

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA**  
**CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**GUILHERME GIL FERNANDES**

**INDICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA INSTALAÇÃO DE UM ATERRO  
SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI - BA**

Vitória da Conquista,BA

Fevereiro 2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA,  
CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**INDICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA INSTALAÇÃO  
DE UM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE  
GUANAMBI – BA**

**GUILHERME GIL FERNANDES**

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

Orientador: Prof. Msc. Daniel Pedro Santos Marinho

Vitória da Conquista, BA

Fevereiro 2024

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

F363i      Fernandes, Guilherme Gil

INDICAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA INSTALAÇÃO DE  
UM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI - BA. /  
Guilherme Gil Fernandes; Vitória da Conquista: IFBA,  
2024.

51 p.:il.: color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)  
Engenharia Ambiental - Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus de Vitória da  
Conquista, 2024.

1. resíduos sólidos. 2. geoprocessamento. 3. lixo.  
4. disposição. 5. gerenciamento. I. Marinho, Daniel  
Pedro Santos, orient.

CDD/CDU

## **GUILHERME GIL FERNANDES**

### **DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS PARA INSTALAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI – BA**

A presente Monografia, apresentada em sessão pública realizada em vinte e seis 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.

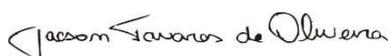
Data da Aprovação: 26 de fevereiro de 2024

#### **BANCA EXAMINADORA**



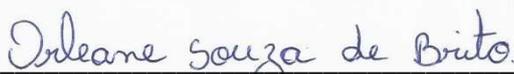
---

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



---

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



---

Prof. Msc. Orleanne Souza De Brito  
IFBA Campus Ilhéus

Vitória da Conquista, 26 de fevereiro de 2024

Dedico esse trabalho a minha mãe, Célia,  
que me deu apoio todos os dias, durante a  
longa jornada que foi me tornar um  
engenheiro.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais, que me proporcionaram educação e deram apoio para que eu chegasse até esse momento da minha jornada acadêmica, antes mesmo de eu acreditar em mim, que poderia sair do aconchego do lar onde estive minha vida toda, e me aventurar em uma cidade totalmente desconhecida sem amigos, sem parentes, onde seria uma página em branco, eles acreditaram e me incentivaram, quando a saudade apertava, e ela é quem mais castiga, sempre soube eles estariam lá me apoiando me esperando até o dia de eu voltar.

Agradeço também a meu irmãozinho, que nos momentos de angústia estava lá, para ouvir minhas reclamações, um guerreiro, que não se deixa abater, o admiro, o tenho como inspiração, a determinação e a vontade de fazer acontecer, nem sempre as coisas dão certo, mas ele sempre se reinventa e segue em frente, só vejo igual determinação em minha mãe, acredito que ele puxou isso dela.

Agradeço a minha amada, Raiza, que entrou na minha vida de um jeito inesperado, mas fulminante, pude ao seu lado reavaliar minhas prioridades e fazer planos maiores, agora não só para mim, mas para nós, agradeço todos os dias por ela ter me escolhido e eu a escolhido. A doutora que me faz me sentir superinteligente por saber andar de metrô, a pessoa mais sensível e sincera que já conheci, me apoia muito todos os dias mesmo sem saber, Rai, espero que esteja lendo isso, quero que saiba, você me deu muita força para fazer esse trabalho, sou muito grato a você, por estar ao meu lado, espero ser seu apoio assim como você é para mim.

Agradeço a Giovane, conhecido pelos corredores do IFBA por Xande, um amigo que por anos foi minha segunda família, e como esperado, pudemos partilhar as alegrias e tristezas naturais da vida, em uma cidade tão distante de nossos parentes, tivemos o prazer das conversas do dia a dia, comemorar o primeiro estágio, a efetivação após o estágio, juntos cada um em seu caminho, passamos de adolescentes/alunos a homens/profissionais, aprendemos a nos virar quando a grana apertava, aprendemos a falar e escutar um ao outro. Um dia tivemos nossa última conversa na varanda, onde passamos horas falando sobre o tudo e o nada, e nem percebemos.

Agradeço ao PET, que após dura seleção e algum tempo de espera, me fez um de seus membros, o lugar onde pude ter a incrível sensação de ser um PETIANO, sentir o peso e o glamour desse título, o PET marca a virada de chave do aluno e do profissional que me tornei.

Agradeço a Joseane, para os mais próximos Josi e para os íntimos mãe Josi, as trajetórias individuais não nos permitem mais tantas conversas, mas ela é uma grande inspiração para mim, exemplo de força de vontade, da luta pelo que é certo e de altruísmo.

Agradeço ao meu orientador Daniel que me deu o apoio necessário para a elaboração e conclusão desse trabalho, mesmo com os problemas e agendas apertadas foi possível a elaboração desse trabalho.

Agradeço ao IFBA, por me proporcionar experiências acadêmicas que ficarão gravadas em minha memória até meus últimos dias, onde apesar de momentos difíceis tive muito aprendizado e superação, certamente o Guilherme que entrou no IFBA no dia da matrícula lá em 2017, se perdeu nos corredores procurando a CORES não é o mesmo que sai no dia que este trabalho é entregue a Biblioteca. Nesse lugar tive o prazer de participar de projetos de extensão, assim como, organizar eventos, me reinventar na pandemia, pude fazer parte do grupo que mais me orgulho em minha trajetória acadêmica o PET e nada disso seria possível sem o IFBA *campus* Vitória da Conquista.

A todos vocês muito obrigado!

## RESUMO

A disposição final de resíduos sólidos é um desafio enfrentado por vários municípios brasileiros. Embora lixões e aterros controlados já devessem ter sido extintos, a realidade é que estão presentes em muitos municípios. O descarte inadequado traz prejuízos ambientais e diversos problemas sociais e de saúde. A solução ambientalmente adequada prevista na legislação é a disposição final em aterros sanitários. Este trabalho buscou por meio de ferramentas e técnicas de geoprocessamento, baseado nas legislações vigentes e normas técnicas, estabelecer as áreas restritas e as com maior potencial para a instalação de um aterro sanitário no município de Guanambi – BA. As normas ABNT, principalmente a NBR 13897/96, fundamentam este trabalho, assim como a Resolução 004/1995 CONAMA e critérios utilizados em estudos similares. As restrições de implantação apresentadas por estas normas foram utilizadas para definir as áreas em que um aterro não pode ser construído. Para a determinação da região com maior potencial para instalação do aterro sanitário foi utilizado o método AHP para definir os pesos dos critérios utilizados. Foi possível verificar que uma área de 75% do território é restrita à instalação de um aterro. Além disso, foi possível definir regiões que apresentam o maior conjunto de requisitos favoráveis a instalação do aterro sanitário.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos, geoprocessamento, lixão, disposição, gerenciamento.

## ABSTRACT

The final disposal of solid waste is a challenge faced by several Brazilian municipalities. Although open dumps and controlled landfills should have already been eliminated, the reality is that they are still present in many municipalities. Improper disposal causes environmental damage and various social and health problems. The environmentally appropriate solution prescribed by legislation is the final disposal in sanitary landfills. This study sought, through geoprocessing tools and techniques, based on current laws and technical standards, to establish restricted areas and those with the greatest potential for the installation of a sanitary landfill in the municipality of Guanambi – BA. The Brazilian Association of Technical Standards (ABNT), especially NBR13897/96, grounds this work, as well as Resolution 004/1995 of the National Environment Council (CONAMA) and criteria used in similar studies. Implementation restrictions presented by these standards were used to define areas where a landfill cannot be built. The Analytic Hierarchy Process (AHP) method was used to determine the region with the greatest potential for the installation of the sanitary landfill by defining the weights of the criteria used. It was possible to verify that 75% of the territory is restricted to the installation of a landfill. Additionally, it was possible to identify regions that have the highest set of requirements favorable to the installation of the sanitary landfill.

