim de eliminar práticas de destinações ambientalmente inadequadas, os órgãos competentes deveriam ter adotado as medidas necessárias para garantir o cumprimento dessas ações. O Quadro 2 apresenta um compilado das informações apresentadas acima.

Quadro 2 Disposições Legais sobre Meio Ambiente e Resíduos Sólidos (continua)

Nome	Nº	Ano	Resumo
Política Nacional do Meio Ambiente	Lei 6938	1981	- Constituição de 1967 - Aborda a taxa de controle e fiscalização ambiental (TCFA). - Aborda multas para poluidores ambientais
Dispõe sobre Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)	CONAMA Nº01	1986	- Aborda o EIA e o RIMA
Constituição Federal		1988	- Garante a igualdade de todos perante a lei - Aborda sobre os direitos e deveres dos cidadãos, incluindo as responsabilidades ambientais
Dispõe sobre Licenciamento Ambiental	CONAMA Nº237	1997	- Aborda a complementação de documentos para obter as licenças ambientais, sendo elas: - LP - LI - LO
Crimes Ambientais	Lei 9605	1998	- Aborda sanções administrativas e penais para cidadãos que prejudiquem o meio ambiente, com o foco em água e esgoto
Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico	Lei 11.445	2007	- Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico

Quadro 2 - Disposições Legais sobre Meio Ambiente e Resíduos Sólidos (conclusão)

Nome	Nº	Ano	Resumo
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 404	CONAMA Nº404	2008	- Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos
DECRETO Nº6.514	DECRETO Nº6.514	2008	- Aborda sanções em caso de atividades humanas que prejudiquem o meio ambiente, considerando os descartes inadequados de resíduos
Política Nacional de Resíduos Sólidos	Lei 12.305	2010	- Primeira legislação com foco em resíduos - Regulariza os planos dos resíduos sólidos - Aborda a responsabilidade compartilhada - Define prazos para o fim de disposições inadequadas de resíduos nos municípios brasileiros
Diretrizes para o Saneamento Básico	Lei 14.026	2020	- Atualiza o marco legal do saneamento básico
Regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos	Decreto 10.936	2022	- Regulamento da lei 12305, em que atualiza algumas informações e prazos

Fonte: O autor.

5 ENCERRAMENTO DE LIXÕES

No Brasil, há exemplos de encerramento de lixões de grande porte, que, enquanto ativos, representavam fonte de renda para diversas famílias. Um exemplo notável é o lixão de Gramacho, o maior da América Latina, que, segundo Carvalho e Lima (2022), permaneceu ativo por 34 anos e recebeu cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos. Situado na cidade de Duque de Caxias, no estado do Rio de Janeiro, o local foi reflorestado com vegetação nativa e encontra-se em recuperação (Ciclovivo, 2023). A Figura 6 retrata o local quando o lixão durante seu período de operação.

Figura 6 - Lixão de Gramacho



Fonte: O Globo (2012).

De acordo com Moll e Pádua (2018), outro lixão encerrado foi o da Estrutural de Brasília, que funcionou por quase 60 anos. Com uma área de 200 hectares e ao lado do Parque Nacional de Brasília, o local recebia em média 7,2 mil toneladas de resíduos por dia. Porém, mesmo encerrando o recebimento de resíduos em 2018, o local continuaria a receber descarte de entulhos. A Figura 7 retrata o interior do lixão.

Figura 7 - Lixão da Estrutural



Fonte: Metr  poles (2017).

Para apoiar os municípios na gestão de resíduos sólidos, o governo federal do Brasil disponibilizou um kit de ferramentas em seu site oficial gov.br (Brasil, 2021), contendo diversos roteiros e orienta  es sobre a destina  o e o manejo adequado de resíduos sólidos.

Uma dessas ferramentas    um roteiro voltado para o encerramento de lixões, que aborda os conceitos de lixão, aterro controlado e aterro sanitário, detalhando as características de cada um, a importância de um descarte adequado, além das oportunidades e desafios do processo de encerramento, com os passos necessários para sua implementa  o (Brasil, 2021).

Para garantir o encerramento adequado dessas estruturas,    fundamental envolver diversas áreas do governo, da sociedade, os catadores e o setor empresarial, uma vez que todos esses grupos são afetados por esta situa  o. Portanto, deve-se elaborar um plano de a  o que permita avaliar os possíveis danos ambientais, como contamina  o do solo e os impactos na saúde dos catadores e da popula  o ao redor do terreno do lixão, para que sejam realizadas as a  es de remedia  o. Além disso, deve-se avaliar o destino dos resíduos remanescentes no local e dos novos resíduos que serão gerados. Neste sentido, devem ser definidas as interven  es prioritárias e as metas de curto, médio e longo prazo (Brasil, 2021).

Para auxiliar na decisão das principais defini  es ao encerrar um lixão, o roteiro de encerramento de lixões (Brasil, 2021), cita dez passos, que são:

- 1- Suporte técnico: Identificação dos profissionais que possam assessorar o processo.
- 2- Conhecimento da situação: Identificação dos principais problemas, de outros lixões existentes e de aterros sanitários licenciados mais próximos.
- 3- Construção coletiva: Identificação dos responsáveis de cada etapa e de suas equipes.
- 4- Participação social: Envolvimento da comunidade local, catadores e outras instituições localizadas ao redor do lixão.
- 5- Elaboração do plano de ação: Escolha do método mais adequado para o encerramento do lixão, planejamento para a disposição dos rejeitos e dos resíduos recicláveis, além de elaborar o cronograma físico-financeiro.
- 6- Custo envolvidos: Identificação dos elementos que influenciam no custo do encerramento.
- 7- Processo de transição: Implantação das ações emergenciais em relação ao lixão e aos catadores.
- 8- Implantação do plano de ação: Destinação dos resíduos para o aterro sanitário, implantação da coleta seletiva e da recuperação da área degradada.
- 9- Destinação adequada dos outros resíduos: Implantação de políticas específicas para coleta e disposição de resíduos dos grandes geradores e articulação da logística reversa.
- 10- Monitoramento e avaliação: Monitoramento e avaliação das metas do plano de ação, avaliação do resultado e adequação se for necessário.

Assim, para que o processo seja eficiente, é fundamental que os órgãos municipais estejam envolvidos e engajados durante todo o projeto, além de investir em outras ações de coleta de resíduos como a coleta seletiva e a compostagem. Ademais, acompanhar o desenvolvimento do cronograma físico - financeiro, para garantir que não haja interrupções indesejadas. O roteiro também indica a implementação de uma taxa de cobrança pelos serviços prestados na coleta de resíduos, o que auxilia para a continuidade de uma destinação adequada. Outra estratégia mencionada no roteiro e na PNRS é a implantação de soluções regionais e consórcios entre municípios de pequeno porte (Brasil, 2021).

6 REMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

A remediação de locais contaminados por resíduos é essencial para a preservação do ambiente e da saúde humana (Brasil, 2021). De acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2010), os resíduos descartados em lixões acarretam problemas de saúde pública, geração de gases nocivos e poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume. Assim, o simples fechamento de um lixão sem as devidas ações de remediação, permite a continuidade da geração de gases, chorume e odores desagradáveis. Enquanto ocorrer atividade biológica no local, ainda é possível que ocorra poluição do ar, do solo e das águas superficiais e subterrâneas (FEAM, 2010). Pode-se visualizar estes problemas na Figura 8.

Figura 8 - Impactos ambientais causados pelo lixão



Fonte: FEAM (2010).

O caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos, produzido pela FEAM (2010), apresenta alguns métodos que podem ser utilizados para a desativação e reabilitação das áreas afetadas pelo descarte inadequado de resíduos, sendo que cada situação deve ser analisada de modo individual. Para a realização deste estudo, deve-se obter pelo menos o levantamento planialtimétrico do local, estudos de sondagens e caracterização geotécnica, análises dos parâmetros da água

e do solo, além de qualquer outro laudo que se julgue necessário para uma avaliação mais precisa da situação. Com base nas avaliações realizadas, alguma das técnicas apresentadas no Quadro 3 podem auxiliar no problema:

Quadro 3- Métodos de remediação de lixo

Técnica	Descrição
Remoção dos Resíduos	Consiste na remoção e transporte dos resíduos para outro local previamente preparado. Além disso, deve ser realizada a recuperação da área escavada com solo natural e vegetação da região.
Recuperação como Aterro Controlado	Para esta recuperação, deve-se atentar aos requisitos da Deliberação Normativa Nº 118/2008 do COPAM, além de ser recomendada para municípios de pequeno porte e que não descartaram resíduos perigosos no local.
Recuperação como Aterro Sanitário	Para esta recuperação, o local deve atender aos requisitos mínimos da NBR 13896/1997 e ainda ser possível utilizar o local por no mínimo 10 anos.
Recuperação Simples	Esta recuperação consiste no encapsulamento dos resíduos dispostos no lixo e para ser viável deve atender a um conjunto de condições como ter uma altura pequena de resíduos e não estar localizado em local histórico ou de valor cultural.
Recuperação Parcial	Para a recuperação parcial deve apresentar um projeto conceitual e um projeto executivo, em que apresente alguns requisitos como a reconformação geométrica e capeamento do lixo, conformação da declividade, controle da emissão e tratamento de lixiviados, coleta e desvios das águas superficiais, controle da emissão de gases e de recalques e implantação de cobertura vegetal.
Recuperação Completa	Esta recuperação busca restaurar integralmente as áreas degradadas, em que combina medidas de remoção de resíduos e descontaminação do solo e água. Apresenta custo elevado e deve ser avaliada quando o local está com o meio ambiente comprometido.

Fonte: O autor baseado no Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos da FEAM (2010).

No Brasil, há algumas legislações referentes à remediação de locais contaminados e valores de referências adequados, sendo citadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Legislações relacionadas às áreas contaminadas

Legislação	Descrição
CONAMA 357 de 18 de março de 2005	Classifica os corpos de água e apresenta as condições para o lançamento de efluentes.
LEI Nº 13.577 de 8 de julho de 2009	Apresenta diretrizes para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas.
CONAMA 420/2009	Aborda sobre os critérios e valores adequados para a qualidade do solo e de águas subterrâneas.
Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011	Dispõe sobre procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água e do padrão de potabilidade.
CONAMA 430/2011	Complementação e alteração da resolução CONAMA 357.
CONEMA 44 de 14 de dezembro de 2012	Aborda sobre a identificação de eventual contaminação do solo e da água subterrânea.
DECRETO Nº 59.263 de 5 de junho de 2013	Regulamenta a Lei 13.557.
RESOLUÇÃO SMA Nº 10 de 8 de fevereiro de 2017	Dispõe sobre a definição de atividades com potencial de gerar áreas contaminadas.
RESOLUÇÃO SMA Nº 11 de 8 de fevereiro de 2017	Define as regiões prioritárias para identificar as áreas contaminadas.

Fonte: O autor.

Além dos locais que estão mapeados como lixo e são considerados uma fonte de contaminação, há ainda os espaços de disposição de resíduos desativados e que não tiveram a remediação adequada, o que aumenta a quantidade de locais contaminados (Righi, 2017).

A contaminação do solo e das águas subterrâneas é de grande preocupação, principalmente para as grandes cidades e regiões industriais (Righi, 2017). Considerando as contaminações geradas pelos resíduos sólidos, ainda há um outro fator a ser considerado. A degradação dos resíduos é um processo lento e que demora décadas para ocorrer. Assim, mesmo sendo descartado em aterros sanitários, se não houver um acompanhamento adequado da área, o local pode se tornar uma área contaminada e com risco de prejudicar a saúde da população e do ambiente ao entorno, sendo uma fonte de exportação de contaminantes (Righi, 2017).

Para avaliar se uma área está contaminada, é necessário realizar ensaios que identifiquem os elementos presentes no local e verifiquem se seus valores estão acima dos limites considerados aceitáveis. A Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009 estabelece esses parâmetros, podendo ser definida como:

Art. 1º Esta resolução dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.

Parágrafo único. Na ocorrência comprovada de concentrações naturais de substâncias químicas que possam causar risco à saúde humana, os órgãos competentes deverão desenvolver ações específicas para a proteção da população exposta. (Brasil, 2009).

Assim, é possível obter os valores de referência que serão utilizados para identificar uma área contaminada. Para isto, a resolução afirma que:

Os valores de referência de qualidade (VRQs) para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo são estabelecidos a partir de interpretação estatística dos resultados analíticos obtidos em amostras coletadas nos principais tipos de solo do Estado. (Brasil, 2009).

Com isso, pode-se pontuar que os valores de referência variam de acordo com o local da contaminação e que a gravidade da contaminação depende do tipo de material lançado in natura. Para as contaminações com resíduos, Righi (2017) aponta que mais de 50% dos resíduos destinados ao aterro sanitário são orgânicos, o que resulta no aumento do nitrogênio amoniacal no lixiviado, contribuindo para a contaminação do lençol freático.

Assim, Righi (2017) concluiu que os principais parâmetros que determinam se aqueles locais onde houve descarte de resíduos ainda estão contaminados são: pH, DBO, DQO e o nitrogênio amoniacal. Analisando estes valores, é possível tomar uma decisão mais assertiva sobre os recursos e prioridade de remediação do local.

7 DADOS ESTATÍSTICOS

7.1 PANORAMA DOS SERVIÇOS DE LIMPEZA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Em novembro de 2024, o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) divulgou o cenário de manejo de resíduos sólidos no Brasil de 2023, em que é possível analisar de modo mais assertivo os dados relacionados aos resíduos no país.

De acordo com a Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2023, feita pelo IBGE (2024), 99,8% dos municípios do Brasil apresentam serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, conforme a Figura 9, em que os itens considerados são:

- Capina e/ou raspagem de vias e logradouros público;
- Tratamento de resíduos secos e/ou resíduos orgânicos;
- Coleta convencional de resíduos domésticos;
- Limpeza de feiras e/ou mercados públicos;
- Varrição de vias e logradouros públicos;
- Coleta de resíduos especiais;
- Limpeza de praias;
- Poda de árvores;
- Coleta seletiva;
- Disposição final;
- Pintura de meio-fio;
- Remoção de animais mortos;
- Triagem de resíduos sólidos recicláveis;
- Coleta de resíduos sujeitos à logística reversa;
- Limpeza de estruturas de drenagem de águas pluviais;
- Limpeza de espelhos d'água e margens de cursos d'água.

Em 8 cidades o serviço não estava disponível, sendo 3 delas na região Sudeste e 2 na região Sul.

Figura 9 - Serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos no Brasil em 2023



