



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS**

LARISSA HELEN CARNEIRO DOS SANTOS

**DESAFIOS E VANTAGENS DO USO DO ATERRO SANITÁRIO EM COMPARAÇÃO COM
O ATERRO CONTROLADO**

RECIFE

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
GEOGRAFIA - LICENCIATURA

LARISSA HELEN CARNEIRO DOS SANTOS

**DESAFIOS E VANTAGENS DO USO DO ATERRO SANITÁRIO EM COMPARAÇÃO COM
O ATERRO CONTROLADO**

TCC apresentado ao Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Recife, como requisito para a obtenção do título de licenciado em geografia.

Orientador(a): Nilo Américo R. Lima De Almeida

RECIFE

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Santos , Larissa Helen Carneiro Dos .

Desafios e vantagens do uso do aterro sanitário em comparação com o aterro controlado / Larissa Helen Carneiro Dos Santos . - Recife, 2025.
29, tab.

Orientador(a): Nilo Américo Rodrigues Lima De Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Geografia - Licenciatura, 2025.

Inclui referências, apêndices, anexos.

1. Resíduos sólidos. 2. Aterro sanitário. 3. Aterro controlado. 4. Meio ambiente. 5. Impacto ambiental. I. Almeida , Nilo Américo Rodrigues Lima De . (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

LARISSA HELEN CARNEIRO DOS SANTOS

**DESAFIOS E VANTAGENS DO USO DO ATERRO SANITÁRIO EM COMPARAÇÃO COM
O ATERRO CONTROLADO**

TCC apresentado ao Curso de Geografia - licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Recife, como requisito para a obtenção do título de licenciado em Geografia.

Aprovado em: 04 /08 /2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 NILO AMERICO RODRIGUES LIMA DE ALMEIDA
Data: 26/08/2025 17:50:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profº. Dr. Nilo Américo R. Lima De Almeida (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Fredson Pereira Da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Ma. Maria Da Socorro Bezerra De Araújo (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à quem sempre acreditou em mim, mesmo nos momentos em que eu duvidei. Aos que me deram amor, força e fé para continuar. Sem vocês, nada disso faria sentido.

AGRADECIMENTOS

São muitos pensamentos, ideias, demonstração, entre outras palavras para começar essa parte, logo eu, que sempre fui cheia de palavras nesse momento falhou com a necessidade de escrever este agradecimento. Realizar este trabalho de conclusão de curso representa bem mais que um simples detalhe, mas uma realização de tudo que vivi durante quatro anos da minha vida e foi nesse momento que mais encontrei apoio, incentivo e a presença daqueles que mais confiaram em mim.

Em primeiro plano, quero agradecer ao professor Nilo A., meu orientador e guia pela paciência e dedicação ao meu trabalho, sua participação foi de extremamente essencial. Agradeço a minha família, por acreditar em mim nos momentos de incerteza. Aos meus pais Lenice e Edgard, eterna gratidão pelo apoio moral e financeiro ao longo de todos esses anos de muita jornada, sem vocês eu não conseguiria chegar onde tanto almejei, suas batalhas diárias me fazem ser quem sou.

Aos meus amigos de curso, que tornaram momentos de tensão em felicidade, de dificuldade em aprendizado, entre eles principalmente Gisely F., que acima de tudo sempre esteve comigo. A José Wilson, um amigo de infância que me amparou desde de antes da iniciação na universidade, em todos os momentos. Por fim, agradeço ao meu companheiro de vida Eder A. não tenho palavras para descrever como seu suporte foi importante para que tudo pudesse acontecer de maneira correta. A cada um de vocês, meu sincero muito obrigado!

Epígrafe

“A preservação do meio ambiente não é uma opção, mas uma responsabilidade que assegura o futuro das próximas gerações” (Souza, 2013, p. 45).

RESUMO

O aumento urbano e populacional, vem intensificando gradualmente e com isso gerando resíduos sólidos urbanos (RSU), apresentando desafios e consequências ao meio ambiente. Sendo assim, este trabalho tem como foco analisar comparativamente os aterros sanitários e os aterros controlados, levando em consideração principalmente seus impactos ao meio ambiente, viabilidade econômica e conformidade com a legislação brasileira. A metodologia adotada tem como fundamento em revisões bibliográficas e análises de dados secundários como o Ministério do Meio Ambiente entre outros. Enquanto os aterros sanitários apresentam maior eficácia ao meio ambiente, por cuidados ao solo, lençóis freáticos e emissões de gases, seu viés econômico é bem mais complexo. Por outro lado, os aterros controlados, menos sendo mais avançados do que os lixões a céu aberto, apresentam muitas falhas. Com isso, pode-se afirmar que para uma gestão mais sustentável no Brasil, é de extrema importância novas políticas públicas, investimento e incentivo à educação ambiental.