**Keywords:** solid waste, geoprocessing, open dump, disposal, management.

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. Objetivos .....	12
2.1 Geral.....	12
2.2 Específicos .....	12
3. Referencial Teórico .....	13
3.1. Arcabouço legal do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.....	14
3.2. Resoluções e Normas Técnicas.....	19
3.3. Análise multicritério e Análise Hierárquica de Processo (AHP).....	21
4. Metodologia .....	27
4.1. Área de estudo .....	27
4.2. Critérios de restrição .....	28
4.3. Critérios de preferência.....	30
4.4. Método AHP para determinação dos pesos dos critérios .....	32
5. Resultados e discussão .....	34
5.1. Delimitação da área restrita .....	34
5.2. Delimitação de áreas de potenciais .....	37
5.3. Delimitação das áreas apropriadas para a implantação de um aterro sanitário .....	43
6. CONCLUSÃO .....	45
Referências .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A rápida urbanização, desenvolvimento econômico e a população crescente proporcionam o cenário para o aumento da geração de resíduos sólidos. Gerenciar uma quantidade cada vez maior de resíduos, que ameaçam cidades e ecossistemas, se torna um desafio cada vez mais complexo e exige soluções eficientes e assertivas (ALFAIA; COSTA; CAMPOS, 2017).

O consumo e a consequente geração de resíduos são inerentes ao ser humano e suas atividades (SILVA *et al.* 2023). Enquanto a humanidade vivia em pequenos grupos e com um estilo de vida nômade os resíduos não constituíam um grande problema. A característica orgânica e pouca quantidade permitia a rápida incorporação do material pelo meio ambiente (MANFIO; PIZZOLATO, 2021). Com o estabelecimento da vida sedentária e o convívio em grupos cada vez mais numerosos, surgiu a necessidade de encontrar soluções para o gerenciamento de resíduos. À medida que as populações cresceram, a geração de resíduos aumentou proporcionalmente, desafiando a humanidade a lidar com a gestão adequada desses resíduos. (MANFIO; PIZZOLATO, 2021).

Civilizações antigas encontraram a seu tempo soluções e métodos semelhantes para o saneamento. Aterrar resíduos, por exemplo, têm seu primeiro registro na mesopotâmia por volta do ano 2500 a.C. Mais tarde, em cidades muradas, a ordem era a disposição de tais materiais fora da área limítrofe da muralha. Por volta do ano 735 a.C., no império romano, códigos municipais obrigavam a manutenção das propriedades limpas. Por volta do ano 150 a.C. passaram a ser abertas valas para aterrar os resíduos. Já os gregos, representados pelos escritos de filósofos como Hipócrates, mencionavam a importância da higiene e limpeza. Na idade média, com a pandemia de peste bubônica surgem os primeiros projetos de saneamento nas cidades de Paris e Bruxelas (MELO, 2021).

Com a revolução industrial a economia voltada para dinâmica de mercado se consolida, a obtenção de lucro é um motivador maior que apenas subsistir (SOUZA, 2022). A humanidade deixa de produzir para subsistência e começa a produzir em larga escala. Inicialmente os produtos mais básicos, como alimentação, tecidos para vestuário e produtos para a casa, foram os alvos da recém-formada indústria. Nesse período a lógica da produção se concentra em produzir em grande quantidade para reduzir custos, gerando grandes estoques (FLASCHER, 2007).

A manufatura excessiva em um mercado incapaz de absorver a produção industrial levou, no ano de 1929, a uma crise global chamada de “A Grande Depressão”. Essa crise teve origem nos Estados Unidos e se espalhou pelo mundo. O fim da crise chegou com o início da segunda guerra mundial, na qual a indústria passou a produzir equipamentos bélicos (PRADO, 2011).

Nesse período, surgiu a proposta da obsolescência, na qual o período de utilidade dos produtos foi intencionalmente reduzido para manter as vendas constantes. Isso se manifesta na necessidade de substituição frequente de itens, pois, em geral, o custo do reparo se tornou mais elevado do que a aquisição de um produto novo. Mudanças frequentes de visual também começaram a ser planejadas para induzir a troca de produtos perfeitamente funcionais (VERAL, 2022). Sendo assim, uma vez que a produção de resíduos é intensamente fomentada pela atual cultura do consumo desenfreado e contínuo de materiais descartáveis, ela encontra-se no ápice de seu potencial lesivo à humanidade (BAHIA, 2006).

O Brasil experimentou no século XX uma redução da mortalidade e um conseqüente crescimento populacional. Isso associado ao grande êxodo rural que rapidamente transformou a população do país para urbana (BELTRÃO; CAMARANO; KANSO, 2004). Em decorrência desse aumento populacional até os anos de 1970 emergem as primeiras iniciativas de aperfeiçoamento do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos (LIMA, 2015). Durante o Século XX a gestão de resíduos foi marcada pela falta de envolvimento da população e ausência de cuidado técnico na disposição final. Surgiram por todo o país verdadeiros vazadouros a céu aberto, também conhecido como lixões (NEVES; MENDONÇA, 2015).

Os lixões são depósitos de lixo a céu aberto, em solo desnudo, sem isolamento ou controle da entrada de pessoas e animais, e desprovidos de quaisquer mecanismos de proteção ambiental. São potencialmente provocadores de poluição ambiental devido a decomposição e lixiviação dos resíduos sólidos. São, portanto, uma grave ameaça a saúde humana, à segurança e ao equilíbrio ambiental (BAHIA, 2006).

Em contrapartida, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNSR (Lei Federal 12.305/2010) estabelece os aterros sanitários como única solução ambientalmente adequada para destinação final de resíduos sólidos urbanos. Um aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, segundo a NBR/ABNT 8419/1992, é uma técnica de disposição de resíduos que utilizam da princípios de engenharia para confinar na menor área e reduzir ao menor volume permissível a maior quantidade de resíduos, cobrindo-os com camadas de terra a cada ciclo de

deposição de material. Essa técnica deve garantir a inexistência de danos à saúde pública e minimizar os impactos ambientais.

Entretanto, os aterros sanitários também são empreendimentos potencialmente causadores de significativos impactos ambientais (BAHIA, 2012). Mal operados ou mal localizados os riscos de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas são aumentados. É imperativo, portanto, que a escolha da localização de um aterro adote critérios ambientais. Além disso, devem ser considerados critérios econômicos e sociais pois os custos de implantação e operacionalização de um aterro são, em geral, elevados (BAHIA, 2006).

O município de Guanambi, no estado da Bahia, possui um lixão em operação (MARQUES, 2023). A existência dele vem causando mobilização social e fez surgir, inclusive, o movimento chamado “Fora Lixão”, formado por moradores que querem o encerramento do lixão e instalação de um aterro sanitário. De acordo com o Novo Marco do Saneamento estabelecido pela Lei Federal 14.026/2020, dentro da realidade do município de Guanambi, o prazo para extinção do lixão e destinação de resíduos sólidos urbanos para um aterro sanitário venceu em 2 de agosto de 2023.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Indicar as áreas restritas para implantação e as áreas com maior potencial para instalação de um aterro sanitário no município de Guanambi, Bahia.

### **2.2 Específicos**

- Utilizar os critérios legais e técnicos vigentes para selecionar as variáveis ambientais a serem consideradas.
- Utilizar Sistemas de Informação Geográfica para identificar e localizar a extensão dos impactos de um aterro ao meio ambiente.
- Disponibilizar as informações necessárias para a tomada de decisão em mapas de fácil visualização e compreensão.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

A geração de resíduos causa problemas socioambientais, para mitigar os impactos surgem legislações e normas técnicas para estabelecer métodos para a destinação final adequada do ponto de vista ambiental e social.