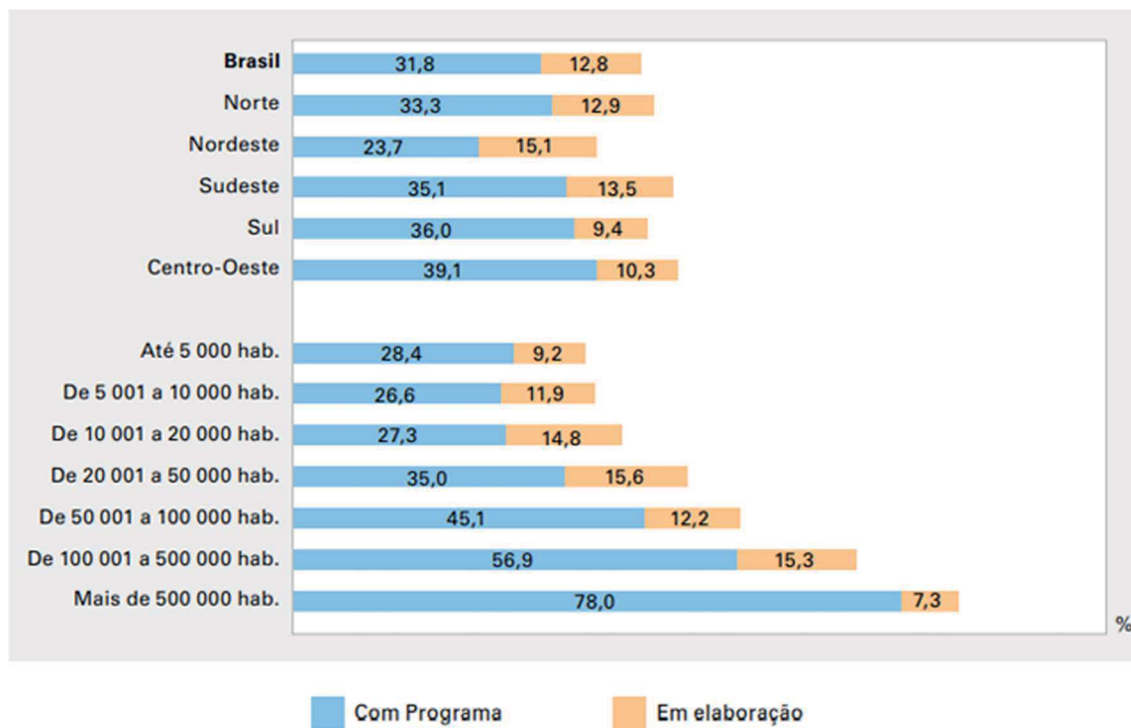
Fonte: IBGE (2024).

Além disso, o IBGE aponta que 44,6% dos municípios brasileiros contam com um programa de educação ambiental, conforme a Figura 10, em que há divulgação e ensinamentos sobre as boas práticas com o meio ambiente, incluindo as questões relacionadas aos resíduos sólidos. No Brasil, 31,8 % dos municípios possuem o programa e 12,8% ainda estão em fase de elaboração, sendo a região Centro-Oeste com a maior porcentagem de programas ativos e a região Nordeste com o menor número.

Ainda sobre a Figura 10, considerando o tamanho dos municípios em relação ao número de habitantes, observa-se que os municípios com mais de 50.000 habitantes são as que mais implementaram programas de Educação Ambiental, enquanto os municípios com menos de 5.000 habitantes apresentam o menor número de iniciativas, levando em conta tanto os programas ativos quanto os em fase de elaboração. Vale ressaltar que as

idades de pequeno porte obtiveram um prazo maior para a regularização do programa, devido às dificuldades de orçamento e manejo dos resíduos.

Figura 10 - Porcentagem de municípios por situação do Programa de Educação Ambiental



Fonte: IBGE (2024).

7.2 PANORAMA DO ENCERRAMENTO DE LIXÕES NO BRASIL

De acordo com a Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os lixões devem ser encerrados no país, com prazos que variam conforme o porte de cada município. Conforme o gráfico da Figura 11, observa-se que os municípios com população entre 50 mil e 100 mil habitantes ainda apresentam uma grande quantidade de lixões ativos. Na região Norte, 75% desses municípios ainda utilizam lixões como destinação final, o que evidencia que essa é a principal forma de disposição de resíduos na região.

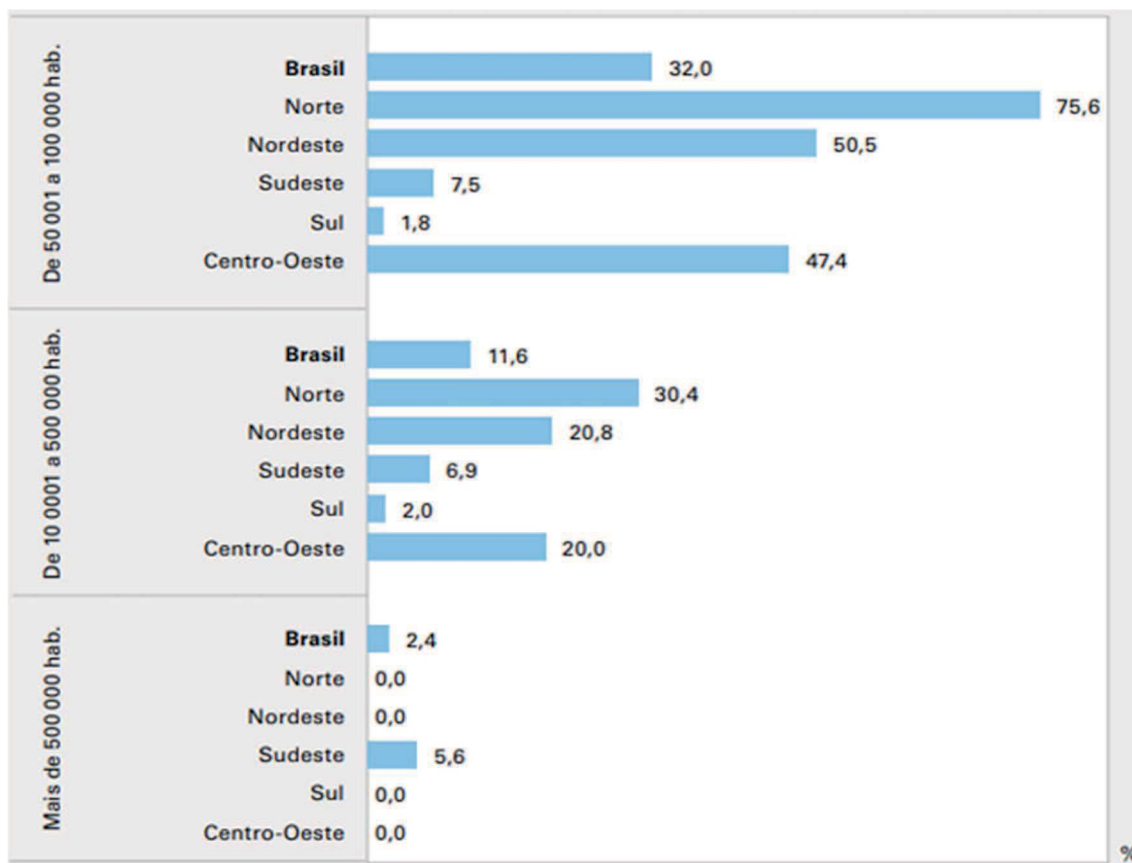
Além disso, é importante ressaltar que o prazo para o encerramento dos lixões nesta modalidade expirou em 2 de agosto de 2023, ano-base da pesquisa. Esse descumprimento da legislação não se restringe apenas a essa modalidade, mas também afeta municípios de maior porte.

Ao considerar municípios com população entre 100 mil e 500 mil habitantes, observa-se que todas as regiões do Brasil ainda utilizam lixões como destino final dos

resíduos. A região Norte é a que apresenta o maior percentual, com 30,4% de seus municípios nessa faixa populacional adotando essa destinação inadequada.

Já nos municípios com mais de 500 mil habitantes, a única região que ainda apresenta destinação inadequada é a Sudeste, com 5,6% dos municípios dessa região utilizando lixões como prática de disposição final.

