



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTE**



NÍVEL MESTRADO

IURI OLIVEIRA DOS SANTOS

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA ÁREAS
DEGRADADAS POR RESÍDUOS SÓLIDOS EM SERGIPE: O CASO DO
LIXÃO DE ITABAIANA/SE**

**SÃO CRISTÓVÃO/SE
2026**

IURI OLIVEIRA DOS SANTOS

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA ÁREAS
DEGRADADAS POR RESÍDUOS SÓLIDOS EM SERGIPE: O CASO DO
LIXÃO DE ITABAIANA/SE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe como requisito final para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Anézia Maria Fonsêca Barbosa

Coorientador: Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

Linha de Pesquisa: Dinâmica e Avaliação Ambiental

**SÃO CRISTÓVÃO/SE
2026**

IURI OLIVEIRA DOS SANTOS

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA ÁREAS
DEGRADADAS POR RESÍDUOS SÓLIDOS EM SERGIPE: O CASO DO
LIXÃO DE ITABAIANA/SE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe como requisito final para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovado em 05 de fevereiro de 2026 às 10h.

Profª. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa
CODAP/PRODEMA/UFS
Presidente-Orientadora

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa
CODAP/PRODEMA/DDMA/UFS
Coorientador

Prof. Dr. Gregório Guirado Faccioli
DEAGRI/PRODEMA/DDMA/UFS
Examinador Interno

Profª. Dra. Luana Santos Oliveira Mota
DGEI/UFS
Examinador Externo

Prof^ª. Dr^ª. Clêane Oliveira dos Santos
CODAP/UFS
Suplente Externo

**SÃO CRISTÓVÃO/SE
2026**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237i Santos, Iuri Oliveira dos.
Indicadores de sustentabilidade para áreas degradadas por
resíduos sólidos em Sergipe: o caso do lixão de Itabaiana/SE / Iuri
Oliveira dos Santos; orientadora Anézia Maria Fonsêca Barbosa. –
São Cristóvão, SE, 2026.
115 f.; il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)
– Universidade Federal de Sergipe, 2026.

1. Meio Ambiente - Sergipe. 2. Degradação ambiental – Itabaiana,
SE. 3. Indicadores ambientais. 4. Sustentabilidade e meio ambiente. 5.
Impacto ambiental. I. Barbosa, Anézia Maria Fonsêca, orient. II. Título.

CDU 502.131.1(813.7)

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Iuri Oliveira dos Santos
PRODEMA/UFS

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa (Orientadora)
CODAP/PRODEMA/UFS

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa (Coorientador)
CODAP/PRODEMA/DDMA/UFS

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa (Orientadora)
CODAP/PRODEMA/UFS

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa (Coorientador)
CODAP/PRODEMA/DDMA/UFS

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo
exemplo de dignidade e força.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças ao apoio e à contribuição de diversas pessoas. Assim, sinto-me na obrigação de expressar minha gratidão a todos que, de forma direta ou indireta, colaboraram para sua realização. Peço desculpas caso algum nome não seja aqui mencionado, mas registro meu profundo reconhecimento e sincera gratidão a cada um que fez parte dessa caminhada.

Agradeço à professora Anézia Maria Fonsêca Barbosa, minha orientadora, pela amizade, confiança e paciência, que foram fundamentais para este trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

Ao professor Jailton de Jesus Costa, meu coorientador, pelas contribuições a este trabalho.

Ao professor e amigo Robson Andrade, pelo apoio nas pesquisas de campo e pelas valiosas contribuições em todo percurso.

Ao professor Ronaldo Missura, pela confiança e pelas oportunidades que marcaram minha trajetória na graduação.

Aos membros da Equipe do PRAD de Itabaiana, especialmente ao professor Gregório Guirado pela colaboração e disponibilização de informações referentes ao objeto de estudo.

À Universidade Federal de Sergipe (UFS), por ter sido o espaço que acolheu e possibilitou meu desenvolvimento acadêmico e humano.

Aos colegas e amigos Jhonyvan Aquino, Lucas Salles, José Amilton, Gabriel Lisboa e André Vinícius, pela parceria, amizade e pelas risadas que tornaram a jornada mais leve.

À minha namorada Ana Carolina, por ser meu porto seguro nos dias difíceis, por acreditar em mim e por estar sempre ao meu lado, com amor e paciência.

Agradeço à minha mãe Elenilda, por ser exemplo de coragem e pelas inúmeras noites em claro cuidando de mim.

Ao meu pai José Milton, por me ensinar o valor da honestidade e do trabalho, pelo esforço diário, junto com minha mãe, para garantir a mim e às minhas irmãs uma vida digna.

A todos que verdadeiramente acreditaram que era possível, obrigado!

RESUMO

O desafio na destinação final de resíduos sólidos é uma realidade em escala global. No Brasil, muitos municípios ainda dependem de lixões, apesar de sua proibição pela Lei Federal nº 12.305/2010. Em Sergipe, segundo dados do Ministério Público Estadual (2025), todos os lixões foram desativados. Diante desse cenário, essa dissertação analisou a área do antigo lixão municipal de Itabaiana/SE, sob a perspectiva da recuperação ambiental. Para tanto, foram desenvolvidos quatro artigos interdependentes que buscaram alcançar o objetivo geral deste estudo. O primeiro buscou identificar os indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos mediante revisão sistemática na base de dados *Scopus* e *Web of Science*. O segundo artigo realizou uma análise do histórico e do estado atual da área degradada, utilizando-se da revisão bibliográfica e documental, visitas *in loco* e uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para investigar os impactos gerados e os desafios enfrentados na sua recuperação. O terceiro teve como objetivo avaliar os impactos ambientais, por meio de indicadores de sustentabilidade. Para tal, adotou-se uma abordagem exploratória que combinou pesquisa documental e visitas de campo com registro fotográfico e a aplicação de 30 indicadores distribuídos em seis aspectos ambientais. Por fim, o quarto artigo analisou as dimensões social, econômica e ambiental das comunidades inseridas na Área de Influência Direta (AID). Para isso, foram aplicados 88 questionários nas dimensões acima mencionadas. Os dados foram tratados por meio de estatística descritiva, com aplicação do teste Qui-Quadrado para identificar associações entre as variáveis. De modo geral, o percurso trilhado nessa dissertação permitiu uma compreensão dos impactos existentes nas esferas: ambiental, econômica e social na área estudada. No âmbito ambiental, os resultados encontrados revelaram as mudanças na paisagem e a presença de áreas em diferentes estágios de degradação. Nas dimensões social e econômica, o perfil identificado nas comunidades Oiteiro do Capim e Pinhão é marcado por baixa escolaridade, renda insuficiente, precariedade sanitária e exposição a riscos ambientais. Diante desse cenário, conclui-se que a recuperação ambiental do antigo lixão é uma ação complexa que exige uma abordagem integrada que articule soluções técnicas para a despoluição da área, políticas públicas voltadas para o desenvolvimento social local e o engajamento contínuo da comunidade.

Palavras-chave: Degradação ambiental; Impactos ambientais; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The challenge of final disposal of solid waste is a reality on a global scale. In Brazil, many municipalities still rely on landfills, despite their prohibition by Federal Law No. 12,305/2010. In Sergipe, according to the State Public Prosecutor's Office (2025), all landfills have been decommissioned. Given this scenario, this dissertation analyzed the area of the former municipal landfill in Itabaiana/SE from the perspective of environmental recovery. To this end, four interdependent articles were developed to achieve the overall objective of this study. The first sought to identify sustainability indicators in the context of areas degraded by solid waste through a systematic review of the Scopus and Web of Science databases. The second article analyzes the history and current state of the degraded area, using a bibliographic and documentary review, on-site visits, and the Geographic Information System (GIS) to investigate the impacts generated and the challenges faced in its recovery. The third article aimed to assess the environmental impacts using sustainability indicators. To this end, an exploratory approach was adopted that combined documentary research and field visits with photographic records and the application of 30 indicators distributed across six environmental aspects. Finally, the fourth article analyzed the social, economic, and environmental dimensions of the communities within the Area of Direct Influence (ADI). To this end, 88 questionnaires were administered in the dimensions mentioned above. The data were processed using descriptive statistics, with the Chi-square test applied to identify associations between variables. Overall, the approach taken in this dissertation provided an understanding of the existing impacts in the environmental, economic, and social spheres in the area studied. In the environmental sphere, the results revealed changes in the landscape and the presence of areas in different stages of degradation. In the social and economic dimensions, the profile identified in the communities of Oiteiro do Capim and Pinhão is marked by low levels of education, insufficient income, poor sanitation, and exposure to environmental risks. Given this scenario, the environmental recovery of the former landfill is a complex action that requires an integrated approach that combines technical solutions for cleaning up the area, public policies aimed at local social development, and the continuous engagement of the community.

Keywords: Environmental degradation; Environmental impacts; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I – Indicadores de Sustentabilidade no Contexto de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos: uma revisão sistemática

Figura 1 – Resultados Encontrados após a Aplicação da Metodologia PRISMA.....25

Artigo II – Caracterização do Uso e Cobertura do Solo da Área Degradada do Antigo Lixão de Itabaiana

Figura 1 – Mapa de localização do antigo lixão municipal de Itabaiana/SE.....47

Figura 2 – Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos.....48

Figura 3 – Imagens de satélite da área do antigo lixão de Itabaiana (2015-2024).....52

Figura 4 – Centro regional de triagem de materiais recicláveis.....54

Figura 5 – Distribuição espacial dessas comunidades na AID.....55

Figura 6 – Mudanças no uso e cobertura entre os anos de 2016 e 2022 da AIL.....56

Figura 7 – Percentuais do uso e cobertura.....57

Figura 8 – Carta temática da ADA e AID.....59

Artigo III – Indicadores de Sustentabilidade: Proposta para o Antigo Lixão de Itabaiana/SE

Figura 1 – Área do Antigo Lixão do Município de Itabaiana/SE.....66

Figura 2 – Escala de índice de sustentabilidade ambiental.....69

Figura 3 – Mapa de impactos ambientais registrados durante parte das visitas em campo.....72

Figura 4 – Sustentabilidade do meio físico.....74

Figura 5 – Sustentabilidade do meio biótico.....75

Figura 6 – Sustentabilidade do meio antrópico.....77

Artigo IV – Área de Influência Direta de Lixões: Caracterização Social, Ambiental e Econômica das Comunidades Circunvizinhas do Antigo Lixão da Terra Turra, em Itabaiana/SE

Figura 1 – Localização da área de estudo.....85

Figura 2 – Renda familiar mensal.....89

Figura 3 – Caixas d'água e chafariz/poço localizado nas comunidades.....91

Figura 4 – Queima de resíduos sólidos.....93

LISTA DE QUADROS

Artigo I – Indicadores de Sustentabilidade no Contexto de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos: uma revisão sistemática

Quadro 1 – Critérios de inclusão e exclusão.....24

Quadro 2 – Adaptação do *checklist - Critical Appraisal Skills Programme (CASP)*.....26

Quadro 3 – Detalhamento dos artigos estudados.....29

Quadro 4 – Intervenção dos trabalhos estudados.....31

Artigo III – Indicadores de Sustentabilidade: Proposta para o Antigo Lixão de Itabaiana/SE

Quadro 1 – Modelo do *checklist* empregado para avaliação de impactos.....67

Quadro 2 – Abordagem geral aplicada no método de índice de impacto.....68

Quadro 3 – *Checklist* referente aos impactos ambientais.....70

LISTA DE TABELAS

Artigo I – Indicadores de Sustentabilidade no Contexto de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos: uma revisão sistemática

Tabela 1 – Faixa de qualidade para os artigos.....27

Tabela 2 – Análise da qualidade dos artigos selecionados.....28

Artigo III – Indicadores de Sustentabilidade: Proposta para o Antigo Lixão de Itabaiana/SE

Tabela 1 – Aplicação do método de índice de impacto no lixão de Itabaiana.....73

Artigo IV – Área de Influência Direta de Lixões: Caracterização Social, Ambiental e Econômica das Comunidades Circunvizinhas do Antigo Lixão da Terra Turra, em Itabaiana/SE

Tabela 1 – Associação entre Etnia e Graus de Escolaridade entre os(as) entrevistados(as).....87

Tabela 2 – Associação entre a origem da água e percepção de qualidade da água pelo entrevistado.....92

Tabela 3 – Doenças provocadas nas pessoas em contato com o lixão.....94

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ADA	Área Diretamente Afetada
ADEMA	Administração Estadual do Meio Ambiente
AHP	Análise Hierárquica de Processo
AID	Área de Influência Direta
AII	Área de Influência Indireta
ANOVA	Análise de Variância
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CASP	<i>Critical Appraisal Skills Programme</i>
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPAC	Consórcio Público de Saneamento Básica do Agreste Central
CRS	Sistema de Referência de Coordenadas Atribuídas
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DSS	Sistema de Suporte à Decisão
ERF	Fator de Risco Ecológico
GIS	Informação Geográfica
GNU	Licença Pública Geral
GRSU	Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos

IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDGRSU	Índice Regionalizado de Desempenho da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
Igeo	Índice de Geoacumulação
MCDA	Análise de Decisão Multicritério
MPI	Poluição por Metais
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análise
RAD	Recuperação de Áreas Degradadas
RFA	Relatório de Fiscalização Ambiental
RSEI	Índice de Ambiente Ecológico do Sensoriamento Remoto
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SFEI	Índice de Avaliação de Fator Único
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>

SUMÁRIO

Introdução Geral	17
Artigo I – Indicadores de Sustentabilidade no Contexto de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos: uma revisão sistemática.....	21
Introdução	22
1.1 Metodologia.....	23
1.2 Resultados e Discussões	29
1.3 Considerações Finais	40
Referências	41
Artigo II - Caracterização do Uso e Cobertura do Solo da Área Degradada do Antigo Lixão de Itabaiana	44
Introdução	45
2.1 Metodologia.....	47
2.1.1 Área de Estudo.....	47
2.1.2 Procedimentos Metodológicos.....	48
2.2 Resultados e Discussões	50
2.2.1 Caracterização Ambiental da Área de Estudo	50
2.2.3 Distribuição Espacial das Comunidades Locais da Área de Influência Direta (AID)	54
2.2.4 Uso e Cobertura da Área de Influência Indireta (AII)	56
2.2.5 Carta Temática da ADA e AID.....	58
2.3 Considerações Finais	60
Referências	60
Artigo III - Indicadores de Sustentabilidade: Proposta para o Antigo Lixão de Itabaiana/SE.....	64
Introdução	65
3.1 Metodologia.....	66
3.2 Resultados e Discussões	69
3.3 Considerações finais	78
Referências	79
Artigo IV- Área de Influência Direta de Lixões: Caracterização Social, Ambiental e Econômica das Comunidades Circunvizinhas do Antigo Lixão da Terra Turra, em Itabaiana/SE.....	82
Introdução	83

4.1 Metodologia.....	84
4.2 Resultados e Discussões	86
4.3 Considerações Finais	95
Referências	96
Conclusão Geral.....	99
Referências Gerais.....	101
Anexo A - Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análise (PRISMA)	102
Anexo B - <i>Script</i> utilizado na linguagem R.....	105
Anexo C – Questionário de entrevista.....	107
Anexo D – Parâmetros do <i>Checklist</i> de avaliação ambiental	111

Introdução Geral

A relação sociedade-natureza é demasiada complexa em virtude do modo insustentável de uso e ocupação do planeta, resultando em uma crise ambiental enfrentada pela humanidade. Diante disso, o desenvolvimento de pesquisas com foco na busca da sustentabilidade é importante para propor possíveis soluções e/ou mitigações dos impactos negativos causados por essa relação dinâmica e instável.

Nesse sentido, Boff (2017, p. 17) refere-se à sustentabilidade como sendo “um modo de ser e de viver que exige alinhar as práticas humanas às potencialidades limitadas de cada bioma e às necessidades das presentes e das futuras gerações”. Para não comprometer as gerações futuras, viés central da sustentabilidade, Zhao *et al.* (2019) discutem o conceito de desenvolvimento sustentável, tomando por base o uso consciente dos recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações vindouras.

Entre as áreas que absorvem essa abordagem metricamente embasada, destaca-se a crescente aplicação de indicadores de sustentabilidade em contextos de áreas degradadas, cujas complexidades e desafios têm sido agravados pela rápida expansão urbana sem planejamento, a exploração não sustentável de recursos naturais e um conjunto interligado de fatores prementes (Kemerich; Ritter; Borba, 2014), que repercutem em questões ambientais complexas, e que exigem uma abordagem interdisciplinar para mitigação e/ou solução.

Nesse contexto, a aplicação de indicadores de sustentabilidade, numa perspectiva interdisciplinar, pode fornecer estratégias de recuperação a serem adotadas nas esferas: *ambiental*, a exemplo da regeneração da qualidade do solo, a queda acentuada nas taxas de erosão e a retomada visual dos ecossistemas nativos que remetem uma narrativa palpável do progresso alcançado; e a *socioeconômica*, permitindo a avaliação direta do impacto das ações de restauração sobre a qualidade de vida das comunidades locais.

Ainda se tratando do contexto de áreas degradadas, a gestão de resíduos sólidos é um dos principais desafios enfrentados pelas cidades em todo o mundo. Entende-se gestão de resíduos sólidos como “[...] um processo que envolve várias atividades e ações para gerenciar adequadamente os resíduos sólidos gerados por uma comunidade ou sociedade” (Camões; Silva; 2023, p. 18).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010, dispõe das diretrizes referentes à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Dentre as suas proposições, destaca-se a proibição de

novos lixões e encerramento dos lixões existentes, sendo necessário dispor os rejeitos de forma ambientalmente adequada em todo território nacional (Brasil, 2010).

Contudo, especificadamente no estado de Sergipe, segundo dados do Ministério Público do Estado de Sergipe (2025), somente em janeiro de 2025 foi desativado o último lixão ativo do estado, localizado no município de Porto da Folha. Entretanto, mesmo após o fechamento dos lixões, estes continuam representando riscos à saúde pública e para o Meio Ambiente, sendo fundamental a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Nesse cenário, destaca-se o município de Itabaiana/SE que, desde 2018, junto ao Ministério Público de Contas e a então gestão municipal, firmaram um acordo para cumprir a sentença da finalização do “Lixão da Terra Dura”, o qual teve funcionamento por mais de 60 anos, ocupando uma área de, aproximadamente, 4 hectares (Itabaiana, 2023).

Com o encerramento do “Lixão da Terra Dura” faz-se necessário a elaboração do PRAD que, segundo Itabaiana (2023), está em andamento, sendo liderado por uma equipe multidisciplinar da Universidade Federal de Sergipe (UFS), seguindo o Termo de Referência feito pela Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA).

Assim, a importância deste estudo sobre as áreas degradadas por resíduos sólidos guarda uma relação intrínseca com a sustentabilidade, tendo em vista todos os riscos que podem ocasionar à sociedade, tais como: contaminação de cursos fluviais, lençóis freáticos, solo e ar, que podem inviabilizar diversos usos e ocupações da terra por muito tempo, com graves consequências sociais, econômicas e ambientais.

Nessa conjuntura, este estudo apresenta relação com a Agenda 2030¹ na qual se assenta nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que, de acordo com o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC/BR, 2024), o município de Itabaiana/SE, apresenta-se com um nível baixo no alcance do desenvolvimento sustentável, com nota de 49,17 em uma escala de 0 a 100, sobretudo com o alcance da Meta 11.6 do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), que busca reduzir os impactos negativos das cidades e melhorar a gestão de resíduos.

Além disso, a Meta 12.4 do ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) busca alcançar o manejo ambientalmente saudável de produtos químicos e resíduos, bem como reduzir suas emissões no ar, água e solo para minimizar impactos na saúde humana e no meio ambiente, e por fim, o ODS 15 (Vida Terrestre), em sua Meta 15.3, que destaca a importância

¹ Trata-se de um plano global, criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, para erradicar problemáticas sociais, ambientais, econômicas e institucionais em todos os seus países membro, até 2030.

de combater a degradação do solo e restaurar áreas degradadas para proteger os recursos naturais essenciais à vida.

Diante do exposto, ergue a seguinte questão central:

- Quais as perspectivas da recuperação ambiental do antigo lixão do município de Itabaiana/SE?

Para responder essa questão central, apresenta-se as seguintes questões que conduziram para a presente pesquisa:

- Quais os indicadores de sustentabilidade são apresentados na literatura científica no tocante às áreas degradadas por resíduos sólidos?
- Quais os principais impactos do uso e cobertura da Área Diretamente Afetada, a Área de Influência Direta e sua Área de Influência Indireta do antigo lixão?
- Quais as características sociais, econômicas e ambientais do entorno com antigo lixão?
- Quais indicadores são pertinentes a serem propostos como ferramentas que possam medir o impacto do antigo lixão?

Assim, elenca-se como hipótese do estudo que a incorporação de indicadores de sustentabilidade reveste-se de grande importância como uma ferramenta de análise e orientação que oferece a capacidade de monitorar, avaliar e traçar diretrizes diretas para a recuperação destas áreas exauridas, com uma perspectiva que abarca a prevenção de novas áreas degradadas, a exemplo dos lixões que recebem os diversos resíduos sólidos urbanos e rurais.

Então, a pesquisa tem por objetivo geral analisar a área do antigo lixão de Itabaiana/SE, sob a perspectiva da recuperação ambiental. Para alcançar o objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar os indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos mediante revisão sistemática;
- b) Caracterizar o uso e cobertura da Área Diretamente Afetada, a Área de Influência Direta e sua Área de Influência Indireta, da antiga lixeira municipal de Itabaiana/SE;
- c) Propor indicadores de sustentabilidade para avaliar os impactos ambientais do antigo lixão.

d) Avaliar as dimensões social, econômica e ambiental das comunidades inseridas na AID.

Por fim, esta dissertação é composta por uma Introdução Geral, acompanhada de quatro artigos científicos, com suas respectivas metodologias e resultados alcançados. O primeiro artigo buscou identificar os indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos mediante revisão sistemática. O segundo artigo é fruto de uma análise do histórico e do estado atual da área degradada do lixão de Itabaiana, investigando os impactos gerados e os desafios enfrentados na sua recuperação. O terceiro avaliou os impactos ambientais, por meio de indicadores de sustentabilidade. O quarto artigo analisou as dimensões social, econômica e ambiental das comunidades inseridas na Área de Influência Direta (AID). Por fim, tem-se as referências gerais utilizadas na Introdução Geral deste texto e Anexos.

Artigo I – Indicadores de Sustentabilidade no Contexto de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos: uma revisão sistemática

Iuri Oliveira dos Santos

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

Resumo

O estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos e/ou indicadores que possam ser adaptados para essa área específica. Trata-se de uma revisão sistemática com buscas de artigos científicos nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* com o recorte temporal de 2010-2024. Foram utilizados os descritores: *indicators of sustainability* (indicadores de sustentabilidade), *areas degraded* (áreas degradadas), *dumps* (lixões), *solid waste* (resíduos sólidos), utilizando-se do operador booleano “AND” para refinar a busca. Foram identificados 54 artigos e, após a aplicação dos filtros, remoção dos duplicados, leitura do título, descritores e resumo, apenas 15 artigos atenderam aos critérios de elegibilidade. Observou-se uma tendência crescente no uso de tecnologias, como o Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e *softwares* de modelagem, que têm se mostrado eficazes para a visualização e monitoramento dessas áreas. Entretanto, notou-se a baixa presença de estudos que trabalhassem especificamente com a temática proposta nesta revisão. Tal cenário é preocupante, dado que os indicadores de sustentabilidade são ferramentas importantes para avaliar, monitorar e subsidiar decisões relacionadas à recuperação de áreas degradadas.

Palavras-chave: Desempenho; Desenvolvimento sustentável; Tecnologias de monitoramento; Recuperação ambiental.

Abstract

The aim of the study was to carry out a literature review on sustainability indicators in the context of areas degraded by solid waste and/or indicators that could be adapted for this specific area. This is a systematic review with searches for scientific articles in the Scopus and Web of Science databases with a time frame of 2010-2024. The descriptors used were: indicators of sustainability, degraded areas, dumps, solid waste, using the Boolean operator “AND” to refine the search. Fifty-four articles were identified and, after applying the filters, removing duplicates, reading the title, descriptors and abstract, only 15 articles met the eligibility criteria. A growing trend was observed in the use of technologies such as Geographic Information Systems (GIS) and modeling software, which have proven to be effective for visualizing and monitoring these areas. However, there were few studies that worked specifically with the theme proposed in this review. This is worrying, given that sustainability indicators are important tools for assessing, monitoring and supporting decisions related to the recovery of degraded areas.

Keywords: Performance; Sustainable development; Monitoring technologies; Environmental recovery.

Introdução

A geração e o descarte inadequado de resíduos sólidos impactam diretamente o meio ambiente, especialmente em áreas urbanas e rurais, resultando na degradação de ecossistemas e comprometendo a qualidade de vida das populações locais.

A recuperação dessas áreas degradadas é um desafio complexo que exige a adoção de abordagens integradas e sustentáveis, capazes de promover a reabilitação ambiental e o restabelecimento das funções ecossistêmicas perdidas, ao mesmo tempo, deve-se considerar os aspectos sociais e econômicos das comunidades afetadas.

Nesse contexto, o uso de indicadores de sustentabilidade se apresenta como uma ferramenta capaz de monitorar, avaliar e orientar as ações de recuperação ambiental de áreas degradadas por resíduos sólidos. De acordo com Barros e Silveira (2019) os indicadores de sustentabilidade desempenham papel fundamental no monitoramento de tendências e na avaliação da sustentabilidade das sociedades, além de subsidiar gestores no planejamento, gestão e tomada de decisões.

Desse modo, os indicadores de sustentabilidade são métricas que permitem medir o desempenho de determinadas práticas e processos sob a ótica da sustentabilidade, considerando aspectos sociais, econômicos, ecológicos, políticos e de justiça (Godoy; Godoy; Vargas, 2021).

No caso das áreas degradadas por resíduos sólidos, esses indicadores podem fornecer uma base para a avaliação da eficácia de intervenções de recuperação, bem como para a identificação de áreas mais críticas e a análise dos resultados a longo prazo.

No entanto, a aplicação desses indicadores neste contexto específico ainda apresenta desafios, como a adaptação das metodologias às particularidades de cada região e a integração de indicadores ambientais, sociais e econômicos.

Dessa forma, os indicadores têm a função de mostrar tendências, seja no sentido de progresso ou retrocesso, em aspectos específicos de uma comunidade ou de um ambiente, que sinaliza o nível de desenvolvimento alcançado (Tisoco; Pinheiro, 2023). Portanto, os indicadores de sustentabilidade surgem como ferramentas indispensáveis para avaliar e monitorar o progresso em projetos de recuperação ambiental.

Apesar dos esforços globais para a gestão e recuperação de áreas degradadas, como preconiza a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) em sua meta 15.3, ainda há limitações na definição e aplicação de estratégias sustentáveis que considerem integralmente as diferentes dimensões da sustentabilidade. No caso específico das áreas

degradadas por resíduos sólidos, a literatura científica ainda carece de uma sistematização abrangente sobre os indicadores mais relevantes e suas aplicações práticas, dificultando o estabelecimento de políticas públicas efetivas.

Nesse contexto, a desativação dos lixões no Estado de Sergipe representa um marco significativo na gestão de resíduos sólidos, mas expõe desafios críticos relacionados à recuperação ambiental dessas áreas degradadas. Diante do exposto, levantam-se as seguintes questões: quais são os indicadores de sustentabilidade utilizados no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos e quais metodologias têm sido empregadas?

Portanto, este estudo visa realizar uma revisão sistemática da literatura sobre indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos e/ou indicadores que possam ser adaptados para essa área específica, objetivando identificar as abordagens mais recorrentes, avaliar as lacunas de pesquisa e contribuir para o aprimoramento do uso desses indicadores.

1.1 Metodologia

Esta pesquisa tem abordagem quanti-qualitativa, de natureza aplicada, proveniente de uma revisão sistemática de literatura realizada em artigos científicos, publicados em periódicos indexados que abordam indicadores de sustentabilidade, no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos e/ou indicadores que possam ser adaptados para essa área específica. A pesquisa foi conduzida utilizando a metodologia de revisão sistemática PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análise), conforme descrito por Page *et al.* (2021).

Para tanto, o *checklist* PRISMA foi adaptado para atender às especificidades da temática, incluindo critérios de seleção, elegibilidade e inclusão, visando analisar publicações em periódicos nacionais e internacionais. Foram adotados os seguintes procedimentos: (1) elaboração da pergunta orientadora; (2) rastreamento dos artigos; (3) seleção dos artigos; (4) extração dos dados; (5) avaliação dos artigos; (6) síntese dos dados; e (7) redação e publicação dos resultados.

O primeiro procedimento adotado, a elaboração da pergunta orientadora, foi apresentado na parte introdutória deste estudo. Para o rastreamento dos artigos, foram utilizadas as bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, acessadas por meio da plataforma institucional Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), via Portal de Periódicos da Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A busca pelos estudos ocorreu entre 12 e 26 de dezembro de 2024. Em seguida, adotaram-se os seguintes critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos encontrados (Quadro 1).