#### **3.1. Geração de resíduos sólidos**

O acúmulo de resíduos gera problemas ambientais e de saúde pública, dentre eles, contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos, além da contaminação do solo e o surgimento de doenças. Afeta também a saúde humana, sendo que as principais enfermidades provenientes do acúmulo dos resíduos incluem a dengue, leishmaniose, leptospirose e esquistossomose. Os lixões, por sua vez, proporcionam o ambiente adequado para que os vetores dessas doenças possam se estabelecer e disseminar. (SZIGETHY; ANTENOR, 2020)

Lixões são estruturas de grande impacto ambiental pois sua existência causa diversos danos ao meio ambiente e sociedade (ALMEIDA; CUNHA, 2012). Almeida e Cunha (2012) destacam que o desmatamento e a destruição da fauna e da flora também são problemas associados à existência de lixões. A deposição desordenada, associada ao fato da falta de tempo hábil para a incorporação dos resíduos ao meio, demanda a abertura de novas áreas. Portanto, em geral, a abertura de novas áreas requer a supressão de vegetação que, conseqüentemente, impacta a redução da flora, componente importante para a composição do habitat da fauna.

Quando localizados próximos às cidades, as principais mazelas proporcionadas pelos lixões são: o mau cheiro, originado pelo material em decomposição, a grande quantidade de material particulado, junto com os gases poluentes lançados no ar devido à queima constante dos resíduos. É comum moradores das proximidades dos lixões relatarem a presença de insetos, principalmente no período noturno, atraídos pela iluminação das residências (RÁDIO 106 FM, 2023).

Almeida e Cunha (2012) destacam a modificação da paisagem natural como um agravante relacionado à implantação de lixões. A deposição do resíduo a céu aberto, a supressão da vegetação, aliadas ao desmatamento e às constantes queimadas, alteram a paisagem de forma negativa, gerando aversão ao local e desvalorização imobiliária. Outro fenômeno comum é a proliferação de insetos e roedores, que encontram nesses ambientes condições ideais para se reproduzirem. Esses animais, comumente, contribuem para problemas de saúde pública nas imediações.

Oliveira (2023) aponta para a contaminação de cursos de água como um efeito negativo da presença de lixões. O chorume proveniente do material em decomposição pode penetrar o solo e atingir o lençol freático. Ademais, a drenagem pluvial também tem potencial de carrear materiais potencialmente poluidores para cursos de águas próximos.

Silva *et al* (2017) apontam que outro grande problema causado por lixões é a liberação de materiais particulados. A fumaça tóxica liberada na combustão dos resíduos causa problemas de caráter respiratório e irritação nos olhos, nariz e garganta. É comum observar que a população culpa o município pelas queimadas, mas em locais cujo acesso é livre são os catadores que se utilizam da queima para encontrar metais com algum valor econômico.

Mamedes (2016) afirma que o solo em lixões apresenta quantidades significativas de macro e micronutrientes. Esses nutrientes são provenientes da matéria orgânica lançada no local, o que ocasiona um aumento na capacidade de troca catiônica (CTC) do solo. Diversas formas catiônicas adsorvidas no solo produzem uma competição denominada antagonismo. Essa competição inibe a absorção dos cátions pelas plantas, resultando em efeitos fisiológicos negativos (LEONARDO *et al.*, 2008). Filho (2016) aponta ainda que a presença excessiva de micronutrientes no solo está relacionada ao aumento da toxicidade do solo e é responsável por causar desarranjo no metabolismo dos vegetais.

A recuperação de áreas de lixões é um processo dispendioso que requer monitoramento constante. Por essa razão, torna-se fundamental a implementação de um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) específico para a região, uma vez que a contaminação no local torna inviável a remoção dos poluentes (BENFEITO, 2022).

### **3.2. Arcabouço legal do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos**

A preocupação com a temática ambiental ganha força nos países industrializados na década de 1970, na qual a percepção sobre o valor intrínseco do meio ambiente recebe maior relevância (FERREIRA, 2020). Nesse contexto, passam a ser elaborados conteúdos e normas internacionais sobre o meio ambiente. Ao mesmo tempo, essas normativas referem-se tanto ao direito pessoal quanto ao direito ao meio ambiente. Contudo, o real e principal objetivo das declarações criadas nesse período visa a proteção da realidade ambiental global, uma questão incapaz de ser delegada a um único estado ou país (BORGES, 2022).

Nesse contexto, as leis ambientais, de maneira geral, emergem como uma resposta global à necessidade de preservação e conservação do meio ambiente. Essas normas, são

fundamentadas em duas lógicas principais: a consideração do meio ambiente como elemento crucial para a humanidade e um direito fundamental, bem como a compreensão da responsabilidade social e do Estado na preservação e manutenção desse recurso (BORGES, 2022).

No Brasil em 1981 é promulgada a lei 6.938/1981, também conhecida como Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). Essa é a principal norma infraconstitucional no que tange a legislação ambiental. Ela é base para outras leis ambientais e cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), interconectando todas as entidades federativas no processo (SALEME; BONAVIDES 2020).

A constituição federal de 1988 (CF 88), em seu artigo 225, consolida os direitos e deveres ambientais ao estabelecer que, “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo[...]”. Os incisos presentes neste artigo abriram precedentes para outras legislações ambientais.

Mais à frente, com a criação da Lei de Crimes Ambientais (Lei Federal 9.605/1998), são consolidadas as normas constitucionais relacionadas ao meio ambiente. A Lei é um marco legislativo no Brasil, tendo em vista que define infrações e impõe sanções para prevenir e punir atividades que causem algum prejuízo ao ecossistema, incluindo práticas relacionadas ao descarte de resíduos sólidos, sendo um avanço significativo na proteção ambiental.

No contexto de resíduos sólidos, outras normativas e regulamentações, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/2010, tornam-se particularmente relevantes. Além de ser uma legislação direcionada à gestão de resíduos sólidos, a PNRS representa um marco importante e necessário, abrangendo a disposição final ambientalmente adequada, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa. A partir dessa legislação, supera-se a ausência de normas e diretrizes nacionais, identificando, classificando e responsabilizando, cada um a seu modo e proporção, os geradores, consumidores e o poder público em relação à gestão de resíduos (REIS; FRIEDE e LOPES, 2017).

Com a promulgação da Lei, a carga referente ao manejo dos resíduos passa a ser dividida entre a população, corporações, administrações municipais e os órgãos governamentais em nível estadual e federal (REIS; FRIEDE; LOPES,2017). A legislação incorpora aspectos

sociais e econômicos ao contexto ambiental e contempla uma gestão que deve considerar um conjunto de elementos interconectados.

A legislação também expressa sua atenção para o manejo, que abrange, de maneira indireta, diversas fases do processo, incluindo coleta, transporte, transbordo, tratamento, bem como a disposição final ecologicamente apropriada dos resíduos sólidos e a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos (REIS; FRIEDE e LOPES, 2017).

Conforme a PNRS, resíduos sólidos são definidos como

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Anteriormente, a definição segundo a Norma ABNT NBR 10.004/2004 era menos abrangente. Os resíduos sólidos eram caracterizados como

resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades da comunidade 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 d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos podem ter diversas origens. O Artigo 13 da Lei nº 12.305/2010 classifica esses resíduos com base em sua origem e periculosidade. Quanto à origem, eles podem ser domiciliares, provenientes de atividades domésticas em residências urbanas, ou resíduos de limpeza urbana, que se originam da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, assim como de outros serviços de limpeza urbana. Os resíduos sólidos urbanos compreendem tanto os resíduos domiciliares quanto os resíduos de limpeza urbana.

