



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA –  
IFBA, CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA  
DIREÇÃO DE ENSINO - DEN  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL - CEAMB**

**TALITA TELES DE MENEZES**

**ANÁLISE DE ÁREAS AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA  
IMPLEMENTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE NO  
MUNICÍPIO DE ABAÍRA, BAHIA**

Vitória da Conquista - BA  
Fevereiro 2024

**TALITA TELES DE MENEZES**

**ANÁLISE DE ÁREAS AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA  
IMPLEMENTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO PORTE NO  
MUNICÍPIO DE ABAÍRA, BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Lídia Raiza Sousa Lima Chaves Trindade

Vitória da Conquista – BA  
Fevereiro 2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO IFBA, COM OS  
DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

M543 Teles de Menezes, Talita

Análise de Áreas Ambientalmente Adequadas para Implementação de um Aterro Sanitário de Pequeno Porte no Município de Abaira, Bahia: / Talita Teles de Menezes; orientadora Lídia Raiza Sousa Lima Chaves Trindade -- Vitória da Conquista : IFBA, 2024.

59 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) -- Instituto Federal da Bahia, 2024.

1. Aterro Sanitário de Pequeno Porte. 2. Geoprocessamento. 3. Disposição Final de Resíduos. 4. Análise Multicriterial. 5. Análise de Áreas. I. Raiza Sousa Lima Chaves Trindade, Lídia, orient. II. TÍTULO.

CDD/CDU

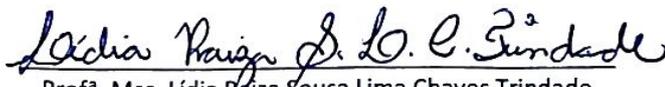
**TALITA TELES DE MENEZES**

**ANÁLISE DE ÁREAS AMBIENTALMENTE ADEQUADAS PARA  
IMPLEMENTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO DE PEQUENO  
PORTE NO MUNICÍPIO DE ABAÍRA, BAHIA**

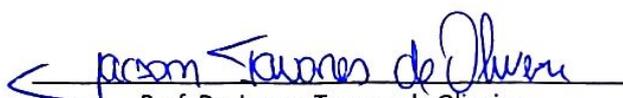
A presente Monografia, apresentada em sessão pública realizada em vinte e três de fevereiro de 2024, foi avaliada como adequada para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental, julgada e aprovada em sua forma final pela Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista.

Data da Aprovação: 23 de fevereiro de 2024

**BANCA EXAMINADORA**



Prof<sup>a</sup>. Msc. Lídia Raíza Sousa Lima Chaves Trindade  
Orientadora – IFBA Campus Vitória da Conquista



Prof. Dr. Jacson Tavares de Oliveira  
IFBA Campus Vitória da Conquista



Prof. Msc. Daniel Pedro S. Marinho  
IFBA Campus Vitória da Conquista

Vitória da Conquista, 23 de fevereiro de 2024

*“Que a tua vida não seja estéril. Sê útil.  
Deixa rasto.”*

*Dedico este trabalho aos meus pais, que são  
incentivadores dos meus sonhos e projetos.  
A meu irmão, cunhada, sobrinhos e aos  
meus amigos do coração, com os quais  
sempre posso contar.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por todas as maravilhas e bênçãos dadas a mim, mesmo sem mérito algum de minha parte. O seu amor e misericórdia me sustentaram até aqui.

Agradeço aos meus pais, Iolanda e Ailton, por todo amor, incentivo, torcida, disposição, entrega, generosidade e acolhimento ao longo de toda a minha vida, jamais seria quem sou se não fossem por vocês.

Agradeço ao meu irmão Igor e a minha cunhada Iana, meus familiares e também amigos fiéis. Toda torcida, admiração e amor de vocês foram fundamentais nessa trajetória. Obrigada por serem minha equipe de apoio por tantas vezes ao longo desses 5 anos. Agradeço aos meus sobrinhos Benjamim, Chiara e Theodoro. Mesmo sem saber foram minha motivação e fonte de incontáveis alegrias.

Agradeço a Geovana, minha amiga de todas as horas. Nossas conversas, nossos estudos, risadas e seus conselhos estarão marcados para sempre em meu coração. Obrigada por acreditar em mim, muitas vezes muito mais do que eu acredito. Você me inspira.

Agradeço a Ana Clara, a pessoa que vibrou e comemorou comigo por telefone quando ingressei ao IFBA. Obrigada por sempre torcer e me ouvir. Sua amizade me edifica.

Agradeço às amigas que fiz na graduação, Júlia, Geovanna, Victória, Kariny, Karol, Erika e Danyella. Obrigada por compartilharem essa jornada comigo, sem vocês teria sido muito mais desafiador. Sou fã de cada uma de vocês.

Agradeço aos meus amigos da vida Lucas, Mateus, Lariane, Tawane, Emília, Karina, Milena, Jonathan, Stefany e Augusto. Obrigada por todo apoio, conselhos, ajuda e torcida. Amo vocês.

Agradeço a Mestra Claudia Lilian, pessoa que se tornou para além de uma mentora. Obrigada por confiar em mim, no meu trabalho, na minha criatividade. Aprendo todos os dias contigo. Estendo o meu agradecimento ao Grupo de Produção Acadêmica (GPA) e todas as meninas que comigo dividiram essa parceria, o GPA mudou a minha trajetória acadêmica.

Agradeço, de forma especial, a Lídia Raiza, minha orientadora. Obrigada pelo suporte e pelo carinho. Você é incrível e uma inspiração, Rai. Não teria conseguido sem você.

Agradeço a Mariana Aguiar por todo ensinamento, confiança e carinho ao me ensinar o ofício da engenharia na prática profissional.

Agradeço também a todos os professores que foram fontes de conhecimento e inspiração ao longo desses 5 anos de graduação. Em especial Joseane, Camila, Orleane e Daniel.

“Recebei, Senhor, minha liberdade inteira.

Recebei minha memória,

minha inteligência e toda a minha vontade.

Tudo que tenho ou possuo de vós me veio;

tudo vos devolvo e entrego sem reserva

para que a vossa vontade tudo governe.

Dai-me somente vosso amor e vossa graça

e nada mais vos peço,

pois já serei bastante rico.

Amém.

## RESUMO

A falta de estrutura adequada para a disposição final de resíduos sólidos resulta no descarte inadequado desses materiais, gerando impactos ambientais e de saúde pública. Este projeto aborda a questão da geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, com ênfase no município de Abaíra, Bahia. O estudo visa identificar áreas ambientalmente adequadas para a instalação de um aterro sanitário de pequeno porte, com o intuito de aprimorar a gestão de resíduos sólidos. Além disso, foram utilizados critérios técnicos, ambientais e legais para avaliar a viabilidade dessas áreas. A pesquisa incluiu um estudo bibliográfico sobre meio ambiente, degradação ambiental, resíduos sólidos e legislação pertinente no Brasil, além de uma contextualização histórica sobre a gestão de resíduos em Abaíra. Para a análise de viabilidade, foram combinadas revisão bibliográfica, pesquisa qualitativa e quantitativa, incluindo geoprocessamento com o software QGIS. A coleta de dados abrangeu informações geográficas, análises espaciais e a aplicação de critérios técnicos e socioeconômicos. O Município de Abaíra, devido à sua extensão territorial reduzida e população, apresenta áreas adequadas para um aterro sanitário de pequeno porte. O geoprocessamento, utilizando o QGIS, permitiu uma análise detalhada da viabilidade dessas áreas. A integração de dados espaciais e parâmetros específicos possibilitou a identificação de locais apropriados, conforme as normas da ABNT. Os resultados serão compartilhados com o poder público local para orientar políticas de gestão de resíduos. Além disso, o estudo pode ser útil para outros municípios buscando soluções semelhantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Multicritério; Disposição Final; Geoprocessamento.

## **ABSTRACT**

The lack of adequate infrastructure for the final disposal of solid waste leads to improper disposal of these materials, resulting in environmental and public health impacts. This project addresses the issue of urban solid waste generation in Brazil, with a focus on the municipality of Abaíra, Bahia. The study aims to identify environmentally suitable areas for the installation of a small-scale landfill, with the goal of improving solid waste management. Additionally, technical, environmental, and legal criteria were used to assess the feasibility of these areas. The research included a literature review on environmental issues, solid waste, and relevant legislation in Brazil, along with a historical contextualization of waste management in Abaíra. For feasibility analysis, a combination of literature review, qualitative and quantitative research, including geoprocessing with QGIS software, was employed. Data collection included geographic information, spatial analysis, and the application of technical and socioeconomic criteria. Due to its small territorial extent and population, the municipality of Abaíra has suitable areas for a small-scale landfill. Geoprocessing, using QGIS, enabled a detailed analysis of the feasibility of these areas. Integration of spatial data and specific parameters facilitated the identification of appropriate sites, in accordance with ABNT standards. The results will be shared with the local government to inform waste management policies. Furthermore, the study may be beneficial for other municipalities seeking similar solutions.

**KEYWORDS:** Final Disposal; Geoprocessing; Multicriteria Analysis.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de Tratamento e Disposição Final de Resíduos do Brasil.....	23
<b>Figura 2</b> - Mapa de Tratamento e Disposição Final de Resíduos do Nordeste.....	24
<b>Figura 3</b> -Mapa de Tratamento e Disposição Final de Resíduos da Bahia.....	25
<b>Figura 4</b> - Mapa de Localização do município de Abaíra, Bahia.....	27
<b>Figura 5</b> - Mapa de Declividade do município de Abaíra, Bahia.....	40
<b>Figura 6</b> - Mapa de Rodovias do município de Abaíra, Bahia.....	41
<b>Figura 7</b> -Mapa de Pedologia do município de Abaíra, Bahia.....	42
<b>Figura 8</b> - Mapa de Curso D'Água do município de Abaíra, Bahia.....	44
<b>Figura 9</b> - Mapa de Zoneamento Urbano do município de Abaíra, Bahia.....	45
<b>Figura 10</b> - Mapa de Unidades de Conservação do município de Abaíra, Bahia.....	46
<b>Figura 11</b> - Mapa de Vegetação do município de Abaíra, Bahia.....	48
<b>Figura 12</b> - Mapa de Avaliação de Áreas do município de Abaíra, Bahia.....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> - Notas para cada Parâmetro dos Critérios.....	32
<b>Tabela 02</b> - Parâmetros de Declividade. ....	32
<b>Tabela 03</b> - Parâmetros de Rodovias.....	32
<b>Tabela 04</b> - Parâmetros de Centros Urbanos.....	33
<b>Tabela 05</b> . Parâmetros de Corpos Hídricos.....	33
<b>Tabela 06</b> - Parâmetros de Pedologia.....	34
<b>Tabela 07</b> - Parâmetros de Vegetação.....	35
<b>Tabela 08</b> - Parâmetros das Unidades de Conservação.....	35
<b>Tabela 09</b> - Expressão de Reclassificação de Afastamento e Proximidade.....	38
<b>Tabela 10</b> - Pesos Associados aos Critérios de Análise de Dados. ....	39
<b>Tabela 11</b> - Classificação do Gradiente de Cores do Mapa de Pedologia.....	42
<b>Tabela 12</b> - Unidades de Conservação de Abaíra.....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Conceitos de Meio Ambiente, Degradação Ambiental.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Legislação Ambiental.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Gestão de Resíduos Sólidos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Definição de Resíduos Sólidos e Rejeito.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Disposição Final Ambientalmente Inadequadas: Lixão e Aterro Controlado.....</b>	<b>17</b>
<b>3.6 Disposição Final Ambientalmente Adequadas: Aterro Sanitário e Aterro Sanitário de Pequeno Porte.....</b>	<b>18</b>
<b>3.7 Tipos de Aterros Sanitários de Pequeno Porte.....</b>	<b>19</b>
<b>3.8 Critérios para Localização de Aterros.....</b>	<b>20</b>
<b>3.9 Legislação Ambiental e Normativas.....</b>	<b>21</b>
<b>3.10 Impactos Ambientais e Socioeconômicos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.11 Panorama das Situações dos Resíduos Sólidos.....</b>	<b>22</b>
3.11.1 Brasil.....	22
3.11.2 Nordeste.....	23
3.11.3 Bahia.....	24
<b>3.12 Contexto Histórico do Município de Abaíra – Bahia.....</b>	<b>25</b>

<b>3.13 Experiências de Municípios Similares.....</b>	<b>26</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Área de Estudo.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Abordagem da Pesquisa.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3 Coleta de Dados.....</b>	<b>29</b>
4.3.1 Declividade.....	29
4.3.2 Rodovias.....	30
4.3.3 Pedologia.....	30
4.3.4 Cursos D'Água.....	30
4.3.5 Áreas Urbanas.....	30
4.3.6 Unidades de Conservação (UCs).....	31
4.3.7 Vegetação.....	31
4.3.8 Área Segura de Aeroportuária.....	31
<b>4.4 Análise de Dados.....</b>	<b>31</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Declividade.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Rodovias.....</b>	<b>40</b>
<b>5.3 Pedologia.....</b>	<b>42</b>
<b>5.4 Cursos D'Água.....</b>	<b>43</b>
<b>5.5 Áreas Urbanas.....</b>	<b>44</b>
<b>5.6 Unidades de Conservação (UCs).....</b>	<b>45</b>
<b>5.7 Vegetação.....</b>	<b>48</b>
<b>5.8 Processamento dos Critérios.....</b>	<b>49</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>51</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos no Brasil é uma problemática que acompanha o contínuo crescimento da população e das áreas urbanas, exercendo impactos significativos no desenvolvimento econômico, social e ambiental do país. Segundo dados prévios do censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a população brasileira é estimada em 207,8 milhões de pessoas. Essa grande quantidade de habitantes gera um desafio adicional no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

De acordo com informações fornecidas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), no ano de 2022 foram produzidas cerca de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no país, evidenciando a magnitude do problema. Dentre essa parcela de RSU, 29,7 milhões de toneladas foram despejados em áreas inadequadas, como em lixões e aterros controlados.

Assim, torna-se evidente que o Brasil enfrenta desafios no manejo dos resíduos sólidos (RS). A Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em vigor desde 2010, estabelece o gerenciamento dos RS como um conjunto de medidas aplicadas nas fases de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final e disposição final ambientalmente adequadas, conforme exigido pela legislação sobre a gestão integrada dos resíduos sólidos. Diante disso, ao considerar os dados de 2022 da ABRELPE em conjunto com as diretrizes da PNRS, torna-se evidente a lacuna na implementação de ações para a destinação e disposição final dos resíduos em todo o território nacional.

Dessa forma, torna-se imperativo implementar medidas a fim de evitar o descarte de resíduos em lixões ou aterros controlados. Como solução para contornar essa problemática, a PNRS discorre medidas de destinação final como a reciclagem, a compostagem e outras formas de destinar esse material, entre elas a disposição final de acordo com as normas vigentes. Melo (2021) dispõe sobre duas formas de disposição final ambientalmente adequadas de resíduos sólidos urbanos aceitas no Brasil: os aterros sanitários e os aterros sanitários de pequeno porte. Acrescenta que, a primeira opção é aplicável a qualquer volume de resíduos, enquanto a segunda se apresenta como uma alternativa simplificada, especialmente indicada para municípios com menor geração de resíduos.

