

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

LARA RIBEIRO DE SOUZA

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS EM ESTUDOS DE IMPACTO
AMBIENTAL DE ATERROS SANITÁRIOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

VITÓRIA
2023

LARA RIBEIRO DE SOUZA

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS EM ESTUDOS DE IMPACTO
AMBIENTAL DE ATERROS SANITÁRIOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Engenharia Sanitária e
Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo,
Campus Vitória, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Fernanda Aparecida
Veronez.

VITÓRIA
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

S729a Souza, Lara Ribeiro de.
Análise de alternativas locacionais em estudos de impacto ambiental de aterros sanitários no estado do Espírito Santo / Lara Ribeiro de Souza. – 2023.
68 f. : il. ; 30 cm

Orientadora: Fernanda Aparecida Veronez.

Monografia (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Saneamento Ambiental, Curso Superior de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória, 2023.

1. Gestão ambiental. 2. Aterro sanitário. 3. Impacto ambiental – Avaliação. 4. Engenharia Sanitária. 5. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Veronez, Fernanda Aparecida. II. Instituto Federal do Espírito Santo. III. Título.

CDD 21 – 628.4

Elaborada por Ronald Aguiar Nascimento – CRB-6/MG – 3.116


LARA RIBEIRO DE SOUZA

**ANÁLISE DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS EM ESTUDOS DE IMPACTO
AMBIENTAL DE ATERROS SANITÁRIOS NO ESTADO DO ESPÍRITO
SANTO**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Aprovado em 12 de Dezembro de 2023.


COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDA APARECIDA VERONEZ**
Data: 27/12/2023 20:07:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Fernanda Aparecida Veronez
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **JACQUELINE ROGERIA BRINGHENTI**
Data: 27/12/2023 19:26:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Jacqueline Rogéria Bringhenti
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro interno

Documento assinado digitalmente
 **MARIA RITA RAIMUNDO E ALMEIDA**
Data: 15/12/2023 11:18:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Maria Rita Raimundo e Almeida
Universidade Federal de Itajubá

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiro, a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa, com saúde e forças para chegar até o final. Neste momento de reconhecimento, desejo expressar minha gratidão à minha família, cujo apoio incondicional e amor ao longo de toda a minha vida têm sido a fonte de inspiração.

Não posso deixar de mencionar a minha orientadora Fernanda, sua dedicação e o incentivo incansável foram fundamentais para o desdobramento deste projeto. Agradecer também a todos os educadores que fazem parte do corpo docente do meu curso, pela elevada qualidade do ensino oferecido.

Expresso minha sincera gratidão à banca examinadora, cuja participação e contribuições foram de grande importância para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

A avaliação de alternativas desempenha um papel crucial na análise da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Apesar de sua relevância, a análise de alternativas é frequentemente identificada como uma lacuna nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). No contexto brasileiro, ainda há uma crescente necessidade de pesquisas direcionadas a essa área, especialmente em relação a projetos de grande potencial de provocar impactos ambientais significativos. Este trabalho teve o objetivo de analisar o estudo de alternativas locais apresentados em EIAs de aterros sanitários. Tendo como objeto de estudo o estado do Espírito Santo, foram avaliados todos os oito EIAs de novos empreendimentos submetidos ao licenciamento ambiental estadual desde 2002, ano de criação do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Espírito Santo (IEMA). A pesquisa foi conduzida com base no atendimento de dez critérios baseados em boas práticas internacionais e normas técnicas brasileiras. Esse estudo revelou deficiências na análise das opções de localização nos estudos ambientais, como a falta de comparação das vantagens e desvantagens entre as alternativas e a ausência de participação do público na seleção das opções, sendo esses pontos particularmente destacados como áreas de fragilidade. Os resultados revelam que nenhum EIA analisado atendeu a todos os critérios e parâmetros utilizados na pesquisa. Por fim, a análise das evidências aponta para a fragilidade dos EIAs de aterros sanitários no estado do Espírito Santo, visto que esses estudos não incorporam elementos essenciais, que seriam fundamentais para a avaliação da viabilidade ambiental das opções de alternativas.

Palavras-chave: alternativas, aterros sanitários, resíduos, EIA, AIA.

ABSTRACT

The evaluation of alternatives plays a crucial role in the comprehensive analysis of Environmental Impact Assessment (EIA). Despite its relevance, alternative analysis is often identified as a gap in Environmental Impact Studies (EIS). In the Brazilian context, there is still a growing need for research directed towards this area, especially concerning projects with the potential for significant environmental impacts. This study aimed to analyze the assessment of locational alternatives presented in EIS for landfill projects. Focusing on the state of Espírito Santo, all eight EIS for new ventures submitted for environmental licensing since 2002, the year of the creation of the State Institute of Environment and Water Resources of Espírito Santo (IEMA), were evaluated. The research was conducted based on the fulfillment of ten criteria grounded in international best practices and Brazilian technical standards. The study revealed deficiencies in the analysis of location options in environmental studies, such as the lack of comparison of advantages and disadvantages among alternatives and the absence of public participation in option selection, with these points particularly highlighted as areas of weakness. The results indicate that none of the analyzed EIS met all the criteria and parameters used in the research. Ultimately, the evidence analysis points to the weakness of landfill EIS in the state of Espírito Santo, as these studies do not incorporate essential elements crucial for the comprehensive assessment of the environmental feasibility of alternative options.

Keywords: alternatives, landfills, waste, EIS, EIA.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	OBJETIVO GERAL	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1	ATERROS SANITÁRIOS	10
3.2	LICENCIAMENTO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	18
3.3	ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DE ATERROS SANITÁRIOS	24
4	METODOLOGIA.....	28
4.1	PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	28
4.2	IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS	33
4.3	AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1	ESTUDOS AMBIENTAIS ANALISADOS	37
5.2	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS	42
5.3	AVALIAÇÃO DOS FATORES DE ANÁLISE	51
6	CONCLUSÃO.....	61
	REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização dos consórcios do projeto “Espírito Santo Sem Lixão”	18
Figura 2 – Etapas da Avaliação de Impacto Ambiental	21
Figura 3 – Fluxograma das etapas do estudo.	36
Figura 4 – Localização dos EIAs de aterros sanitários analisados neste estudo	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aspectos Legais de aterros sanitários e suas definições	10
Quadro 2 – Fatores de análise estabelecidos pela NBR 13.896/1997.....	12
Quadro 3 – Fatores ambientais e sociais de análise destacados por Montaño <i>et al.</i> (2012).....	26
Quadro 4 – Parâmetros adotados para avaliação dos estudos de alternativas locais dos EIAs.	29
Quadro 5 – Fatores ambientais e sociais de análise de alternativas locais.....	31
Quadro 6 – Quadro base de avaliação dos fatores ambientais e sociais de análise de alternativas locais.	32
Quadro 7 – EIAs de aterros sanitários licenciados pelo lema no período estudado e que foram analisados.	34
Quadro 8 – Panorama geral da avaliação dos estudos.....	42
Quadro 9 – Ficha de avaliação do EIA 3 com os fatores de análise.	51
Quadro 10 – Ficha de avaliação do EIA 4 com os fatores de análise.	54
Quadro 11 – Ficha de avaliação do EIA 6 com os fatores de análise.	55
Quadro 12 – Ficha de avaliação do EIA 7 com os fatores de análise.	57
Quadro 13 – Ficha de avaliação do EIA 8 com os fatores de análise.	58
Quadro 14 – Avaliação geral dos Estudos de Impacto Ambiental na aplicação dos fatores de análise.	58

1 INTRODUÇÃO

O aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, realizada de maneira a não representar riscos para a saúde pública nem comprometer a segurança do meio ambiente, buscando minimizar os impactos ambientais associados (ABNT, 1992). Apesar dos aterros sanitários serem uma forma comum de disposição final de resíduos sólidos urbanos, a escolha de sua localização pode ter implicações significativas para o meio ambiente, para a saúde pública e para as comunidades locais (IBAM, 2001). Com isso, a seleção de alternativas locais desses projetos representa um desafio, levando em consideração as restrições impostas pelo ambiente, o cumprimento das normas e técnicas apropriadas de manejo e as características da área de disposição (Carvalho, 2017).

Para minimizar os impactos ambientais, é necessária a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), que é amplamente utilizada em todo o mundo para examinar os efeitos futuros das ações humanas sobre o meio ambiente (Morgan, 2012). A AIA é um processo que envolve a identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos relevantes, tanto de natureza biofísica quanto social, decorrentes de atividades ou projetos de desenvolvimento, tendo como objetivo garantir que decisões importantes sejam tomadas de forma informada e considerando os impactos ambientais (IAIA, 1999). Para Montaña *et al.* (2012), a AIA pode ser entendida como efetiva quando sua prática tem caráter preventivo e não corretivo, com atuação durante a avaliação das alternativas locais e tecnológicas e antes da implementação dos projetos.

Embora seja utilizada mundialmente, a AIA enfrenta várias críticas em relação à sua efetividade (Almeida; Montaña, 2017). Um dos aspectos mais comumente criticados é a falta de consideração adequada de alternativas para o projeto (Pope *et al.*, 2013). No Brasil, em um estudo sobre a efetividade da AIA, realizado pelo Ministério Público Federal, foram identificadas as principais deficiências nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e em algumas etapas da AIA (MPF, 2004). Entre essas deficiências estão a falta de proposição de alternativas, a apresentação de alternativas reconhecidamente inferiores àquela selecionada, entre outras (MPF, 2004). Comumente, a análise de alternativas na AIA fica limitada à avaliação de uma única opção, impedindo a confrontação de diferentes opções no processo de análise (Agra Filho *et al.*, 2012).

Considerando a importância da análise de alternativas pelos EIAs de aterros sanitários, essa pesquisa teve como objetivo analisar os estudos de alternativas locais apresentados nos EIAs dessa tipologia, licenciados no estado do Espírito Santo. Nesse sentido, esta pesquisa visou responder à seguinte pergunta: “Os estudos de alternativas locais apresentados nos EIAs de aterros sanitários licenciados no estado do Espírito Santo atendem às boas práticas em AIA aplicáveis a essa tipologia?”

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os estudos de alternativas locacionais apresentados em Estudos de Impacto Ambiental de aterros sanitários licenciados no estado do Espírito Santo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar, com base em critérios de boas práticas internacionais, os estudos de alternativas locacionais apresentados nos Estudos de Impacto Ambiental de aterros sanitários licenciados no estado do Espírito Santo.
- Analisar se os critérios utilizados para a escolha da melhor alternativa estão relacionados com os fatores de impactos ambientais esperados de projetos de aterros sanitários.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ATERROS SANITÁRIOS

Os aterros sanitários são submetidos ao processo de licenciamento ambiental para garantir que sejam operados de forma adequada e em conformidade com as normas ambientais (BRASIL, 2008). No Brasil, a legislação sobre resíduos sólidos e aterros sanitários é abrangente e inclui diversas leis e regulamentos. Alguns dos principais marcos legais são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Aspectos Legais de aterros sanitários e suas definições

Aspectos legais	Definições
NBR 8.419 de 1992	Estabelece critérios técnicos para o projeto, a implantação e a operação de aterros sanitários no Brasil. Essa norma técnica fornece diretrizes importantes para garantir a correta disposição final de resíduos sólidos não perigosos, visando à preservação do meio ambiente e à proteção da saúde pública. A aplicação correta da NBR é fundamental para garantir que os aterros sanitários operem de maneira segura e sustentável, minimizando os impactos ambientais e protegendo a saúde da comunidade local (NBR, 1992).
NBR 8.849 de 1985	Estabelece os requisitos mínimos para a elaboração de projetos de aterros controlados destinados à disposição de resíduos sólidos urbanos. O método de aterro controlado envolve o confinamento dos resíduos, sendo cobertos por uma camada de material inerte ao término de cada ciclo operacional. (NBR, 1985).
NBR 13.896 de 1997	Esta norma estabelece os requisitos mínimos necessários para o projeto, implantação e operação de aterros destinados a resíduos não perigosos, visando garantir a adequada proteção das águas superficiais e subterrâneas nas proximidades, assim como a segurança dos operadores dessas instalações e das comunidades vizinhas. (NBR, 1997).
Lei Federal nº 9.605 de 1998	Conhecida como Lei de Crimes Ambientais no Brasil, estabelece sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Seu objetivo é coibir práticas que possam resultar em danos à natureza e à saúde pública, essa lei visa assegurar a preservação do meio ambiente, a proteção da biodiversidade e a conscientização sobre a importância da conservação ambiental, estabelecendo punições para aqueles que agredem o equilíbrio ecológico (BRASIL, 1998).

Aspectos legais	Definições
NBR 10.004 de 2004	Os resíduos são categorizados da seguinte forma: Perigosos (Classe I) - são aqueles que representam algum perigo à saúde pública ou ao meio ambiente devido a características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade; Não Perigosos (Classe II), que é subdividida em Não Inertes (Classe II A) - caracterizados pela capacidade de se biodegradar, pela combustibilidade ou pela solubilidade em água; e Inertes (Classe II B) - resíduos que não sofrem mudanças no ambiente ou quando em contato com a água (ABNT, 2004).
Resolução CONAMA n° 404 de 2008	Estabelece critérios e diretrizes gerais para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Ela visa garantir a disposição final adequada dos resíduos sólidos urbanos, promovendo a proteção do meio ambiente e a preservação da saúde pública por meio do estabelecimento de diretrizes e critérios específicos para o licenciamento e operação de aterros sanitários no país (CONAMA, 2008).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A aplicação correta das NBRs é crucial para garantir que os lixiviados de resíduos sólidos sejam coletados e analisados de maneira adequada, a fim de identificar potenciais riscos à saúde humana e ao meio ambiente, essas normas contribuem para a proteção ambiental e a gestão responsável de resíduos sólidos no país (NBR, 1997). O Quadro 2 apresenta os fatores estabelecidos pela NBR 13.896 de 1997 que foram utilizados na avaliação dos fatores de análise na Seção 5.3.