A PNRS, ainda, trata detalhadamente sobre a destinação e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos e determina que a destinação final ambientalmente adequada, deve ser a solução para os resíduos quando nenhuma outra mais for possível. A destinação final ambientalmente adequada, conforme o inciso VII, abrange uma abordagem holística para o descarte de resíduos. Envolve a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação,

aproveitamento energético e outras formas de destinação permitidas pelos órgãos competentes, assegurando a conformidade com os regulamentos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA).

O termo, disposição final ambientalmente adequada, conforme o inciso VIII, refere-se à distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários. Esse processo deve seguir normas operacionais específicas para prevenir danos ou riscos à saúde pública, garantir a segurança e minimizar impactos ambientais adversos. O objetivo principal é evitar danos à saúde pública e à segurança, assegurar a gestão responsável e sustentável dos resíduos, ao mesmo tempo em que se busca minimizar quaisquer impactos ambientais prejudiciais.

A legislação incentiva ativamente a adoção de práticas sustentáveis e estabelece responsabilidades compartilhadas entre diversos atores, como geradores de resíduos, prefeituras, empresas e o poder público em várias esferas, bem como, os instrumentos que contribuem para a gestão eficiente dos resíduos sólidos.

O estado da Bahia possui uma Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual 12.932/2014). Essa política pretende legislar sobre atividades que possam transformar a atual condição da situação dos resíduos sólidos urbanos na condição esperada pela população. Uma das metas se refere a elaboração de um Plano Estadual de Resíduos Sólidos (BAHIA, 2014). No entanto, de acordo com o Ministério de Meio ambiente, o estado ainda não possui este instrumento, mas segue em elaboração (BRASIL, 2024).

O órgão responsável por auxiliar os municípios no que tange desenvolvimento urbano, o que inclui a gestão de resíduos, é a Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado Da Bahia (SEDUR). Em sua missão é descrito (BAHIA, 2024):

Promover o desenvolvimento urbano e regional no Estado da Bahia por meio de políticas de habitação, resíduos sólidos, mobilidade, equipamentos públicos e gestão territorial, visando a sustentabilidade das cidades e a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes.”, ficando a cargo dessa secretaria a elaboração e desenvolvimento de atividades e empreendimentos relacionados aos resíduos sólidos urbanos no estado.

A PNRS no artigo 16 combinado com o artigo 55, estabelece que a elaboração de um Plano Estadual de Resíduos Sólidos até a data 2 de agosto de 2012, é uma condição inegociável para o acesso do estado a recursos da união destinados à empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos. Na Bahia, o plano segue em processo de elaboração pela SEDUR (BAHIA, 2024). Espera-se que a elaboração dele contribua para a melhoria do

cenário da destinação final de resíduos sólidos no estado. Atualmente, quase 90% das unidades de destinação do estado são classificadas como inadequadas segundo a PNRS (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantidade de aterros sanitários, aterros controlados e lixões na Bahia

Quantidade de Aterros sanitários, aterros controlados e lixões na Bahia		
Unidade de Destinação	Quantidade	Percentual (%)
Aterro controlado	33	10,3
Aterro sanitário	17	5,3
Lixão	271	84,4
<b>Total</b>	<b>321</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2022).

O município de Guanambi, em conformidade com a PNRS, promulgou a Lei Municipal 839 de 12 de julho de 2014, responsável por instituir o Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PMIGRS. A legislação do município segue em acordo com a PNRS apesar de a prática mostrar que nem todos os objetivos almejados pela legislação foram de fato atingidos, como é o caso do lixão ainda em atividade.

Nas proposições, o Plano do município menciona a necessidade de um aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos. Devido a quantidade de resíduos gerados, o município não se enquadra no cenário de um aterro de pequeno porte (Tabela 2). O Plano também aponta a existência de estudos anteriores que, por inviabilidade econômica ou técnica, não resultaram na execução do projeto. Além disso, ele prevê um cenário que não se limita apenas à implementação de um aterro para resíduos sólidos urbanos, mas também inclui a construção de um aterro destinado aos resíduos de construção civil.

Tabela 2 - Massa de resíduo gerada no município de Guanambi

Tipos de Resíduos	Quantidade Gerada (ton/mês)	Porcentagem (%)
Resíduos domiciliar	3075	83,3
Resíduos Públicos	191	5,2
Resíduos comerciais	308	8,3
Resíduos dos serviços de saúde	26	0,7
Coleta seletiva	90	2,4
<b>Total</b>	<b>3690</b>	<b>100</b>

Fonte: adaptado legislação municipal de Guanambi 839/2014.

O PMIGRS ainda menciona a prerrogativa de minimizar a geração de resíduos por meio do incentivo à coleta seletiva e reciclagem. Os responsáveis pela execução dessas atividades são as cooperativas, realizando a coleta dos materiais diariamente. Menciona-se, ainda, o estímulo proveniente do poder municipal para fomentar a criação de mais cooperativas de catadores, facilitando o acesso a galpões e instrumentos, proporcionando melhores condições de trabalho para esses cooperados.

### 3.3. Resoluções e Normas Técnicas

O Quadro 1 elenca as principais normas relacionadas à disposição final de resíduos sólidos urbanos em aterro sanitários.

Quadro 1 - Normas técnicas aplicadas à resíduos sólidos

<b>Identificação</b>	<b>Escopo</b>
ABNT NBR 13896/1997	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação
ABNT NBR 8419/1992	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
ABNT NBR 15849/2010	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento
ABNT NBR 10.004 /2004	Resíduos sólidos – Classificação
CONAMA 004/1995	Estabelece as Áreas de Segurança Aeroportuária – ASAs
CONAMA 404/2008	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.

Fonte: autoria própria

A NBR 13896/97, em seu tópico 4, apresenta critérios gerais para a localização do aterro sanitário. Dentre esses critérios, a norma estabelece uma ordem de considerações. Primeiramente, destaca-se a necessidade de escolher um local onde o impacto ambiental seja minimizado. Em seguida, a norma enfatiza a importância de selecionar uma instalação que maximize a aceitação pela população. Além disso, a localização deve estar em conformidade com o zoneamento urbano. Por fim, sugere que o local seja escolhido de modo a permitir que durante seu uso ao longo do tempo sejam realizadas o menor número de intervenções. Dessa forma, a norma busca assegurar uma abordagem integrada na escolha de locais para aterros sanitários, considerando tanto aspectos ambientais quanto sociais, urbanos e de sustentabilidade operacional.

Os critérios e requisitos, estabelecidos pela NBR 13896/97 para estabelecer a localização do aterro sanitário são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Critérios e requisitos NRB 13896/97

<b>Critério</b>	<b>Requisito</b>
Topografia	Inclinação do terreno deve ser superior a 1% e inferior a 30%.
Geologia	Solo recomendado: massa homogênea, coeficiente de impermeabilidade inferior a $10^{-6}$ cm/s, zona não saturada superior a 3 m.
Recursos Hídricos	Análise dos corpos d'água na região; distância mínima de 200 metros de qualquer corpo de água, podendo ser alterado a depender de análises do local.
Vegetação	A vegetação atua como redutor nos processos erosivos, de formação de poeira e odores, por isso é importante um estudo macroscópico da região.
Acessos	A norma não estabelece uma distância mínima ou máxima. Indica que é um fator importante para o projeto, pois as rotas de acesso serão utilizadas durante toda a vida útil do aterro.
Tamanho Disponível e Vida Útil	A área escolhida deve permitir a utilização por no mínimo 10 anos.
Custos	Operação deve ser economicamente viável; elaboração de cronograma financeiro é essencial.
Distância Mínima de Núcleos Populacionais	Distância mínima deve ser superior a 500 m.