Cabe salientar que no ano de 2022, foi instituído o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Dentro desse documento foi descrito o “Programa Nacional Lixão Zero”, com o objetivo, segundo a PNRS (2022), de erradicar os lixões em território nacional e minimizar os

impactos ambientais decorrentes do RSU nos recursos naturais. Somando-se a isso, a Lei Federal nº 14.026, de 2020, determinou que até dia dois de agosto de 2024, os municípios brasileiros devem assegurar a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Diante da realidade em que muitos municípios enfrentam desafios relacionados ao descarte de resíduos sólidos, o caso do município de Abaíra, localizado no estado da Bahia, não é uma exceção. Em notícia publicada pelo Ministério Público do Estado da Bahia, em novembro de 2022, é relatado que a justiça realizou a determinação do encerramento do 'lixão' em Abaíra (CARDOSO, 2022), e somado a isso, o município necessita adotar medidas para interromper a disposição final irregular de resíduos sólidos. A matéria ainda acrescenta que o Ministério Público aponta danos ao meio ambiente e à saúde pública como consequência do lançamento indefinido de resíduos sólidos a céu aberto no município.

Frente à determinação judicial para interromper a disposição irregular de resíduos em Abaíra, município localizado na região da Chapada Diamantina, região de grande importância ambiental, é necessário que a administração local busque soluções para cumprir essas medidas e atender às exigências legais. Essas práticas não apenas atendem às exigências, mas também contribuem para a manutenção da integridade ambiental, garantindo a harmonia entre o crescimento urbano e a conservação dos ecossistemas característicos da Chapada Diamantina.

A implantação de um aterro sanitário municipal de pequeno porte surge como uma alternativa viável para encerrar ou minimizar essa prática inadequada, como sugere a PNRS, especialmente considerando que municípios de menor porte frequentemente encontram nos aterros de pequeno porte uma opção economicamente mais viável, dada a redução do custo de implantação em comparação a outros tipos de aterros. Com base no tamanho do município, essa opção consegue gerenciar eficientemente a quantidade de resíduos gerados pela população.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Identificar as áreas ambientalmente propícias para a implantação de um aterro sanitário de pequeno porte no município de Abaíra, Bahia.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar e identificar os critérios técnicos, ambientais e legais essenciais para a viabilização da implantação de um aterro sanitário de pequeno porte;
- Realizar uma avaliação detalhada para identificar e mapear as áreas que apresentam viabilidade para a instalação do aterro sanitário, considerando aspectos ambientais, topográficos e de conformidade legal;
- Estabelecer diretrizes e recomendações para a implementação ambientalmente sustentável do aterro sanitário;

## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

Para efetuar um levantamento das áreas ambientalmente adequadas à implantação de um aterro sanitário de pequeno porte no município de Abaíra, situado na Bahia, torna-se imprescindível adquirir um amplo conhecimento acerca de conceitos ambientais importantes, legislações vigentes, normas técnicas e a compreensão aprofundada sobre a natureza dos aterros sanitários, incluindo suas diferentes modalidades.

Adicionalmente, é vital conduzir uma análise abrangente do cenário dos resíduos sólidos no contexto brasileiro, a fim de contextualizar o projeto. Esse contexto permitirá um entendimento mais amplo dos desafios e oportunidades relacionados à gestão de resíduos. Nessa perspectiva, é relevante explorar também as particularidades do município de Abaíra, o foco central deste estudo.

### **3.1 Conceitos de Meio Ambiente, Degradação Ambiental**

É essencial iniciar com uma definição precisa do conceito de meio ambiente, pois, ao abordar assuntos relacionados ao meio ambiente, possuir uma compreensão sólida desse termo é fundamental para destacar a relevância da preservação ambiental.

Dessa forma, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 306/2002, Anexo I, Parágrafo XII, define o conceito de meio ambiente como um “conjunto de

condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (CONAMA, 2002).

Após adquirir essa compreensão, torna-se evidente que intervenções no meio ambiente podem resultar em impactos, tanto adversos quanto benéficos. A intervenção desordenada, por sua vez, conduz ao que é conhecido como degradação ambiental.

A degradação ambiental pode ser entendida por meio da Lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Em seu artigo 3º, inciso II, a degradação ambiental é definida como a “alteração adversa das características do meio ambiente”.

### **3.2 Legislação Ambiental**

A compreensão do conceito de meio ambiente e degradação ambiental é essencial para entender as crescentes preocupações ambientais que emergem diariamente, na busca por reduzir os impactos negativos no meio ambiente. Para contribuir para a mitigação desses problemas, o Brasil dispõe de um conjunto abrangente de legislação, regulamentos, decretos, normas e políticas governamentais com o propósito de estabelecer diretrizes e salvaguardar o meio ambiente.

A Lei de Crimes Ambientais no Brasil é representada pela Lei nº 9.605/1998. Essa lei abrange diversas questões relacionadas aos crimes contra o meio ambiente, incluindo disposições sobre o descarte inadequado de resíduos. No artigo 54 da Lei nº 9.605/1998, é estabelecido o crime de poluição, que abrange a poluição em qualquer de suas formas, resultante de atividades que causem danos à saúde humana, a fauna, a flora, aos recursos naturais, além de afetar negativamente as condições estéticas ou sanitárias do ambiente.

Nesse cenário ainda sobre leis voltadas ao meio ambiente, tem-se a Lei nº 12.305/2010, conhecida como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é uma legislação atual e abrangente que apresenta instrumentos fundamentais para enfrentar os principais desafios ambientais, sociais e econômicos decorrentes da gestão inadequada dos resíduos sólidos. A lei tem como objetivo principal a prevenção e a redução da geração de resíduos, promovendo a adoção de hábitos de consumo sustentável, além de estabelecer um conjunto de medidas para incentivar a reciclagem e a reutilização dos resíduos sólidos, que possuem valor econômico e podem ser aproveitados novamente. Além disso, a legislação também enfatiza a importância da disposição adequada dos rejeitos, ou seja, daqueles materiais que não podem ser reciclados ou reutilizados, visando garantir uma destinação final ambientalmente correta.

A Lei nº 12.305/10, que institui a PNRS determina que “a disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas

operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”. Assim, torna-se claro que municípios que não adotam a disposição ambientalmente adequada de seus resíduos estão violando a legislação.

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, em seu artigo 15, parágrafo V, fica estabelecido que a União deverá elaborar medidas com um horizonte de vinte anos, definindo "metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis". No parágrafo X, dispõe sobre criação de “normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos”.

É evidente a preocupação da legislação ambiental do Brasil com a questão da disposição final de resíduos sólidos pelo país. Isso se reflete em uma extensa série de normas e regulamentações que visam não apenas a destinação adequada dos resíduos, mas também abrangem a gestão completa desses materiais ao longo de seu ciclo de vida.

### **3.3 Gestão de Resíduos Sólidos**

Segundo a Lei nº 12.305/10, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A reciclagem e a reutilização são formas de destinação ambientalmente adequadas dos resíduos sólidos. Embora os termos "destinação" e "disposição" sejam frequentemente utilizados como sinônimos, eles têm significados distintos. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a destinação dos resíduos inclui uma variedade de processos, tais como reciclagem, reutilização e compostagem. Essas práticas têm como objetivo a redução do volume de resíduos enviados para aterros sanitários, promovendo a valorização dos materiais e a preservação dos recursos naturais.

Por outro lado, a disposição dos resíduos diz respeito à distribuição ordenada e controlada dos resíduos em aterros sanitários. Nessa etapa, é essencial seguir as normas operacionais estabelecidas, a fim de prevenir danos ao meio ambiente, à saúde e à segurança pública.

### **3.4 Definição de Resíduos Sólidos e Rejeito**

É importante distinguir os conceitos entre resíduos sólidos e rejeitos. Em complemento a PNRS, a NBR 10004/2004 classifica resíduos sólidos como resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial,

agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

A NBR 10004/2004 também classifica os resíduos sólidos como:

Classe I: Resíduos Perigosos.

Classe II: Resíduos Não Perigosos, subdivididos em:

Classe IIA: Resíduos Não Inertes.

Classe IIB: Resíduos Inertes.

A partir do entendimento acerca de resíduos sólidos, faz-se necessário o entendimento sobre o que seriam os rejeitos. A Lei nº 12.305/2010 define rejeitos como resíduos sólidos que não possam mais ser tratados ou recuperados por meio de processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis devem ser destinados de maneira ambientalmente adequada como última opção (PNRS, 2010).

### **3.5 Disposição Final Ambientalmente Inadequada: Lixão e Aterros Controlados**

A disposição final ambientalmente adequada é aquela em que os resíduos são dispostos sem atender aos critérios legais e normativos da engenharia e dessa forma corroboram para a degradação do meio ambiente. Segundo a literatura, existem duas formas de realizar essa disposição: o lixão e o aterro controlado.

Conforme destacado por Melo (2021), o lixão representa a modalidade mais inadequada para a disposição final de resíduos sólidos urbanos. Essa prática é caracterizada pela descarga direta dos resíduos sobre o solo, desprovida de medidas de proteção ambiental e de saúde pública, e tem como resultado a atração de vetores de doenças, emissão de maus odores e a poluição do solo e das águas através da lixiviação.

O aterro controlado, de acordo com Melo (2021), consisti em uma modalidade de mitigação dos impactos da disposição de resíduos, por meio de cercamento da área, cobertura dos resíduos e drenagem dos chorumes. No entanto, nessa modalidade de aterro, era apresentada uma impossibilidade de impermeabilização, o que permitia a infiltração do material lixiviado, consequentemente, o solo e água eram contaminados. O aterro controlado era uma prática permitida por norma, sendo ela a NBR 8.849/1985, mas que foi cancelada em junho de 2015. Diante disso, a prática de aterros controlados deixou de ser permitida. Isso ocorreu devido ao

reconhecimento dos impactos ambientais e sanitários associados a essa modalidade de disposição de resíduos. O cancelamento da norma refletiu uma mudança de paradigma em relação à gestão de resíduos, incentivando a busca por práticas mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis, como a implementação de aterros sanitários adequados.

### **3.6 Disposição Final Ambientalmente Adequada: Aterro Sanitário e Aterro Sanitário de Pequeno Porte**

Considerando a atual situação da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, torna-se imperativo investigar soluções ambientalmente mais adequadas que minimizem os impactos negativos no meio ambiente e na saúde pública. Como destacado na seção "3.2", os aterros sanitários representam uma alternativa viável para disposição final de resíduos. Portanto, é pertinente conduzir um estudo aprofundado sobre os aterros sanitários.

Segundo Melo (2021), no Brasil, são permitidas duas formas de disposição final ambientalmente adequadas de RSU, sendo elas: os aterros sanitários e os aterros sanitários de pequeno porte (ASPP).

Cabe aqui ressaltar a definição de resíduos sólidos urbanos conforme a PNRS. De acordo com essa legislação, os resíduos sólidos urbanos englobam os materiais provenientes das atividades domésticas em residências urbanas, além dos resíduos resultantes da limpeza de vias públicas, áreas verdes e demais serviços prestados pelo poder público. O aterro sanitário de RSU, segundo a NBR 8419/1992, pode ser definido como uma técnica que visa dispor resíduos sólidos urbanos no solo de forma a evitar danos à saúde pública, além de minimizar impactos ambientais. Usa princípios de engenharia para confinar os resíduos em um espaço mínimo e reduzir seu volume, cobrindo-os com terra regularmente para evitar problemas.

Somando-se a isso, é possível afirmar que o aterro sanitário representa uma modalidade ambientalmente adequada para a disposição final de RSU, com capacidade direcionada a qualquer porte. (MELO, 2021).

Por outro lado, Melo (2021) define o aterro sanitário de pequeno porte como uma forma simplificada dos aterros sanitários, com o objetivo de otimizar custos e aprimorar a operação, especialmente destinado a municípios com baixa produção de resíduos.

### **3.7 Tipos de Aterros Sanitários de Pequeno Porte (ASPP)**

Compreendendo o conceito de aterros sanitários de pequeno porte, torna-se viável analisar as diversas categorias de ASPP existentes. Nesse sentido, é pertinente concentrar nosso

foco nos aterros sanitários de pequena escala, uma vez que são o objeto de estudo para a implementação no município de Abaíra.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma técnica "NBR 15849/2010", estabelece diretrizes para a localização, projeto, implantação, operação e encerramento de aterros sanitários de pequeno porte. Segundo essa norma, um Aterro Sanitário de Pequeno Porte é definido como um local no solo destinado à disposição de resíduos sólidos urbanos, com capacidade de até 20 toneladas por dia ou menos, conforme exigido pela legislação local. O planejamento desse sistema pode ser simplificado, considerando as condições físicas locais, para assegurar a proteção ambiental adequada e minimizar os impactos na saúde pública e no meio ambiente (ABNT, 2010). Esses aterros podem ser classificados em quatro tipos distintos:

- O Aterro Sanitário de Pequeno Porte em Valas: instalação destinada à disposição no solo de resíduos sólidos urbanos. Caracteriza-se por uma escavação com profundidade limitada e largura variável, sendo confinada em todos os lados, permitindo a operação não mecanizada (ABNT, 2010).
- O Aterro Sanitário de Pequeno Porte em Trincheiras: instalação utilizada para a disposição de resíduos sólidos urbanos no solo. Caracteriza-se por uma escavação sem limitação de profundidade e largura, com confinamento em três lados e operação mecanizada (ABNT, 2010).
- O Aterro Sanitário de Pequeno Porte em Encosta: instalação utilizada para a disposição no solo de resíduos sólidos urbanos. Caracteriza-se pelo uso de taludes preexistentes, sendo comumente implantado em áreas de ondulações ou depressões naturais e encostas de morros (SEMARH-AL, 2015).
- O Aterro Sanitário de Pequeno Porte em Área: instalação destinada à disposição no solo de resíduos sólidos urbanos. É caracterizado pela disposição dos resíduos em áreas planas localizadas acima da cota do terreno natural (SEMARH-AL, 2015).

### **3.8 Critérios para Localização de Aterros**

A NBR 13896/1997 dispõe sobre os critérios para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, abordando diversos aspectos importantes:

**Topografia:** recomenda locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%. Dispõe que áreas com declividades inferiores a 2% normalmente estão sobre alagadiços com baixo

escoamento superficial, desse modo, essas áreas possuem altas taxas de infiltração. (ABNT, 1997).

**Geologia:** considera-se desejável no local, a existência de um depósito natural extenso e homogêneo de materiais com coeficiente de permeabilidade impermeabilidade inferior a  $10^{-6}$  centímetros por segundo e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 metros (ABNT, 1997).

**Recursos hídricos:** recomenda-se uma localização de aterro com distância mínima de 200 metros de qualquer coleção hídrica ou curso de água (ABNT, 1997).

**Vegetação:** faz-se necessário um estudo macroscópico da vegetação, pois ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área, quanto aos aspectos de redução dos fenômenos de erosão, da formação de poeira e transporte de odores (ABNT, 1997).