Palavras-chave: Resíduos sólidos; Aterro sanitário; Aterro controlado; Impacto ambiental; Meio ambiente.

ABSTRACT

The urban and population growth has been gradually intensifying, and with that, generating municipal solid waste (MSW), presenting challenges and consequences to the environment. Therefore, this work focuses on comparatively analyzing sanitary landfills and controlled landfills, taking into account mainly their environmental impacts, economic feasibility, and compliance with Brazilian legislation. The methodology adopted is based on bibliographic reviews and analysis of secondary data, such as from the Ministry of the Environment, among others. While sanitary landfills show greater environmental effectiveness due to care for the soil, groundwater, and gas emissions, their economic aspect is much more complex. On the other hand, controlled landfills, although more advanced than open dumps, present many flaws. Thus, it can be stated that for more sustainable waste management in Brazil, new public policies, investment, and encouragement of environmental education are extremely important.

Keywords: Solid waste; Sanitary landfill; Controlled landfill; Environmental impact; Environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Quantitativo das três principais unidades de destinação final que estavam em operação no ano de 2019 e total das unidades existentes no Brasil.....	20
Figura 2	Custos de implementação de aterros sanitários por etapa (em R\$).....	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Como o lixo é descartado de forma irregular no Brasil.....	18
Gráfico 2 -	Comparação dos aterros em relação a poluição.....	25

LISTA DE ABREVIATÖES

ABETRE — Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes

CH₄ — Metano

CO₂ — Dióxido de carbono

FGV — Fundação Getulio Vargas

IBAM — Instituto Brasileiro de Administração Municipal

MMA — Ministério do Meio Ambiente

ONU — Organização das Nações Unidas

PNRS — Política Nacional de Resíduos Sólidos

RS — Resíduos Sólidos

SNIS — Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

t/dia — Toneladas por dia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Trajetória dos aterros e do lixo	15
2.2	Trajetória sobre os aterros e como eles se encaixam no meio ambiente	18
2.3	Dados quantitativos	19
2.4	Questões econômicas	21
3	OBJETIVOS	22
3.1	Objetivo geral	22
3.2	Objetivos específicos	22
4	METODOLOGIA	23
5	RESULTADOS: Consequências de cada aterro no meio ambiente	24
6	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A intensa relação entre população e urbanização, vem causando um aumento excessivo na geração de resíduos sólidos urbanos, sendo assim, causando problemas para a gestão apropriada desses resíduos que se torna um desafio ambiental e público no século atual. A maneira em que esse lixo é deixado, irá impactar diretamente o meio ambiente, os recursos naturais e a qualidade de vida da população. Por isso, a escolha da destinação final correta é imprescindível para todos com a intenção de mitigar os impactos negativos. Como destacam Silva e Mello (2011):

“O crescimento demográfico causou um aumento na quantidade de resíduos. A população das cidades geralmente consome muito mais do que necessita e muitos desses produtos são lançados no ar, na água e no solo provocando uma poluição irreversível.” (Silva; Mello, 2011, p. 177).

Entre todas as opções, os aterros sanitários e controlados, que tenham suas semelhanças em alguns pontos de funcionamento, têm consigo diferenças enormes na avaliação da infraestrutura e o acaso ao meio ambiente. Os aterros sanitários, por exemplo, são aptos a minimizar os gases e o risco da contaminação do solo e da água. Em contrapartida, os aterros controlados, mesmo que sejam vistos como uma grande evolução em comparação aos lixos a céu aberto, apresentam muitas limitações ambientais. Com base nesse contexto, essa pesquisa tem como intenção analisar comparativamente ambos os modelos, visando impactos ao meio ambiente e execução, com o propósito de entender suas vantagens e limitações.

“A diferença entre aterro sanitário e aterro controlado está nos níveis de controle e proteção ao meio ambiente. O aterro sanitário é projetado com solo impermeabilizado, captação de chorume e gases tóxicos, oferecendo riscos mínimos ao solo e à água subterrânea. Já o aterro controlado, embora represente melhoria em relação ao lixão, não possui impermeabilização nem sistemas eficientes de tratamento, o que compromete sua eficiência ambiental” (Anamma, 2025).

A finalidade deste estudo foca na necessidade de promover uma gestão de RS mais eficaz e sustentável nos municípios brasileiros, com o objetivo de posteriormente analisar uma área específica. “Estudos comparativos entre diferentes modelos de aterros sanitários revelam variações significativas nos impactos ambientais, especialmente em relação à geração de chorume e emissão de gases

de efeito estufa.” (MARQUES *et al.*, 2012, p. 672). Sendo assim, dividido em seções que perpassam desde os objetivos ao referencial teórico, resultados e considerações finais.