Quadro 2 – Fatores de análise estabelecidos pela NBR 13.896/1997.

Fatores ambientais e sociais		Descrição do fator
1	Geologia e Tipos de solos	Considera-se desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10 ⁻⁶ cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.
2	Topografia	Esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação. Recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%.
3	Recursos hídricos	Deve ser avaliada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas. O aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica o curso de água.
4	Vegetação	O estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores.
5	Acessos	Fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação
6	Tamanho disponível e vida útil	Estes fatores encontram-se inter-relacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos.
7	Custos	Os custos de um aterro têm grande variabilidade conforme o seu tamanho e o seu método construtivo. A elaboração de um cronograma físico financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento.
8	Distância de núcleos urbanos	Deve ser avaliada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais, recomendando-se que esta distância seja superior a 500 m.

Fonte: Elaborado pela autora baseado na NBR 13.896 (1997).

Em 2010, foi aprovada a Federal Lei nº 12.305, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), definindo diretrizes para a implementação de práticas de gestão integrada e ambientalmente correta dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). O objetivo dessa lei é fornecer ferramentas para resolver os problemas resultantes da má gestão de resíduos sólidos, incluindo o descarte em depósitos de lixo a céu aberto (BRASIL, 2010). A PNRS estabelece que a disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos implica na minimização do impacto ambiental. No Brasil, o método comum para essa disposição final é o aterro sanitário, que, ao contrário do lixão, emprega técnicas para o controle apropriado dos resíduos e seus subprodutos, como gases e o líquido resultante da decomposição, evitando danos ao meio ambiente (BRASIL, 2010).

Diversos métodos de tratamento de resíduos sólidos têm o propósito de reduzir o volume, eliminar a periculosidade, diminuir o potencial poluente e transformar os resíduos em novos materiais (BRASIL, 2010). De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2020), alguns desses métodos são: a reutilização dos resíduos sem alterações em sua composição física, química ou biológica; a reciclagem, que consiste na transformação de resíduos como plástico, papel e metais por meio de mudanças químicas, físicas ou biológicas, a fim de criar novos produtos comercializáveis; compostagem, o processo de decomposição biológica que converte resíduos urbanos em composto orgânico, usado principalmente para aprimorar as características do solo agrícola; a incineração, procedimento de tratamento que reduz significativamente o volume dos resíduos por meio da queima em fornos de altas temperaturas, convertendo-os em cinzas inofensivas.

O aterro sanitário é o método de destinação de resíduos sólidos urbanos no solo que é projetado para minimizar impactos negativos na saúde pública e garantir a segurança, ao mesmo tempo que reduz ao máximo os efeitos adversos no meio ambiente (ABNT, 1992). Esse processo utiliza técnicas de engenharia para confinar os resíduos em uma área mínima, reduzindo seu volume o máximo possível (ABNT, 1992). Idealmente, nos aterros sanitários, deveriam ser dispostos apenas os rejeitos, isto é, resíduos nos quais todas as opções de tratamento já foram esgotadas (BRASIL, 2010).

O descarte irregular de resíduos sólidos gera depósitos de resíduos a céu aberto enfrentam um problema sério resultante da decomposição de substâncias orgânicas por microrganismos (IPT, 2000). Gera uma mistura líquida complexa e de composição química variada, comumente conhecida como chorume ou percolato; esse líquido é responsável por questões sanitárias e ambientais, como a contaminação de águas subterrâneas e superficiais, bem como do solo e do ar (IPT, 2000). O descarte de resíduos sólidos requer análises aprofundadas e medidas para garantir uma disposição final apropriada desses materiais (Dalmas *et al.*, 2011).

3.1.1 Impactos ambientais de aterros sanitários

Os efeitos de um aterro sanitário que podem causar danos ao ambiente físico, humano e biológico podem variar consideravelmente de acordo com as diferentes etapas do ciclo de vida do aterro (Lupatini, 2002). Esses efeitos também dependem do tamanho do aterro, das propriedades dos resíduos depositados, das condições climáticas e das características dos locais escolhidos para a instalação do aterro (Lupatini, 2002).

A disposição ao ar livre provoca a liberação e infiltração de chorume, líquido resultante da decomposição dos resíduos, que contamina o solo diretamente e também afeta os lençóis freáticos, comprometendo tanto o subsolo quanto a qualidade da água (Cecchini Júnior, 2011). Além disso, a decomposição também pode gerar gases tóxicos, asfixiantes e explosivos que se acumulam no subsolo ou são lançados na atmosfera, podendo se tornar ambientes propícios para a proliferação de vetores e outros agentes transmissores de doenças (Gouveia; Prado, 2010). Segundo Costa *et al.* (2016), os efeitos resultantes dos impactos são de natureza permanente, o que significa que uma vez realizada a ação de descarte inadequado, seus efeitos persistem e se manifestam ao longo de uma escala temporal indefinida. Com isso, afeta toda a população de forma geral, sendo importante adotar práticas adequadas de gestão de resíduos sólidos urbanos para mitigar esses impactos e promover a sustentabilidade ambiental (Gouveia; Prado, 2010).

A disposição final, enquanto etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos começa com a seleção de locais propícios para a instalação de aterros sanitários, pois esse método de disposição é considerado o mais adequado para garantir a preservação do meio ambiente e a proteção da saúde pública (Lino, 2007). As ações propostas na fase de construção do aterro, como limpeza do terreno, nivelamento do solo e construção de acessos internos, podem gerar impactos negativos, dependendo das características locais e do ambiente circundante (Lupatini, 2002). Os principais impactos estão relacionados a ações como a modificação da paisagem local, mudanças na flora e fauna, aumento do tráfego e ruído e alterações nas condições de estabilidade do solo (Lupatini, 2002).

Já na fase de operação, os aspectos ambientais estão relacionados às emissões provenientes das reações que ocorrem na massa de resíduos e às operações de engenharia envolvidas no funcionamento do aterro (Lupatini, 2002). Segundo Russo (2005), dentre as desvantagens, é viável mencionar o odor desagradável resultante da emissão de gases; os ruídos, principalmente originados pelo tráfego de veículos de transporte, bem como pela compactação e movimentação de terras; o transporte de poeira pelo vento pode constituir um problema para a comunidade local.

Na fase de conclusão, as emissões associadas às atividades operacionais do aterro, como ruídos, materiais transportados pelo vento e presença de vetores, são mínimas. No entanto, a massa de resíduos continua ativa, produzindo lixiviados e gases até alcançar o estágio de maturação; portanto, é crucial manter a operação contínua e a manutenção das instalações de controle ambiental para evitar os efeitos dessas emissões (Lupatini, 2002).

Vitório, Tshibangu e Veronez (2021) identificaram um total de 40 impactos ambientais de aterros sanitários, dos quais 18 estão vinculados às atividades humanas (45%), 12 estão associados ao ambiente físico (30%) e 10 estão ligados ao meio biótico (25%). Apenas 5% dos impactos foram mencionados, a modificação da topografia do terreno e a alteração na qualidade do ar e, entre esses impactos, destaca-se que a alteração na qualidade do ar é identificada como o principal impacto ambiental (Vitório; Tshibangu; Veronez, 2021). Os efeitos decorrentes da modificação na qualidade do ar, assim como a alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, são reconhecidos como impactos relevantes em projetos de aterros sanitários. Esses impactos surgem como resultado da emissão de efluentes líquidos e gasosos durante a operação de aterros sanitários (El-Salam; Abu-Zuid, 2015; Vaverková et al., 2018).

3.1.2 Espírito Santo Sem Lixão

O Espírito Santo Sem Lixão é um projeto do Governo do Estado do Espírito Santo, por meio das secretarias de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (Sedurb) e Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Seama), que visa destinar corretamente todo o lixo gerado no Espírito Santo, exterminando do estado todos os lixões existentes,

recuperando as áreas já degradadas, reduzindo os custos de operação para os municípios e proporcionando mais qualidade de vida sob os pontos de vista ambiental e social (Seama, 2008).

De acordo com a Secretaria de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) do Governo do Estado do Espírito Santo, o propósito central do Programa "Espírito Santo sem Lixão" é eliminar os depósitos de resíduos não controlados em todo o território capixaba, por meio da implementação de sistemas regionais apropriados para a disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU) (Sedurb, s.d.). Isso inclui a consideração contínua da operação dos atuais sistemas que estão de forma sustentável, atendendo a alguns municípios e foram estabelecidos pela iniciativa privada (Sedurb, s.d.).

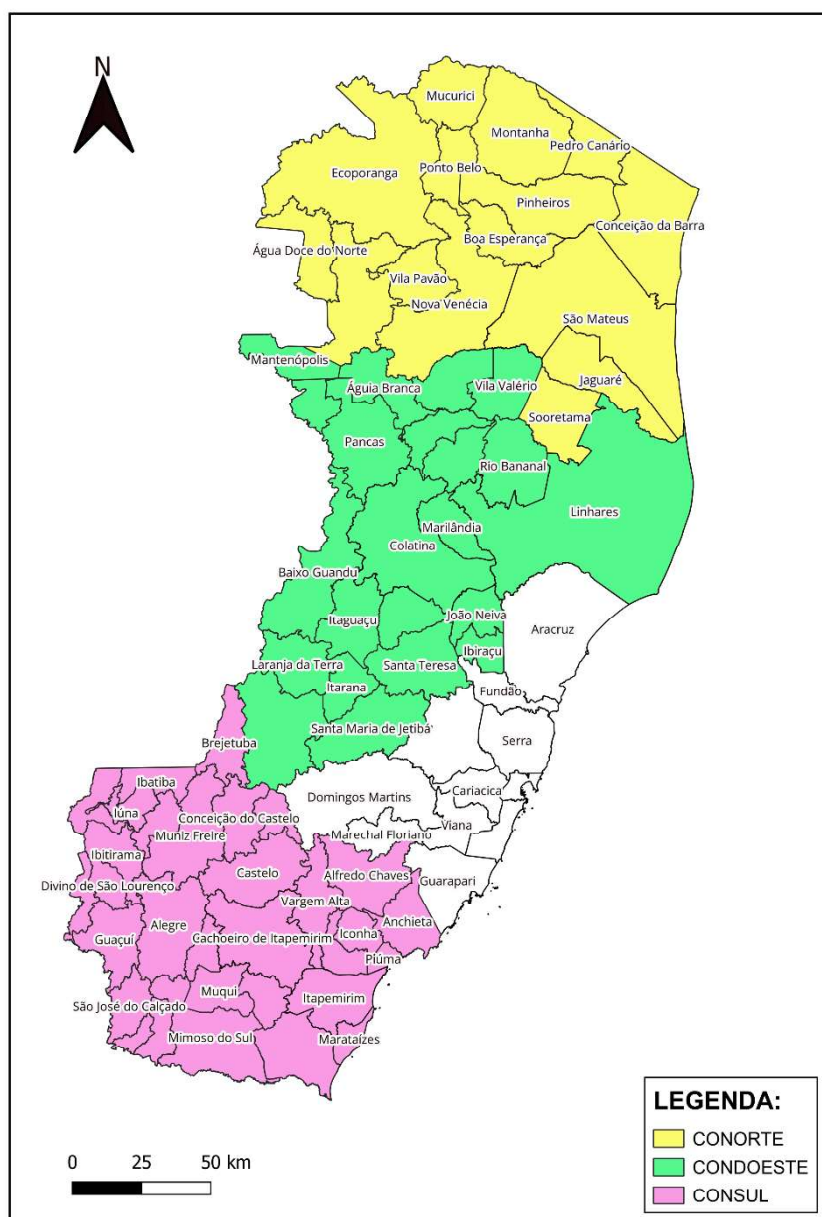
A meta do projeto era garantir que todos os municípios direcionem os RSU produzidos em seus territórios para aterros sanitários regionais até 2010 (Sedurb, s.d.). Esses aterros devem ser concebidos com métodos modernos, incorporando técnicas atualizadas e comprovadas para assegurar a preservação ambiental e sanitária. Além disso, devem ter custos operacionais reduzidos por meio de economias de escala, resultando em maior eficiência para o sistema (Sedurb, s.d.).

Adicionalmente, os aterros devem ter capacidade para atender a demanda regional por um longo período, com uma vida útil mínima de 25 anos (Sedurb, s.d.). Cada aterro sanitário servirá como o núcleo de um sistema regional apropriado para a disposição final de resíduos sólidos, que também contará com um número adequado de estações de transbordo e uma logística de transporte regional integrada para garantir o transporte otimizado dos RSU de cada município até o aterro sanitário (Sedurb, s.d.).

Esses conjuntos regionais de sistemas são administrados por corporações privadas especializadas, por meio de consórcios para fornecimento de serviços públicos (Sedurb, s.d.). A formação dos Consórcios Públicos Regionais, com o propósito colaborativo de estabelecer e administrar esses sistemas regionais para a disposição final apropriada dos resíduos sólidos urbanos, marca o início de todo o processo (Sedurb, s.d.).

O Programa "ES sem Lixão" é composto por três consórcios intermunicipais para a disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU). A decisão de formar consórcios decorre da necessidade de obter volumes de RSU que sejam compatíveis com os custos de operação e manutenção do sistema desejado no futuro, com o propósito colaborativo de estabelecer e administrar esses sistemas regionais para a disposição final apropriada dos RSU (Sedurb, s.d.). Estão eles: Região Doce Oeste - Consórcio Público para Tratamento e Destinação Final Adequada de Resíduos Sólidos da Região Doce Oeste do Estado do Espírito Santo (CONDOESTE), com 22 municípios consorciados; Região Norte - Consórcio Público para Tratamento e Destinação Final Adequada de Resíduos Sólidos da Região Norte do Estado do Espírito Santo (CONORTE), com 15 municípios consorciados; e Região Sul Serrana - Consórcio Público para Tratamento e Destinação Final Adequada de Resíduos Sólidos da Região Sul Serrana do Estado do Espírito Santo (CONSUL), com 31 municípios consorciados (Sedurb, s.d.). A Figura 1 apresenta o mapa do projeto Espírito Santo Sem Lixão com seus respectivos consórcios.