Fonte: autoria própria, adaptado NRB 13896/97

A NBR 8419/1992 traz uma importante contribuição técnica com o estabelecimento da definição de aterro sanitário. A norma 15849/2010, por sua vez, trata de um tipo específico de aterros. Ela estabelece o critério para enquadrar um aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. Para tanto, o município ou distrito deve possuir geração igual ou inferior a 20 toneladas de resíduos por dia. Nestes aterros, o método construtivo pode ser simplificado, desde que haja a garantia que não haverá maiores impactos para o meio ambiente e para a saúde pública.

A Resolução CONAMA 004/1995 estabelece quais são as distâncias mínimas que um aterro deve respeitar para um aeródromo. Pois, as Áreas de Segurança Aeroportuárias – ASAs, criam uma zona de restrição na qual atividades de natureza perigosa, ou seja, aquelas com potencial atração de pássaros, o que inclui vazadouros de lixo, não podem ser localizadas. A CONAMA estabelece dois diferentes tamanhos ASAs. Aeródromos com voos que podem ser operados por instrumentos (IFR) possuem uma zona de segurança de vinte quilômetros. Os aeródromos que operam na regra de voo visual (VFR) possuem uma zona de segurança de treze quilômetros.

Na Resolução CONAMA 404/2008 estabelece que o tempo de vida útil do para um projeto de aterro sanitário de pequeno porte deve ser de no mínimo quinze anos. Marinho (2022), por sua vez, afirma que, na prática, os projetos têm adotado vinte anos como tempo mínimo de vida útil do aterro sanitário.

É possível observar que a NBR 13896/97 é, em geral, um ponto central no estabelecimento de critérios para a localização de um aterro sanitário. Por exemplo, Lopez (2017) utiliza como bases esses critérios para a delimitação da área de estudo. Além disso, considera a distância entre as áreas avaliadas e reservas de patrimônio natural. Santos (2017), ao estabelecer a melhor região para a implantação de um aterro sanitário em Belém-PA, utilizou principalmente os critérios estabelecidos pela NBR 13896/97 para estabelecer áreas excludentes ao projeto. Costa, Marinho e Oliveira (2022) também utilizaram os critérios da NBR 13896/97. Adicionalmente, consideraram, também, a distância para aeroportos e para unidades de conservação.

No que se refere a distância para unidades de conservação Rocha, Ximenes e Guerra (2015) estabelecem uma distância de não inferior a dez quilômetros das unidades de conservação com exceção de Áreas de Proteção ambiental (APAs) e Reservas Particular do Patrimônio Natural que com a devida autorização pode ter essa distância reduzida. Gross e Rosette *apud* Weber e Hasenac (2011) também adotam uma distância de dez quilômetros fora de unidades de conservação e ainda estabelecem uma distância de ao menos cinco quilômetros de distância quando se tratar de terras indígenas. Nota-se um consenso a distância de dez quilômetros a partir do limite de zonas de conservação.

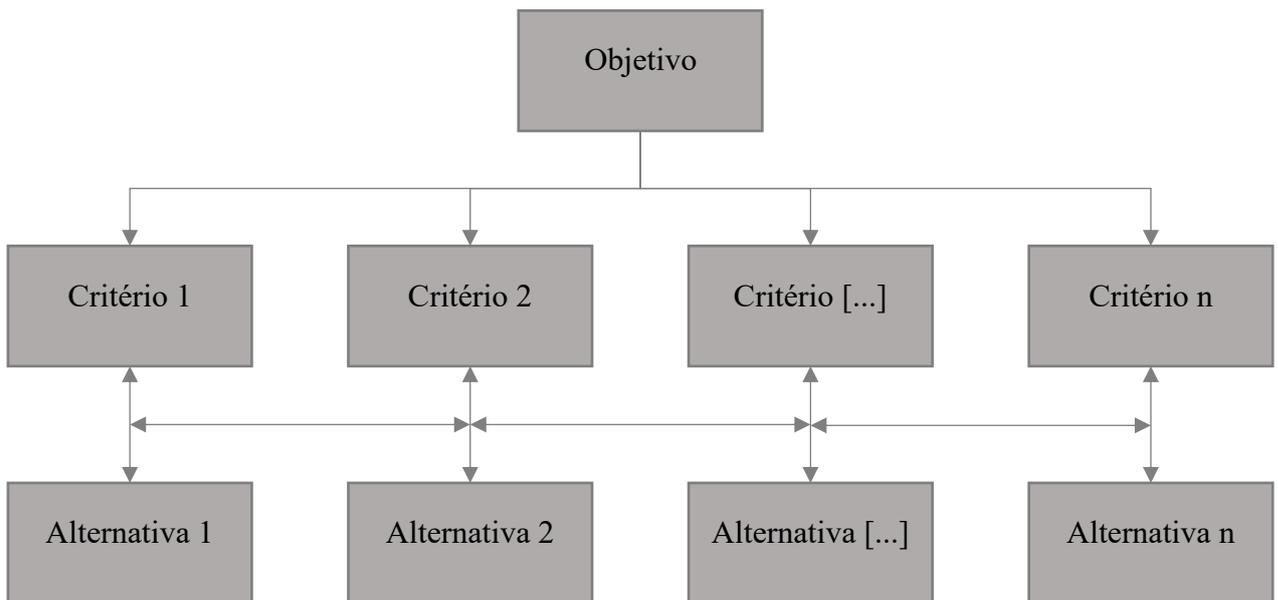
### **3.4. Análise multicritério e Análise Hierárquica de Processo (AHP)**

Análises multicritérios abrangem uma grande quantidade de critérios que se aplicam a um sistema complexo, permitindo determinar a influência de cada uma dessas variáveis avaliadas e assim verificar a importância e contribuição de cada uma delas (SANTOS, 2017). Trata-se de um processo de decisão no qual diversos atributos são considerados durante a tomada de decisão, podendo ainda, ser divididos em restrições e fatores (SANTOS, 2017).

O método AHP foi desenvolvido por Tomas L. Saaty, no início dos anos 70. Ele se baseia no método newtoniano e cartesiano de subdivisão de um problema complexo e estabelecimento de uma hierarquia entre as divisões, chegando a uma solução objetiva (MARTINS; SOUZA; BARROS 2009).

Inicialmente para se realizar a AHP deve ser estruturada a hierarquia do problema que se deseja solucionar. A hierarquia simples é formada por três níveis. O primeiro item é único e compreende a o objetivo da análise, o segundo apresenta os critérios a serem avaliados e o terceiro as alternativas possíveis (Figura 1).

Figura 1 - Estrutura AHP



Fonte: adaptado de MELO (2021).

As regras para a construção hierárquica não são rígidas, é necessário que seja estabelecido um objetivo principal e um conjunto de alternativas viáveis para a tomada de decisão. O conjunto de critérios estabelecidos é que avaliará a característica das alternativas, com a finalidade de cumprir o objetivo global. O critério estabelecido deve ser completo, direto e aplicável (MELO,2021).

Na etapa de comparação, fica a critério do decisor a forma mais adequada de coleta de dados individual. Os dados levantados devem ser sintetizados em valores numéricos para que possam ser tratados matematicamente. (MELO, 2021).

A comparação paritária deve ser realizada na forma de matriz (Equação 1), os elementos entre linhas e colunas correspondem a nível paritários

Equação 1 - Matriz paritária

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ 1/a_{31} & 1/a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & 1 & a_{(j-1)n} \\ 1/a_{j1} & 1/a_{j2} & 1/a_{j3} & 1/a_{j(n-1)} & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Adaptado de MELO 2021

A Matriz “A” é uma matriz quadrada e recíproca, assim todo elementos  $a_{i=j} = 1$ . Esse arranjo resulta em uma diagonal, composta pelo número 1, como eixo de simetria. Todo elemento  $a_{ij}$  possui um  $1/a_{ji}$  correspondente em posição simétrica em relação ao eixo 1. Assim, os elementos acima do eixo 1 são inversos aos elementos abaixo (MELO, 2021).