Esta pesquisa comparativa busca analisar semelhanças e diferenças entre ambos os aterros, permitindo uma análise crítica entre ambos, possibilitando identificar quais causas oferecem o melhor resultado para o meio em questão. Segundo o autor (Vergara, 2016, p. 45) “A pesquisa comparativa é uma metodologia que permite analisar semelhanças e diferenças entre fenômenos, contextos ou processos, oferecendo insights valiosos para a compreensão e aprimoramento dos objetos estudados.” “A pesquisa comparativa é uma metodologia poderosa para analisar e compreender semelhanças e diferenças entre fenômenos ou contextos distintos, permitindo aprimorar teorias, práticas e políticas de forma crítica e contextualizada.” (Mills, Durepos & Wiebe, 2010, p. 3)

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Trajetória dos aterros e do lixo

O grande crescimento de resíduos sólidos é considerado um dos maiores desafios ambientais para a sociedade. A urbanização e a população, cada vez mais acelerada, carrega um modelo de consumo linear, o que acaba auxiliando para a produção massiva do lixo, ou seja, um obstáculo sustentável ambiental, e para a saúde pública. Quando falamos sobre a trajetória do lixo até seu descarte final, implica alguns processos como: coleta, transporte, tratamento, reciclagem e deposição final.

Porém, o descarte de resíduos, feita de maneira incorreta no meio ambiente, traz consigo muitos impactos graves, como contaminação do solo e das águas subterrâneas, emissões de gases e a generalização de doenças. “O lixo não é descartado de maneira correta e pode resultar em diversos problemas para o meio ambiente, como contaminação da água, do solo e até mesmo do ar.” (AMBSCIENCE, 2025). A produção desses resíduos sólidos, popularmente conhecido como “lixo”, varia em relação ao desenvolvimento econômico de cada região, influenciando o consumo, gestão e descartes de sedimentos.

Segundo dados da ONU (2023) o mundo acaba gerando, aproximadamente dois bilhões de toneladas de lixo urbano por ano, entretanto apenas 55% são feitos os descartes de forma correta. Nessa classificação, esses rejeitos se encaixam em diferentes categorias, como origem, possibilidade e reaproveitamento, são esses: orgânicos (restos de alimentos, materiais biodegradáveis), perigosos (substância tóxica, infláveis e radioativos, como produtos químicos e medicamentos), eletrônicos (de maneira geral, o descarte de materiais eletrônicos, com grande concentração de metais como baterias e etc) resíduos não recicláveis (papel higiênico, embalagens sujas, entre outros no qual de modo algum será reaproveitado novamente) .

Como citado, uma das etapas desse lixo, é o descarte onde será coletado e transportado para uma unidade de tratamento, disposição final ou reciclagem. Essa execução poderá ocorrer de vários métodos, entre eles: Coleta convencional que geralmente é realizada por caminhões compactadores, que reconhecem e encaminham para os aterros sanitários ou controlados. De acordo com Leite (2003, p.158) “a coleta convencional refere-se ao recolhimento de resíduos sólidos

urbanos, onde materiais orgânicos e inorgânicos são misturados, sem separação prévia. Este método é menos eficiente sob a ótica da logística reversa de pós-consumo de bens reutilizáveis”.

Além disso, há a coleta seletiva que está voltada para os descartes que podem ser reciclados, são feitas por empresas especializadas ou cooperativas de catadores. Para Souza (2013, p. 187) “a coleta seletiva é um processo de segregação dos resíduos na origem, por meio do qual os materiais recicláveis, como papel, vidro, plástico e metal, são separados dos demais resíduos, permitindo sua reaproveitamento e o envio para a reciclagem”.

A coleta especial destina-se a materiais perigosos, eletrônicos que exigem um tratamento diferenciado dos demais. A competência das coletas depende da infraestrutura urbana e do nível de conscientização da população para separar o lixo corretamente ainda em casa, podendo diminuir a poluição. Para Bidone (2004, p. 201):

"A coleta especial é destinada a resíduos que, por sua natureza, não podem ser descartados no sistema de coleta convencional, como resíduos perigosos, volumosos, eletrônicos, entre outros. Esses materiais exigem tratamentos específicos, coleta diferenciada e destinação adequada para evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública”.

A reciclagem tem um papel importante e fundamental na redução da abundância desses resíduos que terão destino final nos aterros. O desempenho envolve separação, limpeza e processamento para reaproveitamento e fabricação de novos materiais. Porém, a taxa dessa reciclagem ainda é considerada baixa devido a alguns fatores, como a falta de infraestrutura para as coletas, escassez do conhecimento das pessoas sobre a importância de tal ato e a falha em incentivos econômicos para a indústria do reaproveitamento. De acordo com a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente, em 2024 o Brasil atingiu a margem de 8% no que tange a reciclagem, contando para isso com os trabalhadores informais. O processo da reciclagem auxilia no processo da redução da poluição e preservação dos recursos naturais, além da economia onde se gera empregos ou trabalhos comunitários.