Quadro 1 – Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão (CI)	Critérios de Exclusão (CE)
CI1. Estudos que abordem indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos.	CE1. Estudos que não utilizem indicadores de sustentabilidade ou não sejam aplicáveis a áreas degradadas por resíduos sólidos.
CI2. Artigos publicados	CE2. Estudos não avaliados <i>a ad hoc</i>
CI3. Estudos secundários	CE3. Estudos terciários e meta-análise
CI4. Estudos que estejam disponíveis gratuitamente para <i>download</i> nos ambientes institucionais do PERIÓDICOS/UFS	CE4. Estudos com acesso fechado
CI5. Publicados em inglês ou português	CE5. Publicações em idiomas diferentes do português e inglês
CI6. Recorte temporal (2010- 2024)	CE6. Estudos duplicados

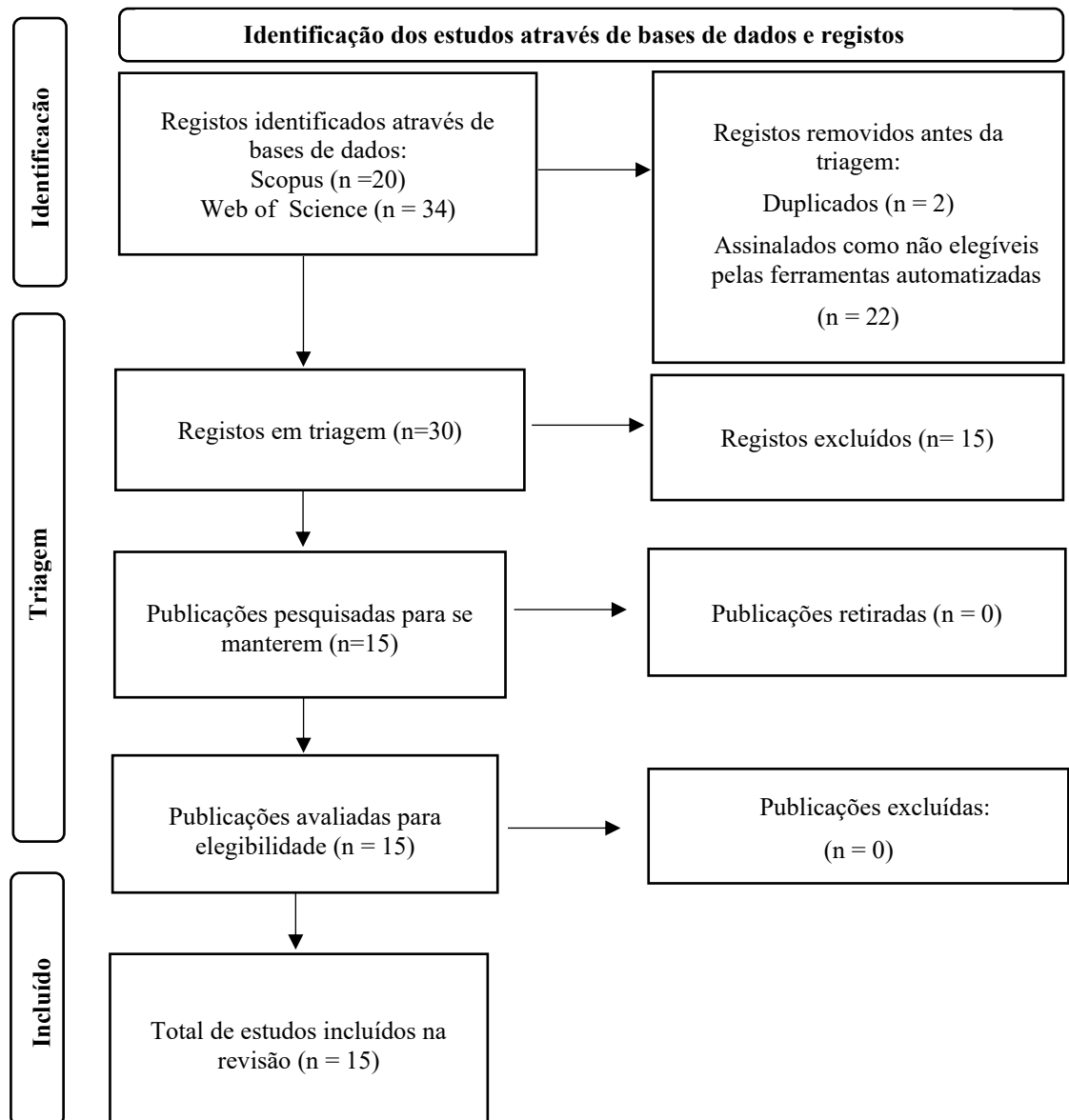
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Para tanto, foi utilizado o campo avançado de buscas para refinar os resultados, sendo selecionados apenas os artigos abertos (CI4), anos de publicação (CI6), tipo de documento (CI2) e idioma (CI5), conforme o Quadro 1.

A próxima etapa, para rastrear os artigos empregou-se os descritores: *indicators of sustainability* (indicadores de sustentabilidade), *areas degraded* (áreas degradadas), *dumps* (lixões), *solid waste* (resíduos sólidos). Diante do número elevado de artigos encontrados, quando pesquisadas as palavras-chave individualmente, o operador “AND” refinou a busca ao selecionar apenas resultados que contivessem todas as palavras-chave (Figura 1).

Após o refinamento inicial, a seleção dos artigos consistiu na análise dos títulos, resumos e descritores, avaliando a pertinência entre a abordagem apresentada em relação à temática central da pesquisa. Para isso, adotaram-se critérios de exclusão específicos. Durante essa etapa de extração de dados, foi utilizado o *software* R (versão 4.3.3) para gerar uma planilha com os dados processados e posteriormente analisados no programa *Excel*. Em casos de dúvidas sobre a elegibilidade de um artigo para o estudo, a decisão adotada foi a de incluí-lo para análise na etapa subsequente, buscando assegurar a abrangência da revisão e evitar a exclusão de estudos potencialmente relevantes.

Figura 1– Resultados encontrados após a aplicação da metodologia PRISMA



Fonte: adaptado de Page *et al.*, 2021.

Elaboração: os autores, 2024.

Na etapa seguinte, após a eliminação inicial, procedeu-se à leitura dos artigos restantes na íntegra. Esse processo teve como objetivo compreender o foco do estudo, os métodos aplicados e os resultados obtidos, confirmando a adequação dos artigos aos critérios de elegibilidade.

Por fim, a última etapa consistiu na avaliação da qualidade dos estudos selecionados. Para isso, foi utilizada a ferramenta *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP), escolhida por possibilitar avaliar aspectos essenciais, como a metodologia de pesquisa, análise de dados e resultados.

O Quadro 2 apresenta a adaptação do *checklist* CASP, a adaptação se justifica pela necessidade de englobar a análise dos estudos de caráter quantitativo e quanti-qualitativos.

Quadro 2 – Adaptação do *checklist* - *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP)

Seção/Questão	Pergunta	Opções	Considerações
Seção A: Os resultados são válidos?			
1. Houve uma declaração clara dos objetivos da pesquisa?	Qual era o objetivo da pesquisa?	Sim / Não / Não posso dizer	- Por que isso foi considerado importante? - Os objetivos abrangem aspectos qualitativos e quantitativos?
2. A metodologia escolhida é apropriada?	A metodologia justifica-se para atender os objetivos da pesquisa?	Sim / Não / Não posso dizer	- A pesquisa busca interpretar experiências subjetivas (qualitativo) ou testar hipóteses/dados numéricos (quantitativo)?
3. O desenho da pesquisa foi apropriado?	O desenho atende aos objetivos qualitativos, quantitativos e integrados?	Sim / Não / Não posso dizer	- O pesquisador discutiu a escolha do método?
4. Foi utilizado mais de uma dimensão da sustentabilidade?	O estudo abordou quais ou qual dimensão da sustentabilidade?	Sim / Não / Não posso dizer	- Os autores justificaram o uso da dimensão?
5. Os dados foram coletados de forma apropriada?	A coleta de dados foi bem planejada e compatível com as abordagens qualitativa e quantitativa?	Sim / Não / Não posso dizer	- Os métodos foram descritos claramente? - Foi justificada a escolha de técnicas qualitativas e quantitativas? - A coleta foi modificada durante o estudo? Se sim, foi justificada?
Seção B: Quais são os resultados?			
6. Questões éticas foram consideradas?	As questões éticas foram abordadas para ambas as metodologias?	Sim / Não / Não posso dizer	- Houve consentimento informado, confidencialidade e anonimato? - Houve aprovação do comitê de ética?
7. A análise de dados foi suficientemente rigorosa?	As análises qualitativas e quantitativas foram realizadas de forma	Sim / Não / Não posso dizer	- Há descrição detalhada dos processos analíticos? - Para quantitativos: Métodos estatísticos foram aplicados corretamente?

	detalhada e integrada?		- Para qualitativos: Categorias e temas foram bem derivados dos dados? - Os resultados foram integrados?
8. Existe uma declaração clara das descobertas?	As descobertas foram explícitas?	Sim / Não / Não posso dizer	- Houve triangulação ou validação das descobertas? - As descobertas foram discutidas em relação à pergunta original?
Seção C: Os resultados ajudarão localmente?			
9. A pesquisa contribui para o conhecimento teórico e/ou prático?	Os resultados fornecem informações práticas que podem ser utilizadas em práticas de manejo ou direcionamento de pesquisas futuras?	Sim / Não / Não posso dizer	- Há implicações para políticas, práticas ou novas pesquisas?
10. As descobertas são transferíveis para outras populações ou contextos?	Quais fatores limitam ou favorecem a aplicação das descobertas em outros contextos ou populações?	Sim / Não / Não posso dizer	- As condições metodológicas permitem replicar o estudo em outros locais ou populações?

Fonte: Adaptado de CASP, 2024.

Organização: os autores, 2024.

Embora o CASP não forneça um método oficial de pontuação, neste estudo optou-se por combinar a análise descritiva reflexiva e numérica, mediante um sistema de avaliação simples, que consiste em pontuar as 10 perguntas do *checklist* CASP. Os estudos foram avaliados com as seguintes respostas: Sim (S) = 1 ponto; não sei dizer (NPD) = 0,5 pontos e não (N) = 0 ponto. A pontuação foi elencada em quatro faixas de qualidade, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Faixa de qualidade para os artigos.

Baixa	Média	Alta	Muito Alta
$0 \leq N \leq 2,9$	$3 \leq N \leq 5,9$	$6 \leq N \leq 8,9$	$9 \leq N \leq 10$

Fonte: adaptado de Dyba e Dingsoyr, 2008.

A Tabela 2 apresenta a pontuação final dos estudos analisados. Esta tabela fornece a visão das perguntas e os resultados obtidos.

Tabela 2 – Análise da qualidade dos artigos selecionados.

Questão	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Houve uma declaração clara dos objetivos da pesquisa?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
A metodologia escolhida é apropriada?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
O desenho da pesquisa foi apropriado?	S	S	S	NPD	NPD	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Foi utilizado mais de uma dimensão da sustentabilidade?	S	S	S	N	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S
Os dados foram coletados de forma apropriada?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Questões éticas foram consideradas?	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	NPD	S	NPD	NPD	NPD	S
A análise de dados foi suficientemente rigorosa?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Existe uma declaração clara das descobertas?	S	S	S	S	S	S	S	NPD	S	S	S	S	S	S	S
A pesquisa contribui para o conhecimento teórico e/ou prático?	S	S	S	NPD	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
As descobertas são transferíveis para outras populações ou contextos?	S	S	S	NPD	NPD	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
NOTA	9,5	9,5	9,5	7,0	7,5	9,5	8,5	9,0	8,5	9,5	10	9,5	9,5	9,5	10

** Conforme orienta o checklist CASP, as questões classificadas como “Não Posso Dizer” (NPD) indicam que as informações fornecidas no estudo foram insuficientes, indicando falta de clareza, transparência ou possíveis lacunas no estudo.

1.2 Resultados e Discussões

Neste tópico, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos. Observou-se uma ampla diversidade de indicadores de sustentabilidade identificados nos estudos analisados, além das diferentes dimensões da sustentabilidade utilizadas em cada um dos estudos. Apresenta-se, assim, um quadro síntese com os autores, países, ano, revista, dimensão da sustentabilidade e indicadores encontrados na literatura (Quadro 3).

Quadro 3 – Detalhamento dos artigos estudados

	Autores	Países	Ano	Revista	Dimensão da sustentabilidade	Indicadores Utilizados
1	Ali, Mustafa <i>et al.</i>	Paquistão	2019	Waste Management	Físicos e governança	12
2	Ali, Mustafa <i>et al.</i>	Paquistão	2018	Resources, Conservation and Recycling	Ambiental e econômico	5
3	Zewdie, M. M; Yeshanew, S. M.	Etiópia	2023	Environmental and Sustainability Indicators	Ambiental, social e econômico	10
4	Aljarrah, M. <i>et al.</i>	Doha*	2024	Discover Sustainability	Ambiental	11
5	Liu, Xinyang; Wang, Yu.	China	2022	Sustainability (Switzerland)	Ambiental	6
6	Ajibade, Fidelis O. <i>et al.</i>	Nigéria	2019	Environmental and Sustainability Indicators	Ambiental, social e econômico	8
7	Oluwatuyi, Opeyemi E. <i>et al.</i>	Nigéria	2020	Environmental and Sustainability Indicators	Ambiental	2 indicadores e 2 índices
8	Rahmanpour, Mehdi; Osanloo, Morteza.	Irã	2017	Journal of Cleaner Production	Ambiental, social e econômico	9
9	Zhao, Yuxia <i>et al.</i>	China	2023	International Journal of Environmental Research and Public Health	Ambiental	6 índices

10	Macedo L. <i>et al.</i>	Brasil	2023	Waste Management & Research	Ambiental, econômico, social, política institucional e tecnológico	15
11	Oduro-Appiah, K. <i>et al.</i>	Gana	2017	Waste Management & Research	Físicos e governança	12
12	Jucá, J.; Barbosa, K. e Sobral, M.	Brasil	2020	Waste Management & Research	Social, ambiental, econômica e legal/institucional	13
13	Santiago, L. S.; Dias, S. M. F.	Brasil	2012	Engenharia Sanitária e Ambiental	Ambiental/ecológica, econômica/financeira, política, Tecnológica.	42
14	Tisoco, M., Gohr, I. P.	Brasil	2023	Revista Brasileira de Geografia Física	Ambiental, social, econômico e política institucional	41
15	Barros, R.; Silveira, A.	Brasil	2019	Engenharia Sanitária e Ambiental	Ambiental/ecológica, econômica, social, político-institucional, cultural	16

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Ao analisar os 15 artigos selecionados, observou-se que 11 deles incorporaram mais de uma dimensão da sustentabilidade em suas abordagens, representando aproximadamente 73,3% dos estudos analisados. Nota-se que a dimensão ambiental foi a mais recorrente, presente nos 15 artigos, em seguida, as dimensões econômica e social, respectivamente. Destaca-se ainda que cerca de 8 artigos (ou 53,3%) trabalharam com pelo menos três dimensões ou aspectos da sustentabilidade.

No que diz respeito ao número de indicadores identificados, foram encontrados 202 indicadores ao longo deste estudo. Dentre eles, 9 artigos (ou 60%) utilizaram 10 ou mais indicadores em suas análises, evidenciando um esforço em detalhar e diversificar os critérios avaliados.

A seguir é apresentado um quadro síntese com os autores, avaliação da qualidade, objetivo do artigo, além de destacar as metodologias de pesquisa (Quadro 4).

Quadro 4 – Intervenção dos trabalhos estudados

	Autores	Avaliação da qualidade	Objetivo	Método utilizado
1	Ali, Mustafa <i>et al.</i>	Muito alta	Analisar as práticas de gestão de resíduos na cidade de Gujranwala, com base em indicadores qualitativos e quantitativos.	Utilizou indicadores <i>Wasteaware</i> e Pegada de Carbono para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos. Os dados foram coletados de relatórios governamentais e fontes secundárias, possibilitando uma análise ambiental e governança.
2	Ali, Mustafa <i>et al.</i>	Muito alta	Determinar o impacto ambiental de diferentes cenários de descarte de resíduos em uma grande cidade do Paquistão, através da Pegada de carbono baseada em energia.	Aplicou procedimentos de contabilidade <i>Emergy</i> para quantificar os impactos ambientais de diferentes cenários de gerenciamento de resíduos sólidos, baseando-se em dados secundários e matrizes de transformação energética.
3	Zewdie, M. M; Yeshanew, S. M.	Muito alta	Investigar locais adequados para descarte de resíduos utilizando GIS e AHP.	Combinação de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e Análise Hierárquica de Processo (AHP) para ponderar critérios como uso do solo, declividade e proximidade de recursos hídricos, gerando mapas de adequação para aterros.
4	Aljarrah, M. <i>et al.</i>	Alta	Avaliar impactos ambientais de estratégias de gerenciamento de resíduos usando o software openLCA.	Utilizou o openLCA para avaliar impactos ambientais de três estratégias de gerenciamento (aterro, compostagem convencional e compostagem EP-50). Considerou indicadores como potencial de aquecimento global, acidificação e toxicidade humana.
5	Liu, Xinyang; Wang, Yu.	Alta	Analisar a contaminação de solo e águas subterrâneas em aterros informais no leste da China.	O método utilizado para avaliar a qualidade ambiental do solo e das águas subterrâneas no entorno do aterro foi o método do índice de avaliação de fator único. Este método avalia a qualidade da água com base na pior qualidade de um único indicador, fornecendo uma avaliação direta da relação entre as condições de qualidade da água e os critérios de avaliação.
6	Ajibade, Fidelis O. <i>et al.</i>	Muito alta	Mapear locais apropriados para disposição de resíduos	O método empregado no artigo foi a combinação de SIG com Análise de Decisão Multicritério

			sólidos considerando fatores ambientais e técnicos.	(MCDA) para a seleção de locais adequados para aterros sanitários. A técnica <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) foi utilizada para a ponderação dos critérios, que incluíram uso do solo, declividade, distância à drenagem, distância às feições lineares, solo, geologia, distância à residência e acessibilidade rodoviária.
7	Oluwatuyi, Opeyemi E. <i>et al.</i>	Alta	O artigo buscou determinar a concentração e a distribuição de elementos químicos em lixões	O método empregado no artigo incluiu a amostragem de solo em quatro lixões. As amostras foram analisadas para distribuição do tamanho das partículas, capacidade de troca catiônica (CTC) e concentração de elementos usando técnicas como espectrometria de fluorescência de raios X (XRF) e espectrofotometria de absorção atômica (AAS). A análise estatística foi realizada usando ANOVA não paramétrica (teste de <i>Kruskal-Wallis</i>) e correlação de <i>Spearman</i> . O estado de contaminação foi determinado por meio de índices como o índice de poluição por metais (MPI), índice de geoacumulação (Igeo), fator de risco ecológico (ERF) e fator de contaminação (CF).
8	Rahmanpour, Mehdi; Osanloo, Morteza.	Muito alta	Criar um Sistema de Suporte à Decisão (DSS) para definir limites sustentáveis de mineração a céu aberto.	O artigo utiliza um DSS que incorpora a lógica fuzzy para lidar com incertezas e um método de matriz para avaliar e medir a sustentabilidade de diferentes alternativas de Limite Último de Poço (UPL). A metodologia envolve a definição e quantificação da sustentabilidade das alternativas de UPL, seguida pela classificação das alternativas com base nas pontuações de sustentabilidade.
9	Zhao, Yuxia <i>et al.</i>	Alta	Avaliar impactos ecológicos de mudanças na cobertura da terra em áreas mineradas,	O artigo utilizou imagens de sensoriamento remoto processadas no <i>ArcGIS</i> e <i>Google Earth Engine</i> . Métricas de

			utilizando o Índice de Ambiente Ecológico de Sensoriamento Remoto (RSEI).	paisagem e índice RSEI avaliaram as mudanças no uso do solo e impactos ecológicos.
10	Macedo L. <i>et al.</i>	Muito alta	O artigo teve como objetivo elaborar e aplicar um índice para medir o desempenho de consórcios no âmbito de gestão de resíduos sólidos intermunicipais no Brasil	O estudo foi desenvolvido a partir de quatro etapas metodológicas: (i) pré-seleção de indicadores, (ii) método Delphi para proposição de indicadores, (iii) construção do Índice Regionalizado de Desempenho da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (IDGRSU) e (iv) aplicação do IDGRSU em consórcios intermunicipais atuantes no Brasil.
11	Oduro-Appiah, K. <i>et al.</i>	Muito alta	Aplicar a abordagem 'Wasteaware' para análise do sistema de gestão de resíduos em Acra.	A metodologia e a diretriz para a avaliação participativa são baseados no conceito ISWM. A metodologia incluiu a análise de indicadores de sustentabilidade de RSU obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento e avaliação das diretrizes do Plano Nacional, Estadual e Metropolitano de Resíduos Sólidos na RMR
12	Jucá, J.; Barbosa, K. e Sobral, M.	Muito alta	Avaliar a sustentabilidade na gestão de resíduos na Região Metropolitana do Recife.	O estudo foi dividido em duas partes principais: 1) análise de indicadores de sustentabilidade dos RSU, utilizando dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento ou, na ausência destes dados, foi usado o ano anterior; 2) diagnóstico da sustentabilidade na RMR por meio da avaliação das diretrizes, metas e ações contidas no Plano Nacional, Estadual e Metropolitano de Resíduos Sólidos
13	Santiago, L. S.; Dias, S. M. F.	Muito alta	Propor uma matriz de indicadores para avaliar a sustentabilidade na gestão de resíduos.	Indicadores foram validados externamente utilizando o método Delphi, que reúne conhecimento e experiência de especialistas para alcançar consenso. O processo seguiu quatro etapas: levantamento, análise, validação preliminar e validação final de indicadores para municípios brasileiros.
14	Tisoco, M.; Gohr, I. P.	Muito alta	Desenvolver e validar indicadores	Os pesquisadores desenvolveram a pesquisa em

			sustentabilidade para municípios brasileiros.	quatro etapas. A primeira foi o levantamento dos indicadores, em seguida análise dos indicadores, validação do conjunto preliminar dos indicadores por especialistas através de questionários e por fim a etapa quatro que consistiu na validação do conjunto de indicadores da GRSU à municípios brasileiros.
15	Barros, R.; Silveira, A.	Muito alta	Contribuir para o desenvolvimento de indicadores modificados para gestão de resíduos.	O estudo apresentou 5 etapas metodológicas principais: pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, entrevistas, aplicação de formulário/questionário e registro fotográfico.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Os resultados obtidos nos estudos apresentados oferecem uma análise diversificada sobre os métodos de avaliação e os impactos ambientais e sociais na gestão de resíduos sólidos urbanos (GRSU), além de mostrar a aplicação de diferentes indicadores e tecnologias no processo de tomada de decisão.

Mustafa *et al.* (2018), investigaram o impacto ambiental de diferentes cenários de descarte de resíduos em uma grande cidade do Paquistão, com o foco na Pegada de Carbono baseada em energia. Essa abordagem inovadora se destacou pela utilização da contabilidade energética, um método que considera os fluxos de energia envolvidos no processo de gerenciamento de resíduos, oferecendo uma visão ampla e integrada dos impactos ambientais. O estudo foi além da simples quantificação de emissões de carbono, ao incorporar uma perspectiva energética que permitiu avaliar o ciclo de vida completo dos resíduos e suas implicações ambientais.

Além disso, a combinação de Sistemas de Informação Geográfica (GIS) com Análise Hierárquica de Processo (AHP) foi usada para identificar locais adequados para o descarte de resíduos. A aplicação dessas tecnologias avançadas trouxe uma abordagem espacial e ponderada, levando em conta critérios como uso do solo, declividade e proximidade de recursos hídricos, resultando em mapas que indicaram os locais mais adequados para aterros. A inovação dessa pesquisa está na integração dessas ferramentas tecnológicas para melhorar o processo de tomada de decisão, promovendo um gerenciamento de resíduos mais eficiente e sustentável.

Em 2019, parte dos autores aprofundaram sua pesquisa, realizando uma análise das práticas de gestão de resíduos na cidade de Gujranwala, utilizando indicadores como o

Wasteaware e a Pegada de Carbono. Essa pesquisa se destaca pelo seu caráter qualitativo e quantitativo, abrangendo tanto a eficiência das práticas de gestão adotadas quanto a análise da governança ambiental, com dados coletados de fontes secundárias e relatórios governamentais. A metodologia aplicada permitiu uma avaliação detalhada das estratégias de gerenciamento de resíduos na cidade, além de evidenciar a importância de integrar indicadores ambientais como a Pegada de Carbono para compreender os impactos associados à gestão dos resíduos urbanos. Essa análise se torna essencial para a construção de políticas públicas mais eficazes nos âmbitos ambiental e urbano, ao identificar falhas e boas práticas que podem ser adotadas em outras regiões.

Aljarrah *et al.* (2024) conduziram uma avaliação detalhada dos impactos ambientais de três estratégias de gerenciamento de resíduos utilizando o software openLCA, uma ferramenta reconhecida para a Análise de Ciclo de Vida (ACV). O estudo focou em três métodos distintos: aterro, compostagem convencional e compostagem EP-50. O uso do openLCA é uma escolha pertinente, pois esse software oferece uma análise comparativa robusta, permitindo a avaliação de diferentes alternativas de gestão de resíduos sob múltiplos critérios ambientais, como aquecimento global, acidificação e toxicidade humana. Esses fatores são fundamentais para compreender os efeitos de cada estratégia no meio ambiente, especialmente no que diz respeito à emissão de gases de efeito estufa, à alteração dos ecossistemas locais e aos impactos na saúde pública.

O software openLCA permite uma visualização clara e precisa dos impactos de cada estratégia ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a geração até o destino final dos resíduos. Isso permite que os pesquisadores considerem não apenas os impactos diretos de cada processo, mas também os efeitos indiretos, como os custos energéticos envolvidos e a emissão de poluentes. A ACV é uma metodologia essencial para a avaliação integral de alternativas de gestão, pois considera todas as etapas do processo de tratamento de resíduos, proporcionando uma visão ampla dos efeitos ambientais.

No entanto, uma das limitações do estudo de Aljarrah *et al.* (2024) é a aplicabilidade prática das estratégias propostas, especialmente no caso da compostagem EP-50, uma tecnologia relativamente nova que pode exigir condições específicas de infraestrutura, tecnologia e financiamento, o que pode ser um desafio para municípios e países com menos recursos. A compostagem EP-50, por exemplo, depende de equipamentos especializados e de um processo de monitoramento contínuo que nem todas as regiões podem disponibilizar. Essa

limitação implica que, apesar dos benefícios ambientais evidenciados, a adoção dessa tecnologia em larga escala pode não ser viável em contextos com infraestrutura mais limitada.

Além disso, o estudo não parece abordar de maneira suficiente a viabilidade social e econômica das soluções propostas. Embora a análise ambiental seja essencial, a implementação de estratégias de gerenciamento de resíduos também depende de fatores sociais, como a aceitação e o envolvimento da comunidade, e de fatores econômicos, como o custo das tecnologias e o retorno sobre o investimento. A compostagem EP-50, por exemplo, pode ser financeiramente inviável em contextos com baixo poder aquisitivo ou em regiões onde o orçamento municipal é restrito. Para garantir a efetividade da implementação de qualquer estratégia, é fundamental considerar esses aspectos, uma vez que a viabilidade social e econômica pode ser determinante para o sucesso a longo prazo das práticas de gerenciamento de resíduos.

Liu e Wang (2022) realizaram um estudo que analisou a contaminação de solo e águas subterrâneas em aterros informais, utilizando o método do índice de avaliação de fator único (*Single Factor Evaluation Index*, SFEI). Esse método permite avaliar a qualidade ambiental dos solos e da água ao redor de aterros, utilizando uma abordagem relativamente simples e direta. Em vez de depender de um conjunto complexo de indicadores, o SFEI se concentra em um único fator de avaliação, o que torna o processo mais acessível, especialmente em contextos com recursos limitados.

O estudo oferece uma contribuição relevante para a compreensão dos riscos ambientais associados aos aterros informais, que são frequentemente encontrados em áreas urbanas ou em regiões onde a infraestrutura de gestão de resíduos é precária. Esses aterros, que geralmente não seguem normas adequadas de planejamento e operação, representam uma ameaça significativa à saúde ambiental, principalmente no que diz respeito à contaminação do solo e das águas subterrâneas. O impacto desses aterros é agravado pela falta de monitoramento e controle efetivo, o que torna os estudos sobre suas consequências ambientais essenciais para a formulação de políticas públicas mais eficazes.

No caso da pesquisa de Liu e Wang, o método SFEI se mostrou útil por sua simplicidade e capacidade de fornecer uma avaliação rápida e eficaz da contaminação em áreas onde recursos técnicos ou financeiros são limitados. Esse método avalia a qualidade da água com base no pior indicador de um conjunto de parâmetros ambientais, fornecendo uma visão clara dos níveis de contaminação sem a necessidade de um modelo complexo. Ao focar em um único fator, o

estudo evita a sobrecarga de dados, tornando os resultados mais acessíveis para técnicos e gestores que não têm acesso a ferramentas sofisticadas.

No entanto, a simplicidade do SFEI também representa uma limitação, pois ao priorizar um único fator de avaliação, o método não captura completamente a complexidade dos impactos ambientais em áreas de aterros informais. Por exemplo, embora o SFEI possa identificar rapidamente um risco de contaminação por metais pesados ou substâncias tóxicas, ele não oferece uma análise aprofundada dos efeitos combinados de múltiplos fatores, como a interação entre diferentes tipos de poluentes ou os impactos de longo prazo sobre os ecossistemas locais.

Outro aspecto importante é que, embora o estudo tenha se concentrado na contaminação de solos e águas subterrâneas, os aterros informais podem ter uma gama de outros impactos ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa ou a degradação da biodiversidade local, que não foram explorados com o mesmo nível de detalhe. Uma análise mais abrangente poderia incorporar esses outros aspectos, proporcionando uma visão mais completa dos danos ambientais causados por esses aterros.

Ajibade *et al.* (2019) aplicaram uma combinação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Análise de Decisão Multicritério (MCDA) para a seleção de locais adequados para aterros sanitários. Usando a técnica *Analytical Hierarchy Process* (AHP), os autores ponderaram diversos critérios ambientais e técnicos, como tipo de solo, geologia e acessibilidade rodoviária. A utilização de SIG e MCDA proporcionou uma análise estruturada e detalhada, permitindo a consideração de múltiplos fatores críticos para a escolha do local mais apropriado para o aterro. Esse método robusto facilita a tomada de decisão em contextos com limitações de recursos e dados, ao mesmo tempo em que garante que a seleção do local seja a mais sustentável e eficiente possível.

Por outro lado, o estudo de Oluwatuyi *et al.* (2020) focou na investigação da concentração e distribuição de elementos químicos em lixões, utilizando técnicas avançadas de espectrometria de fluorescência de raios X (XRF) e espectrofotometria de absorção atômica (AAS), além de análises estatísticas como o teste ANOVA e a correlação de Spearman. O estudo trouxe uma compreensão mais detalhada sobre os riscos ambientais associados aos lixões, particularmente em relação à contaminação do solo e à potencial poluição de corpos d'água. A análise dos dados evidenciou a necessidade de controle rigoroso nesses locais para mitigar os danos ambientais, enfatizando a importância de medidas corretivas para garantir a saúde pública e a preservação ambiental.

Rahmanpour e Osanloo (2017) propuseram a criação de um Sistema de Suporte à Decisão (DSS) com a finalidade de definir limites sustentáveis de mineração a céu aberto, incorporando a lógica *fuzzy* e matrizes de decisão para avaliar e medir a sustentabilidade das alternativas de limites de escavação. A utilização de lógica *fuzzy* é um ponto chave, pois ela permite lidar com incertezas e variabilidade nos dados, que são comuns em cenários complexos, como a gestão de resíduos. Essa abordagem se destaca por sua flexibilidade, possibilitando a adaptação a diferentes contextos e cenários de decisão, o que a torna particularmente útil para áreas como a gestão de resíduos, onde variáveis como a disponibilidade de recursos, impactos ambientais e custos podem variar amplamente.