Figura 1 – Mapa de localização dos consórcios do projeto “Espírito Santo Sem Lixão”



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

3.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

O licenciamento ambiental e a AIA estão relacionados, sendo dois processos complementares que visam garantir a proteção do meio ambiente diante das atividades humanas (BRASIL, 1981). O licenciamento é um procedimento

administrativo por meio do qual um órgão ambiental competente autoriza a localização, implantação, operação e desativação de atividades ou empreendimentos que possam causar impactos no meio ambiente (BRASIL, 1997). Trata-se de um instrumento utilizado para regular e controlar as ações humanas que utilizam recursos naturais ou possam gerar poluição ou degradação ambiental, visando garantir a conservação do meio ambiente, a sustentabilidade dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1981).

Segundo a *International Association Impact Assessment* (IAIA), a AIA pode ser definida como o processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos efeitos relevantes, sejam eles de natureza biofísica, social ou outros; esse processo ocorre antes que decisões fundamentais sejam tomadas e compromissos sejam assumidos (IAIA; IEA, 1999). De acordo com Glasson, Therivel e Chadwick (1999), a AIA desempenha várias funções, incluindo o suporte à tomada de decisão, apoio à elaboração de projetos e propostas de desenvolvimento, e o papel de instrumento para alcançar o desenvolvimento sustentável.

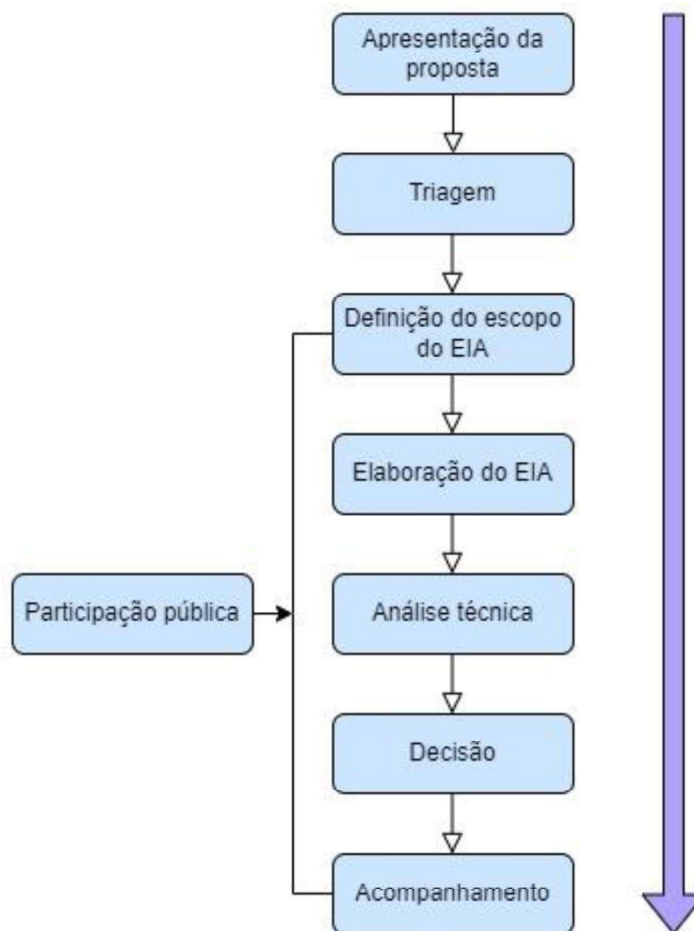
No Brasil, a AIA e o licenciamento de atividades consideradas poluidoras são instrumentos fundamentais para a implementação da PNMA, estabelecida pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981). A PNMA estabelece instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente degradadoras dos recursos ambientais. A AIA é também um tema constitucional, que determina a realização de estudos prévios de impacto ambiental para a instalação de obras ou atividades que possam causar significativa degradação do meio ambiente no país (Sánchez, 2020).

Cinco anos depois da publicação da PNMA, a Resolução CONAMA Nº 01 de 1986 definiu os parâmetros e orientações para a implementação da AIA no Brasil, também apresentando uma lista de atividades sujeitas à necessidade de EIA para a condução do seu processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 1986). A responsabilidade pelo licenciamento ambiental de projetos de aterros sanitários pode ser atribuída aos estados, municípios ou ao governo federal, e a autoridade federal tem permissão para intervir quando necessário (BRASIL, 2011).

3.2.1 Etapas do processo de Avaliação de Impacto Ambiental

Conforme Sánchez (2020), o processo de AIA é composto pelas etapas de apresentação da proposta, triagem, estabelecimento do escopo, elaboração e revisão do EIA, consulta pública, tomada de decisão, e por fim, o acompanhamento do projeto e seus programas, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Etapas da Avaliação de Impacto Ambiental



Fonte: Elaborado pela autora baseado em Sánchez (2020).

Sánchez (2020) indica que, em relação às fases da AIA, o início é dado pela apresentação da proposta ao órgão responsável pelo licenciamento, marcando o início do procedimento. Neste estágio, é recomendado que o proponente do projeto forneça dados como a localização do empreendimento e suas características técnicas. É essencial que o órgão licenciador especifique o nível de detalhamento necessário para essas informações nesta etapa, a fim de garantir uma triagem adequada no próximo passo do processo da AIA (Sánchez, 2020).

De acordo com Sánchez (2020), a fase de triagem classifica o projeto em três categorias distintas: necessidade de estudos detalhados, ausência da necessidade de estudos detalhados, e incerteza em relação ao potencial de causar impactos significativos ou às medidas de controle. A etapa de triagem resulta no enquadramento do projeto, determinando se o processo demandará a elaboração do

EIA e de Relatório de Impacto Ambiental (Rima), ou se será um licenciamento dispensado de EIA e Rima (Sánchez, 2020).

A definição do escopo ocorre quando, após a fase de triagem, é decidido que o projeto requer a elaboração de um EIA e Rima (Sánchez, 2020). No escopo, são delimitadas tanto a amplitude (incluindo alternativas de localização e tecnologia, bem como o conteúdo das avaliações de diagnóstico ambiental) quanto a profundidade (especificando o nível de detalhamento das avaliações anteriores e as análises a serem conduzidas) (Sánchez, 2020). Esta etapa culmina na elaboração de um documento que estabelece as diretrizes dos estudos a serem realizados, conhecido como termo de referência ou instruções técnicas (Sánchez, 2020).

Durante a fase de definição do escopo, é crucial apresentar as opções alternativas locais e tecnológicas que serão examinadas no EIA (Sánchez, 2020; Glasson; Therivel; Chadwick, 2005; Gebeletti, 2014). De acordo com Sánchez (2020, p. 148), o escopo deve: "orientar os estudos em direção a questões relevantes ou temas significativos; estabelecer os limites e o âmbito dos estudos; planejar levantamentos para fins de diagnóstico ambiental (estudos básicos) definindo as necessidades de pesquisa e coleta de dados; e identificar as alternativas a serem analisadas".

A preparação do EIA engloba a execução técnica detalhada do projeto e a sua síntese em uma linguagem apropriada, esta etapa representa o cerne do processo de AIA, pois demanda o maior investimento de tempo da equipe responsável pela elaboração do estudo (Sánchez, 2020). O EIA estabelece as bases para avaliar a viabilidade ambiental do empreendimento (Sánchez, 2020). Morgan (2012) destaca a importância dessa fase, salientando que a sugestão de elaboração do EIA direciona as autoridades responsáveis nas decisões em relação à proporção dos possíveis impactos sobre as pessoas, as comunidades e o meio ambiente.

A análise técnica tem como propósito verificar o atendimento ao Termo de Referência, regulamentos e requisitos pertinentes, bem como avaliar a viabilidade ambiental do

projeto (Sánchez, 2020). Durante esta fase, uma equipe multidisciplinar é responsável por examinar a viabilidade do projeto, realizando uma verificação minuciosa dos aspectos técnicos dos estudos, tais como "o nível de detalhamento do levantamento ambiental, os métodos utilizados para prever a extensão dos impactos e a adequação das medidas de mitigação propostas" (Sánchez, 2020, p. 110).

A etapa de consulta pública envolve a obtenção de contribuições e perspectivas modificadoras e/ou complementares ao estudo por parte das partes interessadas no projeto (Sánchez, 2020). É importante notar que essa fase pode ser conduzida em qualquer momento do processo e em qualquer uma de suas etapas, inclusive durante o estudo de alternativas (Sánchez, 2020). No Brasil, a consulta pública normalmente é realizada por meio de audiências públicas e pode ser feita em qualquer etapa do processo (Sánchez, 2020, p. 110).

O processo de tomada de decisão envolve diferentes modelos, os quais variam de acordo com a tradição política de cada região, a decisão final em questões de licenciamento pode ser atribuída à autoridade ambiental, à autoridade responsável pela área sob a qual o empreendimento se enquadra ou ao governo (Sánchez, 2020). No Brasil, um modelo adicional comum é o de decisão colegiada, realizado por meio de um conselho que inclui representantes da sociedade civil (Sánchez, 2020).

A fase de acompanhamento sucede a autorização do empreendimento, e ela inclui atividades como fiscalização, supervisão e/ou auditoria, bem como o monitoramento contínuo (Sánchez, 2020). A supervisão ambiental do empreendimento é responsabilidade do empreendedor, enquanto a auditoria pode ser de natureza pública ou privada (Sánchez, 2020). Por fim, o processo de desativação corresponde ao encerramento das atividades licenciadas pelo empreendedor, embora essa etapa não se aplique a todos os projetos (Sánchez, 2020).

3.3 ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DE ATERROS SANITÁRIOS

De acordo com Deat (2004), existem vários tipos de alternativas que podem ser consideradas: alternativas de projetos, que envolvem uma modificação na natureza da atividade proposta; alternativas locais, aplicáveis a projetos localizados em lugares geograficamente separados; alternativas tecnológicas, relacionadas a diferentes processos e tecnologias; alternativas de demanda, que abrangem meios alternativos para atender uma demanda por um produto ou serviço; alternativas de agendamento, que envolvem componentes programados em horários distintos, gerando impactos diferentes; alternativas de entrada, utilizadas em aplicações industriais que empregam diferentes matérias-primas ou fontes de energia no processo; alternativas de traçado, principalmente em projetos lineares; alternativas de *layout* do local, que consistem em mudanças espaciais; alternativas de escala, que permitem dividir as atividades em unidades menores e em diferentes proporções; e, por fim, alternativas de *design*, com o objetivo de atender propósitos estéticos. Os segmentos subsequentes abordarão as alternativas locais, as quais representam o ponto central de análise e investigação neste estudo.

Um dos princípios de boas práticas da AIA é a consideração de alternativas locais, destacada por Paliwal (2006) como um papel fundamental na elaboração dos estudos de impacto ambiental. Isso permite a seleção de opções das áreas ambientalmente mais viáveis. Há quase duas décadas, o estudo de alternativas tem sido considerado um dos princípios operacionais da AIA (IAIA, 1999), e a legislação brasileira estipula que todas as alternativas de localização de projetos submetidos ao EIA/RIMA devem ser consideradas (CONAMA, 1986).

A IAIA fornece diretrizes, padrões e orientações para a prática da AIA, incluindo a análise de alternativas locais. A realização da análise de alternativas locais é fundamental no EIA, além de analisar a viabilidade ambiental do projeto, indica a alternativa que menos trará impactos ambientais ao ambiente (Bond; Morrison-Saunders, 2009; Tickner; Geiser, 2004; Kamijo; Huang, 2016).

A prática da escolha das alternativas locacionais é complexa de ser executada, subjetiva e arbitrária (Steinemann, 2001). Entretanto, o estudo de alternativas é considerado fundamental em uma tomada de decisão concreta (IAIA, IEA 1999). No Brasil, os projetos potencialmente poluidores, para obterem licenciamento ambiental, precisam necessariamente passar pela etapa de estudos de alternativas, no qual é fundamental a consideração de opções que possam causar menor impacto ao meio ambiente (Sánchez, 2020). Além disso, é importante que o processo de definição de alternativas seja planejado, criterioso e viável, a fim de evitar impactos socialmente inaceitáveis que possam levar ao impedimento da realização do projeto, considerando não apenas os aspectos ambientais, mas também os aspectos sociais, econômicos e culturais (Sánchez, 2020).

As boas práticas da AIA indicam que a "alternativa zero", ou seja, a não realização do projeto, deve ser considerada de maneira realista e incluída na análise; isso implica em visualizar a situação futura sem a implementação do projeto, levando em consideração a evolução das condições existentes, como forma de avaliar adequadamente os impactos potenciais do projeto em comparação com a ausência do mesmo (IAIA, 2015).

3.3.1 Estudos de alternativas locacionais

Montaño *et al.* (2012) abordam a definição de critérios para a análise da localização de atividades, com foco específico em aterros sanitários. Utilizando uma abordagem metodológica baseada em sucessivas aproximações, os autores buscaram integrar critérios técnicos relacionados ao empreendimento, fatores ambientais e considerações sociais, levando em conta a vizinhança e os atores sociais envolvidos. Os resultados obtidos reduziram medidas de mitigação, aumentaram a segurança do empreendimento e simplificaram processos ambientais, facilitando a aprovação do EIA (Montaño *et al.*, 2012). O Quadro 3 apresenta os fatores apresentados por Montaño *et al.* (2012).

Quadro 3 – Fatores ambientais e sociais de análise destacados por Montaño *et al.* (2012).