Desse modo, esse processo transforma algo já utilizado como, garrafa pet, em um novo produto, como metal, vidro etc, assim ajudando a reduzir a quantidade de lixo enviado para os aterros. De forma simples, o recurso influencia para a

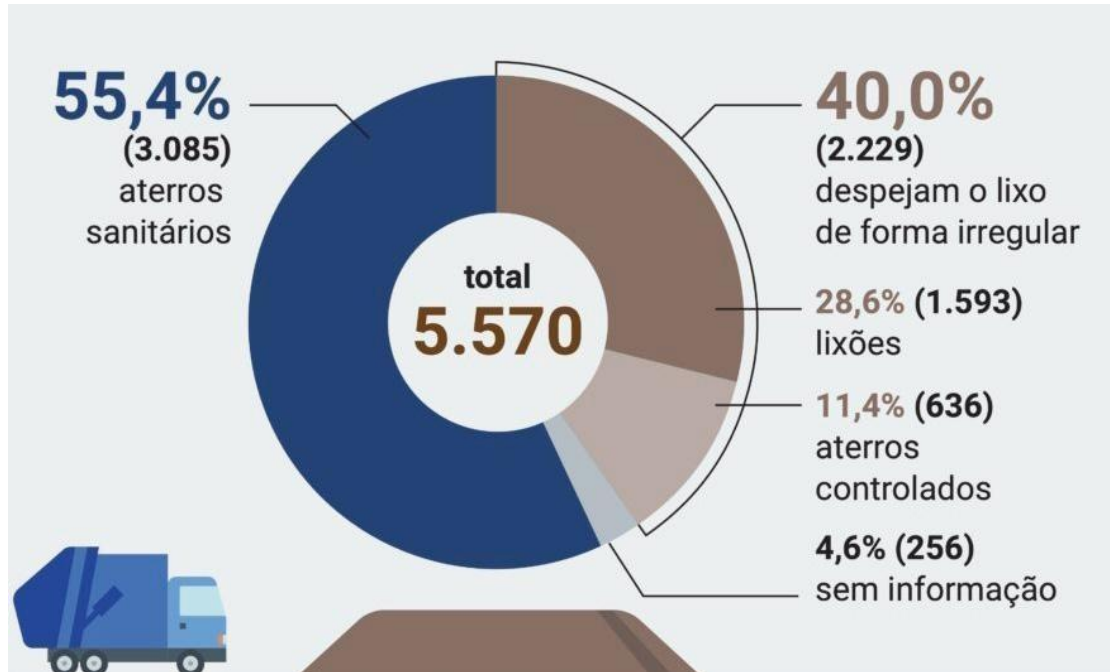
educação ambiental, a fim de conscientizar e enfatizar o consumo responsável. Ou seja, é uma ferramenta de suma importância para a sustentabilidade ambiental e social. Além disso, outro ponto importante é a compostagem é uma solução bastante sustentável para os resíduos orgânicos, pois possibilita a criação do adubo e a redução do volume desse lixo que irá para os aterros. Também é possível, o tratamento através da biodigestão anaeróbica onde se gera biogás, energia renovável. Para Costa *et al.* (2016):

“A compostagem é o processo de decomposição e estabilização biológica dos substratos orgânicos através da ação de diferentes microrganismos. Está relacionada com o manejo do material orgânico pelo homem que observou os processos naturais e desenvolveu técnicas para acelerar a decomposição e produzir compostos orgânicos necessários” (Costa *et.al*, 2016, p. 247).

Isso significa que ambas, a compostagem e a biodigestão são extremamente fundamentais para efetivar uma economia circular, onde os resíduos não são vistos exclusivamente como um problema, mas sim como um possível método de recurso para melhoria.

É visível que no Brasil vem se enfrentando vários problemas com os descartes do lixo, e este ponto se encaixa tanto nas áreas urbanas quanto rurais, havendo assim uma diferenciação da distribuição entre ambas, de acordo com o Observatório da Reciclagem Inclusiva e Solidária (2021), "a distribuição irregular dos serviços de coleta de lixo no Brasil reflete as desigualdades sociais: enquanto bairros centrais têm coleta diária, periferias e áreas rurais ainda convivem com o acúmulo de resíduos e o descarte a céu aberto" .

GRÁFICO 1- Como o lixo é descartado de forma irregular no Brasil



Fonte: SNIS (Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico), 2023.