**Acesso rodoviário:** idealmente, o aterro deve estar a uma distância de 200 metros do município, conforme definido por Tshako (2004), para evitar impactos negativos e facilitar o acesso de veículos de transporte de resíduos.

**Núcleos populacionais:** recomenda-se uma distância superior a 500 metros dos aterros sanitários (ABNT, 1997).

### **3.9 Legislação Ambiental e Normativas (sobre a disposição de resíduos sólidos, incluindo as exigências para licenciamento e operação de aterros sanitários.)**

A Lei nº 9.605/1998 dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, em seu artigo 60, da seção III da poluição e outros crimes ambientais, determina que construir, ampliar, reformar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes devem ser penalizados com reclusão de um a quatro anos e multa.

O CONAMA (2008), por meio de sua resolução nº 4, em consideração sobre a disposição final inadequada de resíduos sólidos e à dificuldade encontrada pelos municípios de pequeno porte para implantação e operação de aterro sanitário para atender às exigências de licenciamento ambiental, estabelece que os procedimentos de licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte sejam realizados de forma simplificada.

A resolução determina que a simplificação deve atender os seguinte critérios: os aterros de pequeno porte são aqueles com disposição diária de até vinte toneladas de RSU; nas

localidades onde exista um incremento significativo na geração de resíduos pela população flutuante ou sazonal, esta situação deve ser prevista no projeto, o qual deverá contemplar as medidas de controle adicionais para a operação do aterro e cada município pode possuir uma única unidade de aterro sanitário de pequeno porte por sede municipal ou distrital.

As normas da ABNT que tratam sobre os critérios para projeto, construção e operação de aterros sanitários são a NBR 13896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos e a NBR 10157/1987 - Aterros de resíduos perigosos. Elas estabelecem condicionantes e restrições para a implantação de aterros. Sendo eles:

- Critérios Técnicos: incluem áreas rurais ou industriais, fora de qualquer unidade de conservação, distância de cursos d'água, distância de núcleos residenciais urbanos, distância de aeroportos.
- Critérios Econômicos e Financeiros: envolvem a distância ao centro geométrico de coleta, custo de aquisição do terreno, custo de investimento em construção e infra-estrutura, custo com a manutenção do sistema de drenagem.
- Critérios Político-Sociais: consideram a distância de núcleos urbanos de baixa renda, acesso à área através de vias com baixa densidade de ocupação, inexistência de problemas com a comunidade local.

### **3.10 Impactos Ambientais e Socioeconômicos**

A NBR ISO 14.001/2004, define impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Sendo o aterro sanitário uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, como visto na “seção 3.6”, pode-se concluir que o aterro sanitário causa impactos ambientais ao meio, pois a atividade exercida no local modifica o meio.

Como visto sobre as normas da ABNT NBR 13896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos e a NBR 10157/1987 - Aterros de resíduos perigosos, os critérios para implantação de aterros visam minimizar os impactos ambientais e socioeconômicos, prevenindo a poluição dos rios, solo, áreas de conservação, obstruir vias, gerar danos para a saúde populacional e afins.

A contaminação da água subterrânea por líquidos percolados é um dos principais impactos ambientais resultantes da implementação de um aterro sanitário (SANCHES, 2008).

### **3.11 Panorama das Situações dos Resíduos Sólidos no Brasil, Nordeste e Bahia**

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), realiza um panorama anual sobre a situação dos resíduos sólidos no país, com o objetivo de fomentar novas dinâmicas e orientar os investimentos necessários para o aprimoramento da gestão de resíduos sólidos no Brasil.

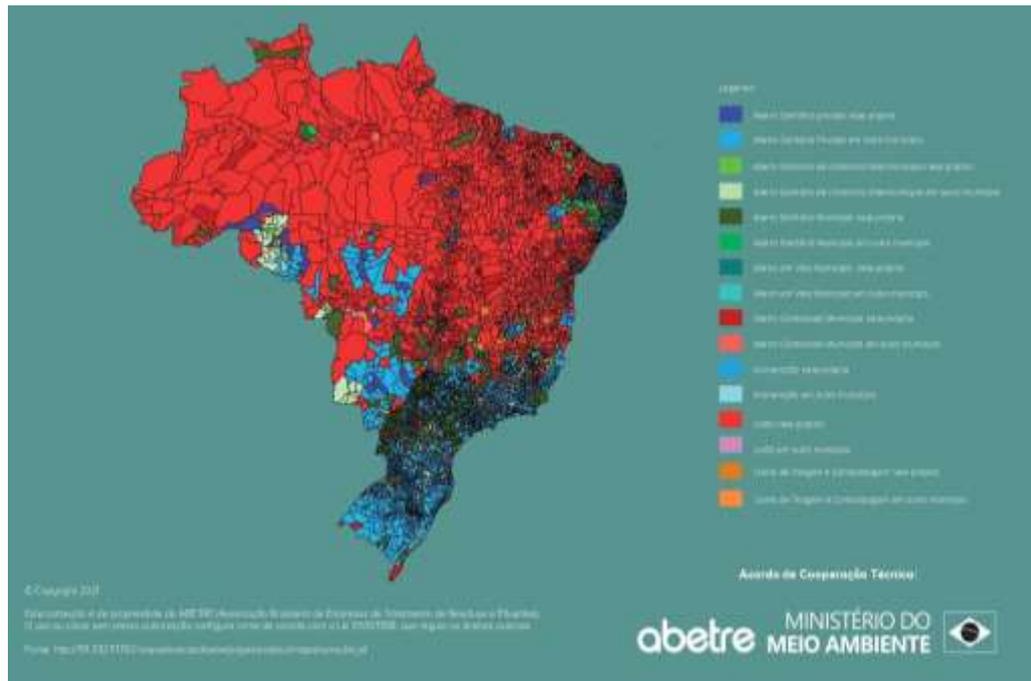
#### **3.11.1 Brasil**

Segundo a ABRELPE (2022), a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil contou com aproximadamente de 81,8 milhões de toneladas, correspondendo a 224 mil toneladas diárias de RSU. Determina, no relatório, que a região com maior geração de resíduos é a Sudeste, com cerca de 111 mil toneladas diárias de resíduos, o que corresponde a aproximadamente 50% da geração do país. Em contrapartida, a região Centro-Oeste representa um pouco mais de 7% do total gerado no ano, com cerca de 6 milhões de toneladas por ano, sendo a menor dentre as regiões.

Salienta que aproximadamente 29,7 mil toneladas do RSU têm disposição final ambientalmente inadequada, representando 39% do RSU. A região norte foi a que mais dispôs o RSU de forma inadequada, representando 63,4%, e a região que realizou menos disposição ilegal foi a região sudeste, representando 25,7% do RSU.

A seguir tem-se um mapa estatístico disponibilizado pelo Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) sobre os locais de disposição de resíduos no Brasil no ano de 202 (Figura 1).

**Figura 1 - Mapa de Tratamento e Disposição Final de Resíduos do Brasil.**



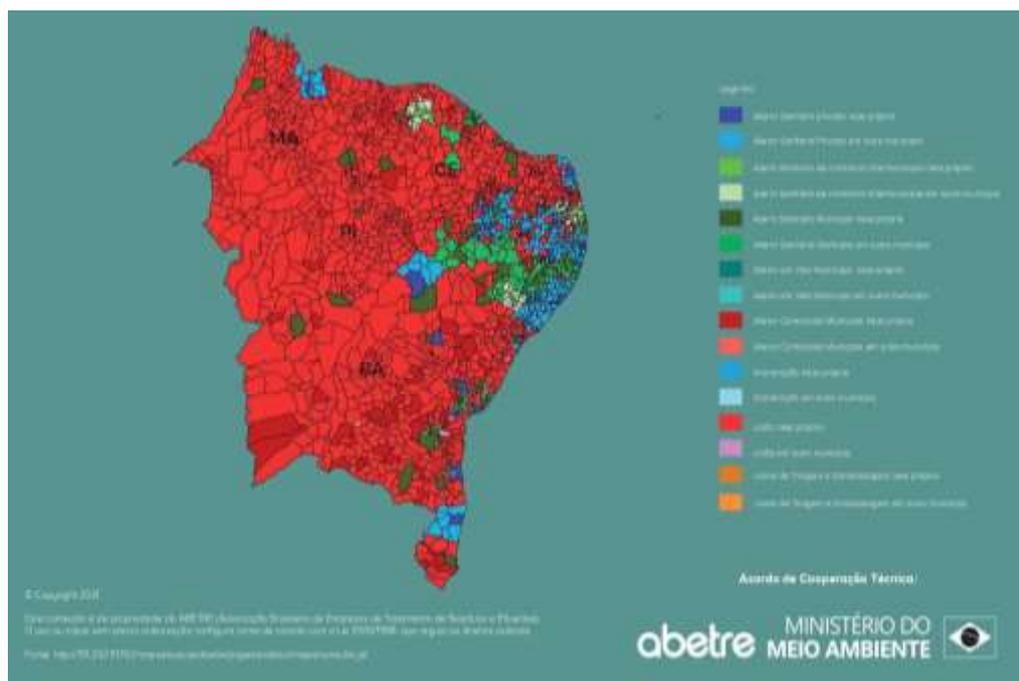
**Fonte:** ABETRE, 2021.

### 3.11.2 Nordeste

A ABRELPE também divulgou dados sobre a região nordeste, onde informa que a região gerou aproximadamente 16,7 mil toneladas de RSU durante o ano de 2022. Aproximadamente 10,4 mil toneladas de RSU do Nordeste tiveram sua disposição final ambientalmente inadequada, o que representou 62,8% dos seus resíduos gerados durante o ano de 2022 no Brasil dispostos irregularmente.

A seguir tem-se um mapa estatístico disponibilizado pelo SINIR e elaborado ABETRE sobre os locais de disposição de resíduos no Nordeste no ano de 2021 (Figura 2).

**Figura 2 - Mapa de Tratamento e Disposição Final de Resíduos do Nordeste.**



**Fonte:** ABETRE, 2021.

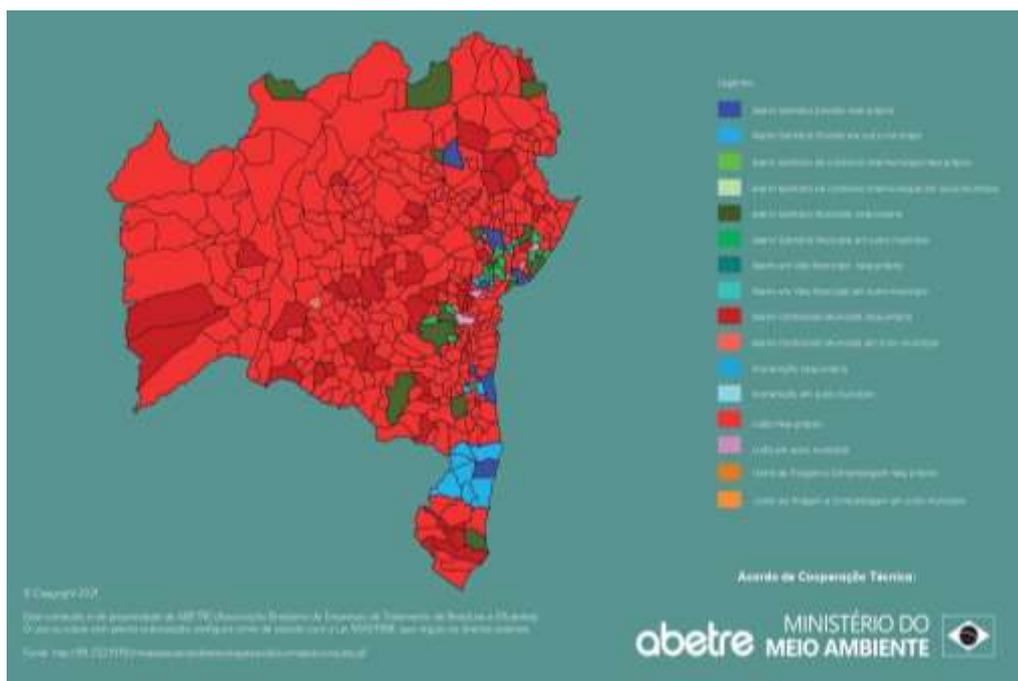
### 3.11.3 Bahia

No estado da Bahia, de acordo com a Confederação Nacional dos Municípios (CNM, 2022), esta situação agrava-se mais ainda, com apenas 47 municípios (11,2%) do estado com aterros sanitários. Este cenário pode ser ainda pior, já que esta avaliação é realizada a partir das respostas das administrações municipais, podendo haver uma confusão sobre o conceito de aterro controlado e aterro sanitário.

Na Bahia, diferente da PNRS, a Política Estadual de Resíduos Sólidos vivenciou um processo de constituição mais rápido, foram pouco mais de dois anos para elaboração da minuta do Anteprojeto de Lei e cerca de um ano e meio para aprovação pela Assembleia Legislativa do Estado da Bahia, tendo sido recentemente sancionada pelo Governo do Estado, constituindo a Lei nº 12.932, de 7 de janeiro de 2014, que, conforme o artigo 2, “integra a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, regulada pela Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, e se articula com a Política Estadual de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.172, de 1º de dezembro de 2008” (BAHIA, 2014, p. 1).

A seguir tem-se um mapa estatístico disponibilizado pelo SINIR e elaborado ABETRE sobre os locais de disposição de resíduos na Bahia no ano de 2021 (Figura 3).

**Figura 3 - Mapa de Tratamento e Disposição Final de Resíduos da Bahia.**



Fonte: ABETRE, 2021.

### 3.12 Contexto Histórico do Município de Abaíra – Bahia

Após a análise realizada nas seções anteriores, é possível examinar a gestão de resíduos no município de Abaíra, abordando um contexto histórico que justifique a necessidade de estabelecer um aterro sanitário de pequeno porte como parte da solução para os desafios relacionados à gestão dos resíduos sólidos na cidade.

A gestão de resíduos em Abaíra, assim como em outros municípios brasileiros, é uma responsabilidade compartilhada entre a prefeitura local, os órgãos responsáveis pela fiscalização ambiental e a comunidade.

Até o ano de 2022, Abaíra contava com um “lixão”, localizado aproximadamente a 2,5 km da sede do município. Segundo o promotor de Justiça responsável pela ação, Alan Cedraz Santiago, danos têm sido causados ao meio ambiente e à saúde pública por conta do lançamento de resíduos sólidos a céu aberto de modo indefinido. Alan explica ainda que o Município não dispõe de política pública de resíduos sólidos e que as medidas adotadas atualmente são insuficientes para retificar situações graves, como presença de resíduos hospitalares dispostos diretamente sobre o solo e espalhados por toda a área (A TARDE, 2022).

A escolha desse município como objeto de estudo se baseia na necessidade de compreender a situação atual da gestão de resíduos sólidos em Abaíra e identificar soluções viáveis e sustentáveis para a disposição final desses resíduos.

### **3.13 Experiências de Municípios Similares**

A Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Bahia (SEDUR), apontou que no estado da Bahia somente 43 dos 417 municípios do estado possuem aterro sanitário. Dentre esses 43 municípios encontram-se Salvador, Feira de Santana, Vitória da Conquista e Camaçari (Tribuna da Bahia, 2019).