Fatores ambientais e sociais		Descrição do fator
1	Tipo de solo	Alternativas que descrevem as áreas com solo de baixa permeabilidade natural.
2	Geologia/ Hidrogeologia	Alternativas que apresentam os riscos de contaminação de águas subterrâneas.
3	Relevo	Alternativas com áreas de baixa declividade natural.
4	Recursos hídricos superficiais	Alternativas que apresentam como medida de segurança, em atendimento a requisitos legais, uma distância de 300 metros dos corpos de água superficial.
5	Áreas de vegetação nativa	Alternativas, como medida preventiva, a existência de fragmentos de vegetação nativa significativos torna a implantação do aterro inviável.
6	Distância de núcleos urbanos	Alternativas que apresentam, a fim de resguardar os aspectos sanitários e minimizar conflitos entre empreendimento e comunidade, considerou-se inviável implantar o aterro a uma distância inferior a 2.000 metros de áreas urbanizadas.

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Montaño *et al.* (2012).

Ferreira e Veronez (2021) utilizaram critérios baseados nas boas práticas internacionais para analisar estudos de alternativas de portos, a pesquisa envolveu a avaliação de EIAs realizados no estado do Espírito Santo, revelando que nenhum deles atendeu a todos os critérios utilizados. Foram identificadas fraquezas específicas na análise de alternativas locacionais nos estudos analisados, especialmente em termos conceituais e metodológicos (Ferreira; Veronez, 2021). De maneira semelhante, Ribeiro e Veronez (2023) também realizaram uma análise de alternativas dos EIAs de gasoduto e, ao examinar os estudos, constatou-se que nenhum dos EIAs atendeu os critérios estabelecidos pelas boas práticas internacionais. A análise dos resultados evidencia deficiências nos estudos de alternativas examinados, como a falta de avaliação da opção de não implementação do projeto e a ausência de métodos participativos, contudo, destaca a inclusão de critérios ambientais e sociais como aspectos positivos (Ribeiro; Veronez, 2023).

No contexto do licenciamento ambiental com AIA em Minas Gerais, Cruz e Almeida (2020) analisaram a inclusão de estudos de alternativas locacionais para a construção de aterros sanitários, com o foco na descrição da metodologia utilizada e na

identificação dos critérios para a seleção de áreas para esse tipo de empreendimento. Desse modo, não existiu um padrão para a escolha das áreas de implantação de aterros sanitários nos estudos de alternativas locais, nem na literatura disponível nem nos estudos de casos analisados (Cruz; Almeida, 2020).

Desta maneira, observa-se que estudos de alternativas locais tendem a apresentar falhas primárias, como a sugestão de alternativas que eram claramente inviáveis desde o início, e ofereceram uma explicação simplificada para a escolha feita (Fernandes *et al.*, 2017), destacando a necessidade de aprimoramentos nessa área (Ribeiro; Veronez, 2023).

4 METODOLOGIA

A pesquisa teve objetivo descritivo e natureza aplicada, utilizando uma abordagem predominantemente qualitativa. Considerando que o objeto de estudo são projetos de aterros sanitários do estado do Espírito Santo, a coleta de dados foi realizada por meio de análise documental dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) licenciados pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema) e a análise dos dados foi feita por meio de análise de conteúdo.

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos, materiais e métodos que foram utilizados na pesquisa e é apresentado em três partes, sendo: definição de critérios de avaliação dos estudos, identificação e avaliação dos estudos.

4.1 PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A análise dos estudos das alternativas foi baseada nos documentos de boas práticas: “Princípios das melhores práticas de avaliação de impacto ambiental” (IAIA; IEA, 1999) e “Alternativas em AIA de Projetos” (IAIA; IEA, 2015). Para esse fim, optou-se por adotar 10 parâmetros semelhante ao realizado por Ferreira e Veronez (2021) e Ribeiro e Veronez (2023), conforme indicado no Quadro 4.

Quadro 4 – Parâmetros adotados para avaliação dos estudos de alternativas locais dos EIAs.

Parâmetros	Descrição do parâmetro	Descrição para o atendimento do parâmetro	Referência de Boas Práticas
1	Avaliar alternativas possíveis e viáveis	O estudo de alternativas deve analisar apenas as alternativas possíveis e viáveis	IAIA (2015)
2	Descrever o processo de definição das alternativas	O estudo de alternativas deve descrever como as opções das alternativas foram selecionadas para serem comparadas e avaliadas	IAIA (2015)
3	Incluir a alternativa de não implantação do projeto	O estudo de alternativas deve incluir, na comparação das alternativas, a alternativa de não implantação do projeto – situação futura do ambiente sem o projeto	IAIA (2015)
4	Descrever a metodologia de escolha da melhor alternativa dentre as consideradas	O estudo de alternativas deve descrever, de forma clara e detalhada, a metodologia de escolha da análise de alternativas	IAIA (2015); (IAIA; IEA, 1999)
5	Utilizar métodos coerentes para analisar as alternativas	O estudo de alternativas deve utilizar uma metodologia adequada para a análise das alternativas locais	IAIA (2015); (IAIA; IEA, 1999)
6	Considerar critérios ambientais	O estudo de alternativas deve considerar os impactos ambientais para comparar as alternativas	IAIA (2015)
7	Considerar critérios sociais	O estudo de alternativas deve considerar os impactos sociais que podem ser causados pelo empreendimento, considerando as pessoas afetadas	IAIA (2015)
8	Utilizar uma metodologia participativa	A escolha da melhor alternativa deve envolver o público, as comunidades afetadas e outras partes interessadas	IAIA (2015); (IAIA; IEA, 1999)
9	Comparar as vantagens e desvantagens de cada alternativa, utilizando os mesmos critérios	O estudo de alternativas deve utilizar os mesmos critérios de vantagens e desvantagens para comparar cada alternativa	IAIA (2015); (IAIA; IEA, 1999)
10	Justificar a escolha da alternativa	O estudo de alternativas deve justificar os motivos da eliminação das alternativas não escolhidas e da escolha da alternativa selecionada	IAIA (2015); (IAIA; IEA, 1999)

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Ferreira e Veronez (2021) e Ribeiro e Veronez (2023).

Além da análise de atendimento às boas práticas, este trabalho também analisou se os critérios utilizados nos estudos de alternativas eram relacionados aos principais impactos esperados desses projetos. Para isso, utilizou-se como referência o trabalho de Montaña *et al.* (2012) e as diretrizes estabelecidas pela NBR 13.896/1997. A partir dessas referências foi elaborado um quadro de avaliação para diversos fatores de análise. Assim, intenção por trás desse quadro é permitir uma análise detalhada do estudo de alternativas apresentado em cada EIA. O Quadro 5 apresenta os critérios adotados, os parâmetros de análise, algumas observações e suas referências.

Quadro 5 – Fatores ambientais e sociais de análise de alternativas locais.

Critérios adotados	Parâmetros de análise	Observações	Referências
1 Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	Para Montaña <i>et al.</i> (2012), recomenda-se que as alternativas descrevam as áreas com solo de baixa permeabilidade natural. A NBR 13.986/1997 considera desejável a existência, no local, de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade inferior a 10-6 cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m.	NBR 13.896/1997 e Montaña <i>et al.</i> (2012)
2 Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	Para Montaña <i>et al.</i> (2012), as áreas devem ter baixa declividade natural. Para NBR 13.986/1997, esta característica é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação, recomendando-se que os locais devam ter declividade superior a 1% e inferior a 30%.	NBR 13.896/1997 e Montaña <i>et al.</i> (2012)
3 Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	Montaña <i>et al.</i> (2012) recomendam que um aterro deve estar a uma distância de 300 metros dos corpos de água superficial. Para a NBR 13.986/1997, o aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água.	NBR 13.896/1997 e Montaña <i>et al.</i> (2012)
4 Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	Segundo Montaña <i>et al.</i> (2012), alternativas devem avaliar, como medida preventiva, a existência de fragmentos de vegetação nativa significativos que podem tornar a implantação do aterro inviável. Para a NBR 13.896/1997, o estudo macroscópico da vegetação também é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores.	NBR 13.896/1997 e Montaña <i>et al.</i> (2012)
5 Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	A NBR 13.986/1997 recomenda que a construção de aterros tenha vida útil mínima de 10 anos.	NBR 13.896/1997
6 Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	Montaña <i>et al.</i> (2012) recomendam que a distância seja superior a 2.000 metros e a NBR 13.896/1997 que seja 500 metros.	NBR 13.896/1997 e Montaña <i>et al.</i> (2012)

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Montaña *et al.* (2012) e na NBR 13.896 (1997).

Com isso, os EIAs que atenderam aos critérios 6 e/ou 7 do Quadro 5 foram reavaliados, agora analisando se os parâmetros (ambientais e/ou sociais) estão relacionados atendendo ou não aos fatores ambientais relevantes. Para isso, foram utilizados como referência os fatores ambientais e sociais indicados por Montaño *et al.* (2012) e pela NBR 13.896/1997 como relevantes para a localização de aterros sanitários. O quadro usado para esta análise está apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Quadro base de avaliação dos fatores ambientais e sociais de análise de alternativas locacionais.

Critérios adotados		Parâmetro de análise	EIA 1	EIA 2	EIA 3	EIA 4	EIA 5	EIA 6	EIA 7	EIA 8
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.								
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.								
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.								
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.								
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.								
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.								

Fonte: Elaborado pela autora baseado em Montaño *et al.* (2012) e pela NBR 13.986 (1997).

4.2 IDENTIFICAÇÃO DOS ESTUDOS

A identificação dos estudos foi conduzida em duas fases. Inicialmente, foram identificados os estudos disponíveis na biblioteca digital do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Iema), em agosto de 2022, sendo uma pesquisa realizada no repositório institucional (disponível em <https://iema.es.gov.br/EIA>). Em seguida, foi realizada uma visita ao Iema com o objetivo de localizar os estudos que pudessem estar disponíveis apenas em formato físico, não encontrados na versão digital (apenas um estudo foi identificado). Com isso, identificou-se oito estudos propostos desde 2002, ano em que o Iema foi criado. O Quadro 7 exibe as informações fundamentais dos EIAs.

Quadro 7 – EIAs de aterros sanitários licenciados pelo lema no período estudado e que foram analisados.

EIA	NÚMERO DO PROCESSO	ANO	EMPREENDIMENTO	CLASSIFICAÇÃO	TIPO
1	23997141	2002	Central de Tratamento e Disposição de Resíduos de Cariacica – Marca Ambiental	Privado	
2	29232716	2004	Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha Ltda	Privado	E
3	38161869	2007	Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim	Privado	
4	44221681	2008	Central de Tratamento de Resíduos Terramar	Privado	
5	47866489	2009	Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de Colatina - CONDOESTE	Público	E
6	51914077	2010	Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de São Mateus - CONORTE	Privado	
7	52856054	2011	Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos de São Mateus	Privado	
8	57311412	2013	Central de Gestão Ambiental Linhares – CGA Linhares	Privado	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

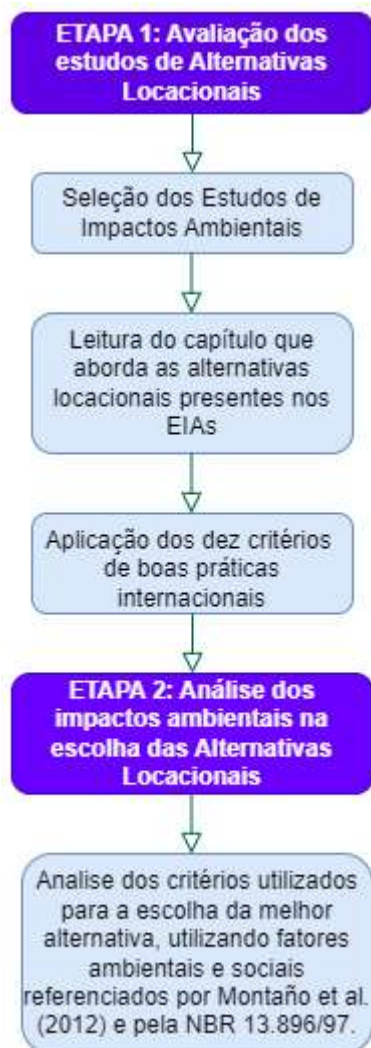
4.3 AVALIAÇÃO DOS ESTUDOS

A análise de conteúdo se concentrou nos capítulos "Identificação do empreendimento" e "Alternativas Locacionais". Caso não fosse identificado o objetivo da pesquisa nesses capítulos, era feita uma busca abrangente nos outros capítulos. A avaliação do Quadro 4 utilizou parâmetros que seguiram uma escala binária, classificando cada critério como "atendido" ou "não atendido".

Após essa etapa, ocorreu a análise dos fatores ambientais e sociais que foram considerados para determinar a opção mais favorável. Nesse processo, foram levados em conta os critérios estabelecidos por Montañó *et al.* (2012) na primeira aproximação (nível regional e escala municipal) conforme descrito no Quadro 3, além das diretrizes estipuladas pela norma brasileira NBR 13.896/1997 conforme o Quadro 2. Com isso, a avaliação do Quadro 5 utilizou atendimento ou não dos critérios estabelecidos.

Sintetizando os procedimentos metodológicos realizados neste estudo, a Figura 3 apresenta um fluxograma das etapas a serem seguidas.