2.2 Trajetória sobre os aterros e como eles se encaixam no meio ambiente

FUNCIONAMENTO DO ATERRO SANITÁRIO

Os aterros sanitários têm funcionalidade para garantir de uma maneira segura o descarte dos resíduos e uma tentativa de minimizar os impactos ambientais. O seu funcionamento acontece em etapas: primeiramente uma escolha e preparo da área onde é considerado a distância das áreas urbanas, o solo e quão próximo está de recursos hídricos. Porém, antes da inicialização ocorre uma permeabilização do solo, com camadas de argila e geomembranas de polietileno com foco em prevenir a infiltração do chorume no solo e lençol freático.

Em seguida, o recebimento e compactação dos resíduos, máquinas compactadoras deixam os resíduos em camadas finas, colocados no solo (acima da permeabilização). Após esses processos, vêm a cobertura e isolamento, os lixos são cobertos diariamente com materiais, seja ela terra ou materiais inertes com o objetivo de evitar o cheiro forte e característico de animais na redondeza. Logo depois, drenagem e tratamento do chorume. O chorume é resultado da decomposição desse lixo, logo, extremamente poluente, e necessitante de atenção, coletado por um sistema de drenagem mesclado por tubulações. Esse líquido

gerado, nomeado por chorume, após este processo é encaminhado para a estação de tratamento, passando por remoção de contaminação.

Ademais, uma outra etapa importante dos aterros sanitários são o aproveitamento do biogás como citado acima, o biogás vem de origem através da decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos, principalmente o metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Nesta etapa, um sistema de dutos capta o gás para evitar sua liberação na atmosfera de maneira simples, podendo reduzir os impactos ao meio ambiente e gerando energia elétrica. Na sua última fase, entre o pós-operação, que consiste em monitoramento ambiental contínuo para evitar que os gases e o chorume não vazem. As vantagens do aterro sanitário são diversas, sendo a solução mais econômica, se comparada a outros processos e dispõe do lixo de forma adequada. A matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos é rapidamente biodegradável. (CETESB, 2006)

FUNCIONAMENTO DO ATERRO CONTROLADO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010 (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010) proíbe a destinação de resíduos a céu aberto e define que uma disposição final ambientalmente adequada é aquela que tem sua “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”. Assim como o aterro sanitário, o aterro controlado segue um processo semelhante, porém, com uma infraestrutura minimizada e menor eficiência de forma singular, os aterros controlados se encaixam como uma alternativa intermediária entre lixão e aterro sanitário.

Embora tenha melhorias em relação aos lixões, onde os resíduos ficam expostos em céu aberto no solo, sem uma separação ou cuidado, o aterro controlado não atende totalmente aos cuidados com o meio ambiente. Em geral, esse tipo de aterro possui algumas mitigações, como cobrir os resíduos, controlar o chorume parcialmente, porém, sem a impermeabilização adequada do solo e muito menos um sistema de captação dos gases. No geral, seu funcionamento consiste em cobrir a área onde ficará os dejetos para que o chorume não alcance o

solo ou lençol freático, porém, como não há uma drenagem desse líquido o sistema de premiunização acaba sendo ineficiente assim como o controle limitado dos vetores. Na prática, alguns aterros controlados acabam funcionando como lixões melhorados, pelo fato de apresentarem muitos problemas e riscos ambientais.

2.3 Dados quantitativos

Segundo levantamento do Ministério do Meio Ambiente (MMA) apenas 2.215 municípios (40% do total de municípios brasileiros) possuem aterro sanitário. Os outros 3.355 municípios possuem apenas lixões e aterros controlados. Esses meios de disposição do resíduo provocam vários impactos significativos ao meio ambiente. Ainda, conforme dados divulgado pelo MMA, o custo da instalação dos aterros sanitários corresponde: Custos da implantação: 5% do total de investimentos no aterro, custos de operação e manutenção: 85% do total de investimentos no aterro (em uma vida útil de 20 anos), custos de encerramento e pós-encerramento: 10% do total de investimentos no aterro sanitário.

Além disso, os valores para implantação correspondem: Aterro de pequeno porte (100 t/dia): 5,2 milhões; Aterro de médio porte (800 t/dia): 18,4 milhões; Aterro de grande porte (2.000 t/dia): 36,2 milhões. Para o ano de 2019, o SNIS (2020) expõe que do total de 4.262 unidades de processamento, os lixões e os aterros controlados somam 1.694 unidades (39,8% do total) e o aterro sanitário apenas 621 unidades (14% do total; tabela 1), o que revela que quase metade (39,8%) das unidades de destinação final são inadequadas. Segundo a ABETRE (2020), atualmente o número total de lixões ativos no Brasil pode chegar a 2.612 lixões, indicando que a maior parte das unidades de destinação final são inadequadas.