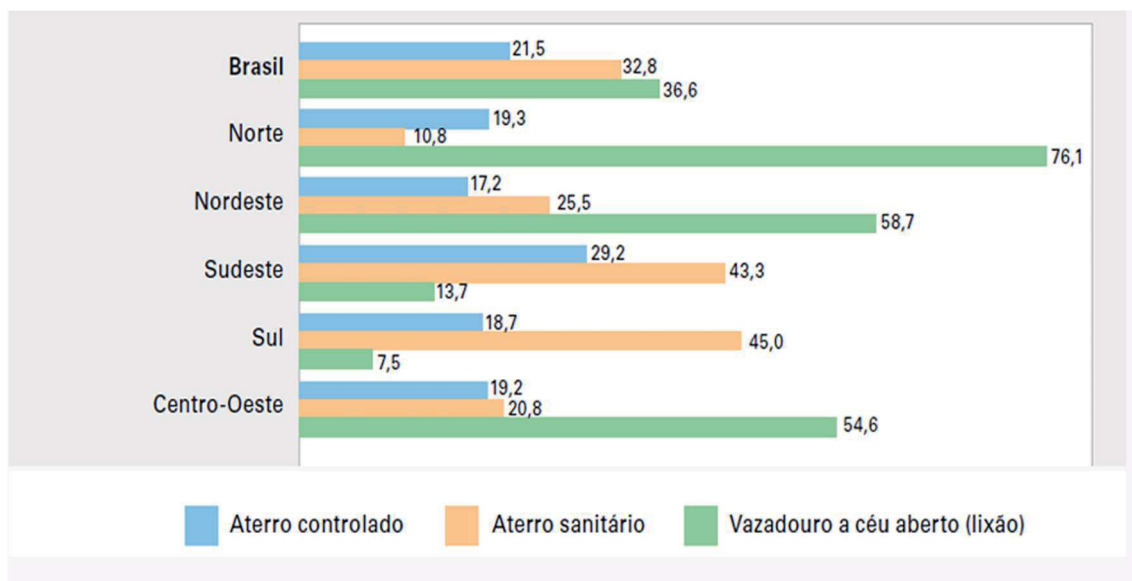
Figura 11 - Proporção de municípios com população superior a 50 001 habitantes com lixão como unidade de disposição final



Fonte: IBGE (2024).

Portanto, conclui-se que ainda é necessário investir no encerramento dos lixões em municípios com mais de 50 mil habitantes, adaptando a legislação à realidade atual. Para as cidades com uma população menor que 50.000, a Lei 12.305 estabeleceu o prazo para o encerramento dos lixões até 8 de agosto de 2024. No entanto, já existe um projeto em andamento para estender esse prazo para os municípios dessa faixa populacional. Assim, considerando todas as cidades do Brasil com unidades de disposição final de resíduos sólidos — um total de 4.852, segundo o IBGE (2024) —, o cenário revela uma grande quantidade de resíduos sendo descartados de forma inadequada, como indicado na Figura 12.

Figura 12 - Proporção de municípios com destinação final de resíduos sólidos urbanos por tipo de unidade em 2023



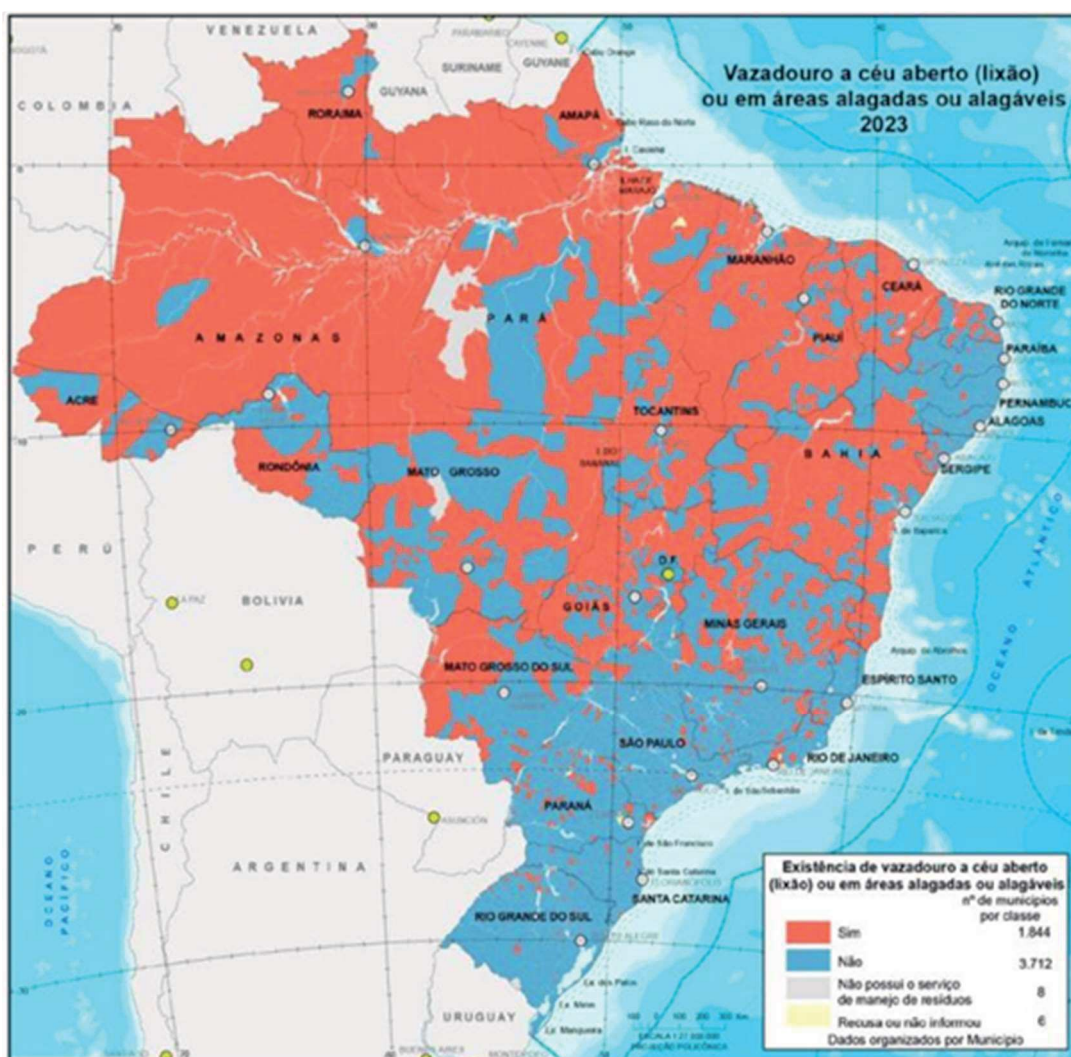
Fonte: IBGE (2024).

Como já mencionado neste trabalho, a única forma de disposição final ambientalmente adequada é o aterro sanitário. Dessa forma, ao analisar a Figura 12, conclui-se que, no Brasil, 58,1% dos municípios com unidades de disposição final de resíduos ainda utilizam sistemas ilegais, que são prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto à saúde da população no seu entorno.

Ao analisar as grandes regiões do país, observa-se que o Norte é a região com a maior porcentagem de lixões (76,1%) e a menor quantidade de aterros sanitários (10,8%). Em contraste, a região Sul é a que apresenta a menor porcentagem de lixões a céu aberto (7,5%) e a maior quantidade de aterros sanitários (45%).

A Figura 13 ilustra esse cenário por meio de um mapa do Brasil, evidenciando as regiões com maior concentração de lixões e aquelas com menor presença dessa forma inadequada de destinação final de resíduos.

Figura 13 - Mapa do Brasil - lixão como disposição final dos resíduos sólidos



Fonte: IBGE (2024).

O IBGE também forneceu informações sobre outros métodos inadequados de disposição de resíduos. O Quadro 5 apresenta a quantidade de municípios que adotam cada tipo de destinação final de resíduos sólidos em 2023, conforme dados do IBGE (2024), sendo que um município pode adotar mais de um tipo de destinação final.