Desde o ano de 2005 até o ano de 2019, o aterro municipal de Salvador, reduziu em 8 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalentes, com os esforços da administração municipal para minimizar impactos ambientais, os resíduos da capital baiana são tratados adequadamente. O secretário de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência (SECIS), André Fraga afirmou que o tratamento adequado do resíduo reflete o compromisso e a preocupação de Salvador com o meio ambiente (Repórter Hoje, 2019).

Segundo a prefeitura municipal do município, o aterro sanitário de Vitória da Conquista funciona desde o ano de 2009, e conta com toda a estrutura necessária para depósito, compactação e tratamento do resíduo produzido na cidade. Acrescenta que o espaço contribui para prevenir doenças, ajudar no combate a disseminação de epidemias, evitar a poluição do meio ambiente, como acontecia com o lixão (PMVC, 2020).

Fora da Bahia temos também municípios que demonstram resultados positivos em possuir em seu território um aterro sanitário para a disposição de resíduos sólidos. O município de Itapira em São Paulo é um exemplo.

O aterro sanitário de Itapira é considerado um dos melhores no estado de São Paulo, e serve de modelo para outros municípios. De acordo com a prefeitura municipal de Itapira a secretaria de agricultura e meio ambiente atua no local em busca da excelência do serviço de gestão de resíduos sólidos em Itapira e também em busca de atender as normas técnicas e ambientais dos aterros sanitários. O aterro recebeu nota “9,4” após ser avaliado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (Prefeitura Municipal de Itapira, 2023).

## **4 METODOLOGIA**

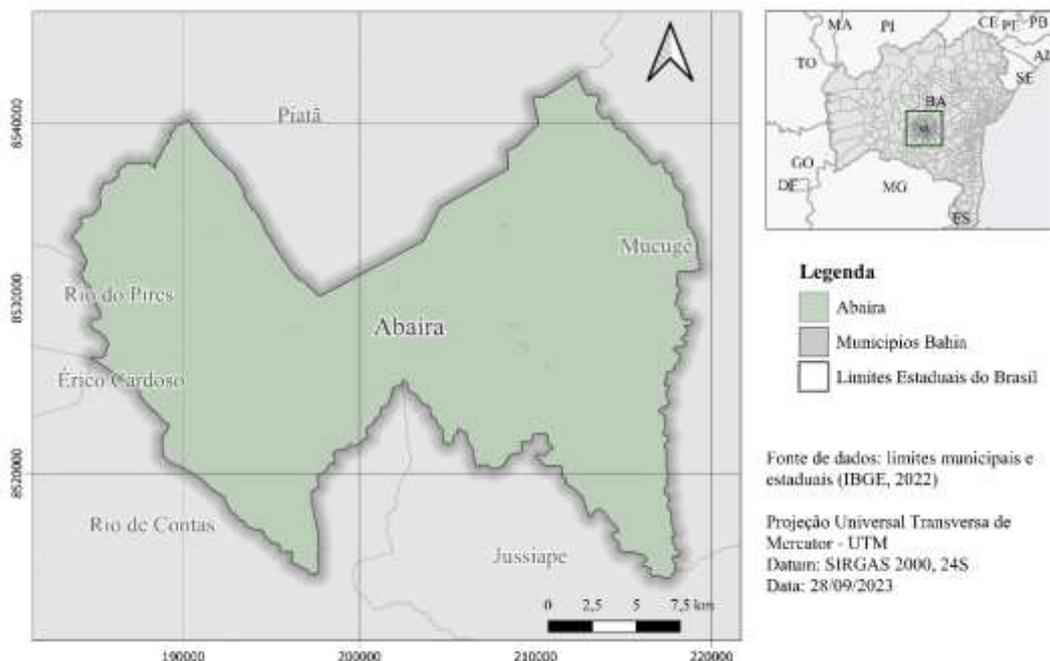
### **4.1 Área de Estudo**

O presente estudo foi realizado no município de Abaíra, localizado no estado da Bahia, na região Nordeste do país, conforme Figura 4

Abaíra tem uma área total de 538,677 km<sup>2</sup> e uma população de 7.301 habitantes, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2022. O

município possui uma densidade demográfica com uma média de aproximadamente 13,55 habitantes por km<sup>2</sup>. Dessa área total, uma porção de 1,43 km<sup>2</sup> já estava urbanizada em 2019. O bioma dominante na região é a Caatinga (IBGE, 2022).

**Figura 4 - Mapa de Localização do município de Abaíra, Bahia.**



Fonte: Autoria própria, 2023.

Abaíra faz parte da microrregião de Seabra e está situada na Chapada Diamantina. A Chapada Diamantina é composta por 24 municípios (IBGE), com população predominantemente rural. Caracteriza-se como uma região montanhosa, com solos rasos e arenosos ou rochosos. O seu relevo é serrano composto de morros como o Pai Inácio, Serra do Roncador e Pico das Almas (CRUZ, 2006). A Chapada Diamantina é atravessada por uma vasta rede de rios, sendo frequentemente descrita na literatura local como o "oásis do sertão baiano". Três grandes bacias hidrográficas do Estado têm sua origem na Chapada Diamantina, incluindo o Rio Paraguassú, cujas águas deságuam no Rio Joanes. Este rio é crucial para o fornecimento de água para toda a cidade de Salvador e sua Região Metropolitana (GUANAES, 2006).

A Chapada Diamantina constitui um vasto complexo geográfico composto por serras, florestas, rios e diversas cidades, classificadas pelo Governo do Estado com base nas duas principais atividades econômicas que moldaram a região. As cidades sustentadas pela economia agropastoril são agrupadas sob o termo "zona agrícola", enquanto aquelas originadas pela mineração são conhecidas como "zona lavrista". Os termos "sociedade lavrista", "cidade

lavrista" ou "lavras diamantinas" são empregados por estudiosos para descrever o encontro de fluxos migratórios e o complexo processo de relações sociais associados à economia do diamante (GUANAES, 2006).

#### **4.2 Abordagem da pesquisa**

A pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem que envolveu revisão bibliográfica, pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa. A revisão bibliográfica explorou estudos, trabalhos sobre a temática dos aterros sanitários, como também um estudo criterioso sobre as normas regulamentadoras da ABNT voltadas para aterros sanitários, abordando suas implicações ambientais, critérios de implantação e normas de funcionamento. Foram identificadas informações relevantes e atualizadas como embasamento teórico para o estudo.

A pesquisa qualitativa, por sua vez, teve como foco a compreensão e avaliação dos impactos potenciais das áreas identificadas para implantação do aterro sanitário no município de Abaíra. Foram analisados aspectos sociais, culturais e outros elementos subjetivos que pudessem influenciar a aceitação e a viabilidade das áreas selecionadas.

A pesquisa quantitativa teve base em critérios técnicos estabelecidos na NBR 15849/2010 - Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento, que trata de aterros de resíduos não perigosos. A norma determina os critérios a serem analisados para a seleção de áreas adequadas para a implantação de aterros sanitários. Para complementar, foram escolhidos alguns critérios da norma NBR 13896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.

#### **4.3 Coleta de Dados**

Os dados utilizados para a seleção de áreas foram processados por meio de geoprocessamento, utilizando o software "QGis 3.30.3 (Quantum Gis)". Essa abordagem quantitativa foi realizada para permitir a análise espacial dos dados e a criação de mapas que representaram os critérios de análise considerados no estudo. Esses mapas fornecem uma visualização clara e objetiva das características e distribuição dos elementos estudados, contribuindo para a compreensão dos resultados.

Dessa forma, a combinação de estudos bibliográficos e geoprocessamento proporcionou uma abordagem abrangente e fundamentada para a coleta de dados, garantindo a obtenção de informações relevantes e confiáveis para o desenvolvimento da pesquisa.

Inicialmente, foi realizado um estudo dos critérios exigidos por norma para a seleção de áreas adequadas para a implantação de aterro sanitário de pequeno porte. A NBR 15849/2010 - Resíduos sólidos urbanos - Aterros sanitários de pequeno porte - Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento, que trata de aterros de resíduos não perigosos determina os seguintes critérios a serem analisados para a seleção de áreas adequadas para a implantação de aterros sanitários de pequeno porte: Pedologia, cursos d'água, declividade, áreas urbanas.

Para complementar, foram escolhidos alguns critérios da norma NBR 13896 - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Sendo eles: Zoneamento Ambiental (unidades de conservação), vegetação, área segura de aeroportuária. Somando-se a isso, foi acrescentado o critério “rodovias”, para facilitar o transporte de resíduos sólidos coletados dos pontos de coleta até o aterro sanitário.

#### 4.3.1 Declividade

A coleta de dados de declividade desempenha um papel fundamental para a compreensão e análise topográfica do município de Abaíra. A declividade representa a inclinação do terreno, parâmetro essencial para a escolha da área de implantação do aterro sanitário de pequeno porte. Por meio do software “QGIS”, o mapa de declividade de Abaíra foi elaborado, utilizando como dado o modelo digital de elevação disponibilizado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA). Para a definição de classes de declividade, utilizou-se a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de 1979, que classifica o relevo de acordo com a porcentagem da sua declividade.

#### 4.3.2 Rodovias

A coleta de dados das principais rodovias de acesso do município faz-se necessário para a análise técnica das áreas adequadas para implantação do aterro, pois as áreas devem estar mais próximas de rodovias, para facilitar a locomoção dos veículos transportadores de resíduos sólidos entre o aterro e o município. Por meio do software “QGIS”, o mapa de rodovias de Abaíra foi elaborado, com base nos arquivos de “shapefiles” disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com dados referentes ao ano de 2023 (os dados mais recentes disponibilizados pela plataforma).

#### 4.3.3 Pedologia

A Sociedade Brasileira de Ciência do Solo descreve a pedologia como ramo da ciência dos solos de estudos sobre a identificação, formação, classificação e mapeamento dos solos. Por meio do software “QGIS”, o mapa de pedologia de Abaíra foi elaborado, com base nos arquivos de “shapefiles” disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, com dados referentes ao ano de 2023 (os dados mais recentes disponibilizados pela plataforma). Para classificar os dados gerados por meio dos dados espaciais foi utilizado o “Manual Técnico de Pedologia, 3ª edição”, elaborado pelo IBGE no ano de 2015 (edição mais atual disponibilizada na plataforma do órgão).

#### 4.3.4 Cursos d’água

A norma determina que aterros sanitários, sejam eles de pequeno ou grande porte, devem possuir uma distância mínima de duzentos metros dos cursos d’água do território do aterro. Dessa forma, os dados sobre os cursos d’água de Abaíra foram acessados na plataforma digital da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), com base nos dados mais recentes referente ao ano de 2023. Os dados foram exportados para o software “QGIS”, o mapa dos cursos d’água de Abaíra foi elaborado, com base nos arquivos de “shapefiles” disponibilizados pela FBDS.

#### 4.3.5 Áreas Urbanas

Os dados sobre as áreas urbanas de Abaíra foram gerados por meio de “shapefiles” disponibilizados pelo IBGE. Os dados espaciais fornecidos pela plataforma tratavam-se sobre as “áreas urbanas do Brasil”, último dado disponibilizado pelo órgão teve atualização em 2019, e os dados dos setores censitários, último dado disponibilizado, teve atualização em 2021.

#### 4.3.6 Unidades de Conservação (UCs)

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), as unidades de conservação são estratégias de manutenção dos recursos naturais em longo prazo. Por meio do software “QGIS”, o mapa com as unidades de conservação de Abaíra foi elaborado, com base nos arquivos de “shapefiles” disponibilizados pelo MMA, com dados referentes ao ano de 2020 (os dados mais recentes disponibilizados pela plataforma).

#### 4.3.7 Vegetação

O IBGE dispõe de mapas, arquivos vetoriais e documentos que catalogam e categorizam a vegetação do Brasil. Utilizam um sistema fisionômico-ambiental adaptado à classificação universal proposta pela UNESCO, ele também inclui outras informações sobre a cobertura vegetal e os biomas presentes no país.

#### 4.3.8 Área Segura de Aeroportuária

O município de Abaíra não conta com aeroportos, dessa forma, esse critério para seleção de áreas não foi considerado nas análises de dados.

### 4.4 Análise de dados

A partir dos critérios estabelecidos, por meio do software “QGIS as camadas “shapefile” dos dados de cada item foram inseridas no mapa do município de Abaíra. A seguir está apresentado os passos realizados para a análise multicritério para a determinação das áreas apropriadas para a instalação de aterro sanitário de pequeno porte.

Como já visto, os critérios para seleção de áreas escolhidas foram: declividade, rodovias, vegetação, tipo de solo, mancha urbana e cursos d’água. Cada critério analisado possui particularidades orientadas pelas normas regulamentadoras utilizadas como base para essa análise, assim foi estabelecida a seguinte metodologia (Tabela 01):

**Tabela 01.** Notas para cada Parâmetro dos Critérios

<b>Áreas Proibidas</b>	<b>Pouco Favorável</b>	<b>Favorável</b>	<b>Favorável</b>	<b>Muito Favorável</b>
	1	2	3	4

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A partir das notas estabelecidas para os parâmetros, foi analisado de maneira individual cada critério utilizado para a seleção de áreas. A seguir temos os parâmetros de análise desenvolvidos no desenvolvimento da análise geoespacial das áreas.

Para o critério declividade foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 02):

**Tabela 02.** Parâmetros de Declividade.

<b>Critério</b>	<b>Nota</b>				
Declividade do Terreno	Entre 0% e 2%	Entre 2% e 6%	Entre 6% e 10%	Entre 10% e 20%	Acima de 20%
	4	3	2	1	área proibida

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A NBR 13.896/1997 recomenda locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%. A resolução nº 5, de 2014, do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMAM) de Goiás recomenda o uso em estudos locais com declividade superior a 1% e inferior a 20%. Para esse estudo, foi utilizado a Resolução CEMAM como base. Logo, todas as áreas de Abaíra que possuem relevo com 20% de inclinação foram caracterizadas como áreas proibidas; as declividades inferiores a esse valor receberam notas, com intervalos espaçados de notas que variam de “1” - pouco adequadas - à “2” - adequadas.

Para o critério rodovias foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 03):

**Tabela 03.** Parâmetros de Rodovias.

<b>Critério</b>	<b>Nota</b>			
Proximidade de rodovias	Até 2 km	Entre 2 e 4 km	Entre 4 e 6 km	Acima de 6 km
	4	3	2	1

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Tsuhako (2004) recomenda que os aterros devem estar localizados a uma distância de até 2000 metros de estradas/rodovias. A proximidade das rodovias facilita o deslocamento dos veículos de coleta de resíduos do município até o aterro, agilizando o trabalho e reduzindo os custos de transporte. Logo, as áreas de Abaíra que possuem até 2 quilômetros de distância de rodovias receberam nota máxima “4” e as demais foram determinadas com intervalos de dois. Áreas com distâncias acima do recomendado por norma não são ideais, porém não são áreas proibidas de instalação, a problemática dessas demais áreas apresenta-se como os custos de deslocamento e uma possível demora no trajeto de transporte dos resíduos.