Figura 1- Quantitativo das três principais unidades de destinação final que estavam em operação no ano de 2019 e total das unidades existentes no Brasil

Unidades de Processos	Unidades nas amostras
Lixão	1.114,00
Aterro Controlado	580,00
Aterro Sanitário	621,00
Total	4.262,00
	100%

Fonte: Modificado de SNIS (2020).

2.4 Questões econômicas

“A seleção de locais para aterros sanitários é um processo complexo que envolve a consideração de diversos fatores, incluindo profundidade do lençol freático, proximidade de corpos d’água, elevação, inclinação do terreno, permeabilidade do solo, estabilidade do solo, suscetibilidade a inundações, litologia e estratificação, falhas geológicas, tipo de uso do solo, proximidade de assentamentos e urbanização, proximidade de sítios culturais e protegidos, direção do vento, estradas, ferrovias, proximidade de materiais de construção, dutos e linhas de transmissão, e proximidade de aeroportos” (ZHANG *et al.*, 2020, p. 170). Conforme Abetre e FGV (2009), os investimentos em aterros sanitários podem ser divididos em cinco etapas: pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-operação.

Figura 2 - Custos de implementação de aterros sanitários por etapa (em R\$)

Etapa do Aterro	Participação s/ total	Custo da Etapa (R\$)
Pré-implantação	0,77%	4.065.461
Implantação	3,46%	18.169.781
Operação	87,77%	461.494.052
Encerramento	1,23%	6.488.889
Pós-encerramento	6,77%	35.575.984
Custo total do aterro grande	100,00%	R\$ 525.794.167

Fonte: Abetre e FGV (2009).

Um ponto de extrema importância durante esta pesquisa, foi a falta de trabalhos informativos sobre os custos econômicos para manutenção e implementação dos aterros controlados no Brasil, ficando assim este comparativo para um trabalho próximo.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Analisar de modo comparativo como o modelo de aterro sanitário e controlado podem influenciar nos impactos ambientais, viabilidade de execução e viés financeiro para desse modo compreender suas vantagens e desafios.

3.2 Objetivos Específicos

- Reconhecer quais os impactos ambientais gerados nos modelos de aterros em questão, de forma a considerar suas Interferências nos recursos hídricos, e de emissão de gases de efeito estufa.
- Identificar quais os aspectos positivos e as possíveis limitações diante da execução do aterro sanitário e controlado, de modo a investigar sua relevância na preservação ambiental para atual e próximas gerações, assim como na qualidade de vida.
- Indicar quais custos econômicos são necessários para realizar a infraestrutura dos aterros sanitários e controlados, de modo a observar sua construção e manutenção.

4 METODOLOGIA

O presente estudo é construído por meio de um estudo de caso de abordagem quantitativa no qual K. Yin (2005, pág. 1) retrata que “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”. Assim, a elaboração foi construída por meio de três etapas, sendo a primeira uma revisão de literatura na qual baseou-se em bases de dados como o Scielo, Google acadêmico, e Biblioteca Digital de dissertações e teses com as seguintes palavras-chave: Aterro Sanitário, Aterro Controlado, Meio ambiente. Nesta etapa se entende o que são, suas características, e seus modos de operação. O objetivo foi reunir fundamentos teóricos, especialmente a política nacional de resíduos sólidos (PNRS).

A segunda etapa foi realizada o estudo de caso em dados secundários no qual identificou dados nacionais no território brasileiro que utilizam os aterros supracitados para identificar quais os custos financeiros para implementação e manutenção. As informações foram coletadas em fontes oficiais como ministério do meio ambiente (MMA), Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS), entre outros. Posteriormente também foram identificados, ainda através de buscas em bases de dados, a forma como podem interferir no viés ambiental, elencando seus pontos positivos e negativos.

Por fim, foi realizado um levantamento quantitativo que é de suma importância para a pesquisa científica, pois permite a coleta e análise de dados de maneira objetiva e sistemática no qual foi construído uma tabela com os principais dados obtidos entre aterro sanitário e controlado em termos de: Custo econômico (implantação, operação, encerramento); Eficiência na contenção de impactos ambientais (emissão de gases, contaminação do solo e recursos hídricos); Viabilidade técnica e aderência à legislação ambiental.