A seguir, vem a etapa de priorização, na qual são identificados os vetores de prioridade. Esses vetores definem a prioridade em relação ao critério de avaliação estabelecido. O valor do vetor de prioridade é estabelecido pela somatória dos valores atribuídos a cada um dos critérios (MELO, 2021).

Posteriormente é realizada a etapa de sintetização das prioridades, que possui como resultado o vetor de prioridade global. A junção lado a lado dos vetores de prioridade formam uma matriz quadrada. O valor atribuído na matriz A é dividido pelo valor correspondente no vetor de prioridade. A repetição desse processo para todos os elementos da matriz aliado ao posterior cálculo da média de cada um dos critérios origina o vetor de prioridade global (MELO, 2021).

Por fim para a verificação da consistência lógica, estabelecida por  $\lambda_{m\acute{a}x}$  o cálculo simplificado pode ser feito por meio da Equação 2.

Equação 2 - autovalor máximo

$$\lambda_{m\acute{a}x} = T * \omega$$

Onde  $\lambda_{m\acute{a}x}$  corresponde ao autovalor máximo da matriz de comparação, T, e o vetor prioridade e  $\omega$ . é o vetor soma formado pela soma de cada uma das colunas da matriz paritária. Estabelecido o valor de  $\lambda_{m\acute{a}x}$  pode ser calculado o índice de consistência (IC), calculado pela Equação 3 (MELO, 2021).

Equação 3 - Índice de consistência

$$IC = \frac{\lambda_{m\acute{a}x} - n}{n - 1}$$

Em seguida se calcula a razão de consistência (RC) dada pela Equação 4.

Equação 4 - Razão de consistência

$$RC = \frac{IC}{NR}$$

NR é um valor relacionado ao n, que se refere ao número de critérios que estão sendo avaliados pelo método. A Tabela 3 apresenta os valores de NR.

Tabela 3 - Valores de NR

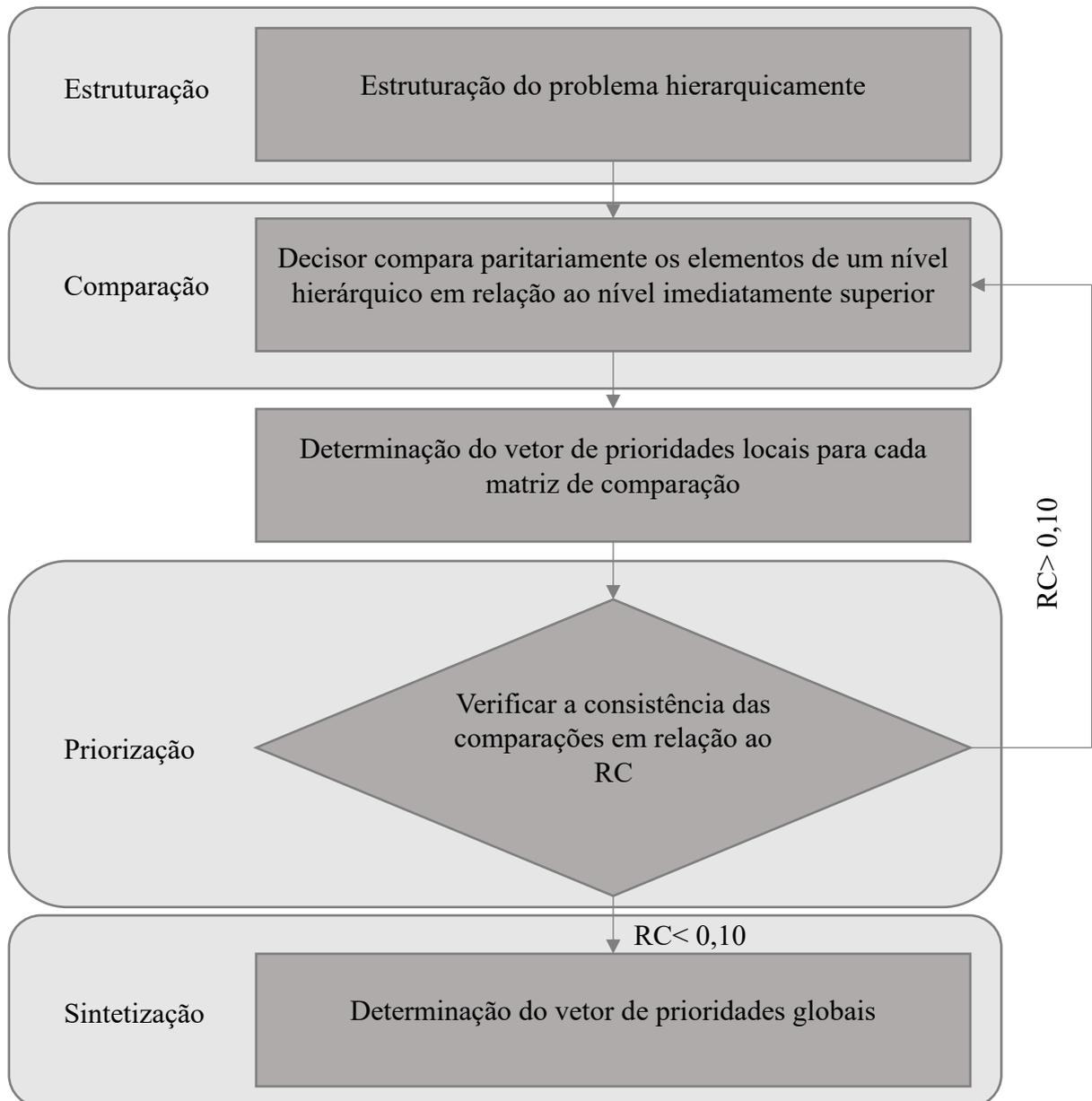
<b>n</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>NR</b>	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Adaptado de MELO 2021.

Valor de RC deve ser menor que 0,1 para que haja consistência da matriz paritária. Se o valor for superior novos valores devem ser atribuídos a matriz até que haja consistência. (MELO, 2021).

Dessa forma método possui sua estrutura de funcionamento de acordo com a Figura 2.

Figura 2 - Funcionamento geral do método AHP



Fonte: adaptado de MELO 2021.

O método é amplamente aplicado em processo de tomada de decisão multicritério. É fundamentado na hierarquização dos problemas e comparação em pares, para transformar medidas subjetivas em medidas objetivas (RAMOS, 2023).

A coleta de dados e sua operacionalização se baseia na comparação de matrizes. Cada uma das matrizes geradas apresentam uma comparação entre diferentes critérios, produzindo uma base que permite a análise das estruturas hierárquicas de maior e menor importância dentro

do estudo. Quanto maior a quantidade de hierarquias e elementos em cada nível maior a complexidade e dificuldade no processo de análise (DUTRA; FOGLIATTO, 2007).

A técnica AHP tem sido amplamente utilizada em tomadas de decisão relacionadas ao saneamento, inclusive em tomadas de decisão relacionadas aos resíduos sólidos, se mostrando uma ferramenta eficaz na priorização de áreas e recursos aplicados a melhorias (MELO, 2021).