Figura 3 – Fluxograma das etapas do estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

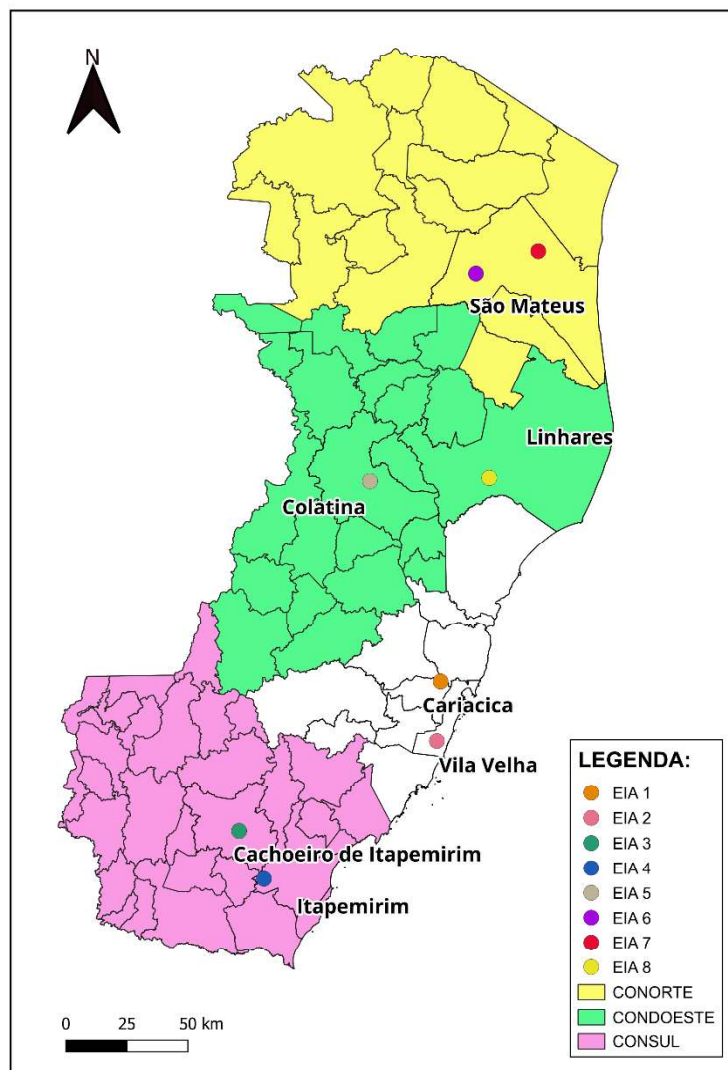
Neste capítulo, os resultados da pesquisa são expostos e analisados com base no referencial teórico.

5.1 ESTUDOS AMBIENTAIS ANALISADOS

Foram identificados no lema oito estudos de impacto ambiental (EIA) relacionados a aterros sanitários que constituíram o foco de investigação deste estudo.

Os estudos analisados estão localizados nos municípios de São Mateus (EIAs 6 e 7), Linhares (EIA 8), Colatina (EIA 5), Cariacica (EIA 1), Vila Velha (EIA 2), Cachoeiro de Itapemirim (EIA 3) e Itapemirim (EIA 4). A Figura 4 apresenta a localização dos projetos de estudo de impacto ambiental de aterro sanitário no Espírito Santo.

Figura 4 – Localização dos EIAs de aterros sanitários analisados neste estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

5.1.1 EIA 1 – Central de Tratamento e Disposição de Resíduos de Cariacica

Este aterro foi projetado para a disposição de resíduos domésticos, comerciais, portuários, de saúde (em uma célula especial) e resíduos industriais, todos classificados como Classe II. Este empreendimento está situado na BR 101, no quilômetro 282, na cidade de Cariacica/ES, ocupando uma área de cerca de 1.000.000 de metros quadrados. O EIA estimou que a atividade do aterro sanitário tenha uma vida útil de aproximadamente 20 anos e recebe resíduos provenientes dos seguintes municípios: Vitória, Vila Velha, Cariacica, Viana, Domingos Martins,

Marechal Floriano, Santa Leopoldina, Santa Teresa, bem como de várias empresas privadas (Marca Construtora e Serviços Ltda, 2002).

5.1.2 EIA 2 – Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha Ltda

O Aterro Sanitário atual está localizado em uma extensão de terreno que abrange 22,1 hectares, nas proximidades do bairro João Goulart, às margens da estrada Barra do Jucú e Xuri, especificamente no quilômetro 11, dentro do município de Vila Velha/ES. A parcela de terreno onde o aterro sanitário existente está situado possui uma área total de 221.462,90 metros quadrados. Além disso, a expansão das atividades da Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha Ltda é realizada em uma área contígua de propriedade da empresa, que abrange 857.333,11 metros quadrados e está adjacente ao aterro sanitário em operação. No ano de 2000, as atividades do empreendimento tiveram início, naquela época conhecido como "Aterro Metropolitano SANPLEX", operado pela empresa Saneamento e Projetos Executivos Ltda (SANPLEX). Durante esse período, foi elaborado um Diagnóstico de Impacto Ambiental (DIA). Em 2002, o empreendimento privado foi renomeado como "Aterro Sanitário da CTRVV", passando a ser administrado pela empresa denominada CTRVV – Central de Tratamento de Resíduos Vila Velha Ltda (CRRVV, 2004).

5.1.3 EIA 3 – Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim

A Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim, que pertence à CTRVV, é estabelecida na Fazenda Santo Antônio, localizada na Rodovia ES 482, no Bairro Morro Grande, dentro do município de Cachoeiro de Itapemirim/ES. Essa região é destinada para atividades industriais. A central inclui uma célula de emergência para a disposição de resíduos sólidos domésticos da cidade. Essa célula foi projetada de acordo com as normas brasileiras aplicáveis e tem a capacidade de receber aproximadamente 120 toneladas de resíduos diariamente, ao longo de um período de 24 meses (CRRVV, 2007).

5.1.4 EIA 4 – Central de Tratamento de Resíduos Terramar

A CTR TERRAMAR tem células de resíduos (Classes I e II), unidade de tratamento de resíduos de saúde, instalações de blendagem, leitos de secagem e estruturas de apoio, como balança, laboratório de caracterização de resíduos, escritório, oficina e refeitório. Os projetos seguirão normas técnicas e regulamentações ambientais, além de melhores práticas internacionais. O projeto da CTR TERRAMAR supre a carência de locais adequados para disposição de resíduos na região sul do estado, onde se encontra Cachoeiro de Itapemirim e Itapemirim. Cachoeiro de Itapemirim, o maior gerador, transporta seus resíduos a uma distância de aproximadamente 150 km para um aterro em Vila Velha, tornando o processo antieconômico (Cepemar, 2008).

5.1.5 EIA 5 – Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de Colatina - CONDOESTE

Este estudo faz parte do Projeto Espírito Santo Sem Lixão e foi desenvolvido conforme o Termo de Referência aprovado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA, em 2 de setembro de 2009. O Centro de Tratamento apropriada de Resíduos Sólidos Urbanos está localizado na mesma área ocupada pelo Aterro de Colatina, que é administrado pela SANEAR. Além disso, há uma área adicional para expansão das instalações. Este centro é responsável por receber os resíduos sólidos urbanos dos municípios que compõem o CONDOESTE, que incluem Afonso Cláudio, Águia Branca, Alto Rio Novo, Baixo Guandú, Colatina, Governador Lindenberg, Itaguaçu, Itarana, Laranja da Terra, Mantenópolis, Marilândia, Pancas, São Domingos do Norte, São Gabriel da Palha, São Roque do Canaã e Vila Valério (Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda, 2009).

5.1.6 EIA 6 – Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de São Mateus - CONORTE

Este EIA baseou em levantamentos de campo para obter dados ambientais. Foi realizada uma análise das condições atuais e previstas do ecossistema com e sem o empreendimento. De maneira ampla, esse empreendimento envolve a criação da CTR São Mateus, que recebe resíduos urbanos e de saúde dos municípios pertencentes ao CONORTE, incluindo Água Doce do Norte, Barra de São Francisco, Boa Esperança, Conceição da Barra, Ecoporanga, Jaguaré, Montanha, Mucurici, Nova Venécia, Pedro Canário, Pinheiros, Ponto Belo, São Mateus, Sooretama e Vila Pavão (Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda, 2010).

5.1.7 EIA 7 – Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos de São Mateus

Esta Central de Tratamento de Resíduos está implantada na localidade de Boa Vista, Fazenda Santa Catarina, Município de São Mateus/ES, norte do Espírito Santo. Este empreendimento tem capacidade para disposição de resíduos de Classe I e Classe II. O local foi escolhido com cuidado, sendo uma área inapropriada para agricultura, afastada de áreas urbanas, adequada para esse tipo de empreendimento, com topografia favorável e fácil implementação de medidas de proteção ambiental. Além disso, possui acesso rodoviário conveniente, possibilitando a criação de empregos e a solução de problemas ambientais (PSG do Brasil Ltda, 2011).

5.1.8 EIA 8 – Central de Gestão Ambiental Linhares – CGA Linhares

A Central de Gestão Ambiental de Linhares, localizada em Linhares/ES, trata e dispõe adequadamente os resíduos sólidos da região. Como uma unidade privada complementar ao sistema estadual de gestão de resíduos, recebe resíduos de vários municípios e indústrias em conformidade com a Política Nacional de Resíduos

Sólidos. Os resíduos aterrados são rejeitos após reutilização, reciclagem e tratamento inicial (CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda, 2013).

5.2 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS

O Quadro 8 sintetiza o resultado da aplicação dos dez parâmetros nos oito estudos avaliados, disposto em colunas que representam os EIAs, e em linhas que representam os parâmetros.

Quadro 8 – Panorama geral da avaliação dos estudos

PARÂMETROS	EIA	EIA	EIA	EIA	EIA	EIA	EIA	EIA
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 - Avaliar alternativas possíveis e viáveis	X	X	X	✓	X	X	✓	X
2 - Descrever o processo de definição das alternativas	X	X	X	✓	X	X	X	X
3 - Incluir a alternativa de não implantação do projeto.	X	X	X	X	X	X	X	X
4 - Descrever a metodologia de escolha da melhor alternativa dentre as consideradas	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓
5 - Utilizar métodos coerentes para analisar as alternativas	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓
6 - Considerar critérios ambientais.	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓
7 - Considerar critérios sociais	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓
8 - Utilizar uma metodologia participativa	X	X	X	X	X	X	X	X
9 - Comparar as vantagens e desvantagens de cada alternativa, utilizando os mesmos critérios	X	X	X	✓	X	X	X	X
10 - Justificar a escolha da alternativa	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

X O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

Nenhum EIA atendeu a todos os parâmetros utilizados nesta pesquisa. Os melhores resultados foram apresentados pelo EIA 4 e os piores pelos EIAs 1, 2 e 5 que falharam

em atender a todos os parâmetros. Devido a essa falta de informações das áreas de alternativas localização, uma avaliação conforme as boas práticas dos estudos se tornam inviável. Para garantir uma avaliação eficaz, a comparação das alternativas, inclusive a alternativa de não implementação do projeto, deve ser sistêmica, bem documentada e apoiada por uma metodologia que suporte critérios bem definidos (DEAT, 2004; HARBUKALOVA *et al.*, 2018).

O EIA 2 (realizado em 2004) e o EIA 3 (realizado em 2007) foram elaborados pela empresa CTRVV, e o EIA 5 (realizado em 2009) e o EIA 6 (realizado em 2010) foram elaborados pela Vereda Estudos e Execução de Projetos Ltda, sendo possível observar o texto base do EIA idêntico dos EIAs 5 e 6. Os EIAs 2 e 5 pecaram em seus respectivos EIAs por serem expansões, é importante ressaltar que a expansão não deve ser considerada como razão para uma análise menos rigorosa de sua localização.

Foi observado que ao longo dos anos não houve uma melhoria da execução das análises de alternativas locais, como observado na comparação entre os estudos analisados. O estudo de 2008 (EIA 4) atendeu a 8 dos 10 critérios estabelecidos, demonstrando um desempenho significativamente melhor em comparação com o estudo mais recente de 2013 (EIA 8), que conseguiu atender apenas 50% dos critérios, equivalente a 5 critérios. Esta constatação indica uma possível estagnação ou, até mesmo, uma regressão na qualidade dos estudos ao longo do tempo.

A seguir, os resultados são apresentados e discutidos para cada parâmetro utilizado nesta pesquisa.

5.2.1 Avaliação das alternativas possíveis e viáveis

O primeiro parâmetro avaliou se os estudos apresentaram em suas avaliações alternativas possíveis e viáveis. Os resultados mostram que apenas 2 estudos (EIAs 4 e 7) cumpriram esse parâmetro. Os EIAs 1, 2 e 5 não definem as áreas de

localização, então, não foi possível comparar e avaliar as alternativas de localização. Cruz e Almeida (2020), apontaram que os EIAs de rodovias mineiras revelaram deficiências, apresentaram falhas primárias, como a proposição de alternativas inicialmente descartáveis, e ofereceram uma explicação excessivamente simplificada da escolha realizada.

No EIA 3, houve uma clara falha em atender a esse parâmetro. O estudo avaliou uma alternativa que, durante a análise, foi descartada devido à indisponibilidade na aquisição de terras para a implementação do projeto, principalmente devido à falta de interesse do proprietário em vendê-las. Logo, esta alternativa deveria ter sido descartada desde o início, no entanto, o estudo de alternativas optou por avaliá-la, mesmo com a clara indicação de inviabilidade. O EIA 8 também considerou uma alternativa inviável, incluindo uma alternativa que estava sujeita a riscos de inundação, um fator que ele próprio anteriormente reconheceu como motivo de descarte.

Esses resultados vão contra as boas práticas que afirmam que as alternativas devem ser viáveis, relevantes, praticáveis e razoáveis (Deat, 2004). Sánchez (2020, p.171) afirma que “sempre há alternativa para se atingir um determinado objetivo, e um conjunto de alternativas ‘razoáveis’ deve ser examinado durante o processo da AIA”. Geneletti (2014) diz que a criação de opções de localização deve ser planejada e unificada desde o começo, priorizando a geração de alternativas viáveis antes de qualquer análise detalhada ser realizada.