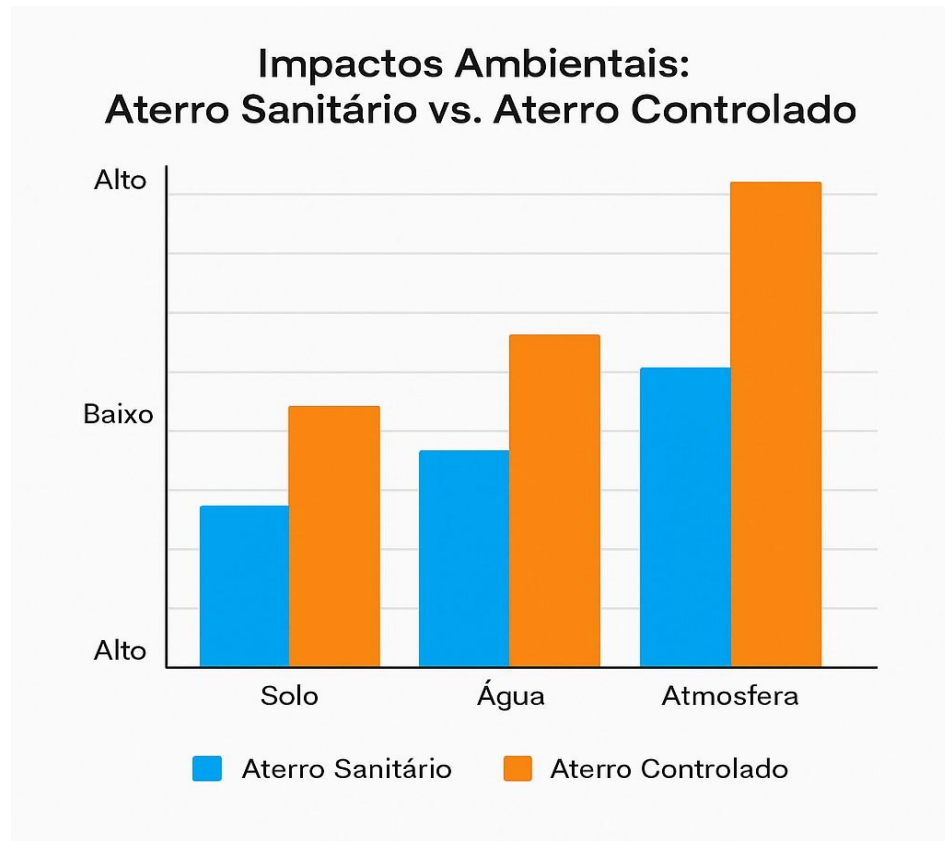
5 RESULTADOS: Consequências de cada aterro no meio ambiente

Ambos os dois tipos de aterros vão possuir consequências e impactos ambientais diferentes, seja no solo, na água, biodiversidade local e na atmosfera mesmo que sejam criados para minimizar esses impactos. No solo a contaminação acontece por conta da decomposição da matéria orgânica, que está inserida nos resíduos. Em relação aos aterros sanitários, pode acontecer por falta de cuidados ou manutenção da impermeabilização, onde o chorume pode atender no solo, ou seja, uma infiltração. Em contrapartida nos aterros controlados, é ainda mais grave, pois não se tem uma preparação. Essas consequências podem tornar o solo infértil ou impróprio para utilização futura.

Segundo estudo de Marques et al. (2012), a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos pode afetar a qualidade das águas superficiais, elevando parâmetros como turbidez e coliformes, especialmente durante o período chuvoso.”

“A infiltração de chorume decorrente da disposição inadequada de resíduos pode contaminar lençóis freáticos e tornar a água subterrânea imprópria para consumo humano” (Morais, Moreira & Santana, 2006) A poluição do ar se dá principalmente pela queima irregular dos resíduos e pela alta produção do biogás no processo de decomposição anaeróbica. “A poluição do solo ocorre devido à alteração das propriedades físicas e químicas causadas por substâncias presentes nos resíduos sólidos.”(Silva & Costa, 2010). A decomposição dos RS orgânicos, como citado anteriormente gera metano (CH₄) "Os aterros sanitários são uma das principais fontes antropogênicas de metano, devido à decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbicas" (Silva *et al.*, 2017).

GRÁFICO 2 – Comparação dos aterros em relação a poluição



Fonte: Elaboração própria, (2025).

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho pelo qual se apresentou de forma comparativa os aterros controlados e sanitários, revelou suas diferenças em questões ambientais, viés econômico e conformidade com a legislação ambiental brasileira. Com isso, foi possível observar que os aterros sanitários requerem mais investimentos, têm um maior desenvolvimento limpo ao meio ambiente, como: impermeabilização do solo, captação e tratamento do chorume, e aproveitamento dos gases como CO₂. Ao contrário do aterro controlado, onde eventualmente não se tem um custo alto de manutenção e possuem falhas estruturais que podem comprometer o meio ambiente e a saúde pública, muitas vezes denominado como “lixões melhorados”.