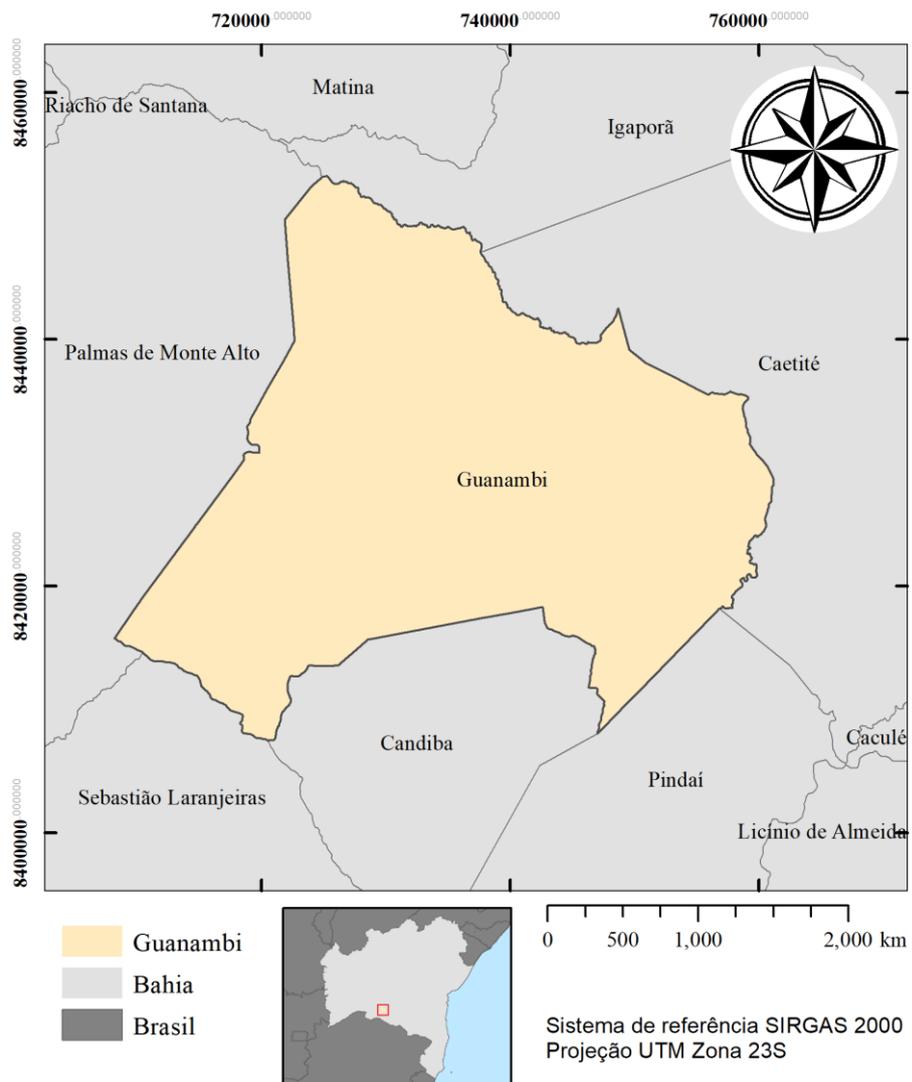
Para Santos (2017) o método AHP permite ampla aplicação, pois possibilita a análise de dados qualitativos e quantitativos para a seleção de áreas de terrenos, sendo um método adequado na aplicação de estudos e projetos que utilizam geoprocessamento.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Área de estudo

A área de estudo abrange uma região de 1272,36 quilômetros quadrados que corresponde a todo o território do município de Guanambi, Bahia (Figura 3). É um município da mesorregião Centro-Sul Baiano e acordo Censo 2022 (IBGE, 2023) possui 87.817 habitantes.

Figura 3 - Localização município de Guanambi



Fonte: adaptado de IBGE (2020).

O município está localizado em uma região de clima seco na tipologia de KÖPPEN, classificado BSw. Este tipo climático tem como características clima quente de caatinga, com chuvas que ocorrem principalmente no verão e inverno marcado pelo período seco bem

definido. As temperaturas médias são superiores a 18°C e existe ausência de excedente hídrico (SEI-BA 2014).

A vegetação original do município encontra-se altamente degradada, localizado no semiárido baiano, a vegetação nativa é constituída de Floresta Estacional Decidual (FED) e Caatinga (CLEMENTE, *et al* 2019).

Geomorfologicamente o município é em maior parte uma depressão cristalina formada principalmente por monzogranito, monzonito, migmatito, anfibolito e diorito com predominância de solos fundos e férteis (SANTOS *et al*, 2014). Os tipos de solo predominantes no município são, Latossolos Vermelho Amarelos, com presença significativa de Podzólico Vermelho Amarelo, Cambissolo e Planossolo Solódico (EMBRAPA/SUDENE, 1973)

O município apresenta diversidade em seu teor econômico, abrigando o setor de serviços, industriais e agropecuários. O destaque maior é para o setor de serviços que representa 74,4% do PIB, ficando a agropecuária, que anteriormente possuía a maior representatividade no PIB, com apenas 2,65%. Guanambi apresenta destaque econômico quanto ao seu PIB per capto em relação aos municípios de sua microrregião (GUANAMBI, 2013).

#### **4.2. Critérios de restrição**

Os critérios de restrição diferenciam as áreas onde podem ser estabelecidos aterros sanitários no município, das áreas que não podem receber um aterro sanitário, uma revisão bibliográfica das normas e legislações vigentes estabelecem essas áreas.

Inicialmente foram utilizados os critérios de restrição da NBR 13.896 e CONAMA 004/1995 para estabelecer as áreas em que não poderiam ser implementadas um projeto de aterro sanitário. A norma não estabelece para que distância mínima da malha rodoviária um aterro deve ser instalado. Contudo, (TSUHAKO, 2004) adota uma distância mínima de 200 metros para cada lado da via, objetivando atender dois requisitos: o de legislação, que permite a construção a pelo menos 80 metros de distância de estradas e rodovias e o critério estético, visando redução da poluição visual causada pelo aterro.

No critério que avalia a inclinação do terreno foi adotado um faixa de aceitação mais restritiva do que a estabelecida na Norma. Terrenos com inclinação inferior a dois por cento, em sua maioria, são identificados como áreas propensas a alagamentos, exibindo um escoamento superficial reduzido e, conseqüentemente, apresentando elevadas taxas de infiltração (COSTA, MARINHO, OLIVEIRA, 2022). Catapreta (2008) aponta que terrenos com inclinação superior

a 2% possuem maior coeficiente de *Runoff*, diretamente relacionado com a capacidade de escoamento superficial. Em contrapartida, em terrenos com uma inclinação superior a vinte por cento, a presença de material não consolidado resulta em instabilidade. Essas áreas ficam vulneráveis tanto à infiltração do percolado produzido durante o processo de degradação dos resíduos quanto à erosão, sendo esta última mais pronunciada em terrenos íngremes. (Moreira *et al.* 2008 *apud* Leite; Zuquette 1996). Portanto, as faixas de inclinações menores que dois por cento e maiores que vinte por cento formaram uma classe de restrição para a instalação do aterro (Quadro 3).

Quadro 3 - Critérios de restrições estabelecidos

<b>Critério</b>	<b>Fundamento</b>	<b>Restrição</b>	<b>Restrição adotada</b>
Hidrografia	NBR 13.896/97	200 m	200 m
Estradas e Rodovias	NBR 13.896/97	200 m	200 m
Aeródromos	CONAMA 004/95	13.000 m	13.000 m
Centros urbanos	NBR 13.896/97	500 m	500 m
Inclinação do terreno	NBR 13.896/97	<1% e > 30%	< 2% e > 20%

Fonte: autoria própria.