Para o critério de centros urbanos foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 04):

**Tabela 04.** Parâmetros de Centros Urbanos.

Critério	Nota				
	Até 2 km	Entre 2 e 6 km	Entre 6 e 10 km	Entre 10 e 15 km	Acima de 15 km
Afastamento de centro urbano	área proibida	3	4	2	1

Fonte: Aatoria própria, 2024.

A NBR 13.896/1997 recomenda que os aterros devem estar localizados a uma distância mínima de 500 metros de centros urbanos. Isso se deve ao potencial de geração de mau cheiro e aumento de vetores de doenças associados ao depósito de resíduos, o que pode afetar negativamente a região circundante. Porém, analisando o mapa de áreas urbanas de Abaíra, foi determinado a utilização de uma distância mínima de 2000 metros, pois o mapa conta, na área apropriada para estudo, com um centro urbano, então foi estabelecido como mais viável uma distância maior para a implantação do aterro sanitário. Portanto, áreas localizadas em um raio de 2000 metros dos centros urbanos foram definidas como proibidas em análise.

Para o critério cursos d'água foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 05):

**Tabela 05.** Parâmetros de Corpos Hídricos.

Critério	Nota				
	Até 200 m	Entre 200 m e 400 m	Entre 400 m e 800 m	Entre 800 m e 1200 m	Acima de 1200 m
Afastamento de corpos hídricos	não pode	1	2	3	4

Fonte: Aatoria própria, 2024.

Os aterros sanitários, como sugere o próprio nome, são áreas de aterramento de resíduos. Dessa forma, mesmo que os resíduos sejam classificados como não perigosos, em contato com a água eles podem poluir os corpos hídricos, um bem comum da população. Diante disso, a NBR 13.896/1997 recomenda que os aterros não devem ser situados em locais com menos de 200 metros de distância de cursos d'água.

Conseqüentemente, todas as áreas em um raio de 200 metros de cursos d'água foram determinadas como áreas proibidas. As demais notas foram determinadas com o intuito de indicar as áreas mais distantes dos corpos hídricos como as mais adequadas para a localização do aterro.

Para o critério pedologia foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 06):

**Tabela 06.** Parâmetros de Pedologia.

<b>Critério</b>	<b>Parâmetro</b>		
Tipo de Solo	Latossolo Amarelo-Distrófico	Argissolo Vermelho-Amarelo	Neossolo Litólico Distrófico
	Áreas Apropriadas		Área Proibida

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Segundo a Neto e Silva (2021) os latossolos amarelos são solos bastante uniformes em termos de cor, textura e estrutura; são profundos e muito profundos, bem drenados, com predominância de textura argilosa e muito argilosa. Os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA) são solos também desenvolvidos do Grupo Barreiras de rochas cristalinas ou sob influência destas. Apresentam horizonte de acumulação de argila, B textural (Bt), com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro hematita e goethita. Os Neossolos se subdividem em níveis de classificação mais baixos em Neossolos Litólicos (horizonte superficial diretamente sobre rocha sã ou semidecomposta, ou horizonte C ou Cr); Regolíticos (solos com material superficial assente sobre rocha ou horizonte C ou Cr a mais de 50 cm de profundidade, com ocorrência de minerais primários); Flúvicos (derivados de sedimentos aluviais) e Quartzarênicos (solos arenosos, de textura areia ou areia franca).

Os Neossolos de textura arenosa (areia) apresentam restrição causada pela baixa retenção de umidade. O uso destes solos deve ser restringido quando estiverem próximos aos cursos d'água, por ser área de preservação das matas ciliares (EMBRAPA, 2021).

A partir dessas informações, foi estabelecido que as áreas de Abaíra com solo “Neossolo Litólico Distrófico” fossem consideradas proibidas para a instalação de aterros sanitários, pois o município conta com outros dois tipos de solos, argilosos, apontados como mais favoráveis para a implantação do aterro.

Para o critério vegetação foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 07):

**Tabela 07.** Parâmetros de Vegetação.

<b>Critério</b>	<b>Parâmetro</b>				
Vegetação	Área Antrópica Dominante	Área Antrópica em Tensão Dominante	Massa D'Água	Vegetação Natural Dominante	Vegetação Natural Dominante em Tensão Ecológica
	Área Proibida			-	

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Para vegetação, a NBR 13.896/1997 recomenda evitar áreas favoráveis à erosão, formação de poeira e transporte de odores. Por isso, como a análise de vegetação por meio de geoprocessamento é realizada de forma macroscópica, foram consideradas como proibidas as áreas de vegetação caracterizadas como “áreas de ação antrópica”, pois espaços antrópicos são meios modificados pelo homem, ou seja, são espaços que podem ser mais suscetíveis à erosão.

Para o critério unidades de conservação foram estabelecidos os seguintes parâmetros (Tabela 08):

**Tabela 08.** Parâmetros das Unidades de Conservação.

<b>Critério</b>	<b>Áreas Proibidas</b>		
Unidade de Conservação	Serra do Barbado	Nascente do Rio de Contas	Itamarandiba

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

O Ministério do Meio Ambiente define as unidades de conservação (UCs) como áreas naturais relevantes para o Brasil protegidas por lei. O objetivo dessa proteção é garantir a preservação da biodiversidade das unidades. A Lei nº 9.985, de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), essa lei define as unidades de conservação como um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Dessa forma, as unidades de conservação são áreas protegidas, não podem ser implantados qualquer empreendimento em sua extensão. Abaixo, como visto

anteriormente conta com três UCs, para o estudo realizado, todo o espaço destacado como uma UC foi considerado como uma área proibida para a instalação do aterro.

A partir de estabelecer todos os critérios, foi realizado o estudo das áreas apropriadas para implantação do aterro sanitário de Abaíra, por meio do “QGIS”, seguindo os seguintes passos:

A primeira fase consiste na delimitação precisa da área de estudo, fundamental para garantir a exatidão e relevância dos resultados. Em seguida, foram realizadas operações de interseção entre as camadas vetoriais disponíveis e os limites da área definida, visando integrar informações relevantes e refinar a análise. A ferramenta utilizada para esta fase foi a de “interseção”, essa ferramenta possibilita encontrar a interseção entre camadas vetoriais, a ferramenta cria uma nova camada onde contém apenas as partes das feições que se sobrepõem entre as camadas de entrada.

Após esse processo, um passo essencial foi a reprojeção das camadas vetoriais resultantes para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) do projeto, garantindo a consistência e compatibilidade dos dados geoespaciais. O SRC escolhido para a realização dessa análise multicriterial foi a “Projeção Transversa de Mercator - UTM”.

A Universal Transversa de Mercator (UTM) é um sistema de projeção cartográfica e corresponde a uma modificação da projeção de Mercator, onde o cilindro secante é colocado em posição transversa. Este sistema foi adotado pela DSG e pelo IBGE como padrão para o mapeamento sistemático do país (SANCHES, 2018). Abaíra encontra-se na Zona UTM 24S, então, todos os dados espaciais foram reprojatados para o SRC “SIRGAS 2000/ UTM Zone 24S”.

Posteriormente, foi realizada a dissolução das camadas vetoriais, simplificando a representação e facilitando análises posteriores. A ferramenta “dissolução” mostra-se interessante quando se trabalha com muitas feições e essas representam áreas adjacentes ou sobrepostas, com a ferramenta é possível combinar múltiplas feições em uma única, para simplificar a visualização e a análise.

A etapa seguinte envolveu o processamento do Modelo Digital de Elevação (MDE), incluindo mosaico, recorte e cálculo da declividade, cuja representação estilizada proporciona uma visualização clara do relevo e sua influência no ambiente.

Para análises mais abrangentes, todas as camadas foram convertidas para formato raster, permitindo um processamento em lote eficiente, pois a análise realizada foi a multicriterial, porque alguns critérios de seleção de área estabelecidos por norma determinam proximidade ou

afastamento de determinados aspectos utilizados para a determinação das melhores áreas. Esses critérios são: afastamento de corpos hídricos, afastamento de centros urbanos e proximidade de rodovias.

Esse processamento de afastamento e proximidade foi realizado a partir da ferramenta “proximidade”, onde se permite calcular e analisar informações sobre a distância entre elementos geográficos em suas camadas. Foi especificada uma distância máxima para ser gerada em cada camada raster durante o processamento.

Depois dos dados estarem convertidos em formato “raster”, foi realizada a identificação e delimitação de áreas proibidas, considerando critérios como a presença de Unidades de Conservação, proximidade à rede de drenagem, centros urbanos, declividade acentuada, solos arenosos e áreas que foram afetadas por atividades antrópicas de desmatamento. Essas áreas proibidas foram transformadas em raster binário e reclassificadas de acordo com classes específicas, delineando zonas de restrição e potencial impacto ambiental de acordo com os critérios estabelecidos.

A transformação em raster binário determina ao software a marcação de feições, onde as áreas proibidas, identificadas no processamento recebem o valor “1”. Caso não seja encontrada uma feição apresentada como proibida, o valor atribuído no processamento é igual a “0”, representando as áreas não proibidas para a implantação do aterro sanitário. Depois desse processo, procede-se à união das áreas proibidas em uma única camada, por meio da ferramenta “calculadora raster”.

Depois desse processo, foi realizada a reclassificação das camadas rasters com as devidas classes estabelecidas. A partir da ferramenta “r.reclass”, contida dentro do software “GRASS GIS 8.3 (Geographic Resources Analysis Support System) integrado ao QGis. Cada raster recebe uma expressão, a partir dessa expressão, o software gera quatro classes reclassificadas de acordo com as distâncias estabelecidas.

A ferramenta “reclassificar” tem como objetivo reclassificar as camadas inseridas no “QGis”, atribuindo pesos matemáticos a cada categoria. A partir dessa reclassificação, o software realiza uma análise das camadas e distribui no espaço geográfico do mapa que está sendo elaborado. Por meio do “índice de adequação”, o software avalia se determinada área está adequada para a finalidade específica do estudo, que neste caso é a implantação de um aterro sanitário de pequeno porte.

A reclassificação foi efetuada em conformidade com os parâmetros definidos para cada critério, conforme delineado nas respectivas tabelas: Declividade (Tabela 02), Rodovias

(Tabela 03), Centros Urbanos (Tabela 04) e Cursos D'Água (Tabela 05). Para a análise das características de cada critério investigado, foi empregada uma expressão específica para cada item, conforme registrado na tabela subsequente (Tabela 09).

**Tabela 09.** Expressão de Reclassificação de Afastamento e Proximidade.

<b>Declividade</b>	<b>Centros Urbanos</b>	<b>Cursos D'Água</b>	<b>Rodovias</b>
0 thru 2 = 4	0 thru 6000 = 3	0 thru 400 = 1	0 thru 2000 = 4
2.1 thru 6 = 3	6000.1 thru 10000 = 4	400.1 thru 800 = 2	2000.1 thru 4000 = 3
6.1 thru 10 = 2	10000.1 thru 15000 = 2	800.1 thru 1200 = 3	4000.1 thru 6000 = 2
10.1 thru 20 = 1	* = 1	* = 4	* = 1
* = 0			

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Por fim, as camadas reclassificadas foram reprojatadas para o SRC do projeto “SIRGAS 2000/ UTM Zone 24S”. Após todos esses procedimentos foi realizado o processamento final, consolidando os resultados em um conjunto de informações geoespaciais para a tomada de decisões de acordo com o objetivo deste estudo.

O processamento final foi conduzido a partir da Calculadora de Raster do “QGIS”, onde foram atribuídos pesos para cada critério avaliado. As unidades de conservação, a vegetação e a pedologia não receberam pesos, pois são operações binárias. Na equação, elas são acompanhadas da expressão “ !=1”, indicando que todas as feições diferentes de “1”, ou seja, que receberam esse valor binário, devem ser somadas a camada gerada no processamento final.

Os critérios restantes, nomeadamente declividade, centros urbanos, cursos d'água e rodovias, foram ponderados numericamente conforme especificado a seguir (Tabela 10), com o propósito de permitir a realização dos cálculos para identificar as áreas mais propícias à implantação de um aterro sanitário de pequeno porte na área de estudo, Abaíra, conforme descrito (Equação 1).

**Tabela 10.** Pesos Associados aos Critérios de Análise de Dados.

<b>Declividade</b>	<b>Centros Urbanos</b>	<b>Cursos D'Água</b>	<b>Rodovias</b>
Peso 20 %	Peso 30%	Peso 30%	Peso 20%

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Os pesos foram adotados dessa forma com o intuito de dar mais enfoque aos critérios sociais e ambientais, sendo eles os centros urbanos e cursos d'água. Pois nos centros urbanos estão presentes o maior aglomerado de população, e o distanciamento dos cursos d'água ajudam a mitigar a poluição das águas.

Na calculadora, foi expressa a (Equação 1), a qual foi processada para determinar o resultado das áreas mais adequadas para implantação de um aterro sanitário de pequeno porte em Abaíra, Bahia.

$$(0.2 * \text{“ declividade”} + 0.3 * \text{“centro urbanos”} + 0.3 * \text{“cursos d’água”} + 0.2 * \text{“rodovias”}) * (\text{“áreas proibidas”} \neq 1) * \text{“abaíra\_ba”} \quad (\text{Equação 1})$$

A partir desse cálculo, foi gerado uma camada contendo todas as informações e análises realizadas, unindo as feições de proximidade, afastamento e áreas proibidas. A partir desse arquivo processado, foi possível analisar as áreas de Abaíra que podem receber um aterro sanitário de pequeno porte e as áreas inapropriadas para este fim.

Por fim, foi gerado um cálculo de áreas com as informações processadas na junção das camadas. Esse cálculo foi realizado a partir da ferramenta “r.report”. A ferramenta "r.report" é uma ferramenta do GRASS GIS que permite gerar relatórios estatísticos para mapas raster.