Grande parte dos dados coletados, mostram que no Brasil, a maioria dos municípios adotam métodos inadequados, desde da coleta do lixo até o desfecho final desse RS, o que evidencia a necessidade de planejamento, investimento e políticas públicas que entrem em vigor. Apesar desses desafios, operacionais dos resíduos os aterros sanitários apresentam melhor adequação e solução para essa problemática ao meio ambiente. A adoção desse modelo deverá ser apoiada e levada pelos meios governamentais, com o objetivo de melhores condições de vida para as pessoas, preservação da natureza e cuidado com as gerações futuras.

Por fim, com toda essa análise propõe-se, mesmo com todos os desafios, que as pesquisas futuras explorem e avaliem alternativas complementares para ambos aterros, como compostagem e os mecanismos de financiamento público para expandir a implementação de sistemas ambientais adequados em todo território brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020. São Paulo: ABRELPE, 2020. Dados disponíveis em levantamento da Agência Brasil.

ABELPRE. Panorama Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2013. p. 111.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Gestão de resíduos sólidos urbanos e seus impactos nos recursos hídricos. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

AMBSCIENCE. O lixo e seu impacto ambiental. Disponível em: <https://ambscience.com/o-lixo-e-seu-impacto-ambiental/>. Acesso em: 07 jan. 2025.

ANAMMA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ÓRGÃOS MUNICIPAIS DE MEIO AMBIENTE. Qual a diferença entre aterro sanitário e aterro controlado? Disponível em: <https://www.anamma.com.br/diferenca-entre-aterro-sanitario-e-aterro-controlado/>. Acesso em: 02 jul. 2025.

BIDONE, Francisco Antônio. Gestão de resíduos sólidos: fundamentos e desafios. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2004.

BRASIL. Lei n.º 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Institui a Política Nacional de Saneamento Básico.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 07 jan. 2025.

CANDIANI, G.; MOREIRA, E. Aplicação de geossintéticos em aterros sanitários. In: TCHOBANOGLIOUS, G. et al. Integrated Solid Waste Management. 1993.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resíduos sólidos domiciliares: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: CETESB, 2006.

COSTA, A. R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F.; BELTRAME, L. T. C. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. Revista GEAMA, Recife, v. 1, n. 2, p. 246–260, 2015. Disponível em:

<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/503>. Acesso em: 20 jul. 2025.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. 3. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2003.

MARQUES, R. F. P. V.; SANTOS, R. H. S.; PIRES, M. M. M.; SANTOS, M. M.; COSTA, M. C. Impacts of urban solid waste disposal on the quality of surface water in three cities of Minas Gerais – Brazil. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 36, n. 6, p. 672–678, nov./dez. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/TLkscLZv8VxqbWvJSnSmdkh/>. Acesso em: 23 jul. 2025.

MILLS, Albert J.; DUREPOS, Gabrielle; WIEBE, Elden (Eds.). Encyclopedia of Case Study Research. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2010.

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/140/o/Gerenciamento_de_Res%C3%ADduos_S%C3%B3lidos_Urbanos...pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

MORAIS, V. C.; MOREIRA, M. M.; SANTANA, L. S. Composição do chorume e risco de contaminação de águas subterrâneas em lixões e aterros no Brasil. **Ampli-Água: Revista de Ciência e Tecnologia Ambiental**, São Paulina, p. 45–58, 2005.

PEREIRA, R. B.; MOURA, P. H. A. Gestão de resíduos sólidos urbanos: desafios e perspectivas. **Revista Ambiente & Água**, v. 5, n. 2, p. 711-744, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318217988_GESTAO_INTEGRADA_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_URBANOS_PERSPECTIVAS_E_DESAFIOS. Acesso em: 01 fev. 2025.

SANCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, L. C. A questão dos resíduos sólidos urbanos: uma abordagem socioambiental com ênfase no município de Ribeirão Preto (SP). 2004. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade de Rio Claro, Rio Claro, 2004.

SILVA, J. R.; COSTA, M. A. Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 245–252, 2010.

SILVA, Lucimara; MELLO, Sílvia de Paula. Lixo urbano, população e saúde: um desafio. *Nucleus*, Ituverava, v. 8, n. 1, p. 171–182, abr. 2011. DOI: 10.3738/1982.2278.509. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/276046476_LIXO_URBANO_POPULACAO_E_SAUDE_UM_DESAFIO. Acesso em: 10 mar. 2025.

SOUZA, José Carlos de. Gestão de resíduos sólidos: teoria e prática. São Paulo: Editora Manole, 2013.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/943>. Acesso em: 12 mar. 2025.

ZHANG, Y.; LI, Y.; LIU, X.; ZHANG, L.; LI, X.; LIU, Z. Landfill site selection using multi-criteria decision making: Influential factors for comparing locations. *Journal of Environmental Sciences*, v. 93, p. 170–184, 2020. DOI: 10.1016/j.jes.2020.02.030. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074220300875>. Acesso em: 18 jul. 2025.