A capacidade de lidar com incertezas é uma das principais vantagens dessa abordagem, tornando-a uma ferramenta poderosa em situações em que as informações podem ser incompletas ou imprecisas. Na gestão de resíduos, por exemplo, decisões sobre o gerenciamento de áreas degradadas por resíduos sólidos podem ser dificultadas pela falta de dados precisos ou pela complexidade do contexto local. A aplicação de um DSS que incorpora a lógica *fuzzy* oferece uma solução robusta para essas situações, permitindo que diferentes alternativas de gestão sejam avaliadas de forma mais informada, considerando as variáveis envolvidas e os riscos associados a cada decisão. Além disso, o uso de matrizes de decisão, que ponderam os critérios de avaliação, oferece um formato estruturado para a análise e escolha de alternativas, facilitando o processo de tomada de decisão.

As pesquisas analisadas apresentam metodologias diversificadas e avançadas para a gestão de resíduos sólidos urbanos, utilizando ferramentas como GIS, AHP, openLCA e métodos de contabilidade energética, cada uma com suas vantagens e limitações. O uso de tecnologias avançadas e técnicas de modelagem, como AHP e GIS, oferece uma avaliação precisa e detalhada dos locais adequados para aterros e das estratégias de gerenciamento, mas muitas dessas abordagens podem ser desafiadoras em contextos com recursos limitados. Além disso, a aplicação de softwares como openLCA e técnicas de espectrometria aumenta a precisão das análises, mas a sua implementação pode ser cara e exigente em termos de infraestrutura.

A análise dos indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos pode ser enriquecida ao considerar as abordagens utilizadas por diferentes autores, os quais têm contribuído para a compreensão e avaliação dos impactos causados pela gestão inadequada desses resíduos. A adaptação e aplicação desses indicadores em contextos específicos exigem uma reflexão sobre as metodologias adotadas e as lacunas identificadas nas pesquisas. Por exemplo, estudos como o de Mustafa *et al.* (2019), que analisaram as práticas de

gestão de resíduos em Gujranwala, Paquistão, destacam a utilidade de indicadores como a Pegada de Carbono e o sistema *Wasteaware*. A Pegada de Carbono pode ser adaptada para avaliar as emissões de gases de efeito estufa provenientes da decomposição de resíduos em áreas degradadas, enquanto o *Wasteaware* é uma ferramenta que pode ser usada para medir a eficácia de práticas de gestão de resíduos, como reciclagem, compostagem e aterros sanitários, em cenários de degradação ambiental.

Outros autores, como Mustafa *et al.* (2018), que avaliaram o impacto ambiental de diferentes cenários de descarte de resíduos, utilizam a Pegada de Carbono e a contabilidade energética para quantificar os impactos ambientais. A contabilidade energética pode ser particularmente útil para quantificar os efeitos em áreas degradadas, considerando as implicações de longo prazo em termos de energia e recursos naturais, além da poluição do solo e da água.

Da mesma forma, estudos de Zewdie e Yeshanew (2023) sobre a identificação de locais adequados para o descarte de resíduos, utilizando GIS e AHP, podem ser adaptados para mapear a extensão da degradação e avaliar a contaminação do solo e da água em áreas afetadas por resíduos sólidos. No que diz respeito à avaliação dos impactos ambientais de estratégias de gerenciamento de resíduos, o trabalho de Aljarrah *et al.* (2024) utiliza o software openLCA para avaliar cenários como compostagem convencional e compostagem EP-50. Essa ferramenta pode ser expandida para incluir indicadores relacionados à contaminação por metais pesados, alteração no pH do solo e impactos em ecossistemas locais, fornecendo uma avaliação mais detalhada das melhores práticas para recuperação de áreas afetadas.

Liu e Wang (2022) conduziram uma análise sobre a contaminação de solo e águas subterrâneas em aterros informais, aplicando técnicas como monitoramento de imagens de poços para delinear a quantidade e distribuição de meios poluentes, a amostragem do solo, sedimentos, águas subterrâneas e águas superficiais circundantes para testes, esses métodos analíticos podem ser adotados para monitorar a contaminação em áreas degradadas, focando na presença de compostos tóxicos e na deterioração das condições ambientais. Já o trabalho de Ajibade *et al.* (2019), que utilizaram GIS e AHP para selecionar locais adequados para o descarte de resíduos sólidos, pode ser aplicado à avaliação da degradação em áreas com grandes volumes de resíduos, incluindo fatores como a proximidade de corpos d'água e a densidade populacional.

A análise dos impactos ecológicos de mudanças na cobertura da terra, proposta por Zhao *et al.* (2023), utilizando o Índice de Ambiente Ecológico de Sensoriamento Remoto (RSEI),

pode ser integrada para avaliar áreas degradadas por resíduos sólidos, monitorando as mudanças no uso do solo e os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos. Além disso, o índice de desempenho de consórcios de gestão de resíduos urbanos, desenvolvido por Macedo *et al.* (2023), pode ser adaptado para avaliar a eficácia da gestão de resíduos em áreas degradadas, incorporando variáveis sociais, ambientais e de recuperação de ecossistemas. O estudo de Oduro-Appiah *et al.* (2017), que utilizou a ferramenta *Wasteaware* para avaliar a gestão de resíduos em Acra, também pode ser útil para analisar o impacto do manejo de resíduos em áreas degradadas, considerando a eficácia das políticas de gestão.

A matriz de indicadores proposta por Jucá, Barbosa e Sobral (2020) para avaliar a sustentabilidade na gestão de resíduos pode ser aplicada para avaliar as condições de áreas degradadas, incluindo variáveis como a regeneração de solos e o impacto na qualidade de vida das comunidades locais. Por fim, Santiago e Dias (2012) e Rahmanpour e Osanloo (2017) apresentaram metodologias para avaliar a sustentabilidade na gestão de resíduos e estabelecer limites sustentáveis na mineração, respectivamente.

Essas abordagens podem ser adaptadas para incluir indicadores específicos para a recuperação de áreas degradadas, considerando os impactos do descarte de resíduos e a necessidade de regeneração ambiental. Assim, a integração dessas metodologias e a adaptação dos indicadores propostos por diferentes autores oferece uma visão mais ampla e detalhada sobre os desafios e soluções para a recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos.

1.3 Considerações Finais

A partir da revisão sistemática da literatura sobre indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos, foi possível identificar uma série de abordagens recorrentes que oferecem importantes contribuições para a gestão dessas áreas e a promoção de práticas mais sustentáveis. As pesquisas revisadas demonstram que, embora existam indicadores amplamente utilizados, como a Pegada de Carbono, a Avaliação de Ciclos de Vida e as metodologias de Análise de Decisão Multicritério (MCDA), ainda há um desafio significativo na adaptação de tais ferramentas, especificamente para áreas impactadas por resíduos sólidos, especialmente em contextos de recursos limitados e alta complexidade ambiental.

As lacunas de pesquisa identificadas incluem a necessidade de maior adaptação dos indicadores de sustentabilidade às condições locais de áreas degradadas, como a diversidade de

tipos de resíduos presentes e as condições socioeconômicas das populações envolvidas. Embora os indicadores ambientais sejam amplamente aplicados, muitos estudos carecem de uma abordagem mais holística, que inclua também os impactos sociais e econômicos associados à degradação, bem como a eficácia das tecnologias de recuperação de áreas impactadas. Além disso, a escassez de estudos sobre a viabilidade de implementação de indicadores em áreas específicas de lixões, revela a necessidade de criar metodologias mais acessíveis e práticas.

A análise das metodologias mostra também uma tendência crescente no uso de tecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e softwares de modelagem, que auxiliam na visualização e no monitoramento de áreas degradadas. Contudo, a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta barreiras técnicas e financeiras, particularmente em países em desenvolvimento ou regiões com limitações orçamentárias. Outra lacuna observada foi a falta de um consenso quanto à padronização de indicadores que possam ser universalmente aplicados, dada a diversidade de contextos ambientais e sociais em que os resíduos sólidos afetam as comunidades.

Com base nessa revisão, conclui-se que, para o aprimoramento do uso de indicadores de sustentabilidade, é essencial a contínua adaptação das metodologias existentes, incorporando dimensões mais amplas e específicas para o contexto das áreas degradadas. O uso de indicadores mais integrados e acessíveis, aliados a uma maior colaboração entre pesquisadores, gestores e comunidades, pode contribuir significativamente para a formulação de políticas públicas e estratégias de recuperação que sejam tanto eficazes quanto viáveis. A promoção de um ambiente mais sustentável e saudável depende, portanto, da evolução contínua das ferramentas de avaliação e da criação de soluções mais adaptáveis à realidade das áreas afetadas por resíduos sólidos.

Referências

AJIBADE, F. O. *et al.* Combining multicriteria decision analysis with GIS for suitably siting landfills in a Nigerian state. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 3–4, p. 100010, nov. 2019.

ALI, M. *et al.* Emergy based carbon footprinting of household solid waste management scenarios in Pakistan. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 131, p. 283–296, abr. 2018.

ALI, M. *et al.* Improvement of waste management practices in a fast expanding sub-megacity in Pakistan, on the basis of qualitative and quantitative indicators. **Waste Management**, v. 85, p. 253–263, fev. 2019.

- ALJARRAH, M. *et al.* Environmental performance analysis of three organic waste disposal scenarios: landfilling, composting, and EP-50. **Discover Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 445, 28 nov. 2024.
- BARROS, R. T. DE V.; SILVEIRA, Á. V. F. Uso de indicadores de sustentabilidade para avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 411–423, abr. 2019.
- CASP - Critical Appraisal Skills Programme. Cohort study checklist [online]. 2024. Disponível em <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>
- DYBÅ, T.; DINGSØYR, T. Empirical studies of agile software development: a systematic review. *Information and Software Technology*, v. 50, n. 9, p. 833–859, 2008.
- GODOY, C. M. T.; GODOY, W. I.; VARGAS, T. de O. O uso dos indicadores de sustentabilidade na agricultura familiar: contextualizando a experiência do sudoeste do Paraná. **Cadernos Zygmunt Bauman**, 2021. Disponível em: <https://cajapio.ufma.br/index.php/bauman/article/view/16898>. Acesso 02 jan. 2025.
- JUCÁ, J. F. T.; BARBOSA, K. R. M.; SOBRAL, M. C. Sustainability indicators for municipal solid waste management: A case study of the Recife Metropolitan Region, Brazil. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, v. 38, n. 12, p. 1450–1454, 20 dez. 2020.
- LIU, X.; WANG, Y. Identification and Assessment of Groundwater and Soil Contamination from an Informal Landfill Site. **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 16948, 17 dez. 2022.
- MACEDO, L. A. R. *et al.* Proposal of a sustainability index for intermunicipal cooperation on waste management. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, v. 41, n. 11, p. 1674–1683, 2 nov. 2023.
- ODURO-APPIAH, K. *et al.* Assessment of the municipal solid waste management system in Accra, Ghana: A ‘Wasteaware’ benchmark indicator approach. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, v. 35, n. 11, p. 1149–1158, 20 nov. 2017.
- OLUWATUYI, O. E. *et al.* Total concentration, contamination status and distribution of elements in a Nigerian State dumpsites soil. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 5, p. 100021, fev. 2020.
- ONU (2015) - Organização das Nações Unidas. **A Agenda 2030**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- PAGE, M. J., *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Syst Rev.** v. 10. 2021. DOI: 10.1186/s13643-021-01626-4 <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106301>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925519301593>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- RAHMANPOUR, M.; OSANLOO, M. A decision support system for determination of a sustainable pit limit. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 1249–1258, jan. 2017.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 203–212, jun. 2012.

TISOCO, M. C.; GOHR PINHEIRO, I. Indicadores de Sustentabilidade da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para Municípios Brasileiros: Desenvolvimento e Validação da Ferramenta. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 1, p. 063–080, 5 jan. 2023.

ZEWDIE, M. M.; YESHANEW, S. M. GIS based MCDM for waste disposal site selection in Dejen town, Ethiopia. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 18, p. 100228, jun. 2023.

ZHAO, Y. *et al.* The Evolution of Landscape Patterns and Its Ecological Effects of Open-Pit Mining: A Case Study in the Heidaigou Mining Area, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 5, p. 4394, 1 mar. 2023.

Artigo II - Caracterização do Uso e Cobertura da Terra da Área Degradada do Antigo Lixão de Itabaiana

Iuri Oliveira dos Santos

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

Resumo

Frente à crise ambiental contemporânea enfrentada pela humanidade, torna-se necessária a discussão sobre os desafios associados à desativação de lixões e recuperação dessas áreas degradadas. Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo principal a caracterização do uso e da ocupação da terra na área degradada do antigo lixão de Itabaiana, no estado de Sergipe. Para tal, a metodologia utilizada baseou-se na análise bibliográfica e documental e uso de geotecnologias, visando a identificação do uso da terra com base em imagens de satélite com resolução de 10 metros, juntamente com visitas de campo para validação dos dados. Dentre os resultados, foi possível constatar as mudanças na paisagem e a presença de áreas em diferentes estágios de degradação, desde espaços com sinais de regeneração natural até zonas adjacentes ainda comprometidas pela presença de resíduos. Conclui-se que há falta de infraestruturas básicas para as comunidades que residem na área de influência direta e recomenda-se estudos mais aprofundados a exemplo de indicadores de sustentabilidade, para obter uma compreensão dos impactos causados pelo antigo lixão.

Palavras-chave: Análise temporal; Degradação ambiental; Resíduos sólidos; SIG.

Abstract

Facing the contemporary environmental crisis faced by humanity, it becomes necessary to discuss the challenges associated with the deactivation of open dumps and the recovery of these degraded areas. In this context, the present study aims to characterize the land use and land cover of the degraded area of the former dump site of Itabaiana, in the state of Sergipe, Brazil. To achieve this, the methodology adopted was based on bibliographic and documentary analysis, along with the use of geotechnologies to identify land use based on satellite images with a 10-meter resolution, coupled with field visits to validate the data. The results revealed changes in the landscape and the presence of areas in different stages of degradation, ranging from spaces showing signs of natural regeneration to adjacent zones still compromised by the presence of waste. Additionally, a lack of basic infrastructure was observed for communities residing in the area directly influenced by the site. Therefore, further studies, such as those employing sustainability indicators, are recommended to better understand the impacts caused by the former dump site.

Keywords: Temporal analysis; Environmental degradation; Solid waste; SIG.

Introdução

A relação de desequilíbrio entre homem e natureza tem provocado múltiplos impactos ambientais, afetando de modo mais severo as comunidades vulneráveis (Santos *et al.*, 2024). Esses impactos comprometem funções ecológicas essenciais e a qualidade de vida humana, exigindo intervenções para a recuperação de áreas degradadas.

Impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração no meio ambiente provocada pela ação antrópica, especialmente aquelas decorrentes do uso dos recursos naturais (Diniz *et al.*, 2024; Sousa, 2024). Segundo Sánchez (2020), impacto ambiental é um conceito mais abrangente do que poluição, podendo ser negativo, como na disposição inadequada de resíduos sólidos, ou positivo, como em ações de restauração ecológica.

Nessa perspectiva, a gestão inadequada de resíduos sólidos é um desafio global. No Brasil, a persistência de lixões reflete um problema ambiental, social e econômico. Segundo Cardoso e Cardoso (2016), esses locais geram poluição do solo, da água e do ar devido à decomposição de resíduos orgânicos e químicos, impactando negativamente a biodiversidade, a saúde pública e a qualidade de vida das comunidades próximas. Além disso, os lixões atraem populações vulneráveis que dependem da coleta de recicláveis para sobrevivência, reforçando desigualdades sociais (Manzatto, 2019).

Entre os principais problemas ambientais associados aos lixões, destaca-se a geração de chorume - líquido altamente poluente que pode contaminar o solo e o lençol freático (ABNT, 1992) - e de biogás, composto por metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), que contribuem para o efeito estufa e podem ser tóxicos (Borba *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, a disposição incorreta dos resíduos contribui e/ou intensifica a degradação da qualidade da água, do solo, influenciando negativamente na modificação vegetal, das espécies animais e de todo o equilíbrio ecológico do planeta (Bento; Barros, 2021). Assim, a legislação ambiental desempenha um papel fundamental na proteção do meio ambiente e na gestão de áreas degradadas.

A Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é um exemplo disso. A lei dispõe de princípios e instrumentos para melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos, reduzindo os impactos ambientais causados por lixões. Para Nunes, Nogueira e Pinto (2023) esses princípios atuam como orientadores e limitadores das ações humanas que impactam o meio ambiente, assegurando a proteção tanto dos recursos naturais quanto dos interesses coletivos.

Por sua vez, o novo Código de Saneamento Básico (Lei n.º 14.026/2020) também merece destaque, ao trazer diretrizes abrangentes para o saneamento básico no Brasil, incluindo o manejo adequado dos resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais. A lei apresenta prazos para que os lixões sejam eliminados no Brasil. Nesse caso em específico, o município de Itabaiana, que possui, conforme os dados do IBGE de 2022, 103.439 habitantes, tinha como prazo 02 de agosto de 2023, pois já possuía entre 50 e 100 mil habitantes no censo de 2010.

Além do fechamento dos lixões, a legislação prevê a recuperação dessas áreas degradadas. Nesse contexto, a instrução normativa do IBAMA n.º 14, de 1º de julho de 2024, estabelece procedimentos para elaboração, apresentação, execução e monitoramento de Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) pelo administrado com vistas ao cumprimento da legislação ambiental em todos os biomas e suas respectivas fitofisionomias.

Ainda de acordo com o IBAMA (2024), o Art. 3º, inciso III, caracteriza áreas degradadas como aquelas que perderam a capacidade de retornar, por processos naturais, a um ecossistema semelhante ao que existia anteriormente.

A recuperação visa devolver a função e a estrutura do ecossistema afetado, podendo ser entendida como a reconstrução de sua função e estrutura. Visando restabelecer as capacidades ecológicas do ambiente como a regulação do ciclo de nutrientes e manutenção da biodiversidade (Martins, 2013).

Para elaboração e execução de um PRAD é necessário seguir um termo de referência adaptando-se aos cenários ambientais presentes na área a ser recuperada e seu entorno (IBAMA, 2024). Nesse contexto, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), torna-se uma ferramenta estratégica para a análise e compreensão detalhada do uso e cobertura do solo em áreas degradadas. Segundo Manzatto (2019), os SIG são ferramentas que contribuem para a análise de cenários antes, durante e após a degradação ambiental, permitindo a integração de dados de natureza espacial e temporal, facilitando a avaliação de atributos locais e a tomada de decisão.

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo caracterizar o uso e cobertura da Área Diretamente Afetada (ADA), a Área de Influência Direta (AID) e sua Área de Influência Indireta (AII), da antiga lixeira municipal de Itabaiana/SE, analisando os principais impactos ambientais decorrentes do uso da área como lixão. Segundo Farias e Oliveira (2021), a AID e AII, são áreas situadas no entorno da ADA, que recebem as consequências ambientais.

No presente estudo, a AID foi definida com a área em um raio de 500 metros a partir do centro do antigo lixão, conforme o termo de referência para elaboração de estudos ambientais

– TREA-67971/2023-0013, da Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA). Já a AII foi delimitada em um raio de 4 km da ADA, e optou-se por esse raio de influência da AII visando compreender os rios de primeira e segunda ordem presentes na AII, além de englobar toda a extensão geográfica das comunidades presentes na AID.

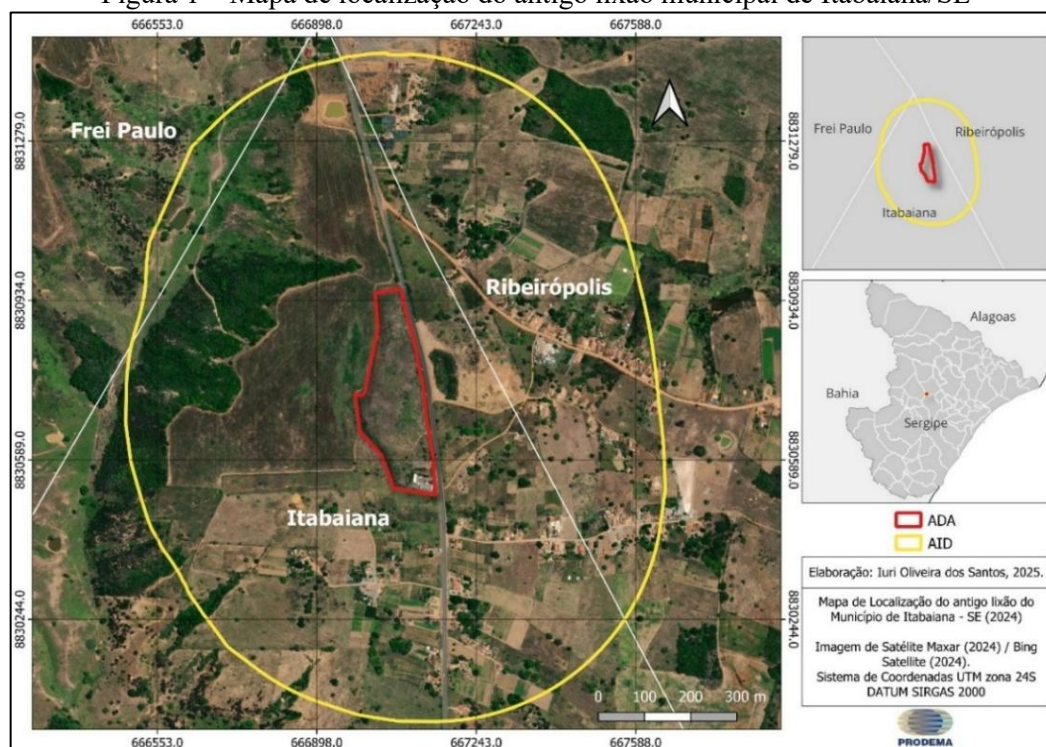
Destarte, é pertinente e necessário a realização de estudos, que além de contextualizar historicamente a degradação ambiental, permitam conhecer o estado atual dos recursos naturais, especialmente ao uso e ocupação do solo da área do entorno do antigo lixão de Itabaiana.

2.1 Metodologia

2.1.1 Área de Estudo

A área de estudo é o antigo lixão municipal da Terra Dura, localizado no povoado Oiteiro do Capim, no município de Itabaiana, próximo aos limites municipais de Ribeirópolis e Frei Paulo, no ponto de coordenadas X: -37.472450042651; Y: -10.57468019314. A Área Diretamente Afetada possui uma área de considerável dimensão, abrangendo aproximadamente 5 hectares. A (Figura 1) ilustra a localização geográfica do antigo vazadouro a céu aberto e sua Área de Influência Direta, que possui uma área de aproximadamente 136,90 hectares.

Figura 1 – Mapa de localização do antigo lixão municipal de Itabaiana/SE



Fonte: os autores, 2024.

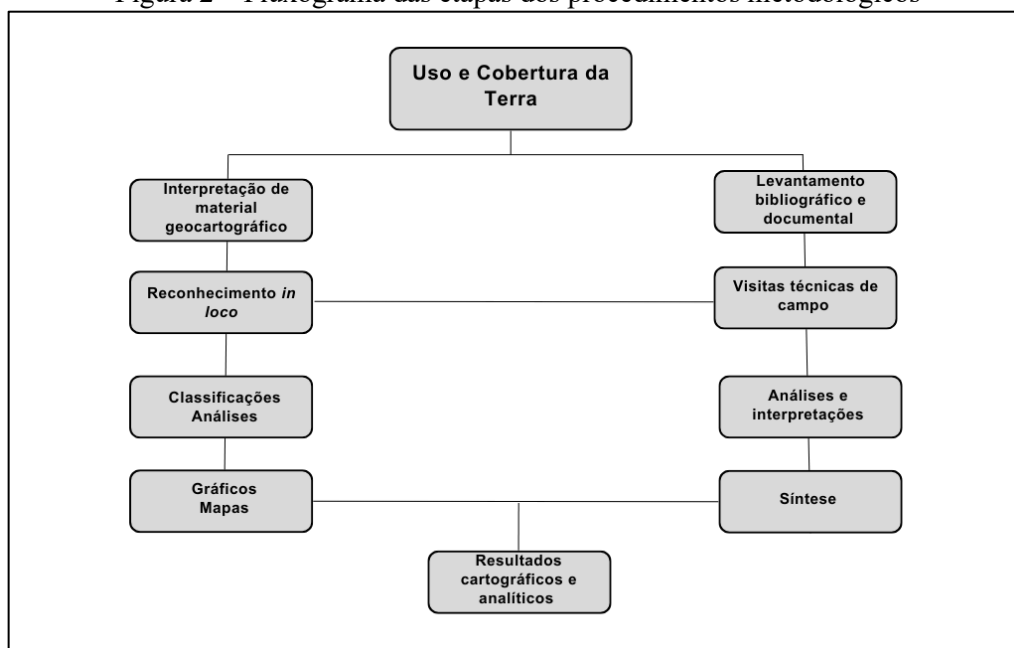
A principal via de acesso ao lixão é a rodovia SE-175, que conecta a sede municipal de Ribeirópolis à BR Federal 235. Embora a ADA esteja totalmente contida no município de Itabaiana, a AID abrange uma distribuição territorial maior, sendo 88,1 hectares (64%) situam-se em Itabaiana, 46,5 hectares (34%) em Ribeirópolis e 2,2 hectares (2%) em Frei Paulo.

2.1.2 Procedimentos Metodológicos

Com vistas a caracterizar as mudanças no uso e cobertura do antigo lixão, o estudo apresenta abordagem quanti-qualitativa, de natureza aplicada, visando não somente estabelecer relações causais entre a área degradada e as mudanças na paisagem, mas compreender o fenômeno como um sistema complexo interconectado.

Para o alcance do objetivo desse estudo, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos, agrupados em quatro etapas de pesquisa (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos



Fonte: os autores, 2024.

Foram realizadas consultas a documentos e relatórios relacionados ao licenciamento, operação e desativação do lixão, visando compreender detalhadamente como era a área antes e depois da implantação do lixão e quais impactos negativos foram gerados. Além do levantamento bibliográfico e documental, foram realizadas visitas *in loco* para confirmação de informações contidas nos documentos analisados.

Para a realização desta pesquisa, foi necessário delimitar a ADA, AID e AII. A delimitação foi realizada por meio do software QGIS na versão 3.28.15 (Firenze) da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) de Código Aberto, certificado segundo a Licença Pública Geral (GNU), a vetorização do antigo lixão foi realizada mediante imagens do Satélite Sentinel-2 com resolução de 10 m coletadas no programa Copernicus.

Delimitada a ADA, foi realizada a delimitação da AID e AII, por meio da ferramenta de geometria do vetor, para geração de um *buffer* de 500 m e outro de 2 km a partir da área do lixão. A ferramenta *buffer* é um algoritmo que calcula áreas por meio de uma camada de entrada escolhida pelo pesquisador, usando uma distância fixa ou dinâmica, que neste caso específico foi utilizada para criar o raio de influência direta e indireta.

A delimitação da área de influência é um passo fundamental em estudos ambientais. Neste sentido, o CONAMA (1986), no seu Art. 5º, inciso III, afirma que é preciso definir os limites geográficos a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos.

A geração dos produtos cartográficos se deu através da combinação de visitas de campo e interpretação e análise de imagens de satélite. As visitas foram realizadas entre os meses de maio a novembro de 2024, com o intuito de observar as características da paisagem e identificar os diferentes usos e cobertura da terra, que não era possível identificar apenas por imagens de satélite. Foi utilizado o aplicativo “*UTM Geo Map*” configurado no Sistema de Referência de Coordenadas Atribuídas (CRS) com o código EPSG:31984, correspondente ao sistema SIRGAS 2000, projeção *Universal Transverse Mercator* (UTM), zona 24S para coletar coordenadas geográficas e imagens das classes de uso e cobertura da área de estudo.

Para além das imagens do satélite sentinel-2, disponibilizadas pelo programa Copernicus, foi utilizado o *Basemaps Viewer do Planet Explorer*, que fornece acesso a mosaicos mensais de imagens de alta resolução. Complementarmente, foram utilizados dados do projeto MAPBIOMAS, também com resolução de 10 m para caracterizar a AII. Além disso, foram consultadas imagens do *Google Satélite* e *Bing Satélite*, integradas por meio do *plugin QuickMapServices* no *Software QGIS*, permitindo uma análise multiespectral mais detalhada e contínua da área.

2.2 Resultados e Discussões

2.2.1 Caracterização Ambiental da Área de Estudo

O clima na região é o tropical de Savana, que conforme a classificação climática de Köppen indica que o clima da área é do tipo As (clima quente, o mês mais frio apresenta temperatura do ar superior a 18 °C e o mês mais seco tem precipitação pluvial inferior a 60 mm e o verão é seco e quente), (Sousa *et al.*, 2010; Alvares *et al.*, 2013). A temperatura média é de 24,4 °C e precipitação média anual de 782 mm. O mês com maior número de dias chuvosos é junho (22,57 dias). O mês com o menor número é novembro (10,27 dias) (CLIMATE-DATA, 2021).

A AID do antigo lixão está localizada no divisor topográfico, próximo às nascentes de sub-bacias do rio Sergipe e a do Vaza-Barris (Serhidro, 2024). Segundo Silva e Jesus (2019), no lixão de Itabaiana, o tipo de unidade hidrogeológica é Aquicluda e próximo ao local também existe o aquífero do tipo Fissural/Cárstico.

O relevo da área varia do plano ao suave ondulado, o qual está inserido na unidade geomorfológica superfície aplainada degradada (Carvalho; Martins, 2017). E no compartimento geomorfológico do cinturão de dobramento Neoproterozoico, no qual está inserido a depressão Sertaneja Sergipana (Azambuja; Missura; Araújo, 2024). Com relação à geologia, afloram sedimentos da Formação Frei Paulo, do período Proterozóico Neoproterozóico Criogeniano (IBGE, 2004).

Quanto à pedologia, predominam o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico, textura média/argilosa, horizontes A fraco e A moderado e o Neossolo Litólico Eutrófico típico, textura média, horizonte A fraco e A moderado (Serhidro, 2024).

A região, onde está localizada o antigo lixão, pertence ao domínio do Bioma Caatinga, em uma faixa de transição com o Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2019). Segundo o IBGE (2021), a vegetação é classificada como área antrópica dominante em tensão ecológica associada ao Contato Savana/Savana-Estépica e Savana-Estépica/Floresta Estacional.

2.2.2 Caracterização do Início da Degradação

Embora não tenha sido encontrado um documento oficial que registre o início do descarte de resíduos sólidos no antigo lixão, é possível estimar, com base na análise de imagens

de satélite, depoimentos de antigos moradores e relatórios, a exemplo do Relatório de Fiscalização Ambiental da ADEMA RFA 35702/2019-7566, que a disposição de resíduos no local iniciou por volta da década de 1960.