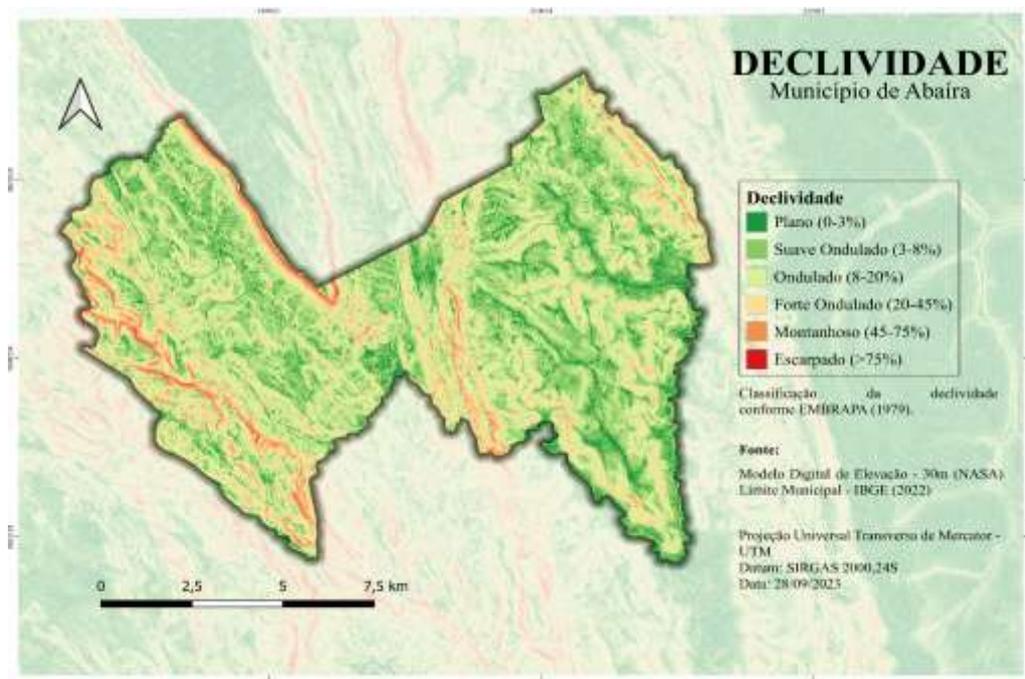
## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A partir dos critérios estabelecidos, foram elaborados mapas para o município de Abaíra, abrangendo aspectos geográficos e ambientais. Isso inclui mapas da declividade do terreno, identificando áreas de maior inclinação, assim como a distribuição das rodovias que atravessam a região. Além disso, foi realizado o mapeamento da pedologia, destacando os diferentes tipos de solo presentes no município. Os cursos d'água foram cartografados para evidenciar a rede hidrográfica. O áreas urbanas também foi considerado, delineando as características das áreas. As unidades de conservação foram identificadas para destacar as áreas prioritárias para a preservação da biodiversidade. Por fim, o mapa da vegetação foi elaborado, fornecendo informações sobre as áreas florestadas presentes na região.

## 5.1 Declividade

A partir da junção dos dados coletados do modelo digital de elevação fornecido pela NASA, foi possível observar a declividade da área de estudo e seus respectivos relevos (Figura 5).

**Figura 5 - Mapa de Declividade do município de Abaíra, Bahia.**



Fonte: Autoria própria, 2023.

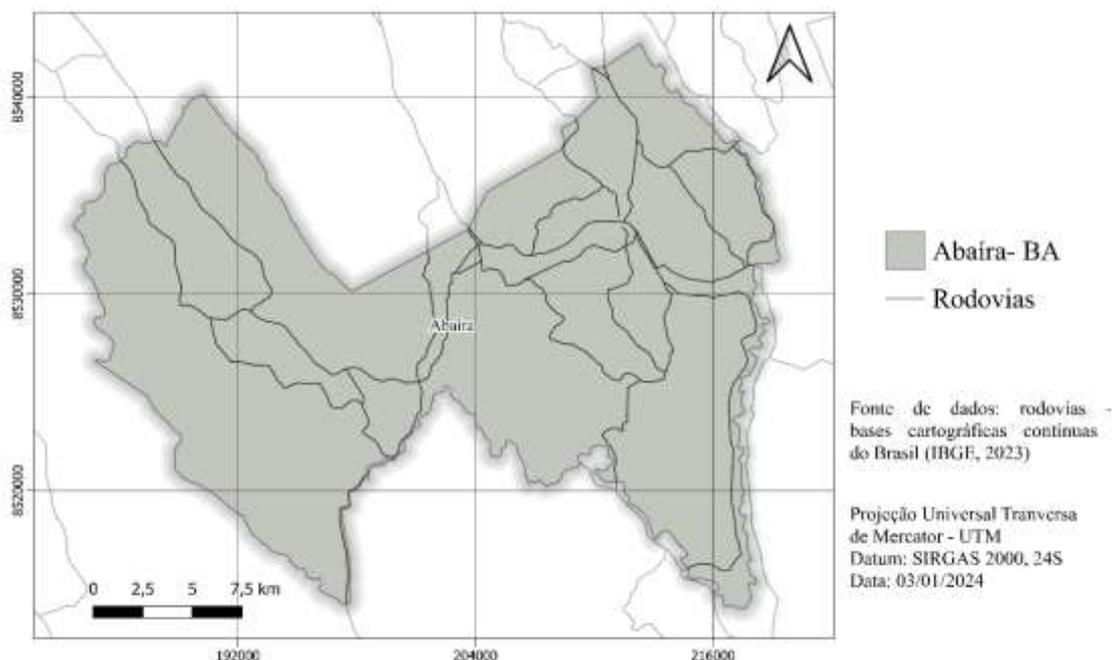
Segundo a NBR 13896/1997, a topografia é fator determinante na escolha do método construtivo e nas obras de terraplenagem para a construção da instalação de um aterro sanitário. Recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%. Porém a literatura recomenda adotar uma variação de declividade inferior a 20%, seguindo a resolução orientada (CEMAM, 2014). Dessa forma, observando a classificação de declividade da EMBRAPA (1979), os relevos indicados para a implantação de aterros sanitários são os planos, suave ondulados e ondulados.

O município de Abaíra apresenta um relevo diversificado, grande extensão do seu território é marcada pelo relevo Plano, Suave e Ondulado, Ondulado e Forte Ondulado. Marcado por uma declividade com inclinações intervaladas de 0% a 45%. Diante dessas informações, nota-se que a área de estudo não se caracteriza como um território de alta declividade. Apesar disso, apresenta regiões de relevo montanhoso, onde a inclinação varia de 45% a 75%. O relevo “escarpado” é o menos abundante no território, sendo marcado por apresentar uma alta declividade, com inclinações superiores a 75%.

## 5.2 Rodovias

Com base no levantamento de dados sobre as vias de acesso do município de Abaíra, foi possível obter o mapa das rodovias principais do território estudado (Figura 6).

**Figura 6 - Mapa de Rodovias do município de Abaíra, Bahia.**



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

O conhecimento acerca das rodovias presentes no território de Abaíra é necessário, pois, conforme determina a NBR 13896/1997, as vias de acesso são fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizadas durante toda a sua operação. A coleta de resíduos sólidos urbanos é realizada a partir de uma roteirização. Para Costa et al (2019), a roteirização se faz necessária para ter uma programação operacional que atenda pontos e localidades geograficamente dispersos, beneficiando a população de maneira igual, e ao mesmo tempo, gastando o mínimo de recursos financeiros possível. Os veículos de coleta de resíduos alteram as condições de circulação, criam conflitos no tráfego, reduz o nível de serviço das vias e compromete a segurança viária.

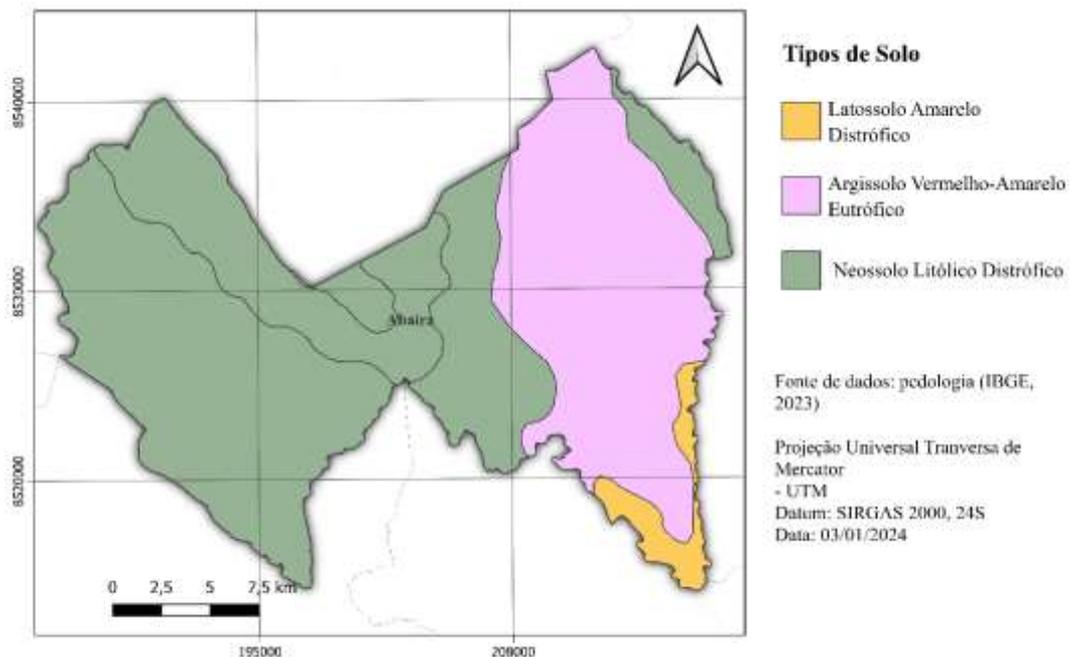
A partir dessa afirmativa, é possível perceber que, a implantação de um aterro sanitário próximo a rodovias corrobora com a diminuição de tempo de coleta e com a economia de recursos financeiros, essa proximidade também pode otimizar a logística de transporte de resíduos sólidos. Aliado a isso, uma infraestrutura rodoviária bem desenvolvida pode facilitar

a integração de diferentes áreas de coleta, melhorando a eficiência do sistema de gestão de resíduos do município como um todo.

### 5.3 Pedologia

O mapa referente a pedologia do município também foi elaborado, apresentando os tipos de solo da área de estudo (Figura 7).

**Figura 7 - Mapa de Pedologia do município de Abaíra, Bahia.**



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Abaíra apresentou três tipos de solos, Latossolo Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Neossolo Litólico Distrófico. Utilizando-se o sistema de cores RGB de classificação, o Manual determinou os códigos de coloração para cada tom, conforme a (Tabela 11).

**Tabela 11.** Classificação do Gradiente de Cores do Mapa de Pedologia.

<b>Tipo de Solo</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>B</b>
Latossolo Amarelo Distrófico	254	204	92
Argissolo Vermelho- Amarelo Eutrófico	247	194	255
Neossolo Litólico Distrófico	150	179	149

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A classificação das cores disponibilizada pelo Manual Técnico de Pedologia (2015) tem por objetivo padronizar as cores para cada tipo de solo, para facilitar a sua identificação.

Neto e Silva (2021) caracterizam o “latossolo amarelo” como solos bastantes uniformes em termos de cor, textura e estrutura; são profundos e muito profundos, bem drenados, com predominância de textura argilosa e muito argilosa. Acrescentam que a limitação destes solos é a baixa fertilidade natural e evidenciam que latossolos amarelos são de fácil manejo e mecanização das áreas com relevo plano e suave ondulado, principalmente quando não são coesos.

A EMBRAPA (2013) classificou os Argissolos vermelho-amarelos como solos caracterizados pela presença de horizonte B textural, com cores vermelho-amarelas e textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média.

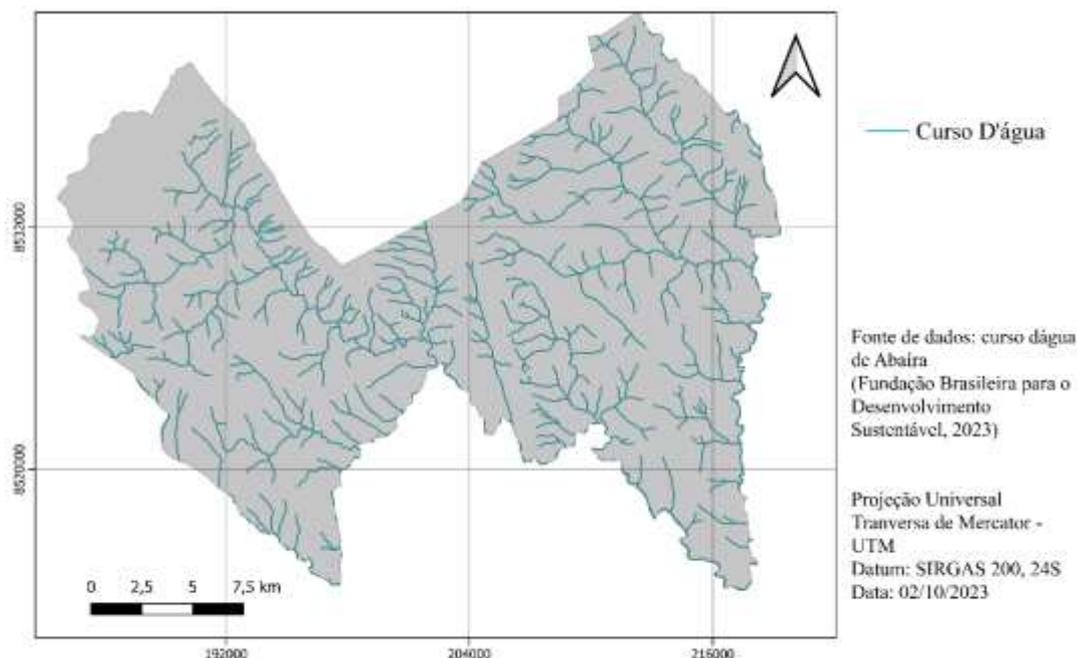
Nesse sentido, Salomão (1999, p. 76) afirma que “solos mais arenosos são mais porosos, permitindo rápida infiltração da água, e, conseqüentemente, menor capacidade de armazenamento”.

Os solos Neossolos Litólicos, são típicos das regiões de relevo mais dissecado ou íngreme, geralmente têm baixa fertilidade e são poucos profundos. Há ainda áreas significativas de rochas diabásicas e basálticas com o predomínio de solos eutróficos (VALE JÚNIOR et al., 2010).

#### **5.4 Cursos D'Água**

A partir dos dados coletados, o mapa a seguir foi elaborado e apresenta os principais cursos d'água da área de estudo (Figura 8).

**Figura 8 - Mapa de Curso D'Água do município de Abaíra, Bahia.**



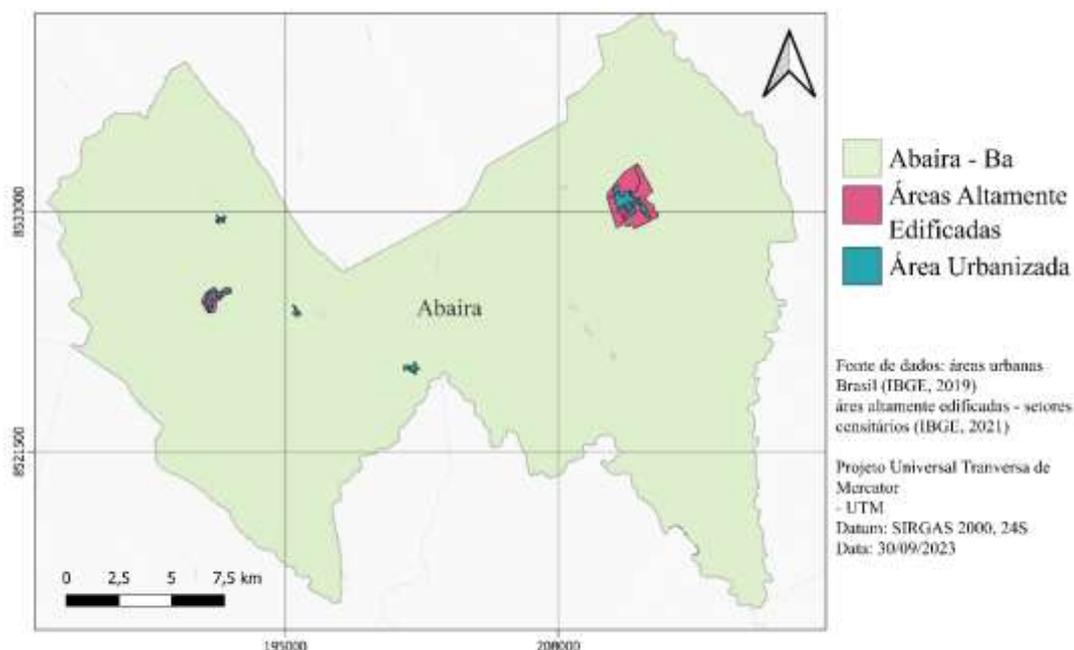
**Fonte:** Autoria própria, 2023.