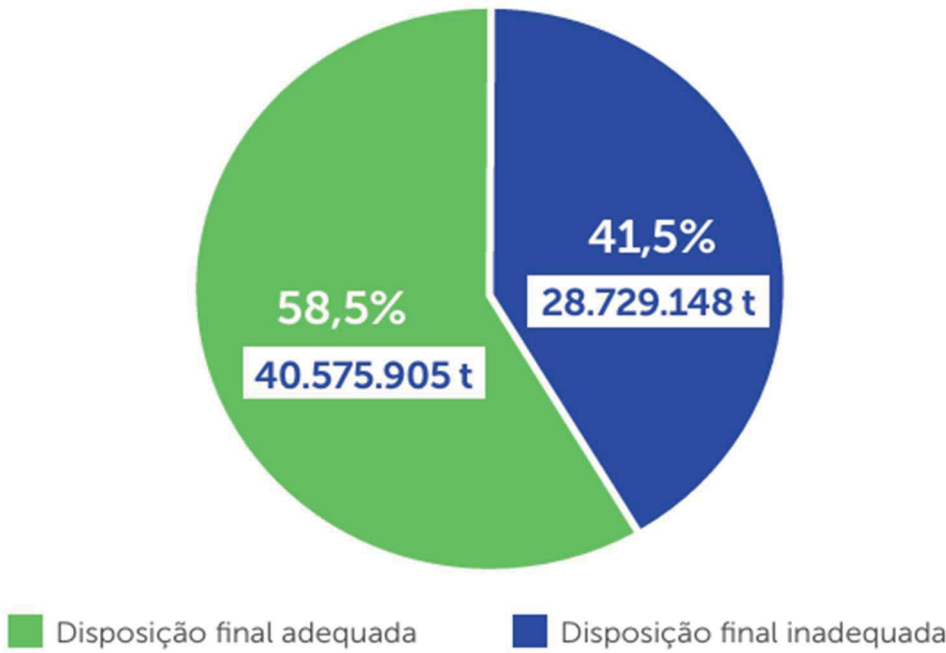
Quadro 5 - Tipo de destinação de resíduos por quantidade de municípios

Tipo de destinação de resíduo sólido	Quantidade de municípios
Bota fora (utilizado na terraplanagem)	1600
Vazadouro a céu aberto (lixão)	1775
Aterro controlado	1044
Aterro sanitário	1592
Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	541
Unidade de tratamento por incineração	144
Área de transbordo	1239

Fonte: Adaptado do IBGE (2024).

De acordo com os dados coletados pela ABREMA (2024), por meio de projeções, os resultados obtidos diferem daqueles divulgados pelo IBGE. Ao analisar a Figura 14, observa-se uma porcentagem significativamente maior de destinação final adequada (58,5%), valor que se aproxima da porcentagem de destinação inadequada, quando comparado aos dados fornecidos pelo IBGE.

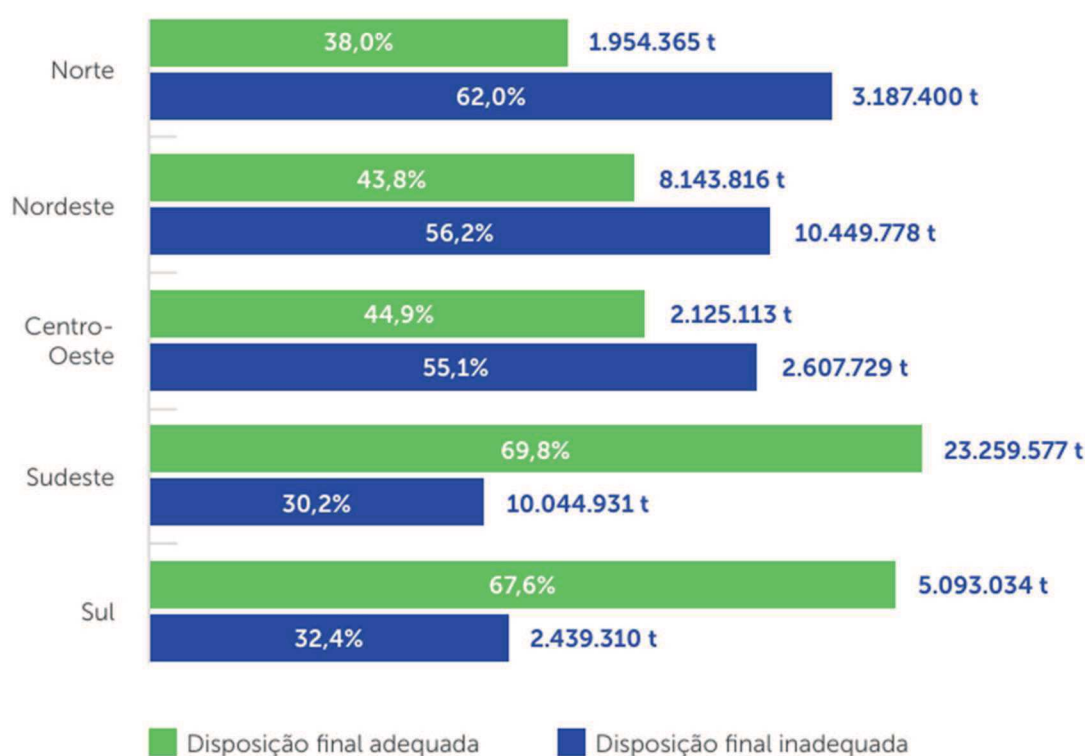
Figura 14 - Tipo de destinação final no Brasil em 2023 de acordo com a ABREMA



Fonte: ABREMA (2024).

Ao avaliar o gráfico que compara o tipo de disposição final por região, observa-se que, em 2023, de acordo com os dados da ABREMA (2024), a região Norte apresenta a maior quantidade de destinação inadequada, com 62% dos resíduos da região não sendo corretamente destinados. Esse mesmo cenário é observado nos dados do IBGE (2024), que também indicam a região Norte como a que apresenta a maior porcentagem. Já a região Sudeste, conforme os dados da ABREMA (2024), apresenta a menor porcentagem de destinação inadequada (30,2%). Esse resultado difere dos dados do IBGE (2024), que apontam a região Sul como a que apresenta o menor índice de destinação inadequada. No entanto, como demonstra a Figura 15, a diferença entre as regiões Sudeste e Sul nos dados da ABREMA é de apenas 2,2%.

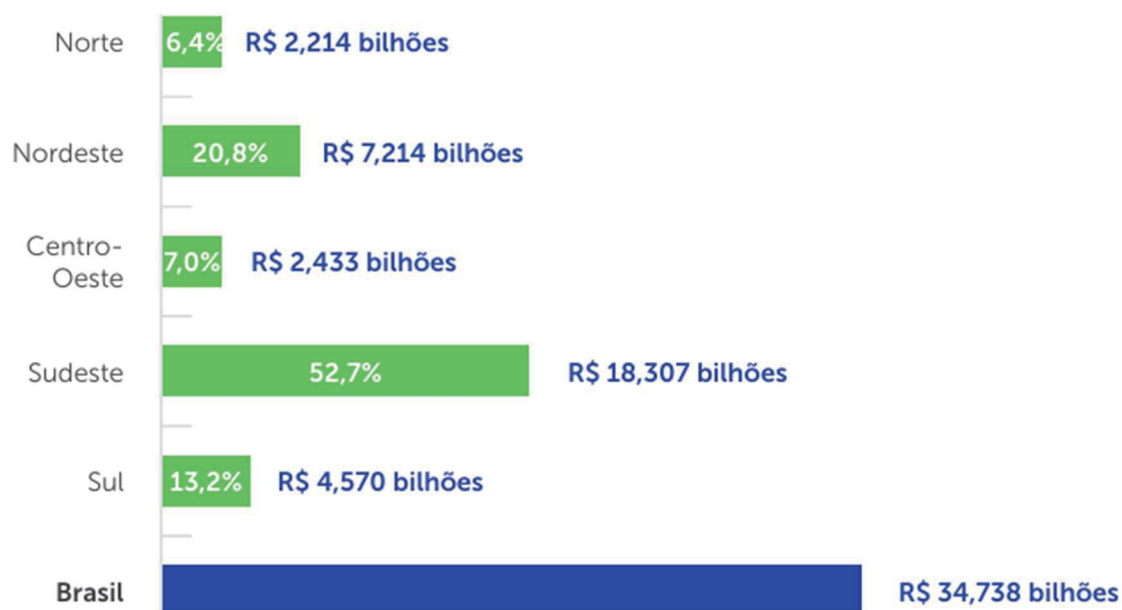
Figura 15 - Disposição final de resíduos por região no Brasil em 2023



Fonte: ABREMA (2024).