A ausência de uma legislação ambiental clara sobre a disposição de resíduos no Brasil nessa época fez com que áreas próximas aos centros urbanos fossem frequentemente utilizadas para o descarte inadequado de resíduos. Contudo, Moreira *et al.* (2021) afirmam que a década de 1960 marcou um progresso significativo no campo da regulamentação ambiental. No entanto, sua eficácia foi limitada pela ausência de um senso coletivo de responsabilidade e pela falta de valorização da prevenção em benefício das gerações futuras.

O encerramento das atividades do antigo lixão de Itabaiana ocorreu no final de 2018 (MPSE, 2020; Santos *et al.*, 2023), após mais de 60 anos de operação. Esse marco foi resultado de esforços conjuntos entre autoridades municipais e órgãos de fiscalização para atender às exigências da PNRS, promulgada pela Lei Federal n.º 12.305/2010, e ao novo Código de Saneamento Básico (Lei n.º 14.026/2020).

Adicionalmente, Silva e Jesus (2019) destacam que o descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos promoveu alterações significativas na estrutura do solo, incluindo compactação causada pelo tráfego de veículos pesados e a presença de resíduos perigosos no lixão.

Nesse contexto, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR ISO 10.004:2004 identifica como Classe I os resíduos perigosos que apresentam características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, que podem causar riscos à saúde ou ao meio ambiente (ABNT, 2004).

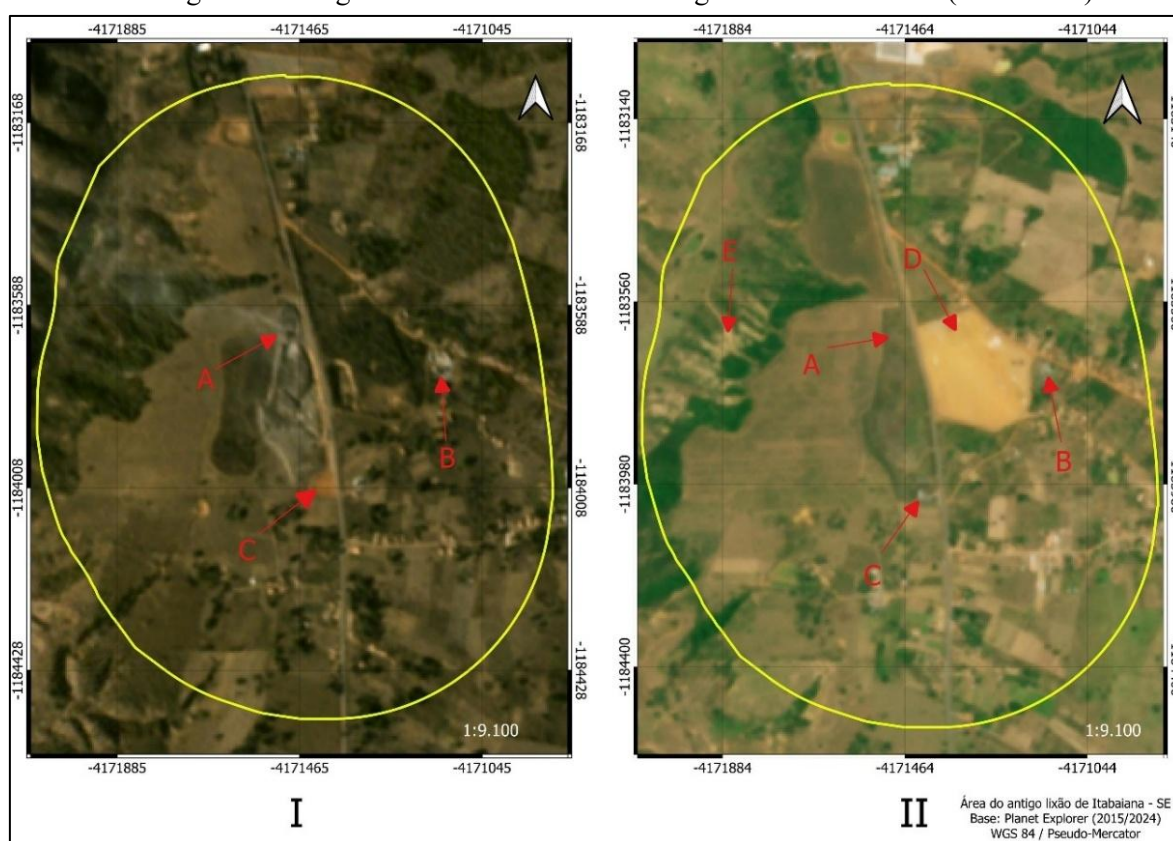
Quanto à vegetação nativa da área, não foram encontrados documentos ou estudos que descrevam suas características antes do início da disposição. A análise de imagens de satélite da década de 1960, disponibilizadas pelo *Google Earth Pro*, não possibilitou identificar a vegetação nativa da área, devido à baixa resolução dessas imagens. Considerando as características gerais da região, é possível que a área fosse composta por vegetação típica da transição entre Mata Atlântica e Caatinga.

Atualmente, a vegetação da ADA encontra-se na fase inicial de sucessão ecológica. Entretanto, os pesquisadores inventariaram a presença de várias espécies não nativas que, segundo os pesquisadores, é preocupante, uma vez que essas espécies conseguem inviabilizar o processo de sucessão ecológica, recomendando o manejo desses táxons (Santos *et al.*, 2023).

A Figura 3 apresenta duas imagens de satélite obtidas por meio da ferramenta *Planet Explorer*, correspondente à área do antigo lixão de Itabaiana. A Figura 3I, capturada em

dezembro de 2015, e a Figura 3II, adquirida em outubro de 2024, foram selecionadas com base nos seguintes critérios: (a) disponibilidade de resolução espacial de 10 metros; (b) escolha das imagens mais antigas e mais recentes disponíveis na plataforma; e (c) captura em períodos correspondentes da mesma estação do ano, de modo a minimizar variações sazonais e facilitar a análise comparativa das condições da área ao longo do tempo.

Figura 3 – Imagens de satélite da área do antigo lixão de Itabaiana (2015-2024).



Fonte: Planet Explorer, 2024.

A Figura 3I revela múltiplas condições da área do antigo lixão no momento de sua captura, destacando tanto práticas inadequadas quanto alterações significativas na paisagem. O marcador 'A' aponta a ocorrência de queima de resíduos sólidos dentro da ADA, prática utilizada em áreas de lixões para reduzir o volume e mitigar odores desagradáveis associados aos resíduos despejados (Gautam *et al.*, 2020). No entanto, essa prática é prejudicial, conforme destacado por Mahato *et al.* (2023), devido à emissão de gases, como dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2) e óxidos de Nitrogênio (NO_x), com impactos negativos para a saúde humana e ao meio ambiente.

No Brasil, a PNRS em seu Art. 47, inciso III, expressa que “é proibida a queima de resíduos sólidos e rejeitos em local a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos

não licenciados para essa finalidade” (BRASIL, 2010, p. 18). Ainda no Art. 47 no parágrafo 1º, deixa claro que somente é permitido a queima, quando decretada emergência sanitária, desde que autorizada e acompanhada por órgãos competentes.

Observa-se na seta ‘B’ da figura 3I, o descarte irregular de resíduos sólidos em uma área adjacente, localizada a aproximadamente 256 metros do lixão principal, ampliando o impacto ambiental dessa atividade inadequada.

Por fim, o marcador ‘C’ identifica a supressão de vegetação na área, associada ao processo de terraplanagem para a construção do Centro Regional de Triagem de Materiais Recicláveis.

A Figura 3II, apresenta o estado atual da paisagem na ADA e na AID do antigo vazadouro a céu aberto, evidenciando as transformações ocorridas desde sua desativação no final de 2018.

O marcador ‘A’, indica o estado do lixão seis anos após sua desativação, onde se observa o recobrimento da área por vegetação. Durante visitas *in loco*, foi constatado que a vegetação predominante é composta por mamoneiras (*Ricinus communis*) e Capim (*Megathyrsus maximus*), espécies não nativas, que apresenta rápido crescimento e frequentemente associadas a áreas degradadas.

Segundo Dias (2014), a *Ricinus communis*, pode causar problemas para a regeneração natural, a espécie é conhecida por sua capacidade de suprimir a vegetação em seu entorno. A *Megathyrsus maximus* promove a perda de biodiversidade e afeta a resiliência dos ambientes invadidos (Silva; Fabricante, 2022).

Ainda na ADA, foi verificado que a área, encontra-se cercada e possui controle de acesso, medida implementada para evitar o descarte irregular de resíduos e a presença de catadores na região, contribuindo para a mitigação de impactos negativos.

O indicador ‘B’, aponta para a redução significativa de resíduos sólidos na área adjacente ao lixão. Nas visitas em campo revelou-se tratar de uma propriedade privada, que se encontra cercada por muros altos, desestimulando o descarte de resíduos na área, como observado na Figura 3II, seta B.

O indicador ‘D’ (Figura 3II) destaca uma área com solo exposto com aproximadamente 42.603,13 m². Durante a visita de campo, constatou-se que o local observado na imagem de satélite está associado ao processo de terraplanagem para um empreendimento de natureza privada.

O marcador 'E' (Figura 3II) evidencia o aumento/surgimento de áreas de solo exposto próximas ao maior fragmento florestal presente na AID, o que é motivo de preocupação. Segundo Martins (2013) a presença de fragmentos florestais próximas a áreas degradadas, desempenham papel crucial no suporte à regeneração natural, uma vez que possibilita a dispersão de sementes, facilitada tanto por eventos naturais (como o vento) quanto pela fauna que transita entre os fragmentos e a ADA.

Por fim, a seta 'C' da Figura 3II aponta o Centro Regional de Triagem de Materiais Recicláveis, inaugurado em 2018 e gerido pelo Consórcio Público de Saneamento Básico do Agreste Central (CPAC), segundo Itabaiana (2019). Assim, apresenta-se a faixa do empreendimento em 2024 (Figura 4).

Figura 4 – Centro regional de triagem de materiais recicláveis



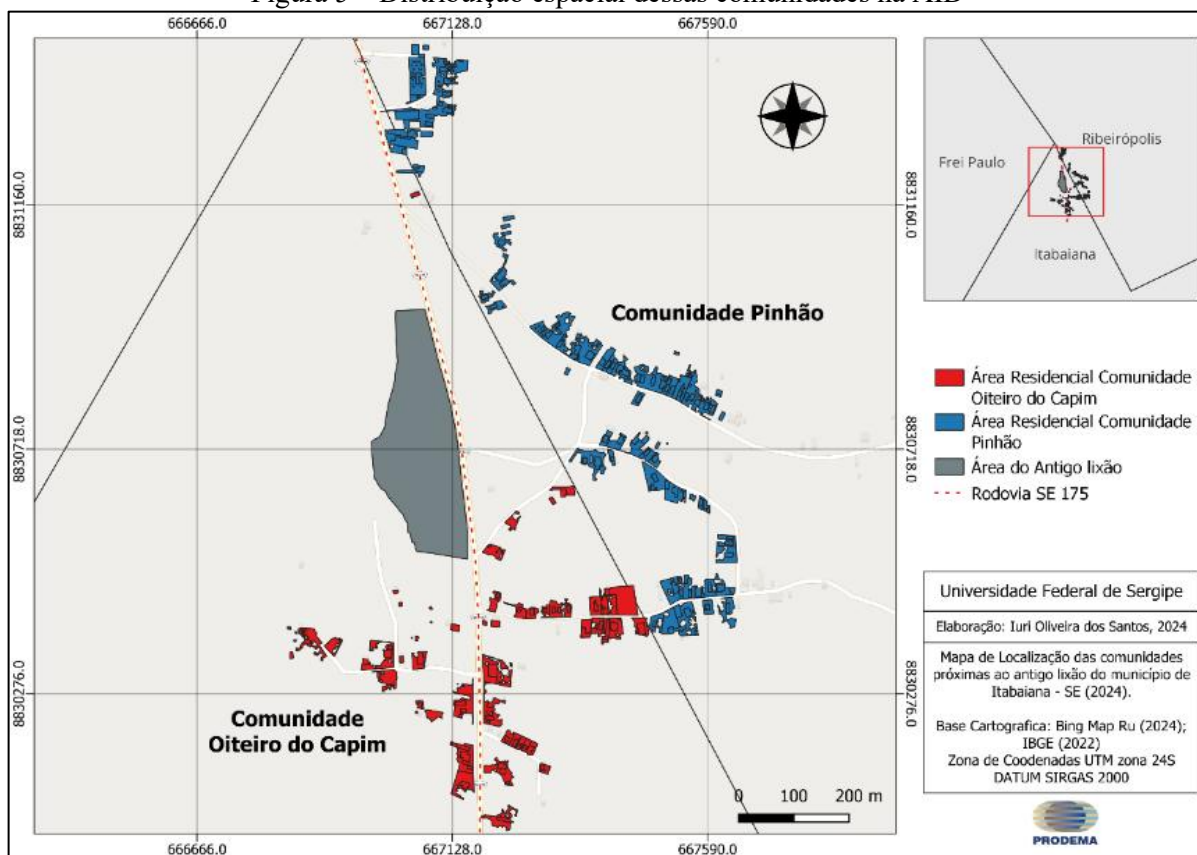
Fonte: Acervo pessoal do autor, 2024.

Essa intervenção representa uma tentativa de reorganização e avanço na gestão de resíduos sólidos da região, contrastando com os impactos das práticas inadequadas registradas anteriormente.

2.2.3 Distribuição Espacial das Comunidades Locais da Área de Influência Direta (AID)

Na AID, buscou-se identificar e quantificar a distribuição espacial das comunidades locais, visando subsidiar estudos futuros, como aplicação de questionários para o atendimento do objetivo específico C da Introdução Geral. A Figura 5 apresenta a distribuição espacial dessas comunidades na AID.

Figura 5 – Distribuição espacial dessas comunidades na AID



Fonte: os autores, 2024.

Por meio da análise do produto cartográfico, complementada por visitas de campo, constatou-se que, no raio de 500 metros da AID, existem duas comunidades: Oiteiro do Capim, pertencente ao município de Itabaiana, e Pinhão, localizada no município de Ribeirópolis. Embora a área de influência direta compreenda 2,2 hectares do território do município de Frei Paulo, não foram identificadas residências no raio de estudo.

Estima-se um total de 101 residências distribuídas na AID, aproximadamente 45% de residências na comunidade Oiteiro do Capim e 55% de residências na comunidade Pinhão. Esses dados reforçam a necessidade de compreender os impactos socioambientais decorrentes do antigo lixão nas comunidades.

A análise do padrão de ocupação nas proximidades do antigo lixão indica a possível exposição das comunidades locais a impactos ambientais, incluindo possível contaminação de recursos hídricos. Além disso, foi identificado o uso de poços artesianos e caixas d'água pelas comunidades, com estruturas específicas localizadas nas coordenadas geográficas -10.585.458, -37.472.745, e um chafariz/poço na comunidade Pinhão, em -10.572.263, -37.469.001,

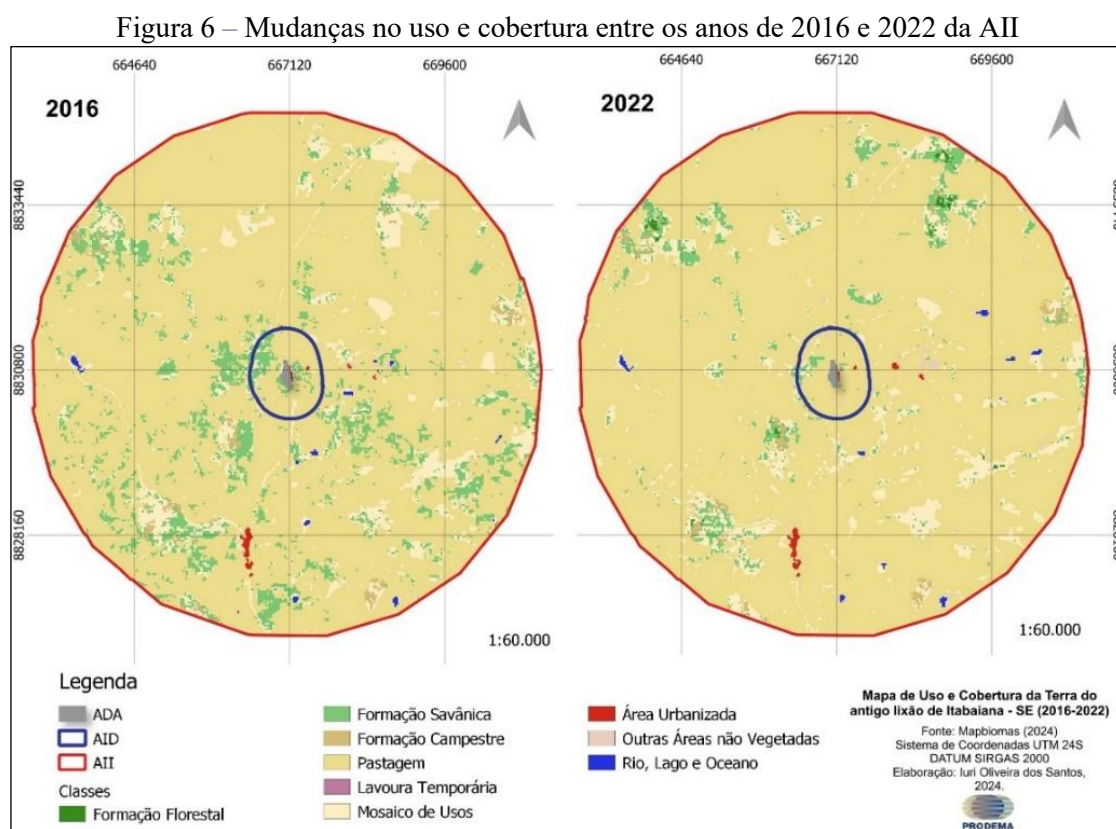
evidenciando a dependência dessas populações de fontes hídricas locais para suas necessidades diárias.

Esse cenário aponta para a necessidade de monitoramento contínuo dos recursos hídricos da área. Segundo Cerar *et al.* (2022) é amplamente conhecido que aterros que não possuem medidas para conter a infiltração de lixiviados podem continuar contaminando as águas subterrâneas mesmo após sua desativação.

Outro ponto relevante notado durante as visitas, foi a ausência de infraestrutura básica proporcionada pelo estado. Não foram identificadas estruturas essenciais, como escolas, unidades de saúde ou espaços de lazer, evidenciando a carência de serviços públicos fundamentais para a qualidade de vida das comunidades locais.

2.2.4 Uso e Cobertura da Área de Influência Indireta (AII)

Para a caracterização da Área de Influência Indireta (AII), utilizou-se como parâmetro indicativo o mapeamento BETA de uso e cobertura da terra (Figura 6), disponibilizado pelo projeto MapBiomas, utilizando imagens de satélite sentinel-2 com resolução de 10 metros.



Fonte: Mapbiomas, 2024.

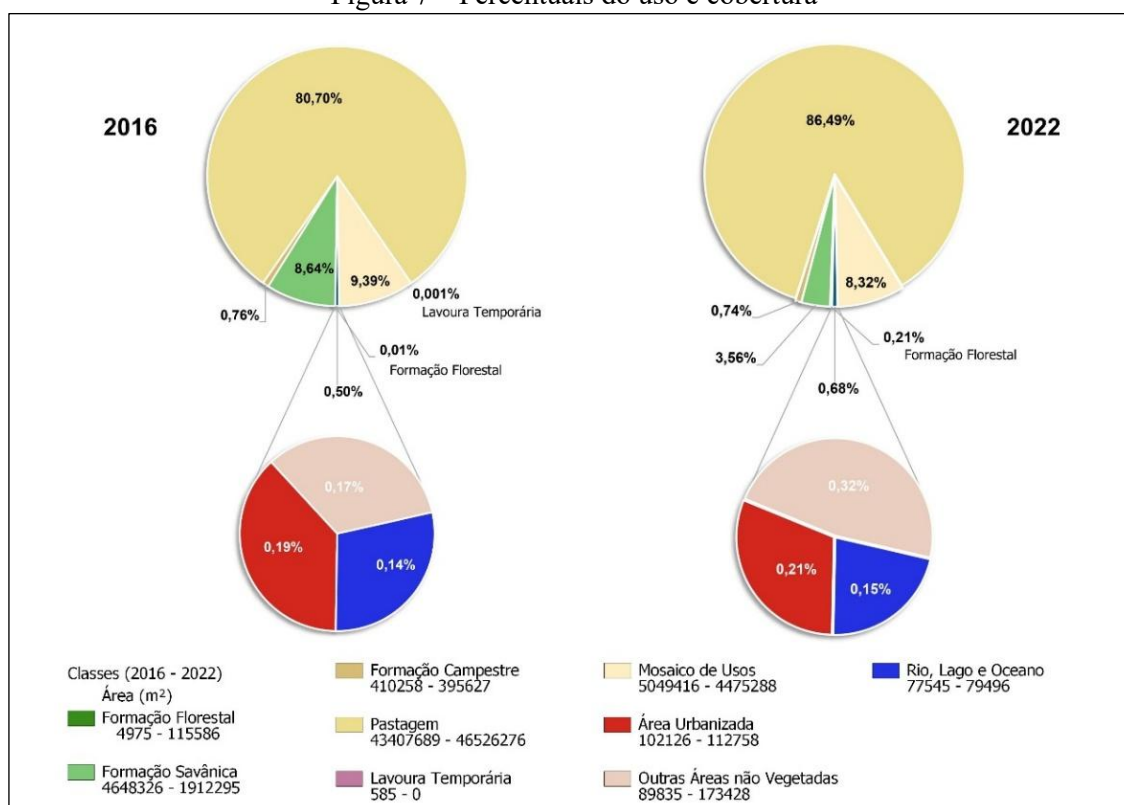
Elaboração: os autores, 2024.

Apesar de ser um mapeamento teste, os resultados apresentados com essa resolução permitem entender a dinâmica existente na área estudada. A figura mostra as mudanças entre os anos de 2016 e 2022. As imagens foram selecionadas com base no critério de imagens mais recente e mais antiga disponíveis, com resolução espacial de 10 metros disponíveis no programa.

A área analisada possui aproximadamente 50,27 km², delimitada a partir do *buffer* de 4 km da ADA. Diante disso, nota-se que, devido à ação antrópica, a cobertura vegetal da região apresentou significativas mudanças ao longo do período analisado. Ademais, foi possível perceber que a área se encontra em uma zona de uso e cobertura de predominância de pastagem e cultivos agrícolas.

A redução de áreas com formações naturais (Figura 7) para implementação de cultivos agrícolas e agropecuários gera o desmatamento e a intensificação de processos erosivos, contribuindo, conseqüentemente, para a redução da fertilidade dos solos. Durante a análise de campo, constatou-se que grande parte da vegetação remanescente é composta por formações secundárias, com baixa representatividade de espécies nativas. Esse cenário decorre, em grande medida, do uso intensivo do solo para práticas de pastagem e agricultura temporária.

Figura 7 – Percentuais do uso e cobertura



Fonte: Mapbiomas, 2024.

Elaboração: os autores, 2024.

Ao comparar os dados de uso e cobertura, observam-se algumas mudanças significativas. A classe pastagem continua sendo a predominante, apresentando um aumento significativo de 1,18704 m², corroborando com a visita de campo, onde foi observado que a área estudada é fortemente utilizada para fins agropecuários. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, Itabaiana possuía uma área de 13.560 hectares voltados para estabelecimentos agropecuários, sendo em sua grande maioria para a criação de bovinos e equinos (IBGE/SIDRA, 2019).

A baixa representatividade de formações naturais, como florestal e savânica, aponta para um histórico de desmatamento das formações naturais. Essa realidade é notada em diferentes estudos realizados em áreas degradadas por lixões, que frequentemente sofrem intensa pressão humana e perda de biodiversidade (Boaventura; Cunha; Silva, 2019).

O aumento das áreas de pastagem e redução das formações naturais podem agravar os impactos ambientais na AII, uma vez que a supressão dessas formações para fins agropecuários acarreta à perda de biodiversidade e aumento da vulnerabilidade do solo.

Outro dado que chama atenção é a baixa disponibilidade da classe de rios e lagos na região. Para além da escassez, notou-se que a presença de pequenos lagos, utilizados principalmente para a atividade agropecuária.

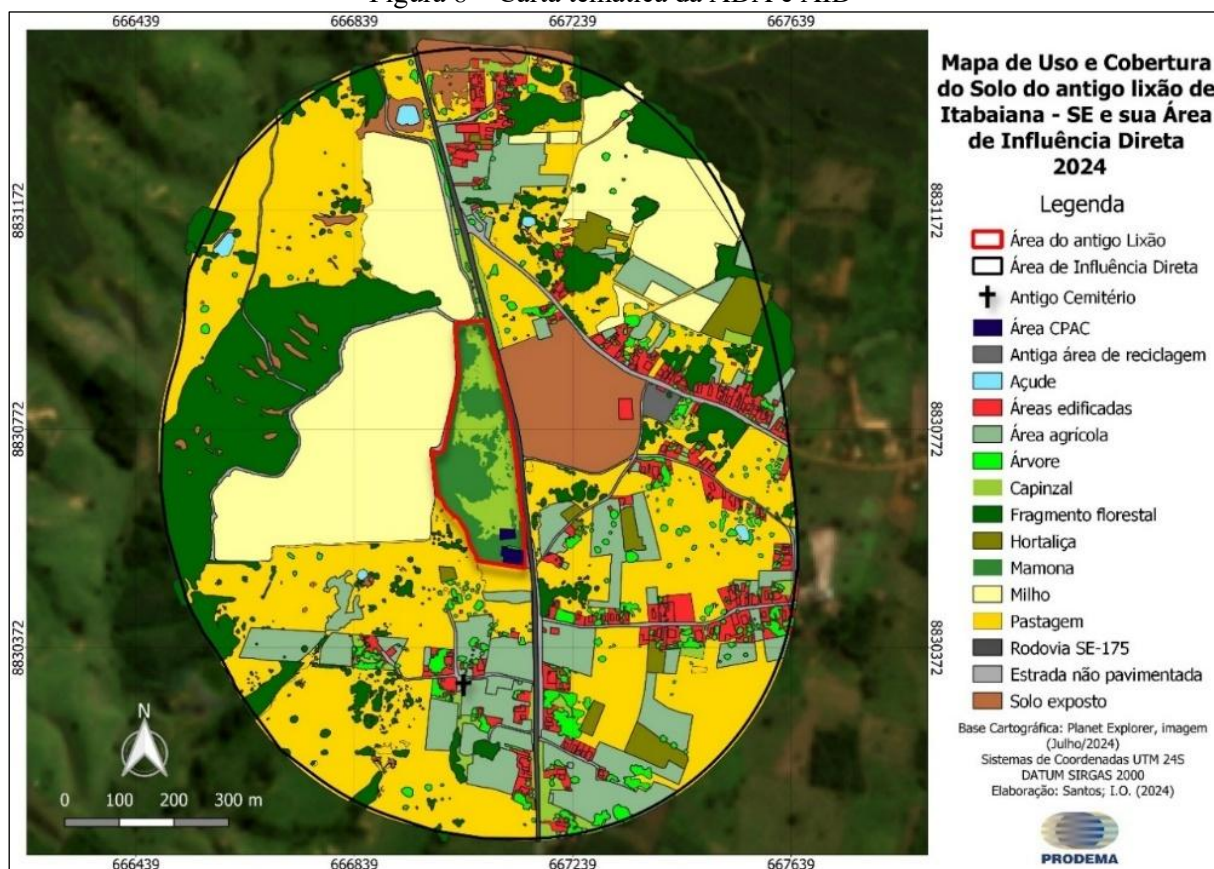
Esses dados revelam a necessidade de desenvolvimento de políticas públicas voltadas para as comunidades através do aumento da distribuição de água, implementação de infraestruturas básicas voltadas para educação, lazer e saúde. No âmbito ambiental, deve-se buscar a preservação dos remanescentes naturais existentes na área.

2.2.5 Carta Temática da ADA e AID

Através da fotointerpretação manual e visitas *in loco* foi possível analisar o uso e cobertura do solo da ADA e AID do antigo lixão municipal de Itabaiana (Figura 8). O mapa temático de uso e cobertura da terra da ADA e AID foi elaborado visando identificar a distribuição espacial das diferentes classes, fornecendo uma base visual para analisar as dinâmicas de ocupação e os impactos decorrentes da degradação ambiental do antigo lixão municipal.

A análise do mapa evidencia a predominância da classe pastagem, que ocupa a maior parte da área mapeada. Esse padrão corrobora com os dados fornecidos pelo programa Mapbiomas (2024), que também aponta para a prevalência dessa classe na região.

Figura 8 – Carta temática da ADA e AID



Fonte: os autores, 2024.

Em contraste, a Formação Florestal aparece como remanescente isolado, entre as classes de milho e pastagem. O cultivo de milho, destaca-se tanto pela sua extensão quanto por sua proximidade ao antigo lixão, situando-se a aproximadamente 10 metros de distância, que separam o lixão do cultivo de milho na porção oeste da área mapeada.

Essa proximidade representa um risco de contaminação do solo e das culturas por chorume e outros poluentes, com potenciais impactos na saúde humana e na segurança alimentar.

As áreas edificadas e os mosaicos de usos foram identificados com maior precisão no mapa temático, possibilitando visualizar a proximidade das classes com o entorno da área anteriormente ocupada pelo lixão. Ademais, verifica-se um uso significativo das terras para atividades agrícolas, predominantemente para os cultivos de milho, mandioca e feijão. Esses resultados estão consoantes aos dados do Censo Agropecuário (2017), que destacou os principais cultivos na região de Itabaiana, devido ao número expressivo de lavouras temporárias existentes (IBGE/SIDRA, 2019).

Por fim, na Área de Influência Direta, no que tange à infraestrutura socioeconômica, essa população carece de serviços básicos como educação, saúde e lazer, resultando na necessidade de deslocamento para as comunidades adjacentes em busca desses serviços.

2.3 Considerações Finais

Com base nos resultados apresentados, corrobora-se que a caracterização do uso e cobertura da terra da área degradada do antigo lixão de Itabaiana e sua AID e AII, através do emprego das técnicas de geoprocessamento, possibilitou uma análise integrada e detalhada do objeto de estudo.

O uso de geotecnologias foi essencial para a identificação das classes e sua distribuição espacial na região, permitindo compreender as mudanças ocorridas antes, durante e após o impacto ambiental causado pelo antigo vazadouro.

Pode-se afirmar que houve, de modo geral, um aumento expressivo da antropização na área ao longo do tempo. Esse cenário reforça a necessidade de ações efetivas para mitigar os impactos identificados. É essencial implementar políticas públicas voltadas para a proteção ambiental e a recuperação da área, além de investir em infraestruturas que atendam às demandas das comunidades locais, proporcionando uma melhor qualidade de vida na região.