Para a implantação de aterros sanitários, a NBR 15849/2010 estabelece que no caso de existência de corpos d'água superficiais na área ou em seu entorno imediato, deve-se respeitar uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso d'água. Essa medida é fundamentada ao fato de aterros sanitários oferecerem risco aos corpos hídricos. Como afirma Borba (2019), estudos que envolvem a gestão e o monitoramento de áreas de disposição de RSU são de suma importância, visto que desempenham uma importante ferramenta no processo de avaliação de riscos e proteção ambiental, principalmente relacionado à proteção da água superficial e subterrânea.

### **5.5 Áreas Urbanas**

A partir dos dados coletados, o mapa que representa os principais cursos d'água da área de estudo foi elaborado (Figura 9).

**Figura 9 - Mapa de Áreas Urbanas do município de Abaíra, Bahia.**



**Fonte:** Autoria própria, 2023.

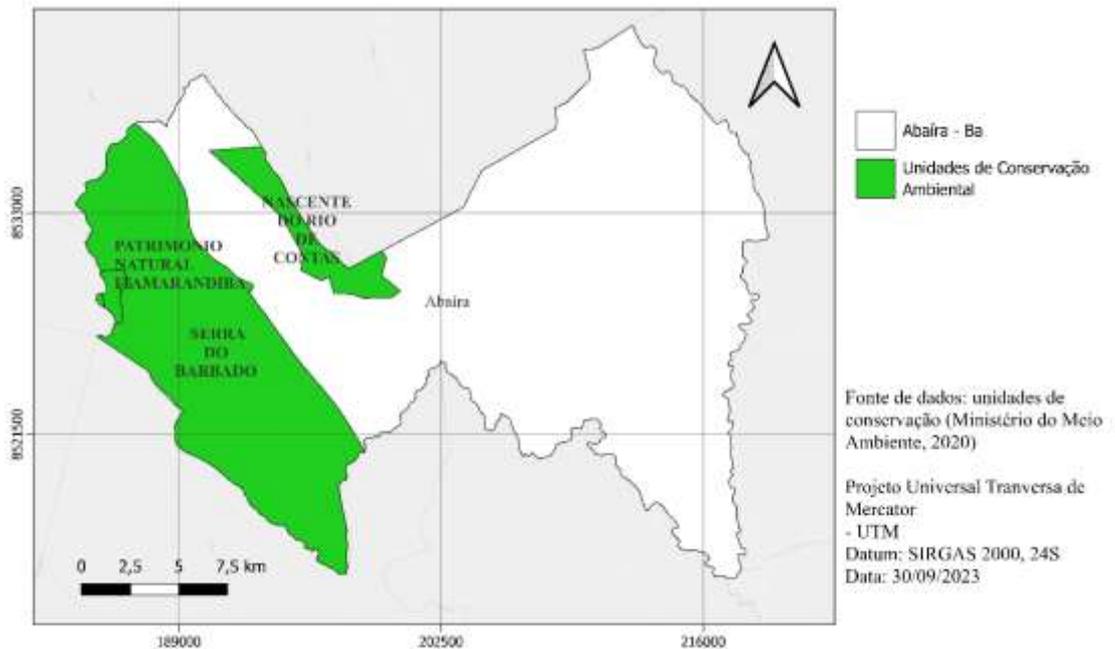
A norma recomenda um distanciamento dos aterros sanitários de núcleos populacionais devido ao potencial de gerar mau cheiro e poeira. Abreu (2018), em seu trabalho “Percepção pública ambiental atribuída ao primeiro aterro sanitário do estado de Sergipe: um estudo de caso sobre a dispersão de odor próximo ao centro urbano”, discorre sobre como muitas pessoas subestimam os efeitos causados pelos gases provenientes dos aterros sanitários. Os odores desagradáveis são como um aviso para evitar sua fonte, e sua dispersão é gerada por diversos fatores como terreno local, condições atmosféricas e meteorológicas. A partir disso, Abreu recomenda a busca de estratégias que monitorem efetivamente a percepção do odor em todas as cidades que mantêm uma central de gerenciamento de resíduos sólidos. Além disso, sugere que o poder público otimize os critérios de distâncias mínimas de separação entre os aterros sanitários e as zonas urbanas.

O mesmo autor declara que um aterro sanitário é fonte potencial de odores ofensivos que podem causar impactos negativos na qualidade de vida dos moradores de áreas urbanas. Os indivíduos que vivem próximos a um aterro sanitário estão diretamente expostos aos gases químicos liberados durante a degradação do resíduo. Além disso, há compostos malcheirosos advindos de orgânicos voláteis presentes no gás de aterro que são liberados durante as operações e processamento.

## 5.6 Unidades de Conservação

Os dados espaciais das UCs presentes na plataforma do MMA contêm dados das unidades federais, estaduais e municipais presentes em todo o território nacional. A partir desses dados, foi gerado o mapa de Unidades de conservação da área de estudo (Figura 10).

**Figura 10 - Mapa de Unidades de Conservação do município de Abaíra, Bahia.**



**Fonte:** Autoria própria, 2023.

O município de Abaíra apresentou três unidades de conservação em seu território. A partir da tabela de atributos foram obtidos os dados sobre as unidades (Tabela 12).

**Tabela 12.** Unidades de Conservação de Abaíra, Bahia.

UCs	Tipo	Esfera	Ano de Determinação	Órgão Responsável
Serra do Barbado	Área Proteção Ambiental	Estadual	1993	Secretaria de Meio Ambiente da Bahia
Nascente do Rio de Contas	Área Interesse Ecológico	Estadual	2001	Secretaria de Meio Ambiente da Bahia
Itamarandiba	Reserva Particular de Patrimônio Natural	Federal	2010	Instituto Chico Mendes

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Andrade e Ladanza (2016) determinam que as unidades de conservação têm sido decisivas na formulação de estratégias de proteção da biodiversidade, do meio natural e arquitetônico e de interesses socioambientais globais e locais.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) organiza, em seu sétimo artigo, as unidades de conservação em dois grupos com características específicas. Um deles é o das Unidades de Proteção Integral, que têm como objetivo a preservação da natureza, sendo permitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais. O outro grupo é o das Unidades de Uso Sustentável, cujo objetivo consiste em compatibilizar o uso sustentável de parte de seus recursos naturais com a conservação da natureza.

A Serra do Barbado, área de proteção ambiental, abrange parte dos municípios de Rio de Contas, Abaíra, Piatã, Rio do Pires, Érico Cardoso e Jussiape. Para Silva (2014), a Serra dos Barbados pode ser considerada de grande preservação ambiental, seja pelo seu vazio demográfico, com a densidade aproximada de um habitante para cada 100 hectares, seja pelas pequenas áreas cultivadas, ou ainda pela situação serrana, que dificulta a ocupação em grande parte de suas terras. O mesmo autor adiciona que Serra do Barbado abriga em seu território importantes sub-bacias afluentes desta Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA): o Rio Brumado com seus contribuintes, Riacho das Pedras, Rio Santo Antônio, Rio da Fazendola, um dos principais afluentes, Rio da Água Suja, também um importante afluente do Alto Rio das Contas.

A Nascente do Rio de Contas, área de interesse ecológico, segundo o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA (2020), em seu Plano de Recursos Hídricos e Proposta

de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia do Rio de Contas, revela que em função das principais nascentes da BHRC ocorrerem na porção da Chapada Diamantina, foi criada a Unidade de Conservação ARIE (Área de Relevante Interesse Ecológico) das Nascentes do Rio das Contas.

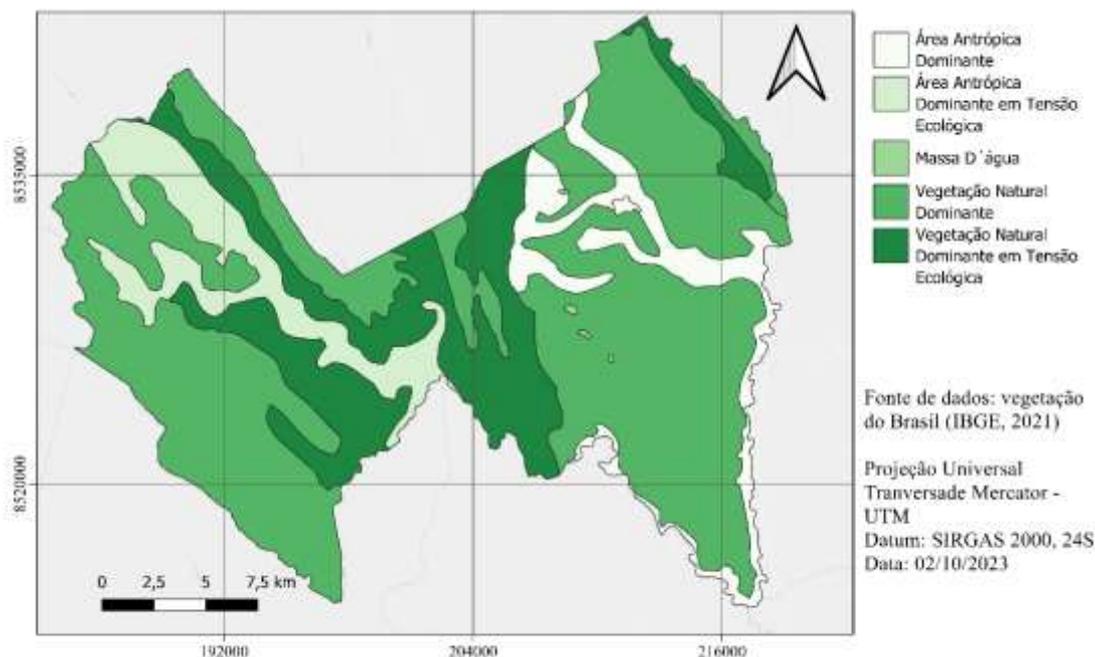
A Reserva Particular de Patrimônio Natural - RPPN, Itamarandiba, localiza-se dentro da Unidade de Conservação Serra do Barbado, no território de Abaíra. A Portaria nº 76, de 27 de agosto de 2010, em seu primeiro artigo, cria a RPPM Itamarandiba. O Artº 1 dispõe: “Criar a RPPN ITAMARANDIBA, de interesse público e em caráter de perpetuidade, em uma área de 287,0383 ha (duzentos e oitenta e sete hectares, três ares e oitenta e três centiares), localizada no município de Abaíra, Estado da Bahia, de propriedade de Erasmo da Cunha Gonçalves, constituindo-se parte integrante do imóvel denominado Sítio Santa Teresinha, registrado sob matrícula n.º 3.876, registro nº 1, livro n.º 2-O, folha 118, de 06 de outubro de 2004, no Registro de Imóveis da Comarca de Piatã- BA.”

O Art. 5º da mesma portaria determina que condutas e atividades lesivas à área reconhecida como RPPN criada sujeitarão os infratores às sanções cabíveis previstas na Lei nº9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008.

## **5.7 Vegetação**

A partir dos dados espaciais de 2021 disponibilizados pelo IBGE (os dados mais recentes disponibilizados pela plataforma), foi elaborado o mapa de vegetação do município de Abaíra, onde ilustra a distribuição da vegetação pelo território (Figura 11).

**Figura 11 - Mapa de Vegetação do município de Abaíra, Bahia.**



**Fonte:** Autoria própria, 2023.

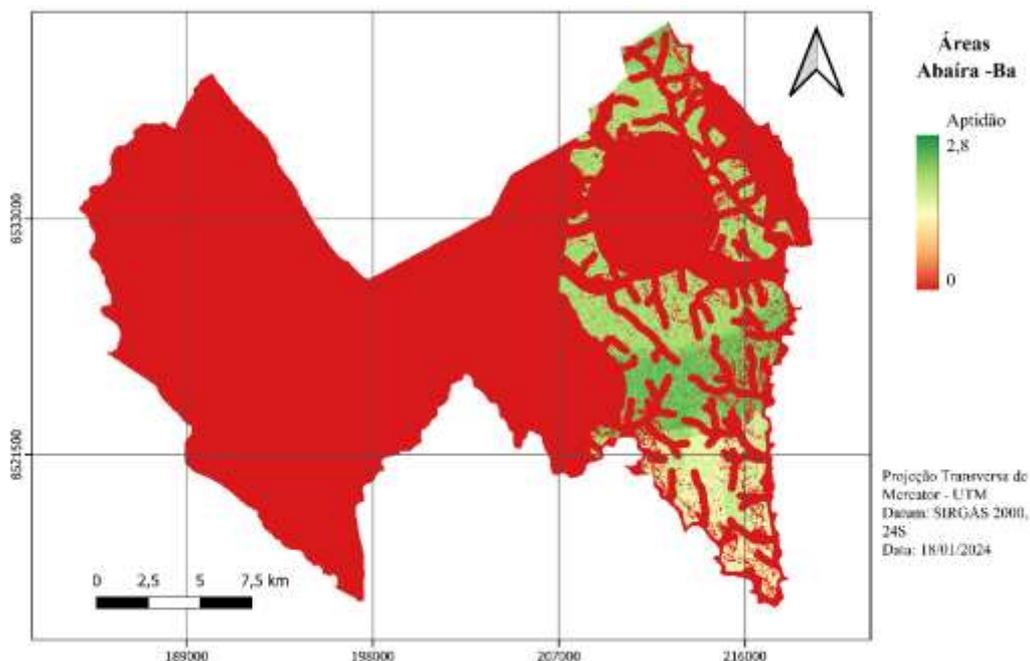
Para a NBR 13896/1997 faz-se necessário um estudo macroscópico da vegetação, pois ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores.

Implantação da cobertura vegetal constitui-se em um dos procedimentos de maior importância em toda a fase de operação de um aterro sanitário, em razão da vegetação propiciar uma série de condições que auxiliam na redução dos aspectos negativos comuns em empreendimentos dessa natureza. Entre esses benefícios, destacam-se: impactos visuais da área do aterro e das áreas de empréstimo; impacto direto das gotas de chuvas; ação erosiva das águas pluviais; estabilidade dos taludes; dispersão de particulados pela ação do vento; pobreza em microrganismos no solo de cobertura; ausência de determinadas espécies da fauna; dentre outros (UFU, 2009).

### **5.8 Processamento dos Critérios**

O processamento final resultou na camada de união de todos os critérios avaliados. A partir dessa camada, foi elaborado o “Mapa de Avaliação de Áreas”, o qual permite avaliar as áreas mais favoráveis, menos favoráveis e as proibidas, para a instalação do aterro sanitário de pequeno porte em Abaíra (Figura 12).