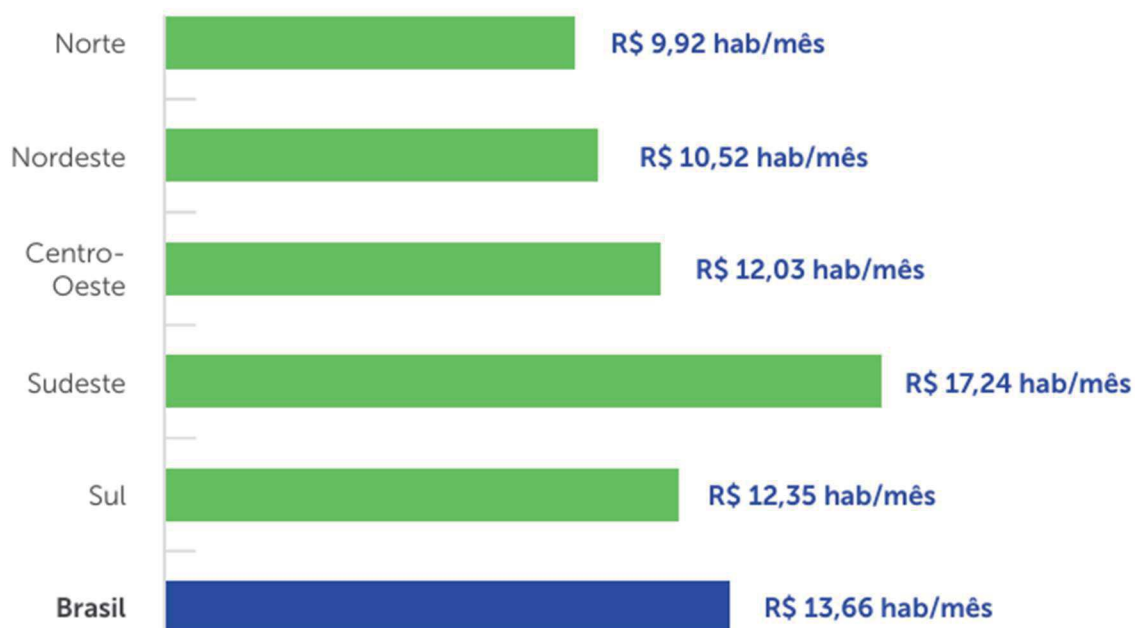
Além dessas informações, a ABREMA (2024) também divulgou o valor investido por região para resíduos sólidos, em que é possível analisar qual a região com o maior investimento no ano de 2023 e a quantidade gasta por habitante por mês em 2023, conforme as Figuras 16 e 17.

Figura 16 - Despesas municipais com gerenciamento de resíduos no Brasil em 2023



Fonte: ABREMA (2024).

Figura 17 - Despesas municipais per capita com gerenciamento de resíduos no Brasil em 2023



Fonte: ABREMA (2024).

Com base nesses dados, pode-se concluir que a região Sudeste foi a que mais investiu em gerenciamento de resíduos sólidos, o que é consistente com a situação apresentada na Figura 15, em que essa região registra a menor porcentagem de destinação inadequada. Esse investimento reflete diretamente na melhoria da destinação final dos resíduos na região.

Por outro lado, a região Norte foi a que menos investiu no gerenciamento de resíduos, com um gasto inferior a R\$10,00 por mês. Como resultado, de acordo com os dados da ABREMA (2024), a região Norte é a que possui a maior quantidade de destinação inadequada de resíduos no país.

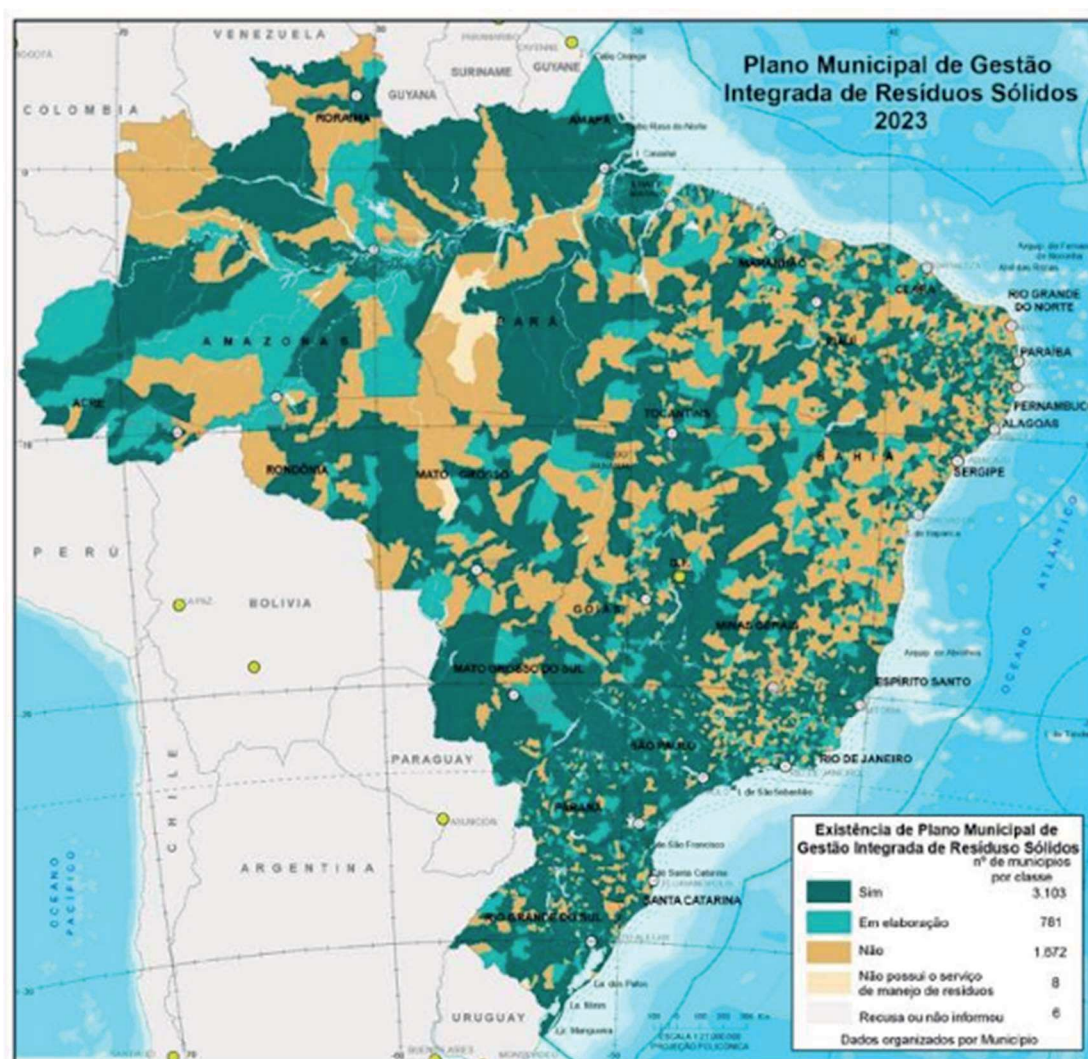
7.3 PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a PNRS:

Art. 18. A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (Brasil, 2010).

Logo, pode-se inferir que a implementação do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é essencial, pois é um critério fundamental para a obtenção de incentivos e financiamentos voltados à gestão de resíduos. Com esse apoio, facilita o município no fechamento de lixões e na transição para formas adequadas de destinação final, seja de forma independente, seja por meio de consórcios com outras cidades. A Figura 18 ilustra a situação das cidades brasileiras em relação à implementação desse plano.

Figura 18 - Mapa do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos em 2023



Fonte: IBGE (2024).