Por fim, recomenda-se que futuras pesquisas sejam realizadas para aprofundar a compreensão das dimensões sociais, econômicas e ambientais do entorno do antigo lixão. Essas pesquisas podem focar na análise detalhada por meio de indicadores de sustentabilidade, visando identificar os desafios específicos e desenvolver estratégias eficazes para a mitigação desses impactos.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L. G., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 1 dez. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004/2004:** Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8419/1992:** apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

AZAMBUJA, R. N.; MISSURA, R.; ARAÚJO, H. M. Geomorphology of Sergipe State. In: **Geomorphology of the Northeast Region of Brazil**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 223-251.

BENTO, F. F. L.; BARROS, J. D. S. Avaliação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos por meio de Indicadores de Sustentabilidade no Município de Nazarezinho-PB. **Revista GeoSertões-ISSN**, v. 2525, p. 5703, 2021.

BOAVENTURA, K. J.; CUNHA, E. L.; SILVA, S. D. Recuperação de áreas degradadas no Brasil: conceito, história e perspectivas. **Revista Tecnia**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 135–155, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnica/article/view/1041>. Acesso em: 29 nov. 2024.

BORBA, P. F. S.; MARTINS, E. M.; CORREA, S. M.; RITTER, E. Emissão de gases do efeito estufa de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 101–111, 2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 27 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 1/86, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre procedimentos relativos a Estudo de Impacto Ambiental. Diário Oficial da União 1986. Disponível em: ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF. Acesso em: 29 nov. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Marco Regulatório do Saneamento Básico, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em 27 out. 2024.

CARDOSO, F. DE C. I.; CARDOSO, J. C. O problema do lixo e algumas perspectivas para redução de impactos. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 4, p. 25–29, dez. 2016.

CARVALHO, L. M.; MARTINS, V. S. **Geodiversidade do estado de Sergipe**. Salvador, CPRM, 2017.

CERAR, S.; SERIANZ, L.; PEPELNIK, K. K.; PRESTOR, J. Synoptic Risk Assessment of Groundwater Contamination from Landfills. **Energies**, v. 15, n. 14, p. 5150, 15 jul. 2022.

CLIMATE-DATA. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sergipe/itabaiana-42970/>. Acesso em: 27 out. 2024.

DIAS, J. **Megathyrus maximus (capim-colonião) no contexto da restauração ecológica**. Orientador: Jose Marcelo Domingues Torezan. 2014. Tese (Doutorado em ciências biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, 2014.

DINIZ, B. C. R.; ARAÚJO, L. S.; ALVES, A. F.; LIMA, M. D. R.; QUEIROZ, C. da C. S. Análise da legislação ambiental brasileira quanto a recuperação de áreas degradadas. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 8, p. e9675, 22 ago. 2024.

FARIAS, C. A.; OLIVEIRA, C. M. Estudo da avaliação de impacto ambiental como instrumento analítico nas práticas de perícia judicial ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 6, p. 720-738, 2021.

GAUTAM, S.; J., B.; R., D. Spatio-temporal estimates of solid waste disposal in an urban city of India: A remote sensing and GIS approach. **Environmental Technology & Innovation**, v. 18, p. 100650, maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250.000. Série Relatórios Metodológicos, v. 45. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 2004. Escala: 1:5.000.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama**. Disponível em. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/itabaiana/panorama>. Acesso em: 27 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. SIDRA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 29 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Instrução Normativa nº 14 de 1º de julho de 2024**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=139412>. Acesso em: 27 nov. 2024.

MAHATO, D. K. *et al.* Burning of Municipal Solid Waste: An Invitation for Aerosol Black Carbon and PM_{2.5} Over Mid-Sized City in India. **Aerosol Science and Engineering**, v. 7, n. 3, p. 341–354, 26 set. 2023.

MANZATTO, M. P. **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Editora Senac, 2019. E-book

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**: como recuperar áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e áreas de mineração. Viçosa: Ed. Aprenda Fácil, 2013.

MOREIRA, K. S.; JÚNIOR, J. A. J.; SOUSA, P. E. O.; MOREIRA, H. S.; BALIZA, D. P. A evolução da legislação ambiental no contexto histórico brasileiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e14010212087, 2021.

MPSE. Ministério Público de Sergipe. A pedido do Ministério Público, Judiciário bloqueia 40% do FPM do Município de Itabaiana para que área do antigo lixão seja recuperada, 2020. Disponível em: <https://www.mpse.mp.br/index.php/2020/08/03/a-pedido-do-ministerio-publico-judiciario-bloqueia-40-do-fpm-do-municipio-de-itabaiana-para-que-area-do-antigo-lixao-seja-recuperada/>. Acesso em: 15 de set. 2024.

NUNES, G. P.; NOGUEIRA, C. R. D.; PINTO, M. proteção do meio ambiente e os princípios da prevenção e da precaução. **Revista de Direito**, v. 15, n. 01, p. 01–28, 13 fev. 2023.

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção Beta de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com 10 metros de resolução espacial**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/mapbiomas-cobertura-10m/>. Acesso em: 15 de nov. de 2024.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2020.

SANTOS, E. L.; ARAÚJO, K. C. T.; NASCIMENTO, R. S.; FABRICANTE, J. R. Flora espontânea do lixão desativado de Itabaiana, Sergipe, Brasil: seleção de espécies para recuperação do local. **Revista Interdisciplinar Animus**. IFMT – Pontes e Lacerda, v. 4, n. 1, e0412305, 2023.

SANTOS, I. O.; HORA, L. M.; BARBOSA, A. M. F.; MISSURA, R. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica – SE. Anais do XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente. Campina Grande: **Realize Editora**, 2024. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/115603>. Acesso em: 28 nov. 2024.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ações Climática - SEMAC. **SERhidro**, 2024. Disponível em: <https://storymaps.arcgis.com/stories/4be843dcf26444b8ae7eed4ec86aecdc>. Acesso em: 29 nov. 2024.

SILVA R.S.; JESUS, C.O. Estudos dos Impactos Socioambientais Ocorridos no Lixão da Terra Dura, localizado no município de Itabaiana (SE). In: **Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**, 12, 2019. Aracaju, 2019. Disponível em: <<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/100/ENREHSE0029-1-20190225-230654.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2024

SILVA, F. O.; FABRICANTE, J. R. Impacts of the biological invasion by *Ricinus communis* L. on the native biota of the Atlantic Forest, Aracaju, Sergipe State, Brazil. **Acta scientiarum. biological sciences**, v. 44, n. 1, p. 1-10, 2022.

SOUSA, I. F.; SILVA, B. K. N., NETTO, A. O. A.; AZEVEDO, P. V. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 633–644, 2010.

SOUSA, J. M. **Impacto ambiental e logística reversa**. São Paulo: Editora Senac, 2024. E-book.

Artigo III - Indicadores de Sustentabilidade: Proposta para o Antigo Lixão de Itabaiana/SE

Iuri Oliveira dos Santos

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos ambientais decorrentes da disposição irregular de resíduos sólidos no antigo lixão municipal de Itabaiana, por meio de indicadores de sustentabilidade. Para tanto, adotou-se uma abordagem exploratória que combinou pesquisa documental e visitas de campo com registro fotográfico e a aplicação de 30 indicadores distribuídos em seis aspectos ambientais. Os resultados indicam a presença de impactos em todos os meios analisados. O meio biótico apresentou o maior índice negativo $-3,42$, o meio físico obteve índice de $-2,35$, já o meio antrópico registrou menor magnitude de impacto $-0,86$. Conclui-se que, mesmo após o encerramento das atividades do lixão, persiste um quadro de impacto, sobretudo nos meios biótico e físico, que exige intervenções. Recomenda-se a implementação imediata de sistemas de drenagem e controle de lixiviados, monitoramento contínuo das águas subterrâneas, ações de restauração ecológica direcionadas (revegetação com espécies nativas e controle de invasoras) e a efetiva execução e fiscalização do PRAD, bem como estudos complementares que aprofundem os impactos socioeconômicos nas comunidades da Área de Influência Direta.

Palavras-chave: áreas degradadas; métricas; resíduos sólidos; sustentabilidade.

Abstract

The objective of this study was to assess the environmental impacts resulting from the irregular disposal of solid waste in the former municipal landfill in Itabaiana, using sustainability indicators. To this end, an exploratory approach was adopted that combined documentary research and field visits with photographic records and the application of 30 indicators distributed across six environmental aspects. The results indicate the presence of impacts in all the environments analyzed. The biotic environment had the highest negative index -3.42 , the physical environment had an index of -2.35 , while the anthropic environment recorded the lowest impact magnitude -0.86 . It is concluded that, even after the closure of the landfill, there is still an impact, especially on the biotic and physical environments, which requires interventions. The immediate implementation of drainage and leachate control systems, continuous monitoring of groundwater, targeted ecological restoration actions (revegetation with native species and control of invasive species), and the effective implementation and enforcement of the PRAD, as well as complementary studies that further investigate the socioeconomic impacts on communities in the Area of Direct Influence.

Keywords: degraded areas; metrics; solid waste; sustainability.

Introdução

O antigo lixão municipal de Itabaiana representa um símbolo dos desafios que inúmeras cidades brasileiras enfrentam na efetivação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual estabelece, entre suas diretrizes, a recuperação das áreas degradadas como etapa indispensável da gestão pós-fechamento.

Esse desafio remete ao princípio fundamental difundido na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992, que ressalta a necessidade de repensar a relação entre sociedade e natureza (Guimarães; Feichas, 2009). Nesse sentido, sustentabilidade, pode ser entendida como a capacidade de um sistema manter suas funções essenciais ao longo do tempo (Veiga, 2010), é posta à prova em contextos como este.

Para compreender os impactos socioambientais decorrentes das ações humanas e dos diferentes processos de uso e ocupação do território, podem ser utilizados diversos instrumentos de análise entre eles, os indicadores de sustentabilidade. Nesse sentido, Gonçalves e Mikosz (2023) afirmam que, os indicadores funcionam como faróis para a compreensão das condições de um determinado local, construídos a partir de variáveis que, quando associadas, conferem significado concreto aos fenômenos e orientam ações em direção à sustentabilidade.

As pesquisas utilizando indicadores, iniciaram por volta das décadas de 1970 e 1980 como resultado de diversos esforços de organizações governamentais nacionais e internacionais na produção de relatórios sobre o estado do meio ambiente (Franca, 2001). Para Melo e Van Bellen (2019), um bom indicador deve ser acessível, transparente, palpável, viável financeiramente e deve auxiliar na tomada de decisão dos governantes, mas também informando e dando voz ao cidadão.

Nessa perspectiva, Lopes *et al.* (2021), afirmam que, para se construir uma política pública que possa ser adequadamente gerenciada é necessário se dispor de um conjunto de indicadores de desempenho que contribuam de forma efetiva no processo de tomada de decisão vinculado à operacionalização das políticas públicas.

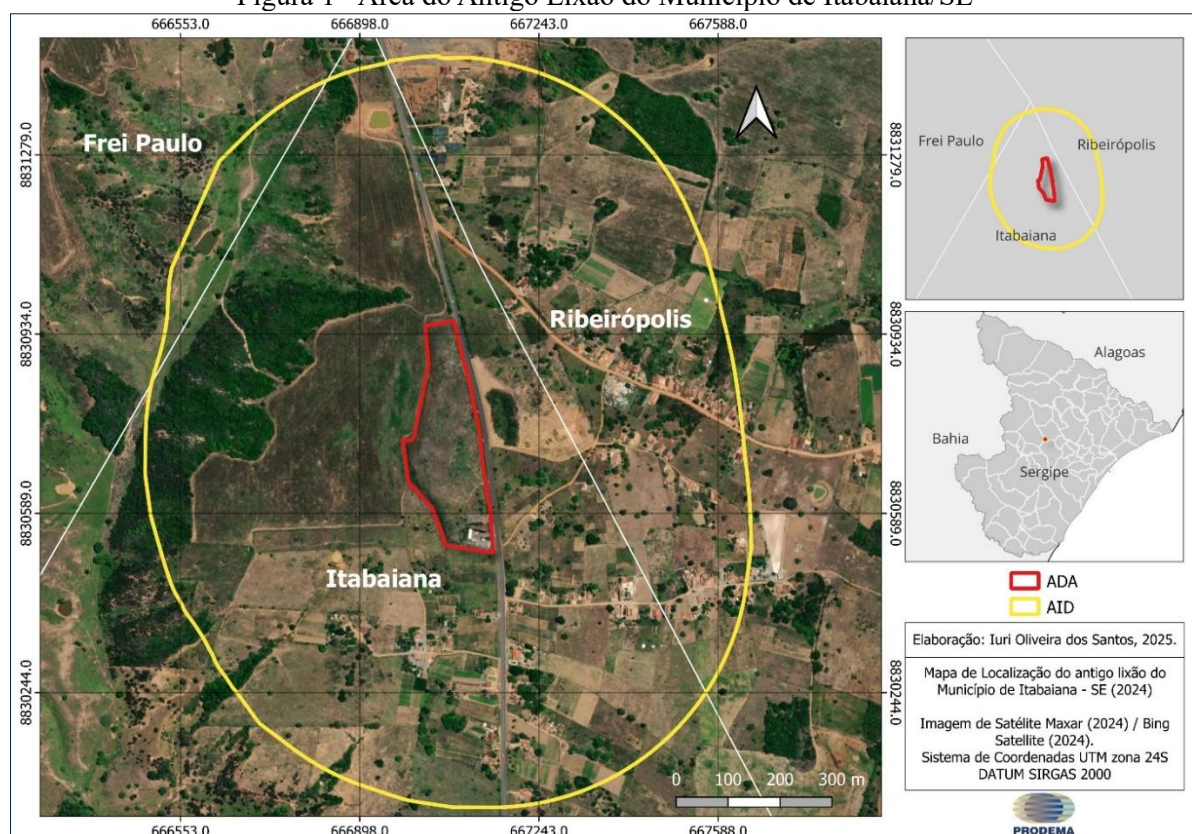
Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo avaliar os impactos ambientais decorrentes da disposição irregular de resíduos sólidos no antigo lixão de Itabaiana, utilizando-se de indicadores de sustentabilidade ambiental. Para tanto, foi adaptado o *checklist* de avaliação de impactos proposto por Campos (2008) e Silva *et al.* (2022).

3.1 Metodologia

Recorte espacial da pesquisa

A área investigada corresponde ao antigo lixão municipal da Terra Dura (Figura 1), situado no povoado Oiteiro do Capim, no município de Itabaiana, próximo às divisas com os municípios de Ribeirópolis e Frei Paulo. O ponto geográfico central da Área Diretamente Afetada (ADA) situa-se aproximadamente na latitude 10°34'25.80"S e longitude 37°28'22.98"O.

Figura 1– Área do Antigo Lixão do Município de Itabaiana/SE



Fonte: os autores, 2025.

A ADA compreende cerca de 5 hectares, caracterizando-se como o espaço de maior impacto decorrente da disposição inadequada de resíduos sólidos. Já a Área de Influência Direta (AID), que abrange aproximadamente 136,90 hectares, corresponde ao entorno imediato do antigo vazadouro.

Coleta de Dados

A investigação foi conduzida com abordagem exploratória, recorrendo à pesquisa de campo e pesquisa documental, cujo propósito central foi a obtenção de informações diretas sobre a realidade estudada. Para tanto, realizaram-se visitas *in loco* acompanhadas de registros fotográficos, possibilitando a constatação dos impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de resíduos.

Esse tipo de procedimento metodológico, conforme destaca Gil (2019), requer a definição prévia do objetivo, apresentado na introdução deste texto, e critérios de coleta (Quadro 1), de modo a garantir a consistência e a representatividade das informações obtidas.

Quadro 1 – Modelo do *checklist* empregado para avaliação de impactos

ASPECTO AMBIENTAL	PARÂMETROS	CRITÉRIOS
Solo/Subsolo	I1. Apresenta sinais de erosão	Sim
		Não
	I2. Alteração na capacidade de uso da terra	Sim
		Não
	I3. Presença de chorume a céu aberto	Sim
		Não
	I4. Permeabilidade do solo alterada	Sim
		Não
Ar	I5. Emissão de odores	Intenso
		Moderado
		Fraco
	I6. Presença de dutos de gases	Sim
		Não
	I7. Queima de resíduos sólidos - proposital na ADA	Sim
		Não
	I8. Queima de resíduos sólidos - proposital na AID	Sim
		Não
Água	I9. Mananciais superficiais comprometido	Sim
		Não
	I10. Distância do manancial superficial mais próximo	Inserir distância
	I11. Utilização de poços artesianos na AID	Sim
		Não
	I12. Distância média	Inserir distância
	I13. Utilidades	Inserir se há utilidades
	I14. Contaminação de poços artesianos confirmada na AID	Sim
		Não
	I15. Manancial subterrâneo comprometido na ADA	Sim
		Não
Biótico	I16. Stress da fauna local	Sim
		Não
	I17. Evidências de atividade de fauna do solo (minhocas, formigas)?	Sim
		Não
	I18. Redução da biodiversidade nativa	Sim
		Não

	I19. Registro de espécies vegetais invasoras	Sim
		Não
	I20. Processo de regeneração natural	Sim
		Não
Paisagem	I21. Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
		Não
	I22. A paisagem do local se integra visualmente com a paisagem natural do entorno?	Sim
		Não
	I23. O local possui cobertura vegetal que minimiza o impacto visual?	Sim
		Não
	I24. Existe presença de resíduos sólidos expostos na superfície?	Sim
		Não
Outros	I25. Proximidade do núcleo habitacional a ADA	Inserir distância
	I26. Existência de cercamento e sinalização de segurança adequados?	Sim
		Não
	I27. Existência de Projeto de Recuperação de Área Degradada?	Sim
		Não
	I28. Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
		Não
	I29. Presença de catadores	Sim
		Não
	I30. Danos à saúde de quem transita no local	Sim
		Não
		Talvez

Fonte: adaptado de Campos (2008); Silva *et al.* (2022).
Organização: os autores, 2025.

A etapa de Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) foi conduzida por meio da aplicação de um *checklist* (Quadro 2) elaborado a partir da adaptação do modelo proposto por Campos (2008). De acordo com Almeida e Silva (2018), essa técnica consiste em relacionar de forma sistemática os possíveis efeitos ambientais decorrentes de uma atividade ou empreendimento, permitindo reconhecer e organizar os impactos que estão sendo gerados.

Os impactos identificados foram organizados por meio da listagem de controle e, posteriormente, avaliados com base no Índice de Impacto Ambiental, proposto por Tommasi (1994) e adaptado a esta pesquisa, permitindo atribuir pesos e hierarquizar a relevância dos efeitos sobre o meio local.

Quadro 2 – Abordagem geral aplicada no método de índice de impacto

MEIO	PESO	IMPACTOS AMBIENTAIS SIGNIFICATIVOS	NOTA
Físico1	Peso1	Impacto1	Nota1
Antrópico2	Peso2	Impacto2	Nota2
...	...	...	...
...n	Peson	Impacton	Notan

Fonte: Adaptado de Tommasi, 1994.

Segundo os critérios estabelecidos por Tomassi (1994), cada impacto ambiental deve

ser avaliado com base em dois parâmetros: peso e nota. O peso varia de 1 a 5 conforme a relevância dos princípios de análise. A nota, pode ir de -5 a +5. A nota representa a intensidade do impacto, sendo -5 atribuída aos efeitos negativos mais severos, 0 quando não há impacto perceptível, e +5 para os impactos positivos mais significativos.

Em seguida foi aplicada a metodologia descrita por Lopes, Leite e Prasad (2000), o índice de impacto ambiental é obtido por meio de uma equação que considera os pesos e as notas atribuídas aos diferentes fatores analisados, respeitando critérios técnicos previamente definidos. O índice foi calculado com a Equação 01:

$$I_{im} = \frac{\sum(P \times N_t)}{\sum P} \quad (1)$$

Em que I_{im} - Índice de Impacto; P - Peso atribuído a cada impacto; N_t - Nota atribuída a cada impacto.

Por conseguinte, foi desenvolvida uma Escala de Índice de Sustentabilidade Ambiental (Figura 2) a escala utilizada varia de -5 (alto impacto negativo/não sustentável) a +5 (alta sustentabilidade), sendo 0 o ponto de neutralidade.



Fonte: os autores, 2025.

3.2 Resultados e Discussões

O lixão do município de Itabaiana teve suas atividades encerradas no final de 2018 (MPSE, 2020), em cumprimento a um acordo judicial firmado entre o Ministério Público do Estado de Sergipe e a prefeitura do município. A desativação foi objeto da Ação Civil Pública nº 200452100460, que determinava a recuperação da área degradada. Conforme a sentença, o município se comprometeu a apresentar, em um prazo de 120 dias, um Plano de Recuperação da Área Degradada (PRAD), além de outros diagnósticos ambientais.

No entanto, o município de Itabaiana não cumpriu com os prazos estabelecidos, mesmo após sucessivas prorrogações. Em julho de 2020, uma decisão judicial referente ao processo Nº 201352101584 reconheceu o atraso na execução, destacando o descumprimento na apresentação do PRAD. A prefeitura tentou contratar uma empresa especializada para a

elaboração do plano mediante um pregão (nº 35/2020), porém, o edital previa um prazo de 12 meses, em desacordo com os 120 dias estipulados no acordo judicial, o que levou à suspensão do certame por ordem da justiça.

Após o encerramento das atividades, a área do lixão passou por intervenções iniciais visando à mitigação dos impactos ambientais imediatos. Durante as pesquisas de campo, notou-se o isolamento físico do local através de cercamento, a fim de impedir o acesso não autorizado e a deposição irregular de novos resíduos.

Nesse contexto, também foi realizado o recobrimento dos resíduos sólidos expostos com uma camada de sedimentos. Entretanto, Diante do impasse e da não realização do PRAD pela empresa que seria contratada, em 2023, a gestão municipal firmou um convênio com um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Sergipe (UFS) para que a instituição realizasse os estudos e a elaboração do referido plano de recuperação.

Para a avaliação dos impactos ambientais gerados pelo antigo vazadouro, foi utilizado o *checklist* composto por 30 indicadores dispostos em 6 aspectos ambientais, sendo preenchido durante visitas em campo entre setembro de 2024 a outubro de 2025. O quadro 3 apresenta os resultados atribuídas a cada item observado no local, adaptando os conceitos de cada parâmetro de agravo de Campos (2008), (Anexo C).

Quadro 3 – *Checklist* referente aos impactos ambientais

ASPECTO AMBIENTAL	PARÂMETROS	RESULTADOS
Solo/Subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim
	Alteração na capacidade de uso da terra	Sim
	Presença de chorume a céu aberto	Sim
	Permeabilidade do solo alterada	Sim
Ar	Emissão de odores	Fraco
	Presença de dutos de gases	Não
	Queima de resíduos - proposital na ADA	Não
	Queima de resíduos sólidos - proposital na AID	Sim
Água	Manancial superficial comprometido	Não
	Distância do manancial superficial mais próximo	< 400m
	Utilização de poços artesianos na AID	Sim
	Distância média	> 200 m
	Utilidades	Consumo humano; Animal; uso doméstico.
	Contaminação de poços artesianos confirmada na AID	Não
	Manancial subterrâneo comprometido na ADA	Sim
	Stress da fauna local	Sim
	Evidências de atividade de fauna do solo (minhocas, formigas)	Não

Biótico	Redução da biodiversidade nativa	Sim
	Registro de espécies vegetais invasoras	Sim
	Processo de regeneração natural	Não
Paisagem	Alteração na paisagem (impacto visual)	Sim
	A paisagem do local se integra visualmente com a paisagem natural do entorno?	Não
	O local possui cobertura vegetal que minimiza o impacto visual?	Sim
	Existe presença de resíduos sólidos expostos na superfície?	Sim
Outros	Proximidade do núcleo habitacional a ADA	< 100m
	Existência de cercamento e sinalização de segurança adequados?	Sim
	Existência de Projeto de Recuperação de Área Degradada?	Sim
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim
	Presença de catadores	Não
	Danos à saúde de quem transita no local	Talvez

Fonte: os autores, 2025.

Analisando o quadro 3, pode-se observar que todas as categorias analisadas possuem algum impacto, inicialmente chama a atenção a categoria solo/subsolo, visto que todos os indicadores apresentam impactos negativos decorrentes da atividade do antigo vazadouro.

Estudos como o Londe e Bilar (2011), apontam que a ausência de sistemas de drenagem de chorume e de águas pluviais constitui um fator agravante para a ocorrência de processos erosivos em áreas de disposição inadequada de resíduos. Achados semelhantes foram registrados por Oliveira (2016) em estudo realizado em Humaitá/AM, onde foram identificados impactos ambientais como o aumento da erosão do solo, sua compactação, além da poluição do ar, dos recursos hídricos e da proliferação de micro e macrovetores.

De modo semelhante, Silva e Macedo (2024), ao analisarem o lixão de Angicos/RN, também constataram o crescimento dos processos erosivos associados ao manejo inadequado dos resíduos. Esses relatos, em conjunto com os dados levantados neste estudo, reforçam que a instabilidade física do solo é um dos principais desafios para a recuperação ambiental de áreas degradadas por lixões.

Para além pode-se constatar, que os problemas ambientais se estendem os demais aspectos. A emissão de odores, mesmo que em grau fraco, e a ocorrência de queima proposital de resíduos sólidos na AID indicam uma poluição atmosférica contínua.

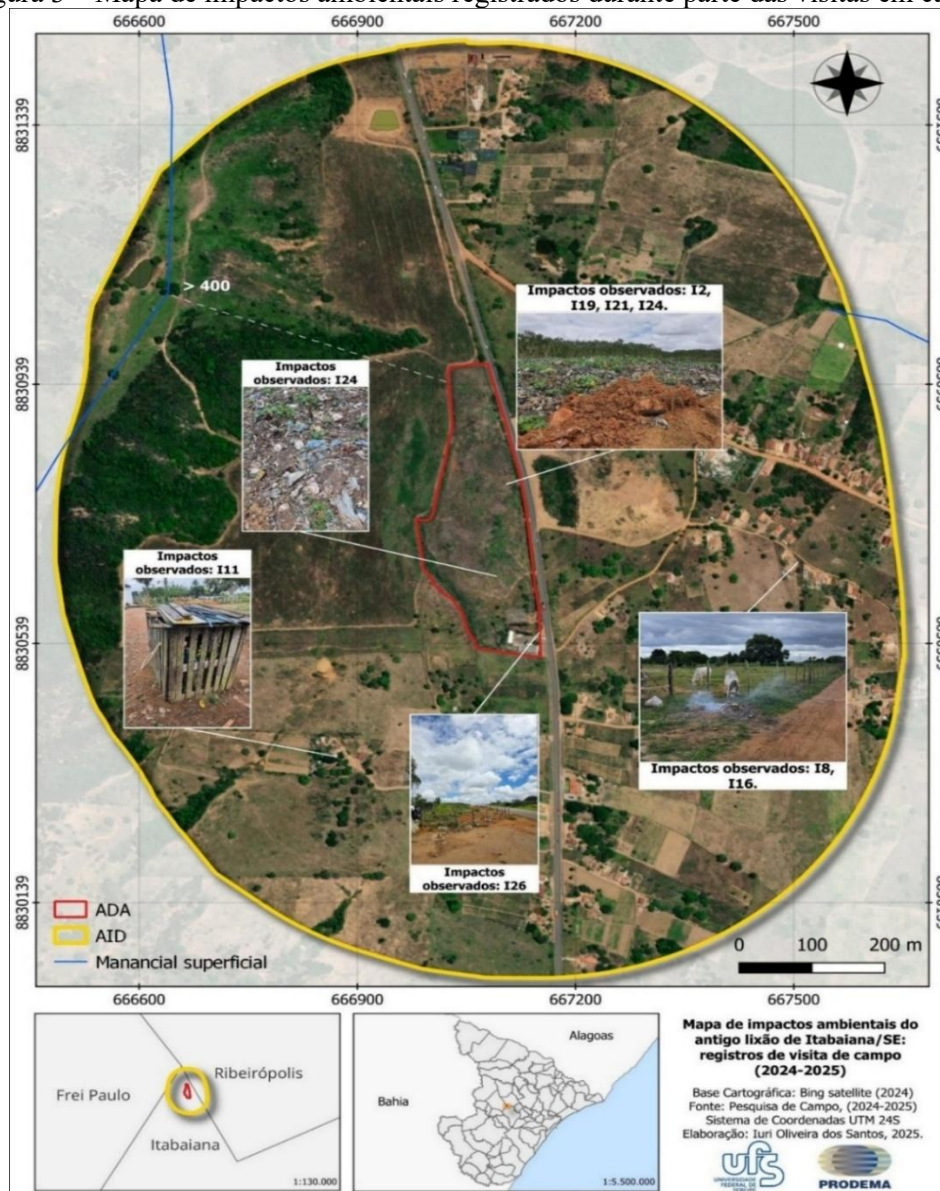
No que diz respeito aos recursos hídricos, a situação é particularmente preocupante. Embora o manancial superficial mais próximo não esteja comprometido e se encontre a mais de 400 metros de distância. Segundo dados disponibilizados pela equipe da UFS que realiza o PRAD do antigo lixão, no perímetro da ADA, foram realizadas 8 perfurações para identificação

de contaminação de águas subterrâneas em um deles foi confirmada a contaminação. A presença de corpos hídricos subterrâneos, como aquíferos, são acessados por poços artesanais na AID, são utilizados para consumo humano e animal, ressaltando a vulnerabilidade da população local à contaminação.

Tais achados reforçam a necessidade da implantação de sistemas de drenagem de chorume e águas pluviais, considerando que a degradação da fração orgânica dos resíduos ocorre de forma lenta, podendo se estender por décadas e manifestando-se em quatro fases: aeróbica, acidogênica, metanogênica e de maturação (Mishra; Tiwary; Ohri, 2018).

As observações realizadas durante as visitas *in loco* permitiram o registro de parte dos impactos ambientais presentes na área, apresentados de forma ilustrativa na Figura 3.

Figura 3 – Mapa de impactos ambientais registrados durante parte das visitas em campo



Fonte: os autores, 2025.

Com base nos impactos identificados no Quadro 3, procedeu-se à aplicação da metodologia de Índice de Impacto, visando quantificar os efeitos mais relevantes sobre os componentes do meio físico, biótico e antrópico na área analisada. Os resultados obtidos estão sistematizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Aplicação do método de índice de impacto no lixão de Itabaiana.