5.2.2 Descrição do processo de definição das alternativas

Esse parâmetro avaliou se os estudos descreveram como as alternativas de localização foram escolhidas. Os resultados mostram que 7 estudos (EIAs 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8), ou seja, 87,5% não atenderam este parâmetro. O EIA 3 apresenta os parâmetros que foram utilizados para a pré-seleção, citando que foram considerados dados geológicos e hidrogeológicos, porém, não apresenta o caminho que levou a essa seleção. Da mesma forma, o EIA 7 cita os fatores que influenciam na escolha da alternativa mais adequada, porém, não apresenta o processo de escolha das áreas selecionadas. Os EIAs 1, 2, 5, 6, 8 não apresentaram um texto introdutório ao estudo

de alternativas, não apontando uma descrição do processo de definição dessa escolha.

No EIA 4 (único que atendeu ao critério), a seleção das áreas se deu pelos critérios e parâmetros das normas da ABNT (NBR 13.896, NBR 12.235, NBR 11.174) e pela Resolução CONAMA n° 302 de 2002, de onde se destacou vinte critérios sociais, ambientais e econômicos. É fundamental que o processo de seleção de opções seja minuciosamente registrado e que seja acompanhado de uma ampla gama de opções viáveis para evitar impactos que não sejam socialmente aceitáveis (Sánchez, 2020). No entanto, a maioria dos estudos analisados não apresenta de forma adequada essa descrição do processo de seleção das alternativas a serem analisadas.

5.2.3 Inclusão da alternativa de não implantação do projeto

O terceiro parâmetro avaliou se os estudos incluíram na comparação, a alternativa de não implantação do projeto. Porém, nenhum dos oito estudos sequer apresentou essa alternativa. Sánchez (2020) afirma que a possibilidade de não execução do projeto raramente é incluída na avaliação das opções de localização. É crucial que a entidade responsável pela licença, que tem o papel de tomar e avaliar a decisão final, leve em consideração todo o escopo do estudo (Sánchez, 2020). Da mesma forma, Ferreira e Veronez (2021) conduziram uma avaliação das alternativas locacionais dos EIAs de portos e, ao analisar as pesquisas, verificou-se que nenhum dos EIAs cumpriu o parâmetro de alternativa de não implantação.

Examinar a possibilidade de não executar o projeto é essencial para estabelecer os parâmetros fundamentais de avaliação e comparação das outras opções e a falta dessa consideração tem um efeito prejudicial sobre o desfecho da análise (Steinemann, 2011). De acordo com Harbukalova *et al.* (2018), é necessário serem consideradas, ao menos, duas alternativas de localização, dentre elas a alternativa do projeto proposto e a alternativa de não realização do projeto.

Considerar a possibilidade de não levar adiante o projeto não implica necessariamente na ausência de impacto ambiental, mas sim demanda uma análise para determinar se

a implementação do empreendimento trará mais vantagens do que sua não realização (Steinemann, 2001). Esta avaliação ganha importância quando todas as limitações que o projeto pode acarretar não são completamente compreendidas; contudo, essa escolha de localização não necessariamente representa a opção mais favorável do ponto de vista ambiental (Deat, 2004).

5.2.4 Descrição da metodologia de escolha da melhor alternativa dentre as consideradas

O parâmetro 4 avaliou se os estudos descreveram a metodologia utilizada na comparação das alternativas. A pesquisa indicou que 62,5% dos estudos (EIAs 3, 4, 6, 7 e 8) atenderam a este parâmetro. Os EIAs 1 e 2 não apresentam nenhuma descrição da metodologia utilizada e o EIA 5 relata que a metodologia de escolha consistiu em três etapas, mas não apresenta no texto essas etapas.

O método escolhido para a análise de alternativas é muito importante para o sucesso da escolha da melhor alternativa (Geneletti, 2014). Adotar uma análise multicritério, levando em consideração pesos relativos atribuídos a cada critério, é uma abordagem valiosa e recomendada para a seleção da alternativa mais apropriada (Harbukalova *et al.*, 2018). Os EIAs 4 e 8 utilizaram essa metodologia para justificar a sua seleção, utilizaram pontuações correspondentes a cada condição de favorabilidade do critério, sendo maior valor para condição mais favorável e menor valor para condição menos favorável; assim, a somatória com a maior pontuação corresponderá a melhor alternativa locacional. Os EIAs 3 e 6 apresentaram os parâmetros a serem analisados, porém não avalia todos os parâmetros para todas as áreas, já o EIA 7 não apresentou a sua metodologia, também não comparou todos os parâmetros para todas as áreas.

5.2.5 Utilização de métodos coerentes para analisar as alternativas

O parâmetro 5 avalia se os estudos utilizaram métodos adequados para analisar as alternativas. Os resultados indicam que 50,0% (EIAs 1, 2, 5 e 7) dos EIAs não atenderam ao parâmetro. Os EIAs 1, 2 e 5 não descreveram o método, logo, não foi

possível avaliar a sua adequação e esse parâmetro foi considerado como não atendido. O EIA 7, embora tenha destacado certos aspectos ambientais e sociais, não ofereceu uma explicação clara sobre o método empregado para selecionar a opção final. A falta de transparência em relação à metodologia adotada deixa lacunas sobre o processo de seleção.

Uma boa elaboração de EIA apresenta uma descrição clara dos métodos utilizados para analisar cada parâmetro ambiental do estudo, além de incluir uma discussão clara, comparando todas as alternativas consideradas (Harbulakova *et al.*, 2018). Harbulakova *et al.* (2018) descrevem etapas fundamentais nesse processo, sendo eles: a criação de um conjunto de parâmetros para avaliação, alinhados com os objetivos específicos do projeto; a definição dos pesos associados a cada parâmetro, garantindo uma consideração equilibrada de cada aspecto relevante; ressalta-se a avaliação parcial dos resultados para cada alternativa; uma análise minuciosa dos riscos associados à implementação de cada opção; a importância de determinar a ordem de preferência das alternativas, culminando na seleção da opção mais vantajosa em consonância com os critérios estabelecidos.

5.2.6 Consideração dos critérios ambientais

O parâmetro 6 avaliou se os estudos de alternativas consideraram em suas análises critérios ambientais para indicar a melhor alternativa. Os resultados apontam que 62,5% (EIAs 3, 4, 6, 7 e 8) dos estudos apresentaram parâmetros ambientais para justificar a escolha. O item 5.3 apresenta a ficha de avaliação dos estudos com base nos critérios ambientais de Montañó *et al.* (2012) e da NBR 13.986/1997.

A análise das alternativas necessita das questões que envolvem o ambiente, além de avaliar sua viabilidade (ambientais, sociais, técnicos, econômicos, regulatórios, jurisdicionais) (IAIA, 2015). Sánchez (2020) ressalta a importância de os especialistas responsáveis pelos EIAs buscarem opções que previnam ou reduzam os impactos no meio ambiente. Diversos autores, incluindo Sánchez (2020), Furlanetto (2012) e Steinemann (2001), destacam a necessidade de levar em conta critérios ambientais ao avaliar as possíveis alternativas. De acordo com Furlanetto (2012), a verificação

desses critérios na análise e comparação das opções ajuda a identificar a capacidade de resistência e recuperação do ambiente frente a determinadas atividades, permitindo compreender quais níveis de impacto são toleráveis no local.

5.2.7 Consideração dos critérios sociais

O sétimo parâmetro avaliou se os estudos consideraram em suas avaliações critérios sociais. Os resultados mostram que 50,0% dos EIAs (EIAs 3, 4, 6 e 8) atenderam a este parâmetro. Os EIAs 3, 4, 6 e 8 avaliaram a proximidade das comunidades, ou seja, a distância dos núcleos populacionais. Apesar do EIA 7 citar que seria feita a análise dos critérios sociais, no texto ele não deixa explícito que utilizou esses critérios; então, não pode ser dito que atendeu a este parâmetro.

A AIA deve fornecer, no processo de elaboração do EIA e, especificamente, na consideração de alternativas, subsídios para que todos os pontos, sejam eles ambientais, sociais, culturais e saúde, sejam considerados na comparação das alternativas analisadas (Geneletti, 2014).

5.2.8 Utilização de uma metodologia participativa

O parâmetro 8 avaliou se os estudos de alternativas tiveram um envolvimento das comunidades afetadas e outras partes interessadas no estudo. Os resultados indicam que nenhum dos oito estudos atendeu a este parâmetro, uma vez que nenhum apresenta a realização de uma consulta com as comunidades locais ou outra ação que possa se configurar como metodologia participativa. Da mesma forma, Ribeiro e Veronez (2023), identificaram na análise alternativas locais de gasodutos que nenhum dos estudos empregou uma abordagem metodológica participativa durante o processo, o que já era uma limitação prevista neste estudo.

O envolvimento do público na análise de alternativas tem efeitos diretos no ambiente, que ratificam a escolha da melhor alternativa (Kamijo; Huang, 2016). Uma quantidade de parâmetros variados para analisar alternativas tende a ter um maior envolvimento

do público, o que tende a sustentar a justificativa da melhor alternativa (Kamijo; Huang, 2016).

Um dos desafios identificados na pesquisa de Steinemann (2001) está relacionado aos objetivos do projeto e às alternativas propostas. Geralmente, as alternativas são minuciosamente analisadas, mas os objetivos do projeto raramente são reavaliados pelas partes envolvidas (Steinemann, 2001). Ao envolver o público em todas as fases do processo de análise e seleção das opções, é possível, não apenas gerar novas alternativas, mas também identificar outros objetivos para o projeto (Steinemann, 2001).

5.2.9 Comparação das vantagens e desvantagens de cada alternativa, utilizando os mesmos critérios

O nono parâmetro avaliou se os estudos compararam as vantagens e desvantagens de cada alternativa, utilizando os mesmos critérios de avaliação. Os resultados indicam que 87,5% dos EIAs (EIAs 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8) não atenderam a este parâmetro. Os EIAs 1, 2 e 5 não apresentaram o método e, devido a essa circunstância, a avaliação adequada desse parâmetro não pode ser realizada, resultando em sua não conformidade.

Nos EIAs 3 e 6, apesar de terem apresentado os parâmetros a serem analisados, a avaliação feita não foi completa ou precisa, ou seja, não foram percorridos todos os parâmetros relevantes para as áreas em questão. O autor do EIA não avalia todos os parâmetros para todas as áreas, comprometendo a integridade e a abrangência da avaliação, tornando a compreensão incompleta do impacto das diferentes variáveis em consideração.

O EIA 7 não descreveu a sua metodologia de comparação, evidenciando que a avaliação foi limitada a certas áreas e a um conjunto limitado de parâmetros, sem fornecer uma visão completa de todos os parâmetros para todas as áreas viáveis. No EIA 8, foi possível observar que o avaliador atribuiu uma avaliação positiva ao critério de “proximidade de núcleos populacionais”, a área está a 300 metros de residências,

sendo que a NBR 13.986/1997 define que deve haver uma distância de 500 metros, então, não está em conformidade. Além disso, o estudo não oferece uma justificativa ou explicação clara sobre as razões subjacentes às pontuações atribuídas para os critérios analisados.

Geneletti (2014) destaca a relevância de realizar uma comparação minuciosa das diferentes alternativas, avaliando os potenciais impactos associados, assim como seus prós e contras. Existem diferentes abordagens para comparar as opções, desde que sigam critérios consistentes de comparação, levando em consideração os prós e contras de cada alternativa, sendo essencial garantir que todas as alternativas sejam avaliadas de maneira uniforme e equitativa (Glasson *et al*, 1999).

5.2.10 Justificativa da escolha da melhor alternativa

O parâmetro 10 avaliou se os estudos justificaram os motivos da eliminação das alternativas não escolhidas e da escolha da melhor alternativa. Os resultados mostram que 50% (EIAs 1, 2, 5 e 7) dos estudos não atenderam a este parâmetro. Nos EIAs 1, 2 e 5, há falta de clareza quanto à descrição detalhada da metodologia de análise adotada e dos critérios utilizados para a seleção daquela alternativa específica. A ausência dessas informações essenciais suscita preocupações sobre a transparência e a consistência do processo de seleção. No EIA 7, há falha na metodologia de comparação, que não foi claramente exposta, o que sugere que a análise foi restrita a um conjunto limitado de critérios, sem oferecer uma visão abrangente de todos os fatores relevantes para todas as áreas consideradas viáveis, não justificando a escolha da tal alternativa. No contexto do licenciamento ambiental com AIA em Minas Gerais, Cruz e Almeida (2020), também apesar de terem atendido a diversos critérios examinados, os estudos apresentaram deficiências significativas que comprometeram a qualidade da avaliação realizada.

Deficiências relacionadas ao levantamento de dados sem critérios claros, ausência de descrição do método de análise das opções e falta de justificativa para a escolha da alternativa mais adequada foram identificadas por Furlanetto (2012). É crucial notar que uma alternativa não deve ser descartada unicamente por falta de preferência do

proponente, tornando essencial a explicação clara para eliminações e seleções (Deat, 2004). Uma razão comum e legalmente válida para a exclusão de opções é a sua incompatibilidade com os objetivos da proposta (Steinemann, 2001). Steinemann (2001) relata que a ausência de justificativas para a escolha da alternativa ótima compromete o resultado geral da análise de alternativas e pode introduzir viés no processo. Conforme discutido por Harbukalova *et al.* (2018), uma análise multicritério, quando realizada de forma apropriada, fundamenta a seleção da melhor alternativa e exige uma explicação clara para a exclusão de qualquer opção, reforçando a importância de uma metodologia coesa para a análise de todas as alternativas (Deat, 2004).

5.3 AVALIAÇÃO DOS FATORES DE ANÁLISE

Os Quadros de 9 a 13, apresentados na sequência, correspondem as fichas de avaliação dos resultados dos 6 critérios de avaliação com base em Montañó *et al.* (2012) e NBR 13.896/1997 dos 8 estudos de impacto ambiental de aterro sanitário do estado do Espírito Santo.