**Figura 12 - Mapa de avaliação de áreas para implantação de aterro sanitário no município de Abaíra, Bahia.**



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Com base nos critérios estabelecidos de declividade, hidrografia, rodovias, vegetação, pedologia e mancha urbana, procedeu-se à análise das áreas. Os dados apresentados no "Mapa de Avaliação de Áreas", permitiram a avaliação e classificação com notas que variaram de 0 a 2,8. As áreas que receberam nota "0" caracterizam-se como áreas proibidas, indicando que as áreas representadas em vermelho no mapa não são adequadas para a implantação de um aterro sanitário. Por outro lado, as áreas que receberam uma pontuação dentro do intervalo de (0 a 2,8) foram consideradas desde pouco favoráveis até favoráveis.

As áreas classificadas como pouco favoráveis indicam que a implantação de um aterro sanitário de pequeno porte pode ser possível, porém não são as mais adequadas para essa intervenção. Já as áreas mais favoráveis, identificadas pela presença de coloração esverdeada no mapa, são mais propícias para a implantação de um aterro sanitário, embora não sejam as áreas ideais. Por fim, as áreas com nota máxima de "2,8", representam as melhores opções para a implantação de um aterro sanitário de pequeno porte em Abaíra.

Importante ressaltar que cada critério recebeu uma nota que variava de 0 a 4 dentro das análises realizadas, como foi demonstrado. O resultado final apresentou um resultado que variou de 0 a 2,8. Dessa forma, podemos concluir que o município de Abaíra não comporta uma

área dentro do seu município “nota 4”, conta apenas com áreas mais favoráveis para a implantação do aterro sanitário de pequeno porte.

Melo et al (2001), descrevem as funções das análises realizadas para implantação. Segundo os autores, essas análises servem para garantir a segurança da população vizinha, minimizar o preço com deslocamento e estruturação do aterro, dispor de boas condições de acesso, distância dos centros urbanos, oferecer topografia compatível com o projeto, dispor de solo adequado, proteção aos cursos de água superficiais e estar em conformidade com as legislações vigentes.

Abaíra apresenta maior predominância de áreas proibidas para implantação, totalizando 451649,3 m<sup>2</sup>. As áreas que receberam nota “1” representam 3616,1 m<sup>2</sup>, enquanto as áreas com nota “2” possuem 69411,6 m<sup>2</sup>. Já as áreas com nota “2,8” apresentam um total de 2385,1 m<sup>2</sup>, segundo os cálculos dispostos pelo software “QGis”.

As áreas proibidas têm maior extensão, principalmente devido à predominância do solo do tipo “Neossolo Litólico Distrófico” que foi caracterizada como uma área proibida, devido a sua formação arenosa. Conforme afirmado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo (2005), os solos excessivamente arenosos não apresentam coesão suficiente para a implantação de aterros em valas, sendo especialmente desaconselhados, pois podem provocar o desmoronamento das paredes das valas.

Além disso, Abaíra conta com três unidades de conservação em seu território. Como evidenciado na (Figura 10), a Serra do Barbado possui uma grande extensão territorial.

Felicori et al. (2016), discorrem sobre o resultado encontrado a partir da análise multicritério realizada e ressaltam que esse estudo de geoprocessamento para identificação de áreas é um estudo preliminar. Os autores evidenciam que as áreas selecionadas como aptas podem apresentar outras características que podem inviabilizar a sua utilização para a disposição de resíduos.

É importante salientar que muitas bases de dados não atualizadas anualmente pelos órgãos responsáveis pelo levantamento das informações espaciais. Esse fator pode afetar a precisão do estudo, levando-o a ser considerado como um estudo preliminar de seleção de áreas adequadas, pois nem todos os dados disponíveis são do mesmo ano ou atualizados. Como foi visto, os arquivos espaciais das unidades de conservação foram do ano de 2020, os dados dos centros urbanos foram gerados no ano de 2019 e 2021. Outros dados espaciais foram gerados referentes aos anos de 2022 e 2023, promovendo uma avaliação mais concreta, pois possuem informações espaciais recentes.

Com base no exposto, fica evidente que os mapas representam opções viáveis para análise. Utilizando dados espaciais, é viável analisar um ou vários territórios, como demonstrado neste estudo. No caso da implantação de aterros sanitários de pequeno porte em Abaíra, Bahia, foi possível estudar os critérios técnicos normativos sem a necessidade de deslocamento até o local.

Este trabalho se revela uma ferramenta valiosa, pois, ao delimitar áreas específicas, não é preciso analisar todo o território municipal para decidir onde implantar o aterro sanitário. Com isso, a área de estudo é reduzida, como evidenciado pelas 451649,3 m<sup>2</sup> de áreas proibidas em Abaíra. As demais áreas podem ser avaliadas com base em critérios adicionais e estudos conduzidos pelo governo municipal, considerando questões internas não abordadas nesta análise.

Com base nisso, outros municípios que compartilham semelhanças com Abaíra podem se beneficiar deste estudo como referência para conduzir suas próprias análises sobre locais ambientalmente apropriados para a implantação de aterros sanitários de pequeno porte. É importante que esses municípios observem as recomendações técnicas e diretrizes estabelecidas neste trabalho, bem como as normas técnicas vigentes, ao realizarem suas próprias avaliações de áreas.

## **6 CONCLUSÃO**

O Município de Abaíra apresenta áreas propícias para a instalação de um aterro sanitário de pequeno porte, de acordo com a avaliação realizada com base em critérios predefinidos.

O geoprocessamento demonstrou ser uma ferramenta adequada para a análise de viabilidade de áreas. A importação de dados espaciais de órgãos de estudo, geografia e estatística, aliada ao uso de softwares de sistema de informação geográfico como o QGIS, permitiu a realização de análises multicritério e processamentos de dados por meio de parâmetros específicos.

A integração de dados importados para o QGIS, aliada a critérios, parâmetros e cálculos geoprocessados, possibilitou a identificação de áreas ambientalmente adequadas para a implantação de um aterro sanitário de pequeno porte em Abaíra, seguindo as recomendações das normas técnicas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os resultados encontrados serão compartilhados e divulgados com o poder público municipal, visando à formulação de políticas públicas para a gestão de resíduos sólidos da

região e a viabilidade da instalação de um aterro sanitário. Além disso, destaca-se que o estudo pode ser aplicado em outros municípios que estejam buscando a instalação de aterros sanitários de pequeno porte para a gestão adequada dos seus resíduos.

## 7 REFERÊNCIAS

ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - Ano Base 2022**. Disponível em: [abrelpe.org.br](http://abrelpe.org.br). Acesso em: 21 de maio de 2023.

ÁGUA E SANEAMENTO. **Municípios e Saneamento - Abaíra**. Site Água e Saneamento. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/ba/abaira>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Brasil. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 02 de junho de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13896:1997**. Aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8.849:1985**. Resíduos Sólidos - Coleta e Armazenagem Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15849:2010**. Resíduos Sólidos - Aterros de Pequeno Porte - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8419:1992**. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10157:1987**. Procedimento para Coleta de Amostras de Água de Superfície e de Sedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004:2004**. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14001:2004**. Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

A Tarde. **Justiça determina encerramento de lixão em Abaíra**. Disponível em: <https://atarde.com.br/portalmunicipios/portalmunicipioscentronorte/justica-determina-encerramento-de-lixao-em-abaira-1212236>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2024.

BRASIL. Ministério da Justiça. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Diário Oficial da União, Brasília, 02 de agosto de 2010.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 set. 1981. Seção 1, p. 17933. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: agosto de 2023.

BRASIL. **Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Seção 1, p. 1.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: agosto de 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1, p. 1.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Brasília: MMA, 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 306, de 07 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre o gerenciamento e controle de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 jan. 2003. Seção 1, p. 35-37. Disponível em: [mma.gov.br](http://mma.gov.br). Acesso em: 01 de junho de 2023.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 5, de 26 de fevereiro de 2014**. Dispõe sobre os procedimentos de Licenciamento Ambiental dos projetos de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na modalidade Aterro Sanitário, nos municípios do Estado de Goiás. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=267981#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o>

s%20procedimentos%20de,munic%C3%ADpios%20do%20Estado%20de%20Goi%C3%A1s.  
Acesso em: 27 de fevereiro de 2024.

CRUZ, M.T.S. **A Chapada Diamantina e a Convivência com o Semi-Árido: Ameaça de desarticulação e dissolução de comunidades locais**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Classes de Declividade**. Rio de Janeiro, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA SOLOS, 2013, 353p.: il. Color. ISBN: 978-857035-198-2.

FELICORI, T..C; MARQUES, E.A.G; SILVA, T.Q; et al. **Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais**. Minas Gerais. 2016.

FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. 2023. **Hidrografia [Abaira\_hidrografia.zip]**. Disponível em:  
<https://geo.fbds.org.br/BA/ABAIIRA/HIDROGRAFIA/>. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

GUANAES, S.A. **Meu Quintal não é Parque!**. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, agosto de 2006.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (INEMA). **Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia do Rio de Contas**. Bahia, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. 2022. Disponível em: [https://censo2022.ibge.gov.br/noticias-por-estado/35954-brasil-tem-207-8-milhoes-de-habitantes-mostra-previa-do-censo-2022#:~:text=Parcerias%20Institucionais-,Brasil%20tem%20207%2C8%20milh%C3%B5es%20de%20habitantes,mostra%20pr%C3%A9via%20do%20Censo%202022&text=O%20IBGE%20divulga%20hoje%20\(28,Veja%20a%20lista%20completa%20aqui](https://censo2022.ibge.gov.br/noticias-por-estado/35954-brasil-tem-207-8-milhoes-de-habitantes-mostra-previa-do-censo-2022#:~:text=Parcerias%20Institucionais-,Brasil%20tem%20207%2C8%20milh%C3%B5es%20de%20habitantes,mostra%20pr%C3%A9via%20do%20Censo%202022&text=O%20IBGE%20divulga%20hoje%20(28,Veja%20a%20lista%20completa%20aqui). Acesso em: 20 de maio de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2022. **Malha Municipal [Br\_Municipios\_2022.zip]**. Disponível em:  
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. **Malha Municipal [Br\_Urban2019.zip]**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 03 de janeiro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. **Malha de Setores Censitários [BR\_Setores\_2021.zip]**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 30 de setembro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. **Malha Territorial [BR\_Setores\_2021.zip]**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 30 de setembro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. **Base de Dados Espacial 1:250.000, Brasil [pedo\_area.zip]**. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em: 3 de janeiro de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2021. **Base de Dados Espacial 1:250.000, Brasil [vege\_area.zip]**. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em: 3 de janeiro de 2024.

JÚNIOR, C.R.F; ARANTES, D.F. **Roteirização através do SIG para coleta de lixo doméstico: um estudo de caso da cidade de Silvânia – GO. Goiânia**. Novembro, 2019. Nome do Site. (Ano de publicação ou atualização). Título do Shapefile [Formato de arquivo]. Disponível em: URL. Acesso em: data de acesso.

LEAL, T.L.M.C; Freitas, M.F; et al. **Análise estatística da geração de resíduos sólidos do estado da Bahia, Brasil**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. Taubaté, São Paulo. 2022.

Legisweb. **Resolução CONAMA nº 4, de 10 de julho de 2008**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=108772>. Acesso em: agosto de 2023.

MELO, D.A. Aterros de Resíduos: **O Uso de Ferramentas de Avaliação como Apoio Decisório Para a Reabilitação Ambiental – Teoria e Prática**. Editora Appris; 1ª edição (13 maio 2021).

MELO, A.L; CALIJURI, M.L; et al. **Principais metodologias para avaliação e seleção de áreas para aterros sanitários**. Viçosa, Minas Gerais. 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2020. **Download de Dados Geográficos [ucstodas.zip]**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 30 de setembro de 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; SECRETARIA DE QUALIDADE AMBIENTAL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2022.

Ministério Público da Bahia. **Acesso à justiça é tema de seminário**. Site do Ministério Público da Bahia. Disponível em: <https://www.mpba.mp.br/noticia/65812>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

NASA. (2023). **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Digital Elevation Model (DEM) Version 3.0**. Disponível em: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Acesso em: 27 de setembro de 2023.

NETO, M.B. O; Silva, M.S.L. **Latossolos Amarelos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/latossolos-amarelos>. Acesso: 30 de dezembro de 2023.

Prefeitura Municipal de Itapira. **Aterro Sanitário recebe nota 9,4 após avaliação da Cetesb**. Disponível em: <https://itapira.sp.gov.br/noticia/aterro-sanitario-recebe-nota-9-4-apos-avaliacao-da-cetesb/9413>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista. **Aterro Sanitário**. Disponível em: <https://www.pmvc.ba.gov.br/aterro-sanitario/>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.  
Repórter Hoje. **Aterro sanitário transforma lixo em energia e é referência na Semana do Clima**. Disponível em: <https://reporterhoje.com.br/2019/08/17/aterro-sanitario-transforma-lixo-em-energia-e-e-referencia-na-semana-do-clima/>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

Repositório Universidade Federal de Uberlândia – UFU. 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14148/4/parte4.pdf>. Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

SALOMÃO, F. X. T. **Controle e prevenção dos processos erosivos**. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botelho, R. G. M. (Ed.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap. 7, p. 229-268.

SANCHES, A.E. **Sistema de Projeção UTM**. Manaus. 2018. Disponível em: [https://www.profsanches.com.br/pluginAppObj/pluginAppObj\\_198\\_02/Apostila\\_5\\_Projecao-UTM.pdf](https://www.profsanches.com.br/pluginAppObj/pluginAppObj_198_02/Apostila_5_Projecao-UTM.pdf). Acesso em: setembro de 2023.

SANTOS, H.G; ZARONI, M.J. **Neossolos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos>. Acesso em: 30 de dezembro de 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. 2015. **Aterro Sanitário de Pequeno Porte**. Disponível em: <http://www.residuossolidos.al.gov.br/sistemas/aterro-de-pequeno-porte#:~:text=Aterro%20sanit%C3%A1rio%20de%20pequeno%20porte%20em%20encosta%20instala%C3%A7%C3%A3o%20para%20disposi%C3%A7%C3%A3o,naturais%20e%20encostas%20de%20morros>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

SILVA, Ana. **APA Serra do Barbado: Dos empecilhos à possível viabilidade socioambiental de um território no circuito do ouro - Chapada Diamantina**. Salvador, 2014.

Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). 2020. **Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/estadual/>. Acesso em: 02 de junho de 2023.

Tribuna da Bahia. **Estudo aponta que somente 43 cidades baianas têm aterro sanitário**. Disponível em: <https://www.trbn.com.br/materia/I18359/estudo-aponta-que-somente-43-cidades-baianas-tem-aterro-sanitario>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2024.

TSUHAKO, E. M. **Seleção preliminar de locais potenciais à instalação de aterros sanitários na sub-bacia da represa de Itupararanga (bacia dos rios Sorocaba e Médio Tietê)**. São Carlos, 2004.

VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Solos sob savanas de Roraima: gêneses, classificação e relação e relações ambientais**. Boa Vista: Gráfica Ióris, 2010.