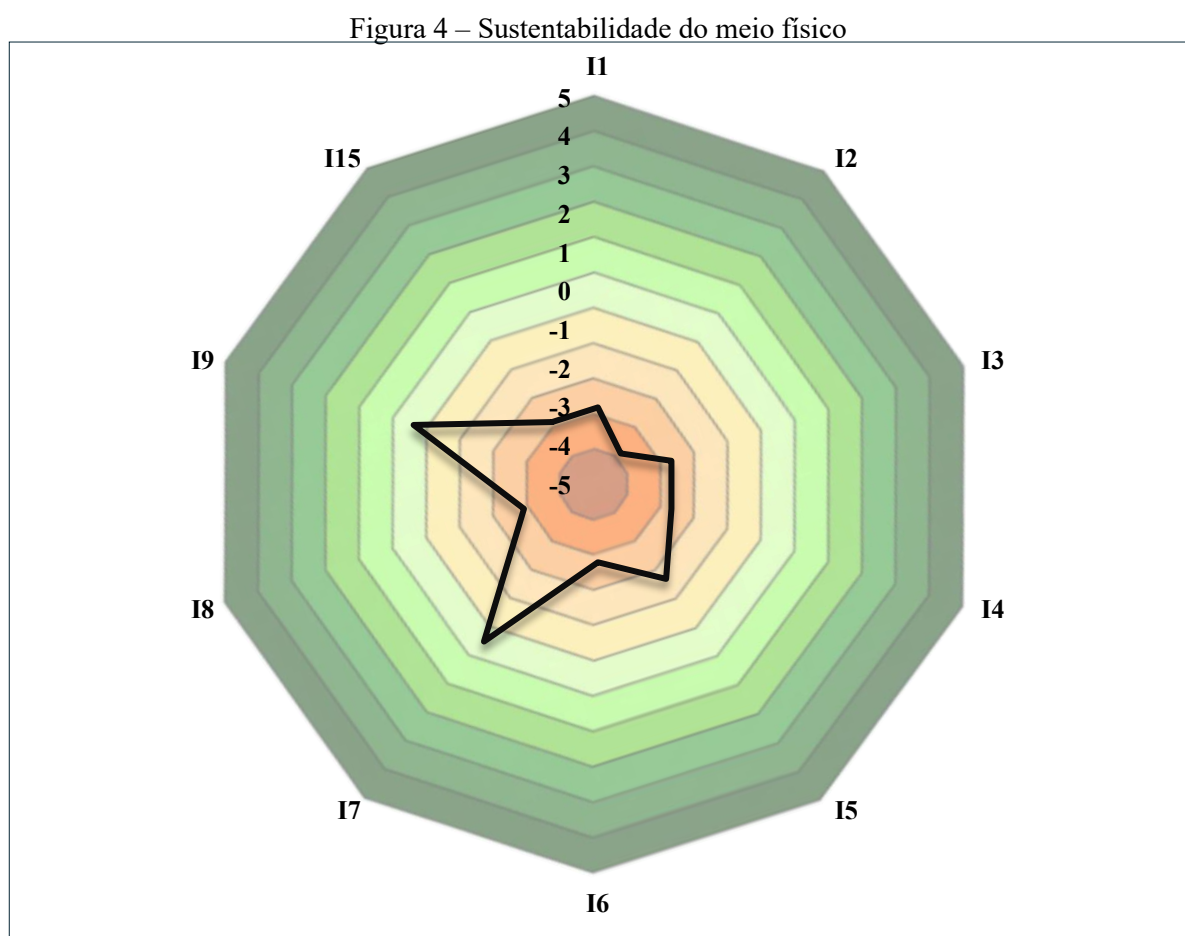
PESO	IMPACTOS	NOTA	Notas x Pesos
MEIO FÍSICO			
5	Apresenta sinais de erosão	-3	-15
4	Alteração na capacidade do uso da terra	-4	-16
5	Presença de Chorume a céu aberto	-3	-15
4	Permeabilidade do solo alterada	-3	-12
3	Emissões de odores	-2	-6
4	Presença de dutos de gases	-3	-12
5	Queima de resíduos sólidos - proposital na ADA	0	0
5	Queima de resíduos sólidos – proposital na AID	-3	-15
5	Manancial subterrâneo comprometido na ADA	-3	-15
5	Manancial superficial comprometido	0	0
MEIO BIÓTICO			
3	Stress da fauna local	-4	-12
2	Evidências de atividade de fauna do solo (minhocas, formigas)	0	0
4	Redução da biodiversidade nativa	-4	-16
3	Registo de espécies vegetais invasoras	-4	-12
2	Processo de regeneração natural	-4	-8
MEIO ANTRÓPICO			
5	Proximidade de núcleo habitacional	-4	-20
5	Utilização de poços artesianos na AID	-4	-20
5	Contaminação de poços artesianos confirmada na AID	0	0
2	Alteração na paisagem (impacto visual)	-3	-6
1	A paisagem do local se integra visualmente com a paisagem natural do entorno?	-2	-2
1	O local possui cobertura vegetal que minimiza o impacto visual?	2	2
4	Existe presença de resíduos sólidos expostos na superfície?	-3	-12
3	Existência de cercamento e sinalização de segurança adequados?	2	6
4	Existência de Projeto de Recuperação de Área Degradada?	3	12
4	Desvalorização de terrenos vizinhos	-5	-25
4	Presença de catadores	5	25
5	Danos à saúde de quem transita no local	0	0

Fonte: os autores, 2025.

Ao realizar o cálculo do Índice de Impacto, é possível analisar detalhadamente os resultados obtidos, evidenciando o desempenho das variáveis envolvidas. Quando calculado o índice do meio físico, é obtido o valor -2,35. Esse achado vai de encontro com os estudos de

Costa *et al.* (2018), Silva *et al.* (2022), que desenvolveram estudos semelhantes e observaram que o meio físico foi um dos mais afetado se comparado com outros meios.

A figura 4 apresenta o gráfico de radar dos dez indicadores utilizados no meio físico, o gradiente cromático aplicado no gráfico expressa a Escala de Índice de Sustentabilidade Ambiental, na qual tonalidades avermelhadas denotam maior degradação ambiental, enquanto tonalidades esverdeadas sinalizam condições mais sustentáveis. Essa representação visual permite a comparação integrada dos indicadores.



Fonte: os autores, 2025.

A Figura 4 evidencia que, no conjunto dos indicadores avaliados, predominam valores negativos, com destaque para aqueles próximos a -3 e -4. Esse resultado indica que os impactos ambientais associados ao solo e subsolo ainda são significativos, refletindo processos de degradação persistentes, como erosão, contaminação e alterações físico-químicas desfavoráveis. Nenhum dos indicadores analisados atingiu valores positivos, o que demonstra a baixa condição de sustentabilidade do meio físico na área estudada.

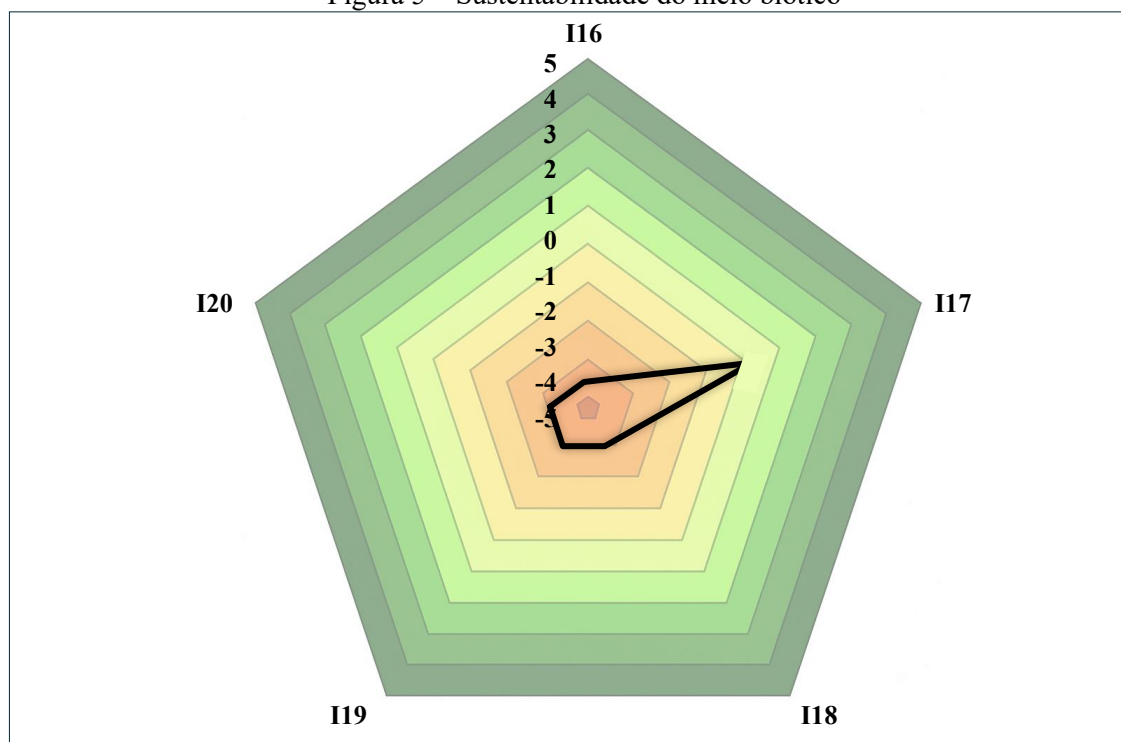
É pertinente pontuar que, a não queima de resíduos proposital na ADA (I7), deve-se ao fato de que a área se encontra isolada por cercas e presença de um vigilante, vinculado a prefeitura municipal de Itabaiana. Entretanto, foi possível observar a existência da queima de resíduos sólidos de forma proposital na AID (I8), realizada pelos moradores da região, o que sugere a falta de um sistema de coleta de resíduos efetivo na região estudada.

A falta de um sistema de dutos de gases faz com que aumente a chance de incêndios não proposital devido à presença de gases advindos da decomposição dos resíduos sólidos dentro da ADA. Uma vez que a disposição desses resíduos gera a emissão do gás metano mediante a decomposição anaeróbia da matéria orgânica (Silva; Campos, 2008).

Em síntese, o predomínio das tonalidades alaranjadas e vermelhas reforça o indicativo de que o ambiente permanece em situação de não sustentabilidade, necessitando de medidas de recuperação e mitigação para reduzir os efeitos adversos e possibilitar avanços em direção a recuperação ambiental da ADA.

O cálculo do Índice de Impacto aplicado ao meio biótico resultou no valor de -3,42, configurando-o como o mais impactado entre os três meios analisados no âmbito deste estudo. A Figura 5 ilustra esses resultados no gradiente cromático da escala de sustentabilidade, tornando evidente a predominância de impactos negativos nesse segmento ambiental.

Figura 5 – Sustentabilidade do meio biótico



Fonte: o autores, 2025.

Ao analisar o gráfico fica evidente que os indicadores do meio biótico indicam uma resiliência limitada do ecossistema local. Indicadores como o estresse da fauna local (I16), a redução da biodiversidade nativa (I18), o registro de espécies vegetais invasoras (I19) e a ausência de regeneração natural (I20) apresentaram notas fortemente negativas, refletindo alterações profundas na composição e no funcionamento das comunidades biológicas. Esses achados estão em consonância com as observações de Lauermann (2007), Costa *et al.* (2016) e Ferreira (2017), que associam a deposição irregular de resíduos à significativa perda de biodiversidade e à degradação do habitat.

Ainda no contexto da flora presente na AID, destaca-se o estudo de Santos *et al.* (2023), que mapeou a presença de elevada diversidade de espécies vegetais colonizando a área, com aproximadamente 100 espécies, sendo 57 nativas, muitas com atributos ecológicos relevantes para a recuperação ambiental. No entanto, a persistência de impactos negativos evidencia que a mera presença de espécies nativas não é suficiente, por si só, para restabelecer as interações ecológicas e a funcionalidade do ecossistema. A coexistência de espécies não nativas invasoras representa um entrave ao processo de sucessão natural, competindo com as nativas e alterando a dinâmica de recuperação.

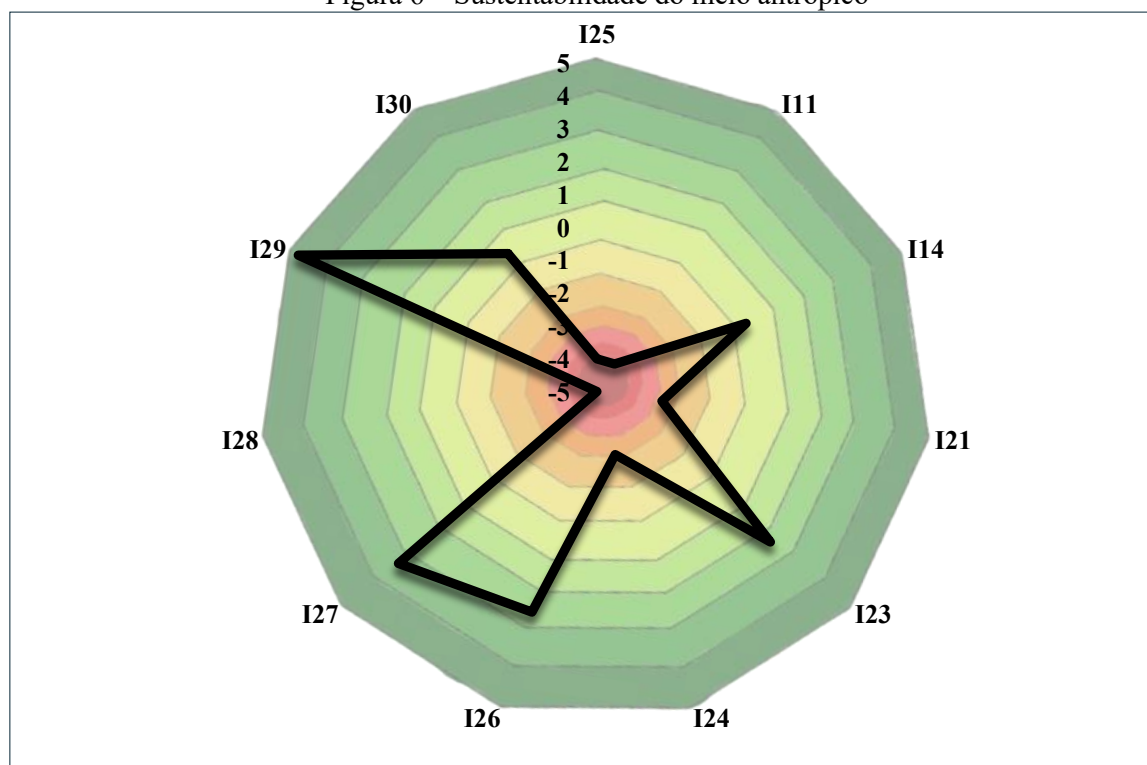
Além disso, a baixa presença de fauna e a reduzida atividade de fauna (I17) reforçam a ideia de que o ambiente como um todo ainda não oferece condições para o restabelecimento da biota. A contaminação do solo por chorume e a alteração de sua permeabilidade, já detectadas no meio físico, certamente contribuem para esse quadro.

Dessa forma, embora haja vegetação, o meio biótico como um todo permanece sob forte pressão, demandando intervenções específicas para promover a restauração ecológica efetiva e a reconexão funcional entre os componentes do ecossistema.

No que se refere ao meio antrópico, identificou-se um índice de impacto de -0,86, representando o menor nível de impacto negativo entre os meios analisados. Este resultado vai de encontro com estudos anteriores em áreas de lixões, como os de Costa *et al.* (2016) e Silva *et al.* (2022), que também constatarem maior magnitude de impactos no meio físico em comparação com o antrópico em contextos semelhantes.

A Figura 6 apresenta os resultados quando aplicado no gradiente cromático da escala de índice de sustentabilidade no meio antrópico.

Figura 6 – Sustentabilidade do meio antrópico



Fonte: os autores, 2025.

A Figura revela um cenário interessante, marcado pela coexistência de pressões antrópicas negativas e ações mitigadoras. Entre os fatores de pressão, destacam-se a desvalorização dos terrenos do entorno (I28) e a proximidade do núcleo habitacional à área de antiga disposição (I25), que representam impactos socioeconômicos relevantes. A utilização de poços artesanais na AID (I11) também contribuiu para o índice negativo, refletindo um risco potencial associado ao uso de recursos hídricos na área impactada.

Contudo, é importante ressaltar que, segundo dados disponibilizados pela equipe do PRAD, exames laboratoriais atestaram a não contaminação dos poços artesanais próximos da AID, fato que, embora não reverta completamente a percepção de risco, modera substancialmente a intensidade deste impacto.

Por outro lado, o meio antrópico foi o único a apresentar indicadores com impactos positivos, os quais exerceram papel fundamental na atenuação do índice geral. A ausência de catadores na área (I29), a existência de cercamento e sinalização adequados (I26) e, principalmente, o desenvolvimento do Projeto de Recuperação de Área Degradada (I27) representam avanços concretos na gestão do passivo ambiental. Estes elementos sugerem que as ações do período pós-fechamento já começam a produzir efeitos mensuráveis na redução dos

impactos antrópicos, configurando um cenário de transição onde medidas de gestão adequada começam a alterar a trajetória de degradação.

Em síntese, o meio biótico destaca-se com o índice mais negativo (-3,42), refletindo um estado de alto impacto negativo, com alterações profundas na composição da flora e fauna, baixa resiliência ecológica e presença de espécies invasoras. Esse resultado ressalta a fragilidade do ecossistema local e a necessidade urgente de intervenções voltadas à restauração da funcionalidade ecológica.

Em contraste, o meio antrópico apresentou o menor índice negativo (-0,86), indicando impactos moderados e a influência positiva de medidas de gestão pós-fechamento, como o cercamento, a sinalização e a ausência de catadores. A existência de impactos positivos nesse meio atenua o cenário geral e sugere que ações de gestão adequada já exercem efeitos benéficos.

Já o meio físico, com um índice (-2,35), reflete alterações significativas no solo e na qualidade dos recursos hídricos, que, por sua vez, influenciam diretamente a recuperação do meio biótico. A contaminação por chorume e a alteração da permeabilidade do solo, citadas anteriormente, são fatores que contribuem para esse resultado.

Contudo, é pertinente mencionar que este estudo não abrange a totalidade dos possíveis efeitos que o lixão pode ter ocasionado nos meios investigados, especialmente no meio antrópico. Dessa forma, torna-se necessária a realização de pesquisas que aprofundem essa dimensão, investigando especialmente os impactos socioeconômicos inerentes ao antigo vazadouro nas comunidades que residem na AID.

3.3 Considerações finais

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que o antigo lixão municipal de Itabaiana ainda exerce impactos ambientais negativos significativos sobre os meios físico, biótico e antrópico. Mesmo transcorridos mais de 6 anos desde o encerramento das atividades, os indicadores avaliados demonstram que persistem desafios substanciais a serem enfrentados.

Nesse sentido, o estudo evidencia que o encerramento formal das atividades de disposição irregular de resíduos sólidos não é suficiente para assegurar a reversão imediata dos danos ambientais. A persistência de processos de degradação e à colonização por espécies não nativas, revela a necessidade de medidas integradas de recuperação ambiental e monitoramento contínuo da área.

Em síntese, verifica-se que os indicadores se mostraram uma ferramenta eficaz para o diagnóstico da área, evidenciando os resultados aqui apresentados. Isso reforça a relevância de

se aplicar de maneira efetiva as políticas públicas adequadas de gestão de resíduos sólidos, que já consideram não apenas o fechamento dos lixões, mas também ações de recuperação das áreas degradadas mediante a realização e implementação de seus respectivos PRADs, visando mitigar os impactos gerados e proporcionando a sustentabilidade nas suas diversas dimensões.

Por fim, recomenda-se a realização de estudos futuros que aprofundem a compreensão dos aspectos sociais envolvidos, ampliando o olhar sobre os impactos nas comunidades que residem na Área de Influência Direta do antigo lixão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores da Universidade Federal de Sergipe (UFS), membros da equipe do PRAD de Itabaiana, pela colaboração e disponibilização dos dados referentes à contaminação de águas subterrâneas e à permeabilidade do solo.

Referências

- ALMEIDA, R. S. R.; SILVA, V. P. R. Avaliação multissistêmica dos impactos ambientais negativos do Lixão do Município de Ingá-PB. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 89-102, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/5666>. Acesso em: 22 out. 2025.
- CAMPOS, L. R. **Aterro Sanitário Simplificado**: instrumentos de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais. Orientadora: Viviana Zanta. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/1861>. Acesso em: 22 out. 2025.
- COSTA, T. G. A. *et al.* Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 4, p. 79-86, 2016. Disponível em: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v3n4/v03n04a08a.html>. Acesso em 12. set. 2025.
- COSTA, T. G. A. *et al.* Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 4, p. 79-86, 2016. Disponível em: <https://revista.ecogestaobrasil.net/v3n4/v03n04a08a.html>. Acesso em: 22 out. 2025.
- FERREIRA, R. G. Proposta de padronização cartográfica para carta-imagem emergencial de inundação Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Condado-PB. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 21, n. 3, p. 142-151, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/24461>. Acesso em: 20 set. 2025.

FRANCA, L. P. Indicadores ambientais urbanos: revisão da literatura. **São Paulo: Parceria**, v. 21, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, A. T. P.; MIKOSZ, K. S. C. Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Análise bibliométrica da produção científica. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 129–143, 2023. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1273>. Acesso em: 22 out. 2025.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & sociedade**, v. 12, p. 307-323, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/89QvD7zZxHLTm5zCqxL4yHt/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 22 out. 2025.

LAUERMANN, A. **Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argilossolo da depressão central do Rio Grande do Sul**. Orientador: Ricardo Simão Diniz Dalmolin. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/29313>. Acesso em: 22 out. 2025.

LONDE, P. R.; BITAR, N. A. B. Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG). **Perquirere**, v. 2, n. 8, p. 224-249, 2011. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/3594>. Acesso em: 22. out. 2025.

LOPES P. A.; TAVARES, D.; SOUZA, D.; SANTOS, C.; OLIVEIRA, C. Indicadores ambientais urbanos como apoio às políticas públicas sustentáveis. **Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da Uergs (SIEPEX)**, v. 1, n. 10, 2021. Disponível em: <https://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/article/view/3284>. Acesso em: 14. set. 2025.

LOPES, W. S.; LEITE, V. D.; PRASAD, S. Avaliação dos impactos ambientais causados por lixões: um estudo de caso. In: XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, Porto Alegre. 2000.

MISHRA, S.; TIWARY, D.; OHRI, A. Leachate characterisation and evaluation of leachate pollution potential of urban municipal landfill sites. **International Journal of Environment and Waste Management**, v. 21, n. 4, p. 217-230, 2018. Disponível em: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEW.2018.093431>. Acesso em: 07 set. 2025.

MPSE. Ministério Público de Sergipe. **A pedido do Ministério Público, Judiciário bloqueia 40% do FPM do Município de Itabaiana para que área do antigo lixão seja recuperada**, 2020. Disponível em: <https://www.mpse.mp.br/index.php/2020/08/03/a-pedido-do-ministerio-publico-judiciario-bloqueia-40-do-fpm-do-municipio-de-itabaiana-para-que-area-do-antigo-lixao-seja-recuperada/>. Acesso em: 02 de set. 2025.

OLIVEIRA, B. O. S. Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Humaitá, Amazonas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 4, p. 80-84, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7280967>. Acesso em: 03. set. 2025.

SANTOS, E. L.; ARAÚJO, K. C. T.; NASCIMENTO, R. S.; FABRICANTE, J. R. Flora espontânea do lixão desativado de Itabaiana, Sergipe, Brasil: seleção de espécies para recuperação do local. **Revista Interdisciplinar Animus**. IFMT – Pontes e Lacerda, v. 4, n. 1, e0412305, 2023. Disponível em: <https://animus.plc.ifmt.edu.br/index.php/v1/article/view/76>. Acesso em: 02 set. 2025.

SERGIPE. Tribunal de Justiça do Estado de Sergipe. 2ª Vara Cível de Itabaiana. **Decisão de antecipação de tutela em cumprimento de sentença**. Processo nº 0007042-74.2013.8.25.0034. Disponível em: <https://www.mpse.mp.br/wp-content/uploads/2020/08/Senten%C3%A7a-Itabaiana-PRAD.pdf>. Acesso em 02 set. 2025.

SILVA, D. D. S.; FRANÇA, P. S. S.; RODRIGUES, J. B.; RODRIGUES, J. B. R.; SALES, L. L. N. Avaliação de impactos ambientais do lixão do Iguaiá, Paço do Lumiar/MA. **Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales**: Investigación, desarrollo y práctica, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 172–184, 2022. Disponível em: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/77102>. Acesso em: 28 ago. 2025.

SILVA, G. M. A.; MACEDO, Y. M. Análise dos impactos ambientais do lixão de Angicos/RN. **Geoconexões**, v. 2, n. 19, p. 369-396, 2024. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/geoconexoes/article/view/14420>. Acesso em: 02. set. 2025.

SILVA, T. N.; CAMPOS, L. M. S. Avaliação da produção e qualidade do gás de aterro para energia no aterro sanitário dos Bandeirantes-SP. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, p. 88-96, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/p8Hxc66hPj8fLvQ6kZCRxMk/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 22 out. 2025.

SOBRAL, I. S. *et al.* Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 102-110, 2007. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15713/8888>. Acesso em: 28 ago. 2025.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: Cetesb/Terragraph-Artes e Informatica, 1994.

VEIGA, J. E. Indicadores de sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 24, p. 39-52, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/kbNBRDnhFxbgL5rwyn3q8Cv/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 22 out. 2025.

Artigo IV- Área de Influência Direta de Lixões: Caracterização Social, Ambiental e Econômica das Comunidades Circunvizinhas do Antigo Lixão da Terra Dura, em Itabaiana/SE

Iuri Oliveira dos Santos

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa

Prof. Dr. Jailton de Jesus Costa

Resumo

O presente estudo objetivou caracterizar as dimensões social, econômica e ambiental das comunidades inseridas na Área de Influência Direta (AID) do antigo lixão da “Terra Dura”, localizada no município de Itabaiana, em Sergipe. Para isso, foram aplicados 88 questionários nas dimensões acima mencionadas. Os dados foram tratados por meio de estatística descritiva, com aplicação do teste Qui-Quadrado para identificar associações entre as variáveis. Os resultados apontam para a presença de desigualdades estruturais, com predomínio de baixos níveis de escolaridade, alta informalidade no trabalho e renda per capita inferior a um salário-mínimo. Do ponto de vista ambiental, constatou-se o uso de fontes hídricas sem controle de potabilidade e elevada frequência de queima de resíduos domésticos. Conclui-se que a área investigada apresenta um cenário de vulnerabilidade múltipla, exigindo a formulação de políticas públicas integradas, com foco na educação, saneamento básico e programas voltados à geração de renda.

Palavras-chave: áreas degradadas; resíduos sólidos; vulnerabilidade.

Abstract

This study aimed to characterize the social, economic and environmental dimensions of the communities in the Area of Direct Influence (AID) of the former “Terra Dura” dump, located in the municipality of Itabaiana, Sergipe. To this end, 88 questionnaires were administered in three dimensions: social, economic and environmental. The data was processed using descriptive statistics and the Chi-Square test to identify associations between the variables. The results point to the presence of structural inequalities, with a predominance of low levels of schooling, high levels of informality at work and per capita income below the minimum wage. From an environmental point of view, the use of water sources without potability control and a high frequency of domestic waste burning were found. The conclusion is that the area investigated presents a scenario of multiple vulnerability, requiring the formulation of integrated public policies, with a focus on education, basic sanitation and programs aimed at generating income.

Keywords: degraded areas; solid waste; vulnerability.

Introdução

A gestão inadequada dos resíduos sólidos é um problema de escala global, com impactos negativos nas dimensões sociais, ambientais e econômicas, sobretudo em países subdesenvolvidos. Sob o ponto de vista de Nascimento *et al.* (2025), no Brasil, os desafios enfrentados estão ligados à insuficiência de infraestrutura adequada, à falta de investimentos em tecnologias sustentáveis e ao baixo engajamento da população em práticas corretas de descarte.

Com isso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº. 12.305/2010, estabeleceu diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos. Um dos pontos centrais da PNRS foi o encerramento dos lixões a céu aberto, e o destino dos resíduos descartados para aterros sanitários com controle ambiental.

Para atender a PNRS, o município de Itabaiana, localizado no agreste sergipano, desativou o lixão denominado “Terra Dura”, em 2018, após cerca de seis décadas de atividades em condições inadequadas para trabalhadores e moradores do seu entorno (Itabaiana, 2023). Apesar do encerramento de suas atividades, o local ainda representa uma área ambientalmente degradada, com implicações diretas na saúde pública e no bem-estar das comunidades circunvizinhas, os povoados Oiteiro do Capim, em Itabaiana–SE, e Pinhão, em Ribeirópolis–SE, que compõem a Área de Influência Direta (AID).

Estudos vêm sendo realizados nesse recorte espacial, a exemplo da pesquisa de Lima e Pereira (2017), quando destacou as condições precárias de trabalho dos catadores de materiais recicláveis do povoado Oiteiro do Capim, evidenciando a precarização do trabalho e o abandono do poder público, correlacionando as condições de trabalho com o sistema capitalista de produção.

Nesse mesmo contexto, o estudo de Silva e Oliveira de Jesus (2019) teve como foco principal a caracterização da área degradada do lixão. Esse estudo identificou múltiplos fatores que contribuíram para sua degradação ao longo dos anos. Entre esses fatores, destacam-se o descarte indiscriminado de diferentes tipos de resíduos e a compactação do solo, devido ao tráfego de veículos pesados sobre a Área Diretamente Afetada (ADA).

Já no viés ecológico, Santos *et al.* (2023) realizaram uma investigação sobre a flora espontânea presente na ADA do antigo lixão. O objetivo principal desse estudo foi identificar espécies vegetais com potencial de contribuir com ações de recuperação ambiental da área degradada. O estudo relevou uma elevada riqueza de espécies colonizando o lixão, com

destaque para famílias de *Poaceae*, que apresentou maior número de espécies, seguida por *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Malvaceae*, *Rubiaceae* e *Solanaceae*.

Embora esses estudos ofereçam importantes contribuições para a literatura científica, não foram identificadas pesquisas que analisam os impactos socioambientais nas comunidades presentes na AID, após o encerramento das atividades no antigo Lixão da Terra Dura, necessitando-se de uma análise que englobe as dimensões social, ambiental e econômica das comunidades, de modo a subsidiar políticas públicas que possam proporcionar melhores condições de vida.

A importância de entender os impactos socioambientais dos lixões à céu aberto, mesmo depois de desativados, motiva esta pesquisa ao delimitar a seguinte questão central: qual o perfil social, ambiental e econômico das comunidades inseridas na AID da antiga lixeira da “Terra Dura”, localizada no município de Itabaiana–SE?