De acordo com os dados do IBGE (2024), em 2023, 55,8% dos municípios possuíam o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, 14,1% estavam em fase de elaboração e 30% ainda não tinham o plano implementado. A Figura 18 mostra que as regiões Norte e Nordeste concentram os maiores números de municípios sem o plano, sendo também essas regiões com os maiores índices de descarte inadequado de resíduos sólidos.

8. DISCUSSÕES

A partir das informações e dados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que o prazo para o encerramento das disposições ilegais de resíduos sólidos no país não foi cumprido, evidenciando diversos fatores que contribuem para esse resultado.

A operação de um aterro sanitário e os custos envolvidos na construção dessa infraestrutura podem ser elevados, tornando difícil para muitos municípios arcarem com esses custos. Segundo uma pesquisa realizada pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2017), o custo estimado para a viabilização de um aterro de pequeno porte foi de cerca de 284 milhões de reais, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Projeção dos custos para a viabilização de um aterro de pequeno porte

DESCRIÇÃO	Aterro Micro (100 t/dia)			Aterro Pequeno (300 t/dia)		
	CUSTO TOTAL (R\$)	CUSTO MÉDIO (R\$/t)	% DO CUSTO OPER.	CUSTO TOTAL (R\$)	CUSTO MÉDIO (R\$/t)	% DO CUSTO OPER.
Pré-implantação	1.456.835	2,22	0,9%	2.014.861	1,02	0,7%
Implantação	8.609.654	13,10	5,3%	16.217.768	8,23	5,7%
Operação	86.270.713	131,31	53,0%	149.504.100	75,85	52,5%
Fechamento	612.143	0,93	0,4%	1.289.895	0,65	0,5%
Pós-fechamento	47.561.337	72,39	29,2%	84.065.865	42,65	29,5%
Despesas Administrativas	18.127.223	27,59	11,1%	31.643.090	16,05	11,1%
TOTAL	162.637.905	247,55	100,0%	284.735.579	144,46	100,0%

Fonte: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (2017).

Existem incentivos do governo e programas que facilitam a realização de consórcios entre os municípios, tornando possível que as cidades promovam uma destinação final adequada para os resíduos sólidos. Para apoiar essa implementação e esclarecer as responsabilidades das partes envolvidas, o Governo Federal publicou o Roteiro para Implementação de Consórcios Públicos de Manejo de RSU.

Além disso, os municípios que possuem um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos podem contar com apoio financeiro do governo, conforme estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Por outro lado, aqueles que ainda não implementaram esse plano enfrentam maiores dificuldades financeiras para fechar lixões e corrigir outras formas inadequadas de descarte de resíduos sólidos, devido ao alto custo de encerramento e remediação dos locais de descarte.

Outro fator importante que influencia a destinação dos resíduos sólidos é o investimento das regiões no manejo de resíduos. Regiões com baixo investimento tornam inviável uma destinação adequada. Como exemplo, a região Norte é a que apresenta o menor investimento por habitante (R\$9,92), o que pode explicar sua posição como a região com o maior número de lixões no Brasil. Uma possível solução para aumentar esse

investimento é a implementação de taxas para serviços de resíduos sólidos, medida já adotada por diversos municípios do país, como ilustrado na Figura 20.

As regiões com as maiores porcentagens de municípios que implementam cobranças e formas de financiamento para o serviço de gestão de resíduos são a Sul, com 84%, e a Sudeste, com 52,4%. Essas mesmas regiões apresentam os menores índices de lixões. Por outro lado, as regiões Nordeste e Norte têm as menores porcentagens de municípios que cobram pelo serviço, com 12,9% e 20,3%, respectivamente. Consequentemente, essas regiões também são as que possuem o maior número de lixões em 2023. Dessa forma, pode-se concluir que a cobrança pela destinação de resíduos contribui diretamente para o investimento no manejo dos resíduos sólidos, ajudando na melhoria da disposição final e no fechamento de lixões.

Figura 20 – Mapa da cobrança pelo serviço de limpeza e manejo de resíduos sólidos 2023



Fonte: IBGE (2024).

Ademais, o investimento em educação ambiental e políticas voltadas para o meio ambiente são essenciais para que o conhecimento chegue até a população, fazendo com que seja possível o apoio dos cidadãos em não descartar resíduos em locais inadequados, incentivar outras pessoas a fazerem o mesmo e adotar práticas que ajudem o meio em que vivem. De acordo com a Figura 10, o Centro-Oeste e o Sul são as regiões com maiores quantidades de programas de educação ambiental elaboradas, com 39,1% e 36% respectivamente. Já as regiões Nordeste e Norte apresentam a menor quantidade de programas de educação ambiental implementados, com 23,7% e 33,3% respectivamente, sendo as regiões com as maiores quantidades de lixões.

As legislações vigentes desempenham um papel fundamental na destinação correta dos resíduos sólidos, sendo essencial que estabeleçam soluções e prazos

compatíveis com a realidade do país, para que se torne possível cumpri-la. Além disso, é necessário garantir a aplicação das leis já existentes e que preservam o meio ambiente, pois assim pode gerar uma maior consciência na população da importância de preservar o meio em que se vive. Outro fator que pode auxiliar nesse processo são as legislações ambientais, estaduais e municipais, que permitem adaptações mais adequadas às especificidades de cada região.

Também deve ser considerado que o meio de obtenção dos dados pelo IBGE ocorre através de questionários que são enviados para a prefeitura, em que os gestores de serviços preenchem e retornam para o instituto. Logo, pode haver falha ao preencher este questionário, ainda mais considerando que muitos profissionais não estão capacitados e desconhecem a diferença entre aterro sanitário, aterro controlado e lixões. Sobre a pesquisa realizada pela ABREMA, também se tem essa preocupação, já que os resultados foram obtidos através de projeções estatísticas e análises de dados publicados em sites de entidades relacionadas a limpeza e manejo de resíduos sólidos e da imprensa de modo geral.

Como possíveis soluções para encerrar o envio de resíduos para os lixões e outras disposições inadequadas, pode-se pontuar o incentivo da PNRS em reciclar e fazer a compostagem dos resíduos gerados, pois além de diminuir a quantidade de materiais destinados para o aterro sanitário, o que aumenta a sua vida útil, também há a geração de empregos para catadores e empregos formais, com melhores condições. Assim, para ter uma ação mais efetiva é importante ampliar as políticas públicas sobre esse tema e incentivar a população a separar os resíduos e descartá-los corretamente, além de realizar campanhas ensinando desde às crianças até aos idosos sobre a importância da reciclagem e do descarte correto, com um plano de educação ambiental.

Outra ação são os consórcios intermunicipais, em que os menores municípios enviam os seus resíduos para a cidade escolhida como o polo, geralmente a de maior porte entre os municípios existentes neste consórcio. Os consórcios podem viabilizar a todas essas cidades a realização do descarte adequado e a diminuição do custo se comparado com a opção de existir um aterro sanitário por município. Esta ação traz responsabilidades para todos os envolvidos, assim, todas as cidades devem acompanhar e auxiliar na operação do aterro sanitário.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar o atual cenário dos lixões no Brasil, considerando os últimos dados oficiais divulgados e os desafios enfrentados para a erradicação dessas formas inadequadas de disposição de resíduos. A partir das pesquisas publicadas, que consideram o ano de 2023, foi possível observar que ainda existem 1775 cidades com lixões ativos no país, abrangendo todos os portes de municípios. É importante ressaltar que ainda existem outros métodos inadequados de descarte, como o bota fora e o aterro controlado.

Diante desse cenário, pode-se concluir que os prazos estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos não foram integralmente cumpridos, evidenciando desafios estruturais e financeiros que dificultam a transição para modelos ambientalmente adequados. Ainda há um grande trabalho a ser feito, tanto para encerrar e remediar estes locais quanto para conscientizar a população sobre o descarte adequado. Entre os principais desafios está a necessidade de ampliar investimentos em infraestrutura e garantir apoio técnico para os municípios.