O EIA 3 atende apenas ao parâmetro de vegetação, onde apresenta que todas as áreas têm vegetação semelhante, com predominância de área de pastagem. Contudo, o autor revela no EIA divergências entre as informações do texto com as informações dos dados apresentados no quadro de síntese da análise. Não apresenta as justificativas que levaram o embasamento da classificação das áreas como "adequadas" ou "não adequadas", sugerindo uma decisão tendenciosa na escolha da alternativa. O Quadro 9 apresenta a ficha de avaliação com os fatores de análise no EIA 3.

Quadro 9 – Ficha de avaliação do EIA 3 com os fatores de análise.

Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim				
Critérios adotados		Parâmetro de análise	Resultados	Observações
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	X	O autor descreve brevemente no texto sobre as características do solo de apenas uma área, as demais apresentam que é atrativa,

Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim				
Critérios adotados	Parâmetro de análise	Resultados	Observações	
			mas não justifica a escolha do quadro. Como recomendado por Montaño <i>et al.</i> (2012) não descreveu as áreas com solo de baixa permeabilidade natural e nem como a NBR 13.986/1997 recomenda, não apresenta o coeficiente de permeabilidade e nem a espessura da zona não saturada.	
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	X	O estudo não analisa a declividade natural das áreas.
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	X	O estudo apresenta as localidades que possuem a presença de corpos d'água, mas no quadro de avaliação, apresenta uma dessas alternativas como positiva, sendo contraditório. O autor também não deixa claro a distância desses corpos d'água do aterro.
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	✓	O autor avalia aspectos semelhantes em relação à vegetação em um estudo macroscópico como a NBR 13.986/1997 relata, porém, como Montaño <i>et al.</i> (2012) destacam, não apresenta em relação a vegetação nativa.
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	X	O estudo não leva em consideração a área disponível e nem a vida útil do aterro.
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	X	O estudo apresenta esse critério apenas para uma área, considerando 500 metros como recomenda a NBR 13.986/1997, para as outras alternativas o autor não deixa claro no texto, justificando o quadro realizado.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

X O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

O EIA 4 é o único estudo que abrange integralmente todos os parâmetros de análise. Este estudo utiliza como base os parâmetros estipulados pela NBR 13.986/1997, empregando um total de vinte critérios estrategicamente definidos, com seus respectivos parâmetros, a fim de realizar uma comparação detalhada e precisa entre

as áreas pré-selecionadas. Utiliza uma metodologia pautada na atribuição de pontuações, que variam em uma escala de 1 a 5 conforme o nível e a condição de favorabilidade e adequabilidade de implantação da Central de Tratamento de Resíduos. O Quadro 10 apresenta a ficha de avaliação com os fatores de análise no EIA 4.

Quadro 10 – Ficha de avaliação do EIA 4 com os fatores de análise.

Central de Tratamento de Resíduos Terramar				
Critérios adotados		Parâmetro de análise	Resultados	Observações
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	✓	O EIA considera o coeficiente de permeabilidade natural, usando como parâmetro a NBR 13.986/1997 onde diz que inferior a 10-6 cm/s, sendo então um solo de baixa permeabilidade natural como destacam Montaño <i>et al.</i> (2012). O autor não especifica a espessura da zona saturada como recomenda a NBR13.986/1997.
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	✓	O estudo analisa a declividade de todas as áreas, acatando Montaño <i>et al.</i> (2012) quando diz que as áreas devem ter baixa declividade natural, considerou que o terreno deve ser maior que 1% e menor do que 30%, como recomenda a NBR 13.896/1997.
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	✓	O estudo analisa a presença de cursos hídricos próxima as áreas para implantação do aterro. Utiliza como parâmetro que deve estar a 200 metros de distância, como recomenda a NBR 13.896/1997.
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	✓	O autor analisa o tipo de vegetação na área, como arbórea, arbustiva ou herbácea. Deixa explícito no texto a característica macroscópica de cada área como recomenda a NBR 13.896/1997 e analisa a vegetação nativa como Montaño <i>et al.</i> (2012) destacam.
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	✓	O estudo analisa a área disponível, utilizando como parâmetro ser maior ou igual a 30 hectares e a vida útil do aterro sendo maior ou igual a 10 anos como recomenda a NBR 13.986/1997.
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	✓	O estudo analisa a distância do aterro a núcleos populacionais, usando como parâmetro 500 metros como recomenda a NBR 13.896/1997.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

✗ O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

O EIA 6 atende a 50% dos critérios (3 – relevo e topografia; recursos hídricos; distância de núcleos populacionais). Embora o estudo inicialmente apresente uma definição abrangente e uma valoração criteriosa das variáveis de análise, posteriormente em uma análise minuciosa, o estudo revela uma deficiência no modo como essas variáveis são empregadas durante a avaliação detalhada de cada área. O EIA não apresenta todas as variáveis para todas as áreas, o que resulta em falhas na avaliação geral. O Quadro 11 apresenta a ficha de avaliação com os fatores de análise do EIA 6.

Quadro 11 – Ficha de avaliação do EIA 6 com os fatores de análise.

Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de São Mateus - CONORTE				
Critérios adotados	Parâmetro de análise	Resultados	Observações	
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	X	O estudo não considera em sua análise o coeficiente de permeabilidade natural, apresenta apenas o tipo de solo de cada área, sem descrever as narrativas do local.
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	✓	O EIA apresenta que a área deverá ter uma conformação topográfica que facilite a implantação da infraestrutura do aterro, além de permitir que a operação futura se dê em condições mais favoráveis. Indo de acordo com <i>Montaño et al.</i> (2012) de que as áreas devem ter baixa declividade natural. Porém não apresenta o coeficiente de permeabilidade como recomenda a NBR 13.986/1997.
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	✓	O estudo apresenta que a área deve estar afastada de qualquer corpo hídrico no mínimo 200 metros como recomenda a NBR 13.896/1997.
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	X	O estudo relata que irá avaliar a cobertura vegetal, porém, na análise detalhada de cada alternativa, o autor não apresenta esse critério.
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	X	O estudo não leva em consideração a área disponível e nem a vida útil do aterro.

Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de São Mateus - CONORTE				
Critérios adotados		Parâmetro de análise	Resultados	Observações
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	✓	O estudo analisa a distância do aterro a núcleos populacionais, usando como parâmetro 500 metros como recomenda a NBR 13.896/1997.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

✗ O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

O EIA 7 atende exclusivamente ao critério de vegetação, onde considera a vegetação existente na área. Em relação aos demais parâmetros, o EIA apresenta apenas uma visão superficial das características das áreas selecionadas para análise, abordando-as de forma sucinta, sem explorar detalhadamente. A ausência de uma metodologia clara e estruturada para a comparação entre as áreas selecionadas também é notável. Outro fator é que o EIA falha em avaliar todas as alternativas considerando todos os critérios, o que compromete substancialmente a integridade e a precisão do estudo, deixando falhas na análise, pois, impede uma comparação completa. O Quadro 12 apresenta a ficha de avaliação com os fatores de análise do EIA 7.

Quadro 12 – Ficha de avaliação do EIA 7 com os fatores de análise.

Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos de São Mateus				
Critérios adotados		Parâmetro de análise	Resultados	Observações
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	X	O estudo não considera para sua análise o coeficiente de permeabilidade natural.
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	X	O estudo não considera para sua análise a declividade natural da área.
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	X	O estudo avalia a presença de corpos d'água de apenas uma área e não especifica a distância que as áreas estão de cursos hídricos.
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	✓	O autor analisa o tipo de vegetação na área. Deixa explícito no texto a característica macroscópica de cada área como recomenda a NBR 13.896/1997 e analisa a vegetação nativa como Montañó <i>et al.</i> (2012) destacam.
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	X	O estudo não leva em consideração a área disponível e nem a vida útil do aterro.
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	X	O estudo não leva em consideração a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

X O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

O EIA 8 atende a metade dos critérios (3 – relevo e topografia; recursos hídricos/ distância de núcleos populacionais). O EIA estabelece uma base inicial para a compreensão do contexto, apresentando as características locais. No entanto, a metodologia adotada para a atribuição de pontuações, numa escala que varia de 0 a 3, carece de uma justificativa substancial que sustente a razão por trás da escolha específica desses valores. O Quadro 13 apresenta a ficha de avaliação com os fatores de análise do EIA 8.

Quadro 13 – Ficha de avaliação do EIA 8 com os fatores de análise.

Central de Gestão Ambiental Linhares – CGA Linhares				
Critérios adotados	Parâmetro de análise	Resultados	Observações	
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	X	O autor avalia o uso e característica do solo. Não analisando o coeficiente de permeabilidade da área como a NBR 13.986/1997 recomenda e nem descreve que deve ter baixa permeabilidade natural como destacam Montaño <i>et al.</i> (2012).
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	✓	O estudo avalia que as devem ter baixa declividade natural como Montaño <i>et al.</i> (2012) citam, porém, não apresenta valores dessa declividade como recomenda a NBR 13.986/1997.
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	✓	O estudo analisa a distância que as áreas estão de corpos hídricos, mas não define um valor como referência.
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	X	O autor não apresenta em sua análise a vegetação presente. Insere na tabela de avaliação, mas no decorrer do texto não justifica as notas dadas.
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	X	O estudo não leva em consideração a área disponível e nem a vida útil do aterro.
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	✓	O estudo analisa a distância de núcleos populacionais, mas não define um valor como referência.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

X O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

O Quadro 14 apresenta uma visão geral dos parâmetros de análise com os oito EIAs analisados.

Quadro 14 – Avaliação geral dos Estudos de Impacto Ambiental na aplicação dos fatores de análise.

Critérios adotados		Parâmetro de análise	EIA 1	EIA 2	EIA 3	EIA 4	EIA 5	EIA 6	EIA 7	EIA 8
1	Geologia e Tipos de solos	Deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural.	X	X	X	✓	X	X	X	X
2	Relevo e Topografia	Deve ser considerada a declividade natural da área.	X	X	X	✓	X	✓	X	✓
3	Recursos hídricos	Deve ser considerada a possível influência do aterro na qualidade e no uso das águas superficiais e subterrâneas próximas.	X	X	X	✓	X	✓	X	✓
4	Vegetação	Deve ser considerada a vegetação existente na área.	X	X	✓	✓	X	X	✓	X
5	Tamanho disponível e vida útil	Deve ser considerada a área disponível e a vida útil do aterro.	X	X	X	✓	X	X	X	X
6	Distância de núcleos urbanos	Deve ser considerada a distância do limite da área útil do aterro a núcleos populacionais.	X	X	X	✓	X	✓	X	✓

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Legenda:

X O estudo não atende aos parâmetros

✓ O estudo atende aos parâmetros

Para o primeiro critério, que analisa a geologia e os tipos de solo, no qual deve ser considerado o coeficiente de permeabilidade natural, o resultado mostra apenas 12,5% (EIA 4) de atendimento ao critério. A maioria dos estudos analisa o tipo de solo, porém, não avalia o coeficiente de permeabilidade natural, causando o não atendimento do critério. É crucial realizar uma análise detalhada dos tipos de solo presentes na região, a fim de prevenir a contaminação do solo e dos corpos d'água (Rezende *et al.*, 2015). Por causa da diversidade na composição do lixo urbano, o processo de decomposição dos materiais contidos nele têm o potencial de se infiltrar no solo ao longo do tempo, seja por meio da precipitação ou da água presente no próprio lixo (Rezende *et al.*, 2015).

O segundo critério adotado considerou o relevo e a topografia, avaliando a declividade da área e o terceiro critério, que avalia a influência do aterro na qualidade dos cursos hídricos, tiveram como resultado que 37,5% dos EIAs (EIAs 4, 6 e 8) cumpriram estes parâmetros. Considera-se importante a escolha de áreas de baixa inclinação para a

instalação de aterros, a fim de minimizar o escoamento de águas superficiais em direção ao local, no qual está relacionado à velocidade do escoamento superficial e à susceptibilidade à erosão, já que terrenos íngremes podem tornar materiais não consolidados instáveis e propensos a infiltrações (Rezende *et al.*, 2015). Segundo Rezende *et al.* (2015), os aterros enfrentam o risco de vazamento de líquido percolado, que pode penetrar o solo e atingir corpos d'água próximos, levando à contaminação. Portanto, solos e rochas impermeáveis são preferíveis, pois ajudam a evitar a infiltração em caso de vazamento; além disso, manter uma distância adequada dos recursos hídricos é essencial para garantir sua preservação diante de tais circunstâncias (Rezende *et al.*, 2015).

O quarto critério, que avalia a vegetação existente na área, obteve resultado de 37,5% (EIAs 3, 4 e 7) de cumprimento do parâmetro. A vegetação que se encontra nesse local tem sua capacidade de sobrevivência e crescimento limitada devido à localização sobre a estrutura de um aterro sanitário. Os efeitos adversos desse ambiente representam desafios significativos para o estabelecimento e manutenção de uma vegetação natural e saudável (Stuermer, Brocaneli; Vieira, 2011).

O quinto critério, que determina a vida útil de um aterro, teve como resultado apenas 12,5% (EIA 4) de atendimento. Um aterro sanitário deve ser capaz de suportar as demandas de descarte de resíduos e, levando em conta os elementos fundamentais para sua instalação e funcionamento, é crucial reconhecer os potenciais impactos significativos que podem surgir como resultado de suas operações (Montaño *et al.*, 2012).

O sexto critério, da distância de núcleo urbanos apresentou que apenas 37,5% dos EIAs (EIAs 4, 6 e 8) cumpriram este parâmetro. A localização dos aterros sanitários deve ser cuidadosamente planejada para evitar problemas para as comunidades próximas, como disseminação de doenças, odores desagradáveis, poluição visual e poluição sonora (Fernandes *et al.*, 2017).