Para responder à questão de pesquisa, este artigo tem como objetivo caracterizar as dimensões social, econômica e ambiental das comunidades inseridas na AID (povoados Oiteiro do Capim e Pinhão) da antiga lixeira da “Terra Dura”, localizada no município de Itabaiana–SE.

4.1 Metodologia

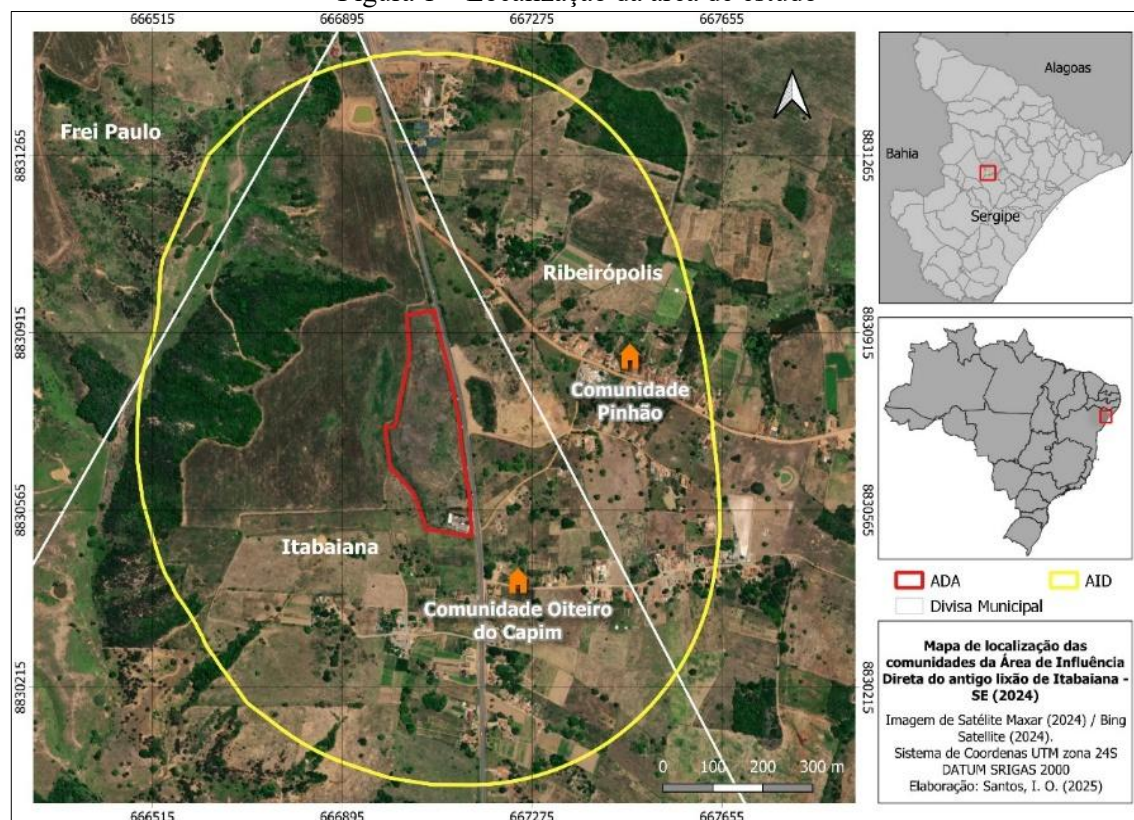
Recorte espacial da pesquisa

O antigo Lixão da Terra Dura é localizado no município de Itabaiana/SE que, segundo IBGE (2022), possui 103.440 pessoas distribuídas em uma área territorial de 337,348 km² e 20,63 km² de área urbanizada. Conforme Itabaiana (2021), esse município tem atividades comerciais diversas, especialmente na agricultura e as feiras livres com mais de 20.000 m².

Durante o seu funcionamento, cerca de 20 famílias viviam diretamente nesse espaço em situações vulneráveis socioeconomicamente, cuja renda era proveniente apenas do trabalho no antigo lixão. Para além disso, as condições de trabalho eram precárias para os catadores, com ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como luvas, máscaras e aventais para lidar com uma média diária de 40 toneladas de resíduos que eram despejados na ADA (Infonet, 2010).

Assim, como forma de abranger as comunidades da ADA e AID, delimitou-se a área de estudo compreendendo um raio de 500 metros, a partir do antigo Lixão da Terra Dura, o qual tem coordenadas X: -37.472450042651; Y: -10.57468019314 (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: os autores, 2025.

Uma vez que não há comunidade residente na ADA, região do lixão desativado, este estudo concentrou-se na AID, o que corresponde as comunidades Oiteiro do Capim, localizada na zona rural de Itabaiana–SE, e a comunidade Pinhão, situada na zona rural do município de Ribeirópolis–SE.

Procedimentos metodológicos

Com vistas a caracterizar as dimensões social, ambiental e econômica das comunidades presentes na AID, este estudo adotou uma abordagem quantitativa, de natureza aplicada, proveniente de três etapas metodológicas: o pré-campo, o campo e o pós-campo, conforme a sistematização proposta por Carvalho, Koga e Vieana de Jesus (2024).

Na etapa de pré-campo, foram realizados o planejamento técnico, a estimativa do número de residências das comunidades por meio da técnica de fotointerpretação de imagens de satélite e, por fim, a elaboração de um questionário como instrumento de coleta de dados, contendo questões abertas e fechadas nas dimensões social (etnia, o grau de escolaridade, o

acesso a serviços de saúde e as condições gerais de vida); ambiental (abastecimento e uso de água e manejo dos resíduos sólidos); e econômica (da renda familiar e formas de trabalho).

Por conseguinte, a etapa de campo correspondeu às visitas técnicas em três momentos distintos, são eles: 1) a fase exploratória: incluiu visitas iniciais às comunidades, com o objetivo de reconhecer a área, estabelecer contato com os moradores e observar a dinâmica local; 2) a fase técnica: aplicação de 88 questionários nas duas comunidades, além de registros fotográficos; e 3) a fase de monitoramento: foram realizados retornos pontuais às residências para esclarecer informações e garantir a confiabilidade dos dados.

A amostra foi determinada por amostragem aleatória simples, método que assegura igualdade de probabilidade a todos os elementos da população, eliminando vieses na seleção. Dos 88 questionários aplicados nas comunidades, têm-se 41% para a localidade de Pinhão e 49% para Oiteiro do Capim, resultando em uma amostra estatisticamente robusta, atingindo um nível de confiança de 99%, assegurando a robustez estatística dos dados obtidos.

Por fim, na etapa de pós-campo, houve a organização, sistematização e a análise estatísticas dos dados, como técnica quantitativa. Os dados coletados foram organizados e analisados por meio da estatística descritiva, que permitiu representar, resumir e identificar padrões e características centrais dos dados, conforme proposto por Sassi (2019). Foram utilizados gráficos e tabelas elaboradas com base no cálculo amostral.

Além disso, com o objetivo de encontrar associações entre as variáveis categóricas nominais, utilizou-se o teste Qui-Quadrado, considerando nas tabelas de contingência p-valores abaixo de 0,05 como significativos, indicando uma diferença estatisticamente relevante, isto é, existe uma relação real entre as variáveis no contexto analisado.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe, via Plataforma Brasil, sob o número CAAE 74172423.4.0000.5546, sob parecer de número 6.554.095.

4.2 Resultados e Discussões

Mediante a técnica de fotointerpretação de imagens de satélite, constatou-se 101 residências na AID, das quais a maioria (89%) abriga até três pessoas e as demais (11%) abrange um quantitativo maior ou igual a 4 pessoas. Em virtude do exposto, a composição demográfica do grupo pesquisado apresenta-se com predominância de núcleos familiares reduzidos, assim

como ocorre no Brasil que, conforme IBGE (2022), a média de moradores por domicílio é, aproximadamente, 3 (três) pessoas.

Apesar disso, este estudo indica um cenário desigualdades históricas que impactam tanto essa composição familiar quanto aspectos sociais, como a raça/etnia e o nível de escolaridade. Nesse contexto, a partir da tabela de contingência (Tabela 1), nota-se uma associação entre a cor/etnia autodeclarada pelos moradores com o seu grau de escolaridade, evidenciando padrões significativos no perfil educacional das comunidades do presente estudo.

Tabela 1 – Associação entre Etnia e Graus de Escolaridade entre os(as) entrevistados(as)

Cor/etnia		Escolaridade:					Total	P-valor
		Não soube informar/ Não Respondeu	Não tem instrução	Até 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário)	Da 5ª a 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio)	Ensino Médio (antigo colegial)		
Branca	Observado	0	2	9	2	1	14	<0,01*
	% em linha	0.0 %	14.3 %	64.3 %	14.3 %	7.1 %	100.0 %	
Parda	Observado	0	15	25	12	3	55	
	% em linha	0.0 %	27.3 %	45.5 %	21.8 %	5.5 %	100.0 %	
Preta	Observado	0	4	5	0	1	10	
	% em linha	0.0 %	40.0 %	50.0 %	0.0 %	10.0 %	100.0 %	
Não respondeu	Observado	7	1	0	1	0	9	
	% em linha	77.8 %	11.1 %	0.0 %	11.1 %	0.0 %	100.0 %	
Total	Observado	7	22	39	15	5	88	
	% em linha	8.0 %	25.0 %	44.3 %	17.0 %	5.7 %	100.0 %	

*Significativo

Fonte: os autores, 2024.

Nota-se a predominância de pardos (62,5%), seguido de brancos (15,9%) e pretos (11,4%). A expressiva maioria dos participantes pardos ou pretos concentra-se nos níveis mais baixos de escolaridade, com altas taxas de analfabetismo e baixo grau de instrução com o ensino fundamental incompleto.

Essa realidade contrasta significativamente com o perfil educacional dos entrevistados brancos, que apresentam menor índice de analfabetismo. Observa-se que, entre os pardos, 27,3% não possuem instrução formal e 45,5% cursaram até a 4ª série, atualmente 5º ano do Ensino Fundamental I, demonstrando uma concentração expressiva nos níveis de escolaridade mais baixos.

Já entre os participantes pretos, os percentuais são ainda mais críticos: 40% não têm instrução e 50% estudaram até a 4ª série. Esses dados contrastam com a população branca, em que 64,3% afirmaram ter concluído até a 4ª série, porém com menor percentual de analfabetismo (14,3%).

É relevante pontuar que os autodeclarados pardos ou pretos concentram-se nos níveis mais baixos de escolaridade se comparados com os autodeclarados brancos. Esse cenário pode ser percebido também no âmbito nacional. Segundo Paula (2024), o analfabetismo no Brasil possui raízes profundas associadas à escravidão e à exclusão educacional da população negra, herança que ainda se manifesta em algumas comunidades.

Essa desigualdade reflete os processos históricos de exclusão e de ideologias de inferioridade dos pretos, forjada pelos europeus e enraizada na formação social brasileira. Como observado por Barros e Felipe (2023, p. 13) “[...] esse processo contribuiu para a construção de uma imagem negativa do negro, tornando-o marginalizado na sociedade brasileira e muitas vezes sem oportunidades de progresso econômico e social”.

Nesse sentido, a limitação do acesso à educação por parte das populações pretas e pardas constitui uma violação a direitos fundamentais assegurados pela Constituição Federal de 1988, a qual estabelece que a educação, entre outros, é um direito social essencial à garantia de uma vida digna e à promoção da igualdade de oportunidades (Brasil, 1988). Entretanto, é notório a distância entre a norma jurídica e a realidade enfrentada por essas populações.

A falta ou baixa escolaridade tem impacto direto na inserção da população no mercado de trabalho. De acordo com o IBGE (2019), entre os indivíduos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto, a taxa de subutilização da população de cor ou raça preta é de 32,9%, chega a ser 10,5% maior do que a da população branca (22,4%).

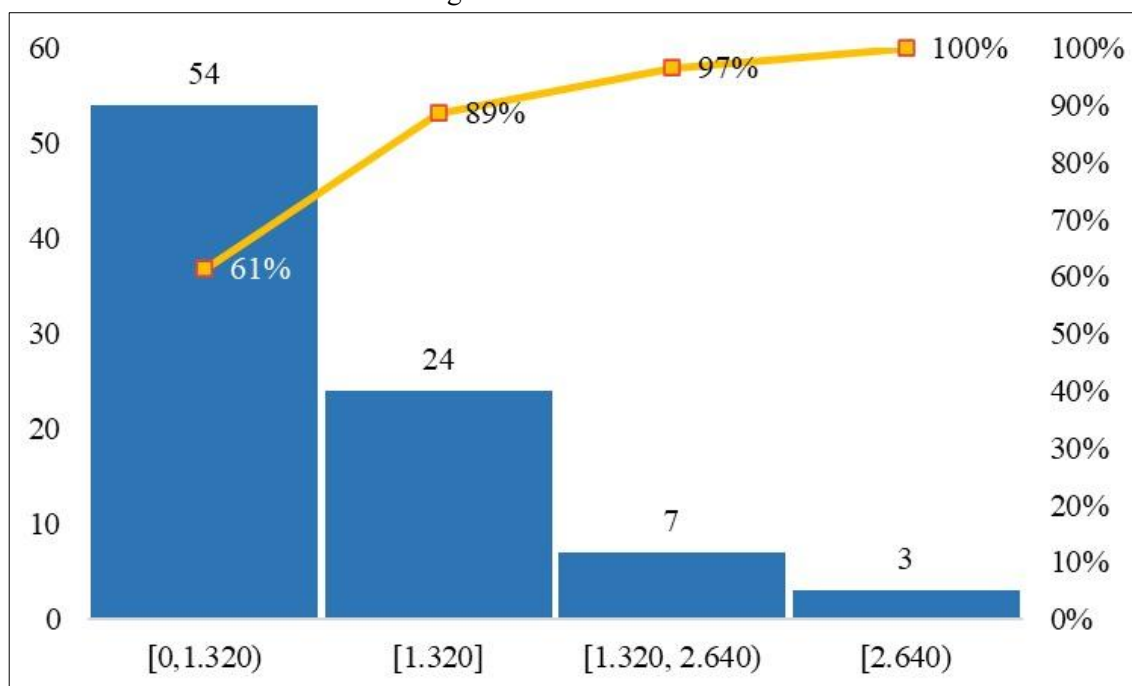
Com relação a ocupação laboral do grupo pesquisado, cerca de 63% afirmam estar trabalhando atualmente, enquanto 37% não exercem qualquer tipo de trabalho. Apesar do percentual elevado de pessoas ocupadas, o contexto é marcado pela informalidade, visto que 98% dos trabalhadores têm empregos informais, sem benefícios e garantias trabalhistas, previstas na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), impostas pela Lei n.º 5.452, de 1º de maio de 1943.

Essa informalidade trabalhista tem relações diretas com a renda familiar, apontando que 61% das famílias vivem com uma renda mensal de R\$ 706,00, inferior ao salário-mínimo, dificultando o acesso a recursos essenciais como alimentação, saúde e educação (Figura 2).

Em face da existência de políticas públicas de transferência de renda voltadas às famílias em situação de vulnerabilidade socioeconômica, foi questionado sobre a inclusão dos moradores em programas sociais. Um exemplo é o Programa Bolsa Família, por corroborar com a integração dos benefícios de assistência social, saúde, educação e emprego. Conforme Costa, Magalhães e Cardoso (2023), esse programa tem contribuído para reduzir a pobreza e extrema pobreza, sendo essencial como mecanismo de proteção social.

Contudo, foi constatada reticência e desconforto por parte dos participantes ao fornecer tais informações, assim, em respeito ao princípio ético da confidencialidade ao bem-estar dos entrevistados, optou-se por suprimir esses dados nessa análise.

Figura 2 – Renda familiar mensal.



Fonte: os autores, 2024.

Com isso, este estudo indica que a renda familiar mensal reflete uma conjuntura econômica frágil, refletindo na migração de membros da família para a zona urbana dos municípios, em busca de oportunidades de emprego e melhores condições de vida. Assim como indicado nesse estudo, Aparício e Dota (2024, p.1) apontam a vulneráveis à pobreza como um dos fatores para esse deslocamento habitacional por aquisição de moradia e melhores condições de vida.

Os dados apresentados revelam uma vulnerabilidade socioeconômica das famílias. Cumpre observar que o entendimento adotado neste estudo segue a perspectiva de Centenaro

(2024), segundo a qual a vulnerabilidade vai além da pobreza, pois reflete a exposição a riscos devido a fragilidades no presente. Enquanto a pobreza mede carência monetária, a vulnerabilidade abrange impactos do sistema econômico nas condições de vida e recursos das pessoas.

Nesse sentido, a superação da vulnerabilidade é um obstáculo complexo para as comunidades, demandando esforços conjuntos entre setores públicos e privados para assegurar condições de vida digna, como propõe agenda mundiais para mitigação da pobreza, como a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que possuem princípios e metas a serem seguidas pelos países membros da ONU.

O ODS 1, por exemplo, que visa “Erradicar Pobreza”, almeja a erradicação da pobreza em todas as suas manifestações e em todos os lugares (ONU, 2015). Contudo, dados do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC/BR,2023) revelam um desempenho classificado como baixo, desse objetivo específico, nos municípios de Itabaiana-SE e Ribeirópolis-SE.

Diante da vulnerabilidade socioeconômica apresentada, aspectos ambientais são essenciais para compreender os complexos desafios enfrentados por essas comunidades. Durante as visitas de campo, foi possível observar a ausência de infraestruturas básica, como calçamento e rede de esgoto sanitário em diversas vias.

A falta de saneamento é uma problemática que interfere diretamente na qualidade de vida de uma sociedade, uma vez sua inexistência aumenta a possibilidade de doenças transmitidas por mosquito, além de evitar o uso de fossas que podem contaminar o lençol freático (Santos; Bernardes, 2024).

Ainda nesse contexto, constatou-se que as comunidades se utilizam principalmente de caixas-d’água, com coordenadas geográficas (-10.585.458, -37.472.745) – Figura 3A e (-10.572.263, -37.469.001) – Figura 3B, e do chafariz/poço localizado na comunidade Pinhão com coordenadas geográficas (-10.572.263, -37.469.001) – Figura 3C.

É relevante pontuar que a escassez de recursos hídricos é uma problemática de escala global. Essa situação é ainda mais acentuada em ambientes semiáridos, especialmente em áreas rurais com poucos habitantes e baixo investimento em infraestrutura hídrica (Ribeiro; Peixoto, 2024). De acordo com Bezerra *et al.* (2017), devido ao *déficit* hídrico de algumas regiões brasileiras, vem aumentando o consumo de água procedente de fontes alternativas, entre essas, os chafarizes.

Figura 3 – Caixas-d'água e chafariz/poço localizado nas comunidades.



Fonte: os autores, 2024.

Na realidade investigada, ao serem questionados sobre os usos da água e suas respectivas fontes, observou-se que 29 domicílios (33%) utilizam a água fornecida pela prefeitura do município de Itabaiana, principalmente para fins de limpeza, quanto 33 residências (38%) recorrem ao chafariz localizado em Ribeirópolis para esse propósito, visto o baixo tratamento da água disponibilizada indicado pelo grupo pesquisado.

Diante desse cenário, foi questionada a existência de cisternas (sistema de captação de água da chuva) ou poços artesianos (fonte de água subterrânea). Cerca de 5% das residências possuem cisternas, enquanto 28% possuem poços artesianos. Desse universo, 29% utilizam a água para limpeza.

Os resultados evidenciam que as comunidades dependem de fontes alternativas para suprir necessidades básicas. A elevada proporção de domicílios que recorrem ao chafariz ou à caixa-d'água somente para limpeza indica desconfiança quanto à potabilidade e limitações no tratamento da água disponível localmente.

É pertinente mencionar a baixa presença de cisternas, evidencia a pouca difusão dessa tecnologia social, mesmo diante da existência do Programa Cisternas, política pública instituída oficialmente pela Lei n.º 12.873/2013 e regulamentada pelo Decreto n.º 9.606/2018. O Programa tem como objetivo ampliar o acesso à água para consumo humano, animal e produção de alimentos, priorizando famílias rurais de baixa renda em regiões afetadas pela escassez hídrica (Brasil, 2013).

Ao mesmo tempo que a utilização de poços artesianos (28%) representa uma alternativa de autonomia ao acesso a água. Entretanto, quando questionados sobre a realização de testes para verificar a qualidade da água dos poços, verificou-se que os moradores não costumam

realizar nenhum tipo de análise, representando um risco potencial à saúde, devido ao baixo controle da qualidade dos poços.

Nesse ponto, foi questionado sobre qualidade da água utilizada para consumo nos diferentes pontos de coleta, quando foi determinado uma relação com significância estatística junto ao nível de satisfação, apresentada na seguinte tabela de contingência (Tabela 2).

Origem da água		Nível de satisfação			Total	P-valor
		Sim	Razoável	Não		
Caixas-d'água da Pref. de Itabaiana (SE)	Observado	7	7	7	21	<0,01*
	% em linha	33.3 %	33.3 %	33.3 %	100.0 %	
Chafariz da comunidade Pinhão	Observado	32	7	1	40	
	% em linha	80.0 %	17.5 %	2.5 %	100.0 %	
Poço artesiano	Observado	21	6	0	27	
	% em linha	77.8 %	22.2 %	0.0 %	100.0 %	
Total	Observado	60	20	8	88	
	% em linha	68.2 %	22.7 %	9.1 %	100.0 %	

*Significativo. Fonte: os autores, 2024.

Os resultados revelam diferenças significativas entre as fontes de abastecimento. Apenas 33,3% dos usuários da água proveniente das caixas-d'água gerenciadas pela Prefeitura de Itabaiana a consideram de boa qualidade, enquanto 33,3% a julgam razoável e outros 33,3% afirmam que ela não é adequada para o consumo. Em contraste, entre os que utilizam o chafariz da comunidade de Pinhão, 80% consideram a água de boa qualidade. O mesmo ocorre entre os poços artesianos, dos quais, 77,8% afirmam estar satisfeitos com a qualidade da água.

Todavia, a problemática do acesso à água não é o único desafio ambiental enfrentado pelas comunidades. A gestão inadequada de resíduos sólidos emerge como outra questão crítica, sendo observada mediante a prática da queima de resíduos a céu aberto nas estradas (Figura 4).

Figura 4 – Queima de resíduos sólidos



Fonte: Acervo pessoal dos autores, 2024.

Ademais, a análise da infraestrutura de gestão de resíduos sólidos nas comunidades analisadas expõe um cenário contrastante em relação à disponibilidade da coleta regular. Na comunidade Pinhão, uma expressiva maioria dos participantes (97%) reportou a existência de serviço de coleta de resíduos realizado pela prefeitura municipal de Ribeirópolis, com frequência de duas vezes semanal, indicando uma cobertura quase total da área analisada.

Em contrapartida, a comunidade Oiteiro do Capim apresenta situação diferente, cerca de 46% dos participantes afirmaram ausência de qualquer tipo de coleta, os demais (56%) apresentaram respostas variáveis, mencionando uma coleta semanal realizada em um ponto específico próximo a uma cooperativa de materiais recicláveis, o que exige o deslocamento dos moradores até esse local para descarte, ou demonstraram desconhecimento sobre o serviço.

A queima de resíduos é preocupante, uma vez que gera diversos impactos negativos ao meio ambiente. Conforme apontado por Fidelis-Medeiros, Lunardi e Lunardi (2020), a depender da área onde está sendo realizado a queima, pode ocorrer contaminação do solo, dos corpos d'água e do ar.

Além disso, a gestão inadequada de resíduos sólidos em lixões impacta também a saúde humana. Os resultados desta pesquisa indicam que 25% dos participantes já adoeceram em decorrência do contato direto com o antigo lixão, enquanto 44% afirmaram conhecer pessoas da comunidade que desenvolveram algum tipo de enfermidade associada à exposição à área degradada.

A fim de identificar os agravos mais recorrentes, os participantes foram questionados sobre quais doenças já tiveram contato em decorrência do trabalho em contato com o antigo

lixão, sendo possível mencionar mais de uma enfermidade por indivíduo. Os problemas respiratórios se destacam como o principal grupo de doenças relatados, correspondendo a 56,5% das respostas, seguido por meningite, diarreia aguda, doenças de pele, micose e tétano, cada um com 8,7% do total de menções (Tabela 3).

Tabela 3 – Doenças provocadas nas pessoas em contato com o lixão.

Doenças	Contagens	% do Total
Problemas respiratórios	13	56.5 %
Meningite	2	8.7 %
Diarreia Aguda	2	8.7 %
Doença de pele	2	8.7 %
Micose	2	8.7 %
Tétano	2	8.7 %
Total	23	100%

Fonte: os autores, 2024.

Cumprir observar que cerca de 13,6% afirmaram a ocorrência de cortes, evidenciando o ambiente propenso a acidentes de trabalho. Esses traumas funcionam como porta de entrada para infecções e agravam a vulnerabilidade à contaminação. Nesse sentido, os dados obtidos revelam a predominância de doenças relacionadas à exposição inadequada a resíduos sólidos, especialmente em contextos marcados pela ausência de infraestrutura sanitária.

Esses resultados convergem com os achados de estudos internacionais, Vinti *et al.* (2021), que identificaram elevada incidência de problemas respiratórios e doenças infecciosas em populações que residem próximas a áreas de disposição irregular de resíduos. De modo semelhante, Akmal e Jaimil (2021) constataram casos recorrentes de diarreia aguda e casos de infecções entre indivíduos expostos a ambientes insalubres, destacando a vulnerabilidade de comunidades sem acesso a serviços básicos de saneamento.

Já no Brasil, Gomes e Belém (2022) também observaram a prevalência de enfermidades associadas a falta de manejo adequado dos resíduos em localidades periféricas, evidenciando um padrão comum entre diferentes territórios. Esses estudos reforçam a associação entre práticas inadequadas de gestão de resíduos e o adoecimento da população exposta, conforme evidenciado na realidade investigada.

4.3 Considerações Finais

Com base nos resultados apresentados, este estudo caracterizou as dimensões social, econômica e ambiental das comunidades inseridas na AID da antiga lixeira da “Terra Dura”, a partir da seguinte questão de pesquisa: qual o perfil social, ambiental e econômico das comunidades inseridas na AID da antiga lixeira da “Terra Dura”, localizada no município de Itabaiana–SE?

Os dados indicam um perfil de suscetibilidade em todas as dimensões analisadas, com precariedade no acesso a infraestruturas básicas, a partir das correlações entre as variáveis socioeconômicas, como etnia e escolaridade, além da exposição de riscos ambientais, apresentando um quadro de injustiça, historicamente enraizado nas comunidades que vivem no entorno do antigo lixão.

No âmbito educacional, recomenda-se a implementação de políticas públicas voltadas à educação de jovens e adultos (EJA), bem como programas de alfabetização que considerem a realidade específica do grupo analisado. Para além disso, é pertinente a parceria com instituições públicas de nível superior, para viabilizar cursos de extensão que possam agregar e potencializar ações sociais.

Paralelamente, políticas de geração de renda e inclusão produtiva devem ser desenvolvidas para geração de renda e melhoria das condições socioeconômicas das famílias residentes na AID, como incentivo para a produção ecológica e ampliada de hortifrutigranjeiros, tendo em vista a vocação da terra e a dimensão da feira de Itabaiana-SE e de municípios circunvizinhos.

Na dimensão ambiental, nota-se que o uso de fontes hídricas alternativas, como poços artesianos sem o tratamento adequado, déficits de estruturas de saneamento básico e queima de resíduos domésticos emergem como fatores agravantes que comprometem a qualidade de vida e o bem-estar dos moradores. Diante do cenário analisado, recomenda-se a implementação de políticas públicas, com ênfase em ações de educação ambiental, tendo em vista a evidente carência de informações entre os moradores sobre os impactos ambientais e à saúde decorrentes da queima de resíduos.

Referências

AKMAL, T.; JAMIL, F. Assessing health damages from improper disposal of solid waste in metropolitan Islamabad–Rawalpindi, Pakistan. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2717, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2717>. Acesso em: 23 out. 2025.

APARICIO, C. A. P.; DOTA, E. M. A dinâmica familiar como condicionante da mobilidade residencial no espaço metropolitano. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 41, p. e0277, 2024. Disponível em: <https://rebep.org.br/revista/article/view/2415>. Acesso em: 23 out. 2025.

BEZERRA, A. D. A.; NOGUEIRA, E. R.; ARAÚJO, F. G. D. M.; BRANDÃO, M. G. A.; CHAVES, B. E.; PANTOJA, L. D. M. Análise da Potabilidade de Água de Chafarizes de dois bairros do Município de Fortaleza, Ceará. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Vol. 8, nº. 1, 2017, p. 24-34. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6060940>. Acesso em: 19 abr. 2025.

BRASIL. **Constituição Federal do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 01 abr. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 9.606, de 10 de dezembro de 2018**. Regulamenta o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água – Programa Cisternas. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20152018/2018/Decreto/D9606.htm. Acesso em: 13 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.873, de 24 de outubro de 2013**. Institui o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água – Programa Cisternas. Brasília, DF, 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112873.htm. Acesso em: 13 ago. 2025.

BUSSAB, W. O.; BOLFARINE, H. **Estatística básica**. São Paulo: Saraiva, 2005.

CARVALHO, R. C.; KOGA, A. P. N. P.; VIANA DE JESUS, G. O Trabalho de Campo em Geografia e a Abordagem de Questões Ambientais: um exemplo de atividade teórico-prática em Três Ranchos, GO. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 46, p. 7–22, 2024. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/10456>. Acesso em: 01 mai. 2025.

CENTENARO, A. E. M. Vulnerabilidade social: conceito, nova realidade social e algumas dimensões. **Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica**, v. 3, n. 15, 2024. Disponível em: <https://www.remici.com.br/index.php/revista/article/view/330>. Acesso em: 23. out. 2025.

COSTA, D. M.; MAGALHÃES, R.; CARDOSO, M. L. DE M. Do Bolsa Família ao Auxílio Brasil: desafios e alcances a partir de uma pesquisa avaliativa baseada na teoria do programa. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, n. 7, p. e00207922, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT207922>. Acesso em: 01 mai. 2025.

ESPINOSA, M. M.; REZENDE, A. C.; CASTELO, L. M.; MOURA, M. V. D. Uma medida empírica para reduzir o vício no planejamento de amostragem aleatória simples e estratificada causado pela ausência de resposta. **Sigmae**, v. 8, n. 2, p. 722-727, 29 jul. 2019.

FIDELIS-MEDEIROS, F. H.; LUNARDI, V. O.; LUNARDI, D. G. Proposta de Gestão Adequada de Resíduos Sólidos Domiciliares em Comunidades Rurais Utilizando Análise Espacial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 527–543, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/243121>. Acesso em: 24 abr. 2025.