Para as cidades com até 50.000 habitantes, o prazo para encerramento dos lixões era 08 de agosto de 2024, porém para municípios de pequeno porte há ainda uma maior dificuldade para o cumprimento da legislação, devido ao alto custo de operação de um aterro sanitário. Esses municípios, muitas vezes não tem condições de arcar com esse orçamento, e, além disso, pode não existir uma área adequada para a implementação de um aterro sanitário no território. Como perspectiva para superar essas dificuldades, a legislação permite que essas cidades adotem outras técnicas de descarte, desde que sejam ambientalmente adequadas e incentiva a realização de consórcio intermunicipais, que reduzem o custo direto de cada município e torna viável o descarte adequado para a região. Ademais, está em tramite o Projeto de Lei 1323/24, que propõe a prorrogação do prazo para o encerramento dos lixões em municípios de até 50.000 habitantes por mais 5 anos, o que evidencia a necessidade de adaptações para viabilizar o cumprimento das exigências legais.

Para que seja possível encerrar as disposições inadequadas de resíduos em todos os municípios, é fundamental a ampliação e fortalecimento das legislações e políticas ambientais, além de haver uma conscientização da população sobre as questões ambientais. Esta adequação é de grande importância, pois os lixões afetam diretamente a saúde da população residente nas proximidades desses descartes, e indiretamente, comprometem a qualidade dos solos e águas subterrâneas. Nesse contexto, a

implementação de soluções eficazes e sustentáveis é um passo crucial para a preservação ambiental e o bem-estar da sociedade.

REFERÊNCIAS

ABREMA. COM 3 MIL LIXÕES ATIVOS, BRASIL AINDA TEM DIFICULDADES NO DESCARTE ADEQUADO DO LIXO. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/2024/08/29/com-3-mil-lixoes-ativos-brasil-ainda-tem-dificuldades-no-descarte-adequado-do-lixo-2/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: Abrema, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

ALMEIDA, J. R. **PROPOSTA DE ÍNDICE DE AVALIAÇÃO DE ATERROS DE RESÍDUOS DESATIVADOS A PARTIR DO POTENCIAL POLUIDOR DO LIXIVIADO**. [s.l.] INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA, 2017.

ALENCAR, E. **Paes anuncia que aterro de Gramacho será fechado no dia 23**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/paes-anuncia-que-aterro-de-gramacho-sera-fechado-no-dia-23-4609092>>. Acesso em: 5 set. 2024.

AMBIENTE., Fundação Estadual do Meio. **Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte: Feam, 2010. Disponível em: <https://www2.israelpinheiro.org.br/wp-content/uploads/2016/09/Caderno-T%C3%A9cnico-de-Reabilita%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%81reas-Degradadas-por-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Urbanos.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2024.

BRASIL. Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. 1981.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. 1988.

BRASIL. Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. 1998.

BRASIL. Lei nº 10165, de 27 de dezembro de 2000. **Lei no 10.165, de 27 de Dezembro de 2000..** Brasília, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10165.htm. Acesso em: 25 nov. 2024.

BRASIL. Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. 2007.

BRASIL. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. 2010.

BRASIL. Lei no 14.026, de 15 de julho de 2020. 2020a.

BRASIL. Decreto no 10.939, de 12 janeiro de 2022. 2022a.

BRASIL. Decreto nº 6514, de 22 de julho de 2008. . Brasília, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 25 nov. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10936, de 12 de janeiro de 2022. . Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10936.htm. Acesso em: 25 nov. 2024.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 01, de 08 de março de 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Resolução CONAMA Nº 404, de 11 de novembro de 2008.

BRITTO, Vinícius. **MUNIC 2023: 31,9% dos municípios brasileiros ainda despejam resíduos sólidos em lixões**. 2024. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41994-munic-2023-31-9-dos-municipios-brasileiros-ainda-despejam-residuos-solidos-em-lixoes>. Acesso em: 22 dez. 2024.

CAMPOS, Cesar Cunha. **Estudo sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2007. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/fgv_abetre_estudo_operacao_aterro.pdf. Acesso em: 07 fev. 2025.

CARVALHO, Janaína. **'Década jogada no lixo': dez anos após aterro fechar, ex-catadores de Jardim Gramacho vivem na miséria e em condições insalubres**. 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/05/30/decada-jogada-no-lixo-dez-anos-apos-aterro-fechar-ex-catadores-de-jardim-gramacho-vivem-na-miseria-e-em-condicoes-insalubres.ghtml>. Acesso em: 26 out. 2024.

CETESB. **Legislação**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/legislacao/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

CICLOVIVO. **Antigo lixão de Gramacho dá espaço ao mangue e à vida**. 2023. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/inspiracao/antigo-lixao-de-gramacho-da-espaco-ao-mangue-e-a-vida/>. Acesso em: 26 out. 2024.

CONAMA. 1990. Decreto CONAMA nº 99.274. "Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas". - Data da legislação: 06/06/1990.

Confirmada ausência de sobrepreço, licitação do Aterro Sanitário é liberada.

Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2023/03/08/confirmada-ausencia-de-sobrepreco-licitacao-do-aterro-sanitario-e-liberada/>. Acesso em: 5 set. 2024.

ECONÔMICAS, Fundação Instituto de Pesquisas. **ASPECTOS TÉCNICOS/ECONÔMICO-FINANCEIROS DA IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO, OPERAÇÃO E ENCERRAMENTO DE ATERROS SANITÁRIOS**. São Paulo: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, 2017. Disponível em: <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2017/06/FIPE-RELAT%C3%93RIO-ASPECTOS-ECONOMICO-FINANCEIROS-ATERROS.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025.

EUGÊNIA, M. **Catadores encontram perna no Lixão da Estrutural. Polícia investiga.** Disponível em: <<https://www.metropoles.com/distrito-federal/catadores-encontram-perna-no-lixao-da-estrutural-policia-investiga>>. Acesso em: 9 set. 2024.

GEOPORTAL. **Aterro sanitário, aterro controlado ou lixão?** Disponível em: <https://www.geoportalufjf.com/post-unico/aterro-sanit%C3%A1rio-aterro-controlado-ou-lix%C3%A3o>. Acesso em: 20 dez. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 1989.

IBGE. **Suplemento de Saneamento Básico 2023.** 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7ef9ceedcb004663fecf5a38ff6b43a8.pdf. Acesso em: 22 dez. 2024.

MAVROPOULOS, Antonis. **SAÚDE DESPERDIÇADA O CASO DOS LIXÕES.** Iswa: Abrelpe, 2015.

MELO, D. A. **ATERROS DE RESÍDUOS.** [s.l.] EDITORA APPRIS, 2020.

MOLL, Gabriela. **Lixão da Estrutural é definitivamente fechado.** 2018. Disponível em: <https://www.casacivil.df.gov.br/lixao-da-estrutural-e-definitivamente-fechado/>. Acesso em: 20 out. 2024.

MORENA, Mariama. **500 toneladas dos resíduos que chegam ao aterro sanitário são recicláveis.** Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/500-toneladas-dos-residuos-que-chegam-ao-aterro-sanitario-sao-reciclaveis/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

MOTTA, Cláudio. **Aterro de Gramacho será desativado gradualmente; Centro de Tratamento de Seropédica começa a operar nesta quarta-feira.** 2011. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/aterro-de-gramacho-sera-desativado-gradualmente-centro-de-tratamento-de-seropedica-comeca-operar-nesta-quarta-feira-2794151>. Acesso em: 20 dez. 2024.

REGIONAL, Ministério do Desenvolvimento. **ROTEIRO PARA ENCERRAMENTO DE LIXÕES.** Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/proteger/biblioteca/23_12_21_Roteiro_de_encerramento_de_lixoes.pdf. Acesso em: 03 nov. 2024.

Resíduos sólidos : projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários : guia do profissional em treinamento : nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte : ReCESA, 2008.

RESÍDUOS, Vr Gestão de. **Aterro Controlado.** Disponível em: <https://vrgestaoresiduos.com.br/aterro-controlado/>. Acesso em: 10 nov. 2024.