6 CONCLUSÃO

Nenhum EIA conseguiu atender a todos os critérios de boas práticas consideradas nesta pesquisa, sendo que três deles sequer apresentaram uma análise de alternativas. Durante a avaliação dos estudos, foram identificadas deficiências no processo de análise de alternativas, com as mais notáveis relacionadas à falta de comparação das vantagens e desvantagens entre as alternativas e a ausência de participação do público na seleção das opções, sendo esses pontos particularmente destacados como áreas de fragilidade. Assim, de forma geral, observou-se que os estudos de alternativas nos EIAs examinados não estão em conformidade com os padrões internacionais reconhecidos como melhores práticas.

Por fim, a análise das evidências aponta para a fragilidade dos EIAs de aterros sanitários no estado do Espírito Santo, visto que esses estudos não incorporam elementos essenciais que seriam fundamentais para a avaliação abrangente da viabilidade ambiental das opções de alternativas.

No decorrer da análise dos impactos ambientais esperados, dentre os diversos estudos analisados, constatou-se que apenas um EIA (estudo 4, realizado em 2008) conseguiu de maneira abrangente incorporar todos os seis critérios essenciais para uma análise. O estudo contempla vinte critérios com uma metodologia de pontuações que variam em uma escala de 1 a 5, conforme o nível e a condição de favorabilidade. No entanto, uma avaliação mais detalhada revelou que a maioria dos estudos apresentou deficiências significativas, especialmente no que diz respeito ao coeficiente de permeabilidade natural; a consideração da área disponível; e a vida útil do aterro. Esse panorama revela o potencial desses projetos causarem impactos ambientais, inclusive na saúde. Nesse sentido sugere-se trabalhos similares abordando os possíveis impactos à saúde causados por esses projetos,

Diante dessas deficiências destacadas, é importante que futuros EIAs adotem uma abordagem mais abrangente e minuciosa, garantindo a análise de todos os

parâmetros relevantes para o estudo de alternativas. Recomenda-se que as fragilidades identificadas neste estudo sejam consideradas como oportunidades para o aperfeiçoamento de futuros EIAs relacionados a projetos de aterros sanitários.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8419: **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. Disponível em: <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-8419-92-Apresentacao-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-de-Residuos-Solidos-Urbanos.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2023.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Acesso em: 10 out. 2023.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13896: **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. Acesso em: 10 set. 2023.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8849: **Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. Acesso em: 10 set. 2023.
- AGRA FILHO, S. S.; MARINHO, M. M. O.; ORRICO, S. R. M.; SANTOS, F. C. **Avaliação de Impactos Ambientais: uma discussão dos procedimentos metodológicos da aplicação no estado da Bahia**. In: Anais do 1º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto. São Paulo, 2012.
- AGUIAR, J. **Análise do Sistema de Manejo dos Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde para a Cidade de Ilha Solteira – SP**. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.
- ALMEIDA, M. R. R.; MONTANO, M. **A efetividade dos sistemas de Avaliação de Impacto Ambiental nos estados de São Paulo e Minas Gerais**. São Paulo e Minas Gerais. Ambiente & Sociedade, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/g3dnKcQqyV3BqnZs9kyVCVh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- BOND, A. J.; MORRISON-SAUNDERS, A. **Sustainability appraisal: jack of all trades master of none? Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 27, p. 321-329, 2009.
- BRASIL. Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília: Presidência da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 08 abr.2023.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 01 de 23 de agosto de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental**. Diário Oficial da União, 1986. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>. Acesso em: 08 abr. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, 1997. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=23. Acesso em: 08 abr. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 404 de 11 de novembro de 2008. **Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.** Diário Oficial da União, 2008. Disponível em: https://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-404-08-Aterros-Sanit%C3%A1rios.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL. **Monitoramento no Programa Resíduos Sólidos Urbanos.** Brasília, DF: Editora do TCU. 2010.

BRASIL. **Lei Complementar Nº 140 de 8 de dezembro de 2011.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 de dezembro de 2011.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - Planalto.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 21 de out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei 9.605 de 12 fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 25 de out. 2023.

CARVALHO, R. R. **Aplicação de Análise Multicritérios em Ambiente de Geoprocessamento no Estudo de Áreas para Implementação de Aterros Sanitários - Área Sul da RIDE/DF e Entorno.** Brasília, 2017. Disponível em: http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/08/DISSERTA%C3%87%C3%83O_VERS%C3%83O_P%C3%93S_DEFESA.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

CECCHINI JÚNIOR, Vanderlei. **Procedimentos mínimos para operação de aterros sanitários de médio porte: estudo de caso do aterro sanitário de Jales.** 2011. 103 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2011.

CEPEMAR. **Central de Tratamento de Resíduos Terramar.** Estudo de Impacto Ambiental. Vitória. 2008.

CEQ, Council on Environmental Quality. **Regulation for implementing the procedural provisions of the national environmental policy act.** Reprint, 40 CFR Parts 1500-1508.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Manual para elaboração de estudos ambientais com AIA.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp->

content/uploads/sites/32/2019/12/Manual_EIA_RAP_v_02.pdf. Acesso em: 25 mai. 2023.

COSTA, T. G. A. et al. **Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Gestão 54 Ambiental e Sustentabilidade, [S.L], v. 3, n. 4, p. 79-86, mai./jun. 2016.

CRTVV. **Central de Tratamento de Resíduos de Vila Velha Ltda**. Estudo de Impacto Ambiental. Vila Velha. 2004.

CRTVV. **Central de Tratamento de Resíduos de Cachoeiro de Itapemirim**. Estudo de Impacto Ambiental. Vila Velha. 2007.

CRUZ, G. H. S.; ALMEIDA, M. R. R. **Estudos de alternativas locais para aterros sanitários nos processos de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais**. Holos Environment (Online), 2020. Disponível em: <https://www.ceaes.org.br/holos/article/view/12371/8286>. Acesso em: 10 jun. 2023.

CTA. **Central de Gestão Ambiental Linhares – CGA Linhares**. Estudo de Impacto Ambiental. Vitória. 2013.

D'ALMEIDA, M.L.O. et al. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2 ed. São Paulo, 2000. 370p.

DEAT – Department of Environmental Affairs and Tourism. **Criteria for determining Alternatives in EIA, Integrated Environmental Management, Information Series** 11. v. 11, p. 14, 2004.

EL-SALAM, M. M. A.; ABU-ZUID, G. I. **Impact of landfill leachate on the groundwater quality: A case study in Egypt**. Journal of Advanced Research, Cairo, v. 6, p. 579-586, 01 jan. 2015.

EUROPEAN COMMISSION. **Guidance on EIA: EIS Review**. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo, 2001.

FERNANDES, R. T. V.; SILVEIRA, B. D. A.; OLIVEIRA, M. R. **Planejamento urbano “open source”: Um estudo de caso na identificação de áreas para implantação de aterro sanitário**. HOLOS, v.8, p.126-144, 2017b.

FERNANDES, A. H. V.; CASSIANO, M. A.; GUIMARÃES, T. C. S.; ALMEIDA M. R. R. **Alternativas locais em Avaliação de Impacto Ambiental de rodovias mineiras**. Desenvolv. Meio Ambiente, v. 43, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental, p. 73-90, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/54056>. Acesso em: 16 jun. 2023.

FERREIRA, S. R. P; VERONEZ F. A. **Análise de alternativas locais em Estudos de Impacto Ambiental de portos: um panorama do estado do Espírito Santo**. 5º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto Ambiental. CBAI, 2021.

GENELETTI, D. (2014) **Integração de tipos de avaliação de impacto melhora a consideração de alternativas, Avaliação de Impacto e Avaliação de Projeto**, 32:1, 17-18, DOI: 10.1080/14615517.2013.872846

GLASSON, J; THERIVEL, R.; CHADWICH, A. **Introduction to environmental impact assessment**. London, New York: Routledge, 3ª edição, 2005. Disponível em: https://eia-course.cug.edu.cn/_local/B/D0/5B/B788AF4559D3356C3C18EA56C98_3F163406_5EFC12.pdf. Acesso em: 30 abr. 2023.

GOUVEIA N, PRADO RR. **Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos**. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/kJMFsGMPGH3qkNzcZtXGb3m/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 07 abr. 2023.

HARBULAKOVA, V.; ZELENKOVA, M.; PURCZ, P.; OLEJNIK, A. **Selection of the best alternative of heating system by environmental impact assessment—case study**. *Environments*. 5:19. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322779598_Selection_of_the_Best_Alternative_of_Heating_System_by_Environmental_Impact_Assessment-Case_Study. Acesso em: 03 out. 2023.

IAIA. - International Association for Impact Assessment and Institute for Environmental Assessment. **Principles of environmental impact assessment best practice**. UK, 1999. Disponível em: <https://www.iaia.org/uploads/pdf/Principles%20of%20IA%2019.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2023.

IAIA – International Association for Impact Assessment. **FASTIP 11: Alternatives in Project EIA**. 2015. Disponível em: http://www.jsia.net/6_assessment/fastips/FasTips_11%20Alternatives%20in%20Project%20EIA.pdf. Acesso em: 08 abr. 2023.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Compromisso Empresarial para Reciclagem. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. Coordenação: Maria Luiza Otero D’Almeida, André Vilhena. São Paulo: IPT/CEMPRE. 2 a. ed., 2000.

KAMIJO, T.; HUANG, G.; Tetsuya Kamijo & Guangwei Huang (2016) **Improving the quality of environmental impacts assessment reports: effectiveness of alternatives analysis and public involvement in JICA supported projects, Impact Assessment and Project Appraisal**, 34:2, 143-151, DOI: 10.1080/14615517.2016.1176402.

LINO, I. C. **Seleção de áreas para implantação de aterros sanitários: análise comparativa de métodos**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciência Exatas, 2007.

LUPATINI, G., 2002. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em escolha de áreas para aterros sanitários**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83310>. Acesso em: 02 nov. 2023.

MARCA CONSTRUTORA E SERVIÇOS LTDA. **Central de Tratamento e Disposição de Resíduos de Cariacica**. Estudo de Impacto Ambiental. Cariacica. 2002.

MONTAÑO, Marcelo et al. **Integração de critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas locais para implantação de aterro sanitário**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 17, n. ja/mar. 2012, p. 61-70, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522012000100010>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Environmental Impact Review**, v. 3, Nº 1, p 5-14, 2012.

ORSATI, S.A. **Análise de impactos ambientais e econômicos na escolha de locais para disposição final de resíduos sólidos**. 2006. 76f. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

PALIWAL, R. EIA Practice in India and Its Evaluation Using SWOT **Analysis**. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 26, n. 5, p. 492-510, jul. 2006.

POPE, J.; BOND, A.; MORRISON-SAUNDERS, A.; RETIEF, F. **Advancing the theory and practice of impact assessment: Setting the research agenda**. **Environmental Impact Assessment Review**, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/127572/mod_resource/content/1/Pope%20et%20al.%20-%202013%20-%20Advancing%20the%20theory%20and%20practice%20of%20impact%20assessment%20Setting%20the%20research%20agenda.pdf. Acesso em: 30 mai 2023.

PSG DO BRASIL LTDA. **Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos de São Mateus**. Estudo de Impacto Ambiental. Vitória. 2011.

REZENDE, F. S.; CARRIELLO, F.; LEITE, M. B. A. **Áreas potenciais para implantação de aterro sanitário em Ilha Grande–RJ**. **CEP**, v. 24, p.340, 2015.

RIBEIRO, C. C.; VERONEZ, F., A. **Estudo de alternativas de traçado apresentados em estudos de impacto ambiental de gasodutos brasileiros: uma análise à luz das boas práticas internacionais**. Associação Brasileira de Avaliação de Impacto. São Carlos, São Paulo, 2023.

RUSSO, M. A. T. **Avaliação dos processos de transformação de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário**. Doutorado em Engenharia Civil – Escola de Engenharia. Universidade do Minho. Maio, 2005.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SEAMA. **Governo do Estado lança o projeto “Espírito Santo sem Lixão” na tarde desta quinta (14)**. Governo do Espírito Santo. Vitória, Espírito Santo, 2008. Disponível em: <https://seama.es.gov.br/governo-do-estado-lanca-o-projeto-espírito-sa>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SEDURB. **Programa ES Sem Lixão**. Governo do Espírito Santo. Vitória, Espírito Santo, [s.d.]. Disponível em: <https://sedurb.es.gov.br/programa-es-sem-lixao> . Acesso em: 03 nov. 2023.

STEINEMANN, A. Improving alternatives for environmental impact assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 21, n. 1, p. 3–21, 2001.

STUERMER, M. M.; BROCANELLI, P. F.; VIEIRA, M. E. M. (2011). **Os aterros sanitários desativados e o sistema de áreas verdes da cidade de São Paulo: Possibilidade de integração**. **Revista LABVERDE**. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i2p11-29>. Acesso em: 27 out 2023.

TICKNER, J. A.; GEISER, K. The precautionary principle stimulus for solutions - and alternatives-based environmental policy. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 24, p. 801-824, 2004.

VAREDA ESTUDOS E EXERCUÇÃO DE PROJETOS LTDA. **Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de Colatina – CONDOESTE**. Estudo de Impacto Ambiental. Vitória. 2009.

VAREDA ESTUDOS E EXERCUÇÃO DE PROJETOS LTDA. **Central de Tratamento e Disposição adequada de Resíduos Sólidos de São Mateus – CONORTE**. Estudo de Impacto Ambiental. Vitória. 2010.

VAVERKOVÁ, M. et al. Impact of Municipal Solid Waste Landfill on Environment – a Case Study. **Journal of Ecological Engineering**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 55-68, 1 jul. 2018.

VITÓRIO, W. G.; TSHIBANGU, G. M.; VERONEZ, F., A. Impactos ambientais **em estudos de impacto ambiental de aterros sanitários brasileiros**. 5º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto Ambiental. CBAI, 2021.