GOMES, A. O. S.; BELÉM, M. de O. O lixo como um fator de risco à saúde pública na cidade de fortaleza, ceará. Sanare - **Revista de Políticas Públicas**, [S. l.], v. 21, n. 1, 2022. DOI: 10.36925/sanare. v21i1.1563. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1563>. Acesso em: 23 abr. 2025.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS CIDADES – IDSC. **Mapa interativo**. Brasil. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/map/goals/SDG4/>. Acesso em 10 abr. 2025.

INFONET (2010). **Catadores sobrevivem de lixo em Itabaiana**. Disponível em: <https://infonet.com.br/noticias/cidade/catadores-sobrevivem-de-lixao-em-itabaiana/>. Acesso em 01 mai. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Desigualdades sociais por cor ou raça no Brasil**. IBGE. Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101681_informativo.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Itabaiana (SE)**. Cidades e Estados [Internet]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/se/itabaiana.html>. Acesso em: 24 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades: Itabaiana (SE) 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/itabaiana/panorama>. Acesso em: 10 abr. 2025.

ITABAIANA (2023). **Pesquisadores da UFS fazem avaliações na área do antigo lixão para elaboração do PRAD**. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/noticia/8172/pesquisadores-da-ufs-fazem-avaliacoes-na-area-do-antigo-lixao-para-elaboracao-do-prad>. Acesso em: 10 abr. 2025.

LIMA, M. A. J.; PEREIRA, F. C. **A precarização do trabalho na lixeira em Itabaiana-SE: um olhar sobre as condições de vida dos catadores de lixo no povoado Oiteiro do Capim**. In: Encontro nacional e fórum estado, capital, trabalho, 4. e 10., 2017, São Cristóvão. Anais [...]. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2017. Disponível em: https://engpect.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/10/gt-7-02-a-precarizac3a7c3a3o-do-trabalho-na-lixreira-em-itabaiana-se_um-olhar-sobre-as-condic3a7c3b5es-de-vida-dos-catadores-de-lixo-no-povoado-oiteiro-do-capim.pdf. Acesso em: 24 abr. 2025.

NASCIMENTO, M. A. A.; PAES, D. C. A. S.; PEREIRA, M. H. N.; SANTOS, M. D. A.; SOUZA NETO, P. M. de. Desafios e perspectivas da gestão integrada de resíduos sólidos em municípios: uma revisão integrativa. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. e1728, 2025. DOI: 10.23900/2359-1552v14n1-118-2025. Disponível em: <https://journalppc.com/RPPC/article/view/1728>. Acesso em: 24 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **A Agenda 2030**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 01 abr. 2025.

PAULA, I. D. de. Do passado ao presente: analfabetismo, disparidades regionais e relações étnico-raciais. **Inter-Ação**, Goiânia, v. 49, n. 3, 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/388858670>. Acesso em: 24 abr. 2025.

RIBEIRO, V. S.; DA SILVA PEIXOTO, F. Acesso à água para abastecimento doméstico na zona rural de mossoró-RN. **Revista Territorium Terram**, v. 7, n. 13, p. 544-555, 2024.

SANTOS, E. L.; ARAÚJO, K. C. T.; NASCIMENTO, R. dos S.; FABRICANTE, J. R. Flora espontânea do lixão desativado de Itabaiana, Sergipe, Brasil: seleção de espécies para recuperação do local. **Revista Interdisciplinar Animus**. IFMT – Pontes e Lacerda, v. 4, n. 1, e0412305, 2023.

SASSI, G. P. **Introdução à estatística descritiva**. 2019. Disponível em: https://ceie.sbc.org.br/metodologia/wp-content/uploads/2019/05/livro2_cap9.pdf. Acesso em: 23 out. 2025.

SILVA, R. S.; OLIVEIRA DE JESUS, C. Estudos dos Impactos Socioambientais Ocorridos no Lixão da Terra Dura, localizado no município de Itabaiana (SE). In: **Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe**, 12, 2019. Aracaju, 2019. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/100/ENREHSE0029-1-20190225-230654.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2025.

VINTI, G.; BAUZA, V.; CLASEN, T.; MEDLICOTT, K.; TUDOR, T.; ZUNBRUGG, C.; VACCARI, M. Municipal solid waste management and adverse health outcomes: a systematic review. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 8, p. 4331, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4331>. Acesso em: 07. set. 2025.

Conclusão Geral

O percurso trilhado por esta dissertação buscou analisar a área do antigo lixão do município de Itabaiana/SE, articulando, para tanto, quatro artigos que, complementarmente, permitiram uma compreensão dos impactos existentes nas esferas: ambiental, econômica e social na área estudada.

Inicialmente, um dos desafios centrais identificados foi constatado na revisão sistemática da literatura (Artigo I). O estudo revelou um campo ainda em consolidação, com uma escassez significativa de pesquisas que desenvolvam ou adaptem indicadores de sustentabilidade especificamente para áreas degradadas por resíduos sólidos. Nesse sentido, a escassez de indicadores de sustentabilidade específicos e amplamente validados para áreas degradadas por RS revela uma lacuna significativa no campo acadêmico e técnico.

Logo, os resultados obtidos abrem discussão sobre a necessidade de um quadro de indicadores mais acessível que integre as dimensões ambiental, social e econômica, especificamente para esse tipo de área degradada.

O artigo de revisão também evidenciou a tendência do uso de tecnologias como SIG. Nesse sentido, o Artigo II teve como objetivo a caracterização do uso e da ocupação da terra na área degradada do antigo lixão. Para tal, a metodologia utilizada baseou-se na análise documental e uso de geotecnologias, identificando o uso da terra com base em imagens de satélites.

Os resultados revelaram as mudanças na paisagem e a presença de áreas em diferentes estágios de degradação, desde espaços com sinais de regeneração até zonas adjacentes ainda comprometidas pela presença de resíduos.

A aplicação prática de indicadores, conforme realizado no Artigo III, apontou para a persistência de impactos significativos, especialmente nos meios biótico e físico, mesmo passados mais de seis anos após o encerramento do lixão, constituindo a evidência mais robusta de que o simples fechamento do vazadouro é uma medida meramente inicial e insuficiente. A magnitude negativa dos índices obtidos é um fator que deve ser observado pela administração pública, exigindo a efetiva implementação do PRAD, com foco em sistemas de drenagem, tratamento de lixiviados e monitoramento contínuo nos poços artesianos na AID e ações de revegetação com espécies nativas da região.

Finalmente, a análise das comunidades da Área de Influência Direta (Artigo IV) buscou avaliar especialmente as dimensões social e econômica das comunidades inseridas na AID. O

perfil identificado nas comunidades Oiteiro do Capim e Pinhão é marcada por baixa escolaridade, renda insuficiente, precariedade sanitária e exposição a riscos ambientais. Este achado é crucial, pois demonstra que a recuperação ambiental, neste cenário, não pode dissociar-se do meio social.

Com base nos resultados encontrados, sugere-se que:

- No Âmbito Acadêmico: A promoção de pesquisas para o desenvolvimento e teste de indicadores de sustentabilidade para lixões encerrados, que sejam amplos, mas de simplicidade operacional, permitindo sua adoção por municípios com diferentes realidades.
- No Âmbito da Gestão Pública: A priorização da execução do PRAD, alocando recursos para as obras de infraestrutura de contenção de poluentes e para o monitoramento de longo prazo da qualidade do solo e da água.
- No Âmbito Social: Recomenda-se a construção de infraestruturas de lazer, o desenvolvimento de projetos de acesso à educação, ações de educação ambiental, disponibilização de incentivos aos agricultores locais para práticas sustentáveis, criação de estratégias para aumento de oferta de empregos na cooperativa de reciclagem local.

Em síntese, os achados desta dissertação, convergem para uma conclusão central: a recuperação ambiental do antigo lixão de Itabaiana/SE, é uma ação complexa que exige uma abordagem integrada. A superação do passivo ambiental não se restringe à intervenção técnica na área degradada, mas demanda a articulação entre o poder público, a academia e a comunidade local.

Referências Gerais

BOFF, L., **Sustentabilidade: o que é o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2017.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 13 set. 2025.

CAMÕES, F. B., SILVA, R. F. (2023). Gestão de resíduos sólidos e seu impacto na qualidade de vida: Caso de estudo do Bairro Torrone Velho (Quelimane –Moçambique). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.11, n.3, p.017-032. Disponível em: <https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/1533>. Acesso em 29 jan. 2025.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS CIDADES – IDSC/BR. **Itabaiana (SE)**. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/profiles/2802908/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

ITABAIANA/SE (2023). **Pesquisadores da UFS fazem avaliações na área do antigo lixão para elaboração do PRAD**. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/noticia/8172/pesquisadores-da-ufs-fazem-avaliacoes-na-area-do-antigo-lixao-para-elaboracao-do-prad#:~:text=Em%20Itabaiana%2C%20o%20lix%C3%A3o%20conhecido,de%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20da%20%C3%A1rea%20degradada%3F>. Acesso em 29 Jan. 2025.

KEMERICH, P. D. da C.; RITTER, L. G.; Borba, W. F. Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações. **Revista Monografias Ambientais**, p. 3718-3722, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14411/pdf>. Acesso em: 31 jan. 2024.

MPSE - Ministério Público do Estado de Sergipe. **Lixão Mais Não – Após encerramento em Porto da Folha, Sergipe zera lista de lixões em atividade**. Disponível em: <https://www.mpse.mp.br/index.php/2025/01/16/lixao-mais-nao-apos-encerramento-em-porto-da-folha-sergipe-zera-lista-de-lixoes-em-atividade/>. Acesso em: 18 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. **A Agenda 2030**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ZHAO, L.; ZHA, Y.; ZHUANG, Y.; LIANG, L. Data Envelopment Analysis for Sustainability Evaluation in China: tackling the economic, environmental, and social dimensions. **European Journal of Operational Research**, v. 275(3), 2019, p. 1083–1095.

Anexo A - Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análise (PRISMA)

Seção e tópico	Item #	Item da lista de checagem	Localização do item relatado
TÍTULO			
Título	1	Indicadores de Sustentabilidade no Contexto de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos: uma revisão sistemática	16
RESUMO			
Resumo	2	O estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos e/ou indicadores que possam ser adaptados para essa área específica. Trata-se de uma revisão sistemática com buscas de artigos científicos nas bases de dados <i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i> com o recorte temporal de 2010-2024. Foram utilizados os descritores: <i>indicators of sustainability</i> (indicadores de sustentabilidade), <i>areas degraded</i> (áreas degradadas), <i>dumps</i> (lixões), <i>solid waste</i> (resíduos sólidos), utilizando-se do operador booleano “AND” para refinar a busca. Foram identificados 54 artigos e, após a aplicação dos filtros, remoção dos duplicados, leitura do título, descritores e resumo, apenas 15 artigos atenderam aos critérios de elegibilidade. Observou-se uma tendência crescente no uso de tecnologias, como o Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e <i>softwares</i> de modelagem, que têm se mostrado eficazes para a visualização e monitoramento dessas áreas. Entretanto, notou-se a baixa presença de estudos que trabalhassem especificamente com a temática proposta nesta revisão. Tal é preocupante, dado que os indicadores de sustentabilidade são ferramentas importantes para avaliar, monitorar e subsidiar decisões relacionadas à recuperação de áreas degradadas.	16
INTRODUÇÃO			
Justificativa	3	Apesar dos esforços globais para a gestão e recuperação de áreas degradadas, como preconiza a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) em sua meta 15.3, ainda há limitações na definição e aplicação de estratégias sustentáveis que considerem integralmente as diferentes dimensões da sustentabilidade. No caso específico das áreas degradadas por resíduos sólidos, a literatura científica ainda carece de uma sistematização abrangente sobre os indicadores mais relevantes e suas aplicações práticas, dificultando o estabelecimento de políticas públicas efetivas.	16
Objetivos	4	Analisar as produções científicas sobre os indicadores de sustentabilidade no contexto de áreas degradadas por resíduos sólidos.	18
MÉTODOS			
Crítérios de elegibilidade	5	Quadro 1 contém os critérios de inclusão e exclusão	19
Fontes de informação	6	<i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i> , pesquisadas entre os dias 12 e 26 de dezembro de 2024.	18
Estratégia de busca	7	Empregou-se os descritores: <i>indicators of sustainability</i> (indicadores de sustentabilidade), <i>areas degraded</i> (áreas	19

Seção e tópico	Item #	Item da lista de checagem	Localização do item relatado
		degradadas), <i>dumps</i> (lixões), <i>solid waste</i> (resíduos sólidos) Diante do número elevado de artigos encontrados, quando pesquisados as palavras-chave individualmente, o operador “AND” refinou a busca ao selecionar apenas resultados que contivessem todas as palavras-chave	
Processo de seleção	8	Após o refinamento inicial, a seleção dos artigos foi realizada em duas grandes etapas. A primeira consistiu na análise dos títulos, resumos e descritores, avaliando a pertinência entre a abordagem apresentada em relação à temática central da pesquisa. Em seguida a leitura completa dos textos elegíveis.	20
Processo de coleta de dados	9	Leitura dos elementos: Título, descritores e resumo e por fim leitura dos artigos na íntegra.	18
Lista de dados	10	Busca no portal <i>Scopus e web of Science</i> , utilizando as combinações propostas, com incorporação e armazenamento de dados para o <i>software R</i> e armazenamento no programa Excel	19
Avaliação do risco de viés dos estudos	11	Foi utilizado adaptado o <i>checklist CASP</i> .	21
Medidas de efeito	12	Não aplicável	-
Métodos de síntese	13	Não aplicável	-
Avaliação de vieses de publicação	14	Foi utilizada a avaliação <i>Critical Appraisal Skills Programme (CASP)</i> , para avaliação dos estudos.	23
Avaliação da certeza	15	Foi adaptado de Dyba e Dingsoyr, 2008, para criação de faixas de qualidade dos estudos.	22
RESULTADOS			
Seleção dos estudos	16	A tabela 2 mostra os resultados encontrados após a aplicação da metodologia PRISMA.	20
Características dos estudos	17	Quadro 3 apresenta o detalhamento dos artigos estudados	24
Risco de viés nos estudos	18	Item 14 do <i>Checklist</i>	23
Resultados de estudos individuais	19	O quadro 4 apresenta a intervenção dos trabalhos estudados	26
Vieses de publicação	21	Os autores optaram por trabalhar apenas com as bases de dados descritas no item 6. Entretanto, é possível a existência de outros estudos relacionados a temática abordada em outras bases de estudos.	-
Certeza da evidência	22	Não aplicável	-
DISCUSSÃO			
Discussão	23a	Item iniciado na página 32.	32
Outras informações			
Registro de protocolo	24a	Não foi registrada	-
	24b	Protocolo ainda não submetido	-
Apoio revisão	25	O estudo não teve apoio financeiro.	-
Conflito de interesses	26	Os autores declaram não possuir conflito de interesse relacionado ao desenvolvimento e publicação deste estudo.	-
Disponibilidade de dados, código e	27	Os estudos foram coletados nas bases <i>Scopus e web of Science</i> , com incorporação no <i>software R</i> e armazenamento no	-

Seção e tópico	Item #	Item da lista de checagem	Localização do item relatado
outros materiais		programa Excel.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372: n71. doi: 10.1136/bmj.n71. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Anexo B - *Script* utilizado na linguagem R

```
# Carregar bases de dados -----## Bibtex
WoSA <- "savedrecs.bib"

WoSB <- "savedrecs(1).bib"
WoSC <- "savedrecs(2).bib"
#WoSD <- "savedrecs_D.bib"
#WoSE <- "savedrecs_E.bib"
Scopus <- "scopus.bib"

## Data-frame
WoSA_df <- convert2df(
  WoSA,
  dbsource = "wos",
  format = "bibtex" )

WoSB_df <- convert2df(
  WoSB,
  dbsource = "wos",
  format = "bibtex" )

WoSC_df <- convert2df(
  WoSC,
  dbsource = "wos",
  format = "bibtex" )

#WoSD_df <- convert2df(
# WoSD,
# dbsource = "wos",
# format = "bibtex" )

#WoSE_df <- convert2df(
# WoSE,
# dbsource = "wos",
# format = "bibtex" )

Scopus_df <- convert2df(
  Scopus,
  dbsource = "scopus",
  format = "bibtex" )

# Criar objeto com as bases unificadas -----
M <- mergeDbSources( WoSA_df,
  WoSB_df,
  WoSC_df,
  #WoSD_df,
  #WoSE_df,
  Scopus_df,
```

```
remove.duplicated = TRUE)
```

```
# Biblioshiny -----
```

```
biblioshiny() # necessita que o package "bibliometrix"
```

```
# esteja carregado (linha 17)
```

```
# Criar arquivo *.csv a partir do objeto M (bases WoS e Scopus) -----
```

```
write.csv(M, "dataset.csv")
```

Anexo C – Questionário de entrevista

DIMENSÃO SOCIAL

1) Idade:

- ☐ 18 |-- 28 ☐ 28 |-- 38 ☐ 38 |-- 48 ☐ 48 |-- 58
☐ 58 |-- 68 ☐ 68 |-- 78 ☐ 78 |-- 88 ☐ 88 |-- 98

2) Quantas pessoas residem com você?

- ☐ 1 pessoa ☐ 2 pessoas ☐ 3 pessoas ☐ Mais que 3 pessoas
☐ sozinho

3) Cor: ☐ Branca ☐ Preta ☐ Parda4) Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino

5) Naturalidade:

- ☐ Itabaiana ☐ Ribeirópolis ☐ Carira ☐

Outro: _____

6) Escolaridade:

- ☐ Não tem instrução ☐ Até 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) ☐ Da 5ª a 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) ☐ Ensino Médio (antigo colegial)
☐ Superior ☐ Pós-Graduação (especialização, mestrado e doutorado) ☐ Não soube informar/Não Respondeu

7) Situação Conjugal: ☐ Solteiro ☐ Casado ☐ Viúvo ☐ Desquitado8) Trabalha Atualmente? ☐ Sim ☐ Não

Caso a resposta seja “sim”, ☐ Carteira Assinada ☐ Informal

Em qual município? ☐ Itabaiana ☐ Outro: _____

9) Renda média?

- ☐ Menos que um salário mínimo ☐ Um salário mínimo
☐ Entre um e dois salários mínimos ☐ Dois salários ou maior que dois salários mínimos

10) Quantas trabalham em sua residência?

- ☐ 1 pessoa ☐ 2 pessoas ☐ 3 pessoas
☐ Mais que 3 pessoas ☐ Nenhuma, somente eu trabalho

- 11) Já trabalhou no lixão ou com coleta de resíduos? () Sim () Não
Caso a resposta seja “sim”, por quanto tempo? _____
- 12) Você planta algo em seu terreno?
() Sim () Não, mas já plantei () Não, nunca plantei
Caso a resposta seja “sim” ou “Não, mas já plantei”, o que e qual a finalidade?
O que? _____ Qual a finalidade?

- 13) Cria algum animal? () Sim () Não, mas já criei () Não, nunca criei
Caso a resposta seja “sim” ou “Não, mas já criei”, qual?

- 14) Qual o meio de transporte você utiliza?
() Tópic () Carro próprio () Moto () Bicicleta () Ônibus () Carroça
- 15) Mora há quanto tempo na localidade? _____
Viveu na época que o lixão estava ativo? () Sim () Não
- ÁGUA E MEIO AMBIENTE**
- 16) De onde vem a água que você bebe? _____
É de boa qualidade? () Sim () Não () razoável
- 17) De onde vem a água que você usa para limpeza?

- 18) Possui cisterna? () Sim () Não
- 19) Possui poço artesiano? () Sim () Não
- 20) Qual o destino dos resíduos de sua casa?
() Joga no quintal () Queima () Joga em terreno vazio () Joga na lixeira para coleta
- 21) Você sabe qual o destino dos resíduos dos seu município? () Sim () Não
Caso a resposta seja “sim”, qual? _____
- 22) O caminhão de lixo faz a coleta dos resíduos? () Sim () Não

Caso a resposta seja “sim”, qual frequência? _____

23) Separa papéis, plásticos, vidros, alumínio do material orgânico para reciclagem? () Sim
() Não Caso a resposta seja “sim”, qual frequência? _____

24) Você acha que houve/há uma desvalorização dos terrenos por causa do lixão? () Sim
() Não
Por quê?

25) Você sente odores advindos do lixão? () Sim () Não
Caso a resposta seja “sim”, qual frequência? _____

26) Você já realizou/visualizou queima de resíduos? () Sim () Não
Caso a resposta seja “sim”, qual frequência? _____

27) Já visualizou ou soube de chorume a céu aberto? () Sim () Não

28) Percebe a presença de aves como urubus na área do lixão? () Sim () Não

29) Já visualizou ou soube de uma possível contaminação das águas? () Sim () Não

30) Já percebeu alguma mudança na paisagem após o fechamento do lixão? () Sim () Não
Caso a resposta seja “sim”, qual? _____

31) É comum a presença de Pragas? () Sim () Não
Caso a resposta seja “sim”, qual? () Mosquitos () Ratos () Baratas
() Outro

32) Acha que a presença dessas pragas tem alguma relação com o lixão? () Sim () Não
Por quê?

33) A presença de urubus era maior que agora? () Maior () Menor () Do mesmo jeito

34) Você se sentia confortável com a presença do lixão? “Dê uma nota de 1 a 5”
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5

Por quê?

35) Como era o odor? “Dê uma nota de 1 a 5”

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

36) Havia insegurança? ☐ Sim ☐ Não

Por quê?

37) Hoje você se sente confortável em viver aqui? “Dê uma nota de 1 a 5”

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

38) O que acha da iniciativa de Recuperar a Área Degradada pelo Lixão?

☐ Bom ☐ Ótimo ☐ Excelente ☐ Não concordo

39) O que você acha interessante fazer com esse espaço?

☐ Igreja ☐ Escola ☐ Posto de saúde

☐ Possibilidades de emprego para os moradores ☐ Conjunto de casas

40) Houve alguma mobilização da comunidade para desativar o lixão?

☐ Sim ☐ Não ☐ desconheço ☐ A comunidade apoiava a manutenção do lixão

SAÚDE

41) Na sua opinião, o lixão já provocou alguma doença em você? ☐ Sim ☐ Não

Caso a resposta seja “sim”, qual?

42) Conhece alguém que teve alguma doença por causa do lixão? ☐ Sim ☐ Não

Caso a resposta seja “sim”, qual?

43) A comunidade possui cemitério? ☐ Sim ☐ Não

Caso a resposta seja “sim”,

Onde fica?

Qual o nome?

Anexo D – Parâmetros do *Checklist* de avaliação ambiental

Fonte: Campos, 2008.

CHECKLIST DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

FORMA DE PREENCHIMENTO

A seguir apresenta-se um breve resumo dos conceitos de cada parâmetro de agravo para facilitar o entendimento e preenchimento do *checklist* de avaliação ambiental. Em caso de dúvidas a leitura do capítulo 3.3 pode complementar o material apresentado.

Aspecto: Solo/Subsolo

Parâmetro de agravo: Sinais de erosão

Objetivo: Identificar sinais de erosão do solo, principalmente quando localizados nas laterais internas das valas de disposição do resíduo. Embora o solo do terreno tenha uma permeabilidade favorável, se este apresentar sinais de erosão na camada de cobertura, tem-se ali um canal aberto para a infiltração de lixiviados contaminados. Deve-se sinalizar com SIM quando identificados os sinais de erosão e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Alteração na capacidade de uso da terra

Objetivo: Identificar a alteração na capacidade de uso do solo prevista para a etapa de encerramento das atividades do aterro sanitário. Normalmente, o projeto do aterro já prevê um uso futuro para o terreno. Cabe avaliar se essa previsão poderá ser atendida mediante o cenário de impactos apresentados.

Deve-se sinalizar com SIM caso as condições ambientais estejam favoráveis aos planos futuros para o terreno e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Dano ao relevo

Objetivo: Identificar se os danos causados pela construção do aterro (escavação das trincheiras para posterior aterramento dos resíduos; construção do sistema de tratamento de lixiviados; poços de monitoração; e abertura das vias de acesso para movimentação dos caminhões de coleta de resíduos) causaram alterações nas características naturais do relevo.

Deve-se sinalizar com SIM em caso de alteração nas características do relevo e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Permeabilidade do solo

Objetivo: identificar se o solo das valas, onde deverão ficar acondicionados os resíduos e lixiviados produzidos, possui um sistema de permeabilidade lateral e ao fundo, que garanta a

menor infiltração de líquido contaminado nas camadas mais profundas do solo. O solo do aterro com baixo coeficiente de permeabilidade além de atuar como uma barreira natural, minimizando os riscos de contaminação, exerce o papel de “filtro” atenuando o poder poluidor do lixiviado gerado no fundo das valas. O método de análise e avaliação da sustentabilidade técnico ambiental e financeira de aterros simplificados - AASAS, (ZANTA, CAMPOS, MAY, 2006), considera favorável um solo com permeabilidade maior ou igual do que 10-6; como neutra a permeabilidade encontrada no intervalo de 10-5 e 10-6; e desfavorável as inferiores a 10-5.

Aspecto: Ar

Parâmetro de agravo: Proximidade de núcleos habitacionais

Objetivo: Verificar a distância entre o aterro sanitário e o núcleo habitacional mais próximo. Como parâmetros para avaliação da proximidade ideal serão considerados os indicadores apresentados por ZANTA, CAMPOS e MAY (2006), que determinam como distância mínima recomendada de 1.000 m. Para distância máxima é indicado o valor de 5.000m, de modo a viabilizar o transporte dos resíduos da sede urbana geradora até o local de disposição final.

Parâmetro de agravo: Emissão de odores

Objetivo: Identificar a intensidade da emissão de odores desagradáveis, oriundo do processo de decomposição dos resíduos dispostos nas valas. O mau cheiro é oriundo da emissão de gás sulfídrico (H₂S), amônia (NH₃) e outros derivados de enxofre (mercaptanas).

Aspecto: Água

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Comprometimento do aquífero

Objetivo: Identificar se houve ou não a contaminação do aquífero subterrâneo, ou seja, alteração nas suas características físico – químicos que impeçam o uso do seu recurso natural tal como na sua origem. Deve-se sinalizar com SIM em caso de contaminação e Não para caso contrário.

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Profundidade do aquífero

Objetivo: Identificar se a profundidade do aquífero subterrâneo é suficiente para reter e/ou atenuar a poluição do lixiviado, que pode variar também em função das características e propriedades do solo (tamanho dos grãos e partículas, capacidade de adsorção e de troca catiônica, por exemplo). A profundidade indicada por Zanta, Campos e May (2006) é igual ou acima de dois metros, e como não recomendável às distâncias iguais ou inferiores a um metro e meio. O intervalo entre as duas distâncias encontra-se numa zona de neutralidade.

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos – Reequilíbrio

Objetivo: Identificar a capacidade do meio em reconstituir as suas características naturais. Quando o impacto toma uma proporção mais elevada, há a necessidade da intervenção humana para recompor o meio afetado, isso porque o ambiente natural não tem condições de se reconstituir de forma natural e espontânea.

Parâmetro de agravo: Aquíferos Subterrâneos - Utilidade do Aquífero

Objetivo: Identificar se a qualidade de um aquífero está ideal para garantir a qualidade de vida e saúde da população/animais que por ventura venha ingerir direta ou indiretamente a sua água. Considera que quanto maior a probabilidade de ingestão da água contaminada maior será o dano socioambiental causado pela contaminação. Deve-se sinalizar a opção do principal uso da água do aquífero (consumo humano/animais/irrigação; recreação sem contato primário; não é utilizado).

Aspecto: Água

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Comprometimento do manancial;

Reequilíbrio e Utilidade do Aquífero

Objetivo: esses três aspectos seguem as mesmas características para avaliação que foi considerada para os aquíferos subterrâneos, comentados no item anterior.

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Distância do corpo d'água

Objetivo: Identificar se o aterro atende aos padrões definidos na Portaria do Interior nº 124/80 e na NBR 13896 (ABNT, 1997), que indicam como distância mínima 200 metros, como distância recomendável para proteger os mananciais em casos de acidentes ou falhas operacionais (ZANTA, CAMPOS, MAY, 2006).

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Distância do corpo d'água

Objetivo: esses três aspectos seguem as mesmas características para avaliação que foi considerada para os aquíferos subterrâneos, comentados no item anterior.

Parâmetro de agravo: Mananciais Superficiais - Grau de prejuízo financeiro causado à comunidade local

Objetivo: Identificar se o manancial superficial é utilizado como fonte de subsistência pela comunidade local, e se por algum motivo se vê impossibilitada de manter as suas atividades, esse prejuízo financeiro, que normalmente é desconsiderado, tem que ser avaliada como impacto ambiental gerado pelo aterro. Como exemplo pode-se citar a contaminação dos peixes de um manancial superficial em virtude do alto nível de infiltração do lixiviado de um aterro sanitário, impossibilitando a pesca comercial pelos pescadores locais.

Aspecto: Alteração da Paisagem Local

Parâmetro de agravo: Alteração na paisagem local – impacto visual

Objetivo: Identificar se a alteração da paisagem local decorrente da construção aterro gerou algum tipo de impacto visual ao entorno. Sugere-se o equipamento seja construído com uma distância mínima de 1.000 metros de centros urbanos, justamente para evitar que o aterro se torne a paisagem mais evidente da localidade, o que pode se tornar uma poluição visual, com possíveis desvalorização para os imóveis que estivessem no entorno do aterro.

Parâmetro de agravo: Existe projeto de readequação à paisagem local.

Objetivo: Identifica a existência de algum tipo de projeto para readequação do terreno à paisagem original ao final da operação do AS. É comum que no momento da elaboração do projeto do aterro seja realizado um estudo do meio biótico, com o objetivo de identificar as principais formações vegetais e as espécies animais existentes no terreno. Desta forma, ao final da operação do aterro pode-se prever a revegetação com espécies originalmente encontradas.

Aspecto: Outros Aspectos a serem avaliados

Parâmetro de agravo: O AS possui galpão de triagem

Objetivo: Identificar se o aterro possui galpão de triagem com uma unidade de triagem de forma a reduzir a quantidade de materiais depositados no terreno. Podendo gerar renda para os operários do equipamento, se autorizado pelo gestor, ou até para o próprio município.

Parâmetro de agravo: A presença do AS gerou desvalorização dos terrenos vizinhos

Objetivo: Identificar se a presença do aterro gerou desvalorização no valor dos terrenos vizinhos (independente se o aterro esteja sendo bem ou mal operado).

Parâmetro de agravo: Ocorrência de espécies endêmicas

Objetivo: Avaliar se a presença do aterro contribuiu para a ocorrência de espécies endêmicas, ou seja, se afetou a comunidade, geralmente pelos incômodos causados pelo forte odor, presença de vetores, dentre outros.