Não existe na NBR 13.896/97 um critério que determine a distância mínima que deve ser respeitada entre Unidade de Conservação (UC) e aterros sanitários. Neste trabalho o critério utilizado foi o limite da Zona de Amortecimento (ZA). A lei 9.985/2000 estabelece que as ZAs são áreas no entorno da unidade de conservação onde atividades humanas estão sujeitas a normas e legislação específica afim de evitar impactos negativos nas UCs. Ao estabelecer o aterro fora da ZA entende-se que os potenciais impactos negativos provenientes desse empreendimento serão reduzidos, fazendo com que a ZA cumpra com seu propósito de proteção.

Para a elaboração dos mapas de restrição, com exceção da restrição de inclinação do terreno, foram utilizados arquivos *shapefile* georreferenciados, obtidos de fontes oficiais, aos quais aplicou-se a ferramenta *buffer*, num Sistema de Informação Geográfica - SIG, com a respectiva distância de restrição adotada (Quadro 4). Para tanto, os arquivos foram ajustados por meio da ferramenta *clip* para cobrirem somente a região de estudo.

Quadro 4 – Características e fonte de dados vetoriais utilizados nos critérios de restrição

<b>Critério</b>	<b>Característica</b>	<b>Fonte</b>
Hidrografia	Trechos de drenagem disponibilizados no GEOBAHIA, na escala de 1:50000.	INEMA, 2023
Rodoviário	Trechos rodoviários disponibilizados pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia	SEI, 2023
Aeródromo	Localização geográfica, em tipologia de ponto, dos aeródromos	MTR, 2023
Área urbana	Área Urbanizadas disponibilizadas pelo IBGE	IBGE, 2019
Zona de Amortecimento	Zona de Amortecimento disponibilizadas no GEOBAHIA	INEMA, 2021

Fonte: autoria própria.

Para determinação das inclinações, a partir da ferramenta *slope* no SIG, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação – MDE obtido do satélite ALOS PALSAR (EARTH DATA, 2023). As inclinações foram convertidas para o formato vetorial. Em seguida foram excluídas do arquivo as inclinações na faixa de dois a vinte por cento. Desse modo, restou somente aquelas que representavam restrições à implantação do aterro.

### 4.3. Critérios de preferência

A determinação das áreas potenciais para a implantação de um aterro sanitário partiu da adoção de critérios de preferência, que buscaram classificar as áreas entre de maior e menor preferência. Foram adotados quatro critérios: Pluviosidade, profundidade do lençol freático, distância à rodovias e distância a áreas urbanas.

Oliveira (2011) destaca que os resíduos sólidos urbanos possuem como uma de suas características a retenção de fluidos. Devido sua composição majoritariamente orgânica, em meses com maiores índices de pluviosidade os resíduos acumulam água. Essa água acumulada resulta em maiores volumes de lixiviado dos resíduos no período que sucede a precipitação. A maior quantidade de lixiviados é indesejada em um aterro por demandar maior estrutura de drenos. Logo, a instalação do aterro sanitário em uma localidade com menor índice de pluviosidade, com o objetivo de gerar a menor quantidade de lixiviado, garante maior viabilidade do empreendimento.

Aterros sanitários são considerados soluções ambientalmente adequadas para disposição final de resíduos devido sua característica mitigadora de impactos ambientais. Um

alto risco de poluição é a contaminação de aquíferos, principalmente aquíferos confinados que possuem baixo grau de autodepuração. Para evitar que ocorram contaminações um dos critérios utilizados foi a profundidade do lençol freático, no qual locais com maior profundidade de solo demonstram maior viabilidade para instalação do aterro sanitário (LIMA, 2017).

Para a viabilidade do aterro sanitário é importante que existam acessos facilitados, isso porque os resíduos são transportados das fontes geradores para os aterros pelo modal de transporte terrestre. Dessa forma, como preconiza a NBR 13896/97 acessos são um fator importante, pois participam ativamente da operação do aterro sanitário.

Para que o aterro seja viável economicamente é pertinente que os resíduos sejam depositados não muito distantes da fonte geradora, reduzindo custos com transportes (AMARAL; LANA, 2017). Portanto o critério final para determinar as melhores áreas foi a distância de áreas urbanas. Logo foi preconizada a instalação de forma a não causar perturbação aos moradores, porém não muito distante da sede, área em que há a maior concentração da população.

Para a determinação das áreas de preferência, de estradas e das zonas urbanas, foram utilizados os mesmos arquivos *shapefile* georreferenciados utilizados no processo de análise de áreas restritas.

Os dados de pluviosidade média anual foram obtidos de estações pluviométricas disponíveis Sistema de Monitoramento de Informações Ambientais (SEIA, 2024). Adotou-se como critério estações da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrário – EBDA, com ao menos dez anos de medições sem falhas e que possibilitassem cobrir as direções dos pontos cardeais do município de Guanambi.

Para obter os dados referentes a profundidade do lençol freático foi utilizado o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (SGB, 2024). Foram consultados os poços subterrâneos do município de Guanambi e suas respectivas profundidades do nível estático.

Para espacialização dos dados de pluviosidade e profundidade do lençol freático foi utilizada a ferramenta de interpolação *IDW*. A ferramenta, faz a interpolação de uma superfície a partir de pontos preestabelecidos.

Por sua vez, as distâncias das áreas urbanas e dos acessos foram obtidas através da aplicação da ferramenta *Euclidean Distance*. Essa ferramenta, mede a menor distância de cada ponto até a fonte geradora da medida mais próxima.

Para padronizar a escala de todos os critérios foi utilizada a ferramenta *reclassify*. Desse modo, foram criadas dez classes, de igual intervalo, com pesos de um a dez. Os pesos do critério de profundidade do lençol freático foram invertidos para compatibilizar com as demais classes.

Para unificar os dados dos mapas gerados foi utilizada a ferramenta *raster calculator*. Essa ferramenta permite realizar álgebra de camadas, atribuindo a cada camada um determinado peso. Os pesos utilizados foram os obtidos no método AHP.

#### 4.4. Método AHP para determinação dos pesos dos critérios

Com o objetivo de determinar os pesos de cada um dos critérios de preferência, foram utilizados inicialmente três fatores de preferência. Portanto, os critérios de preferência foram julgados quanto as suas atribuições ambientais, sociais e econômicas. Entretanto, antes dessa etapa estes fatores foram comparados entre si com a finalidade de julgar qual exerce mais influência na escolha do local de um aterro sanitário.

Do ponto de vista ambiental o aterro sanitário possui um alto potencial de perturbação do meio natural ao qual está inserido. Socialmente, o Aterro sanitário busca melhorar as condições de vida da população tanto na questão de recepção dos resíduos gerados quanto das pessoas que vivem nas regiões mais próximas. Economicamente, o aterro sanitário depende de recursos para operar e apresenta potencial de redução de custos com outros serviços, como saúde com a redução de casos de enfermidades, e redução de impactos ambientais negativos. (ALMEIDA; CUNHA, 2012)

Foi determinado o peso de cada um dos fatores se baseando na escala de julgamento (Quadro 5), onde uma matriz “A” quadrada de tamanho três foi elaborada. Com base nessa matriz foram determinados os pesos de cada um dos fatores.

Quadro 5 - Escala de julgamento AHP

Escala textual	Escala numérica
Igual Preferência	1
Preferência fraca	3
Preferência Moderada	5
Preferência forte	7
Preferência absoluta	9
Os números 2, 4, 6, e 8 devem ser utilizados para julgamentos intermediários	(na)

Fonte: Adaptado de MELO 2021.

Uma nova matriz foi gerada para relacionar os critérios de preferência com os fatores de preferência, também baseada na escala de julgamento. Desse modo foi possível obter o peso de cada um dos critérios de preferência.

Por fim a verificação da consistência da decisão foi realizada, para garantir que os valores adotados possuem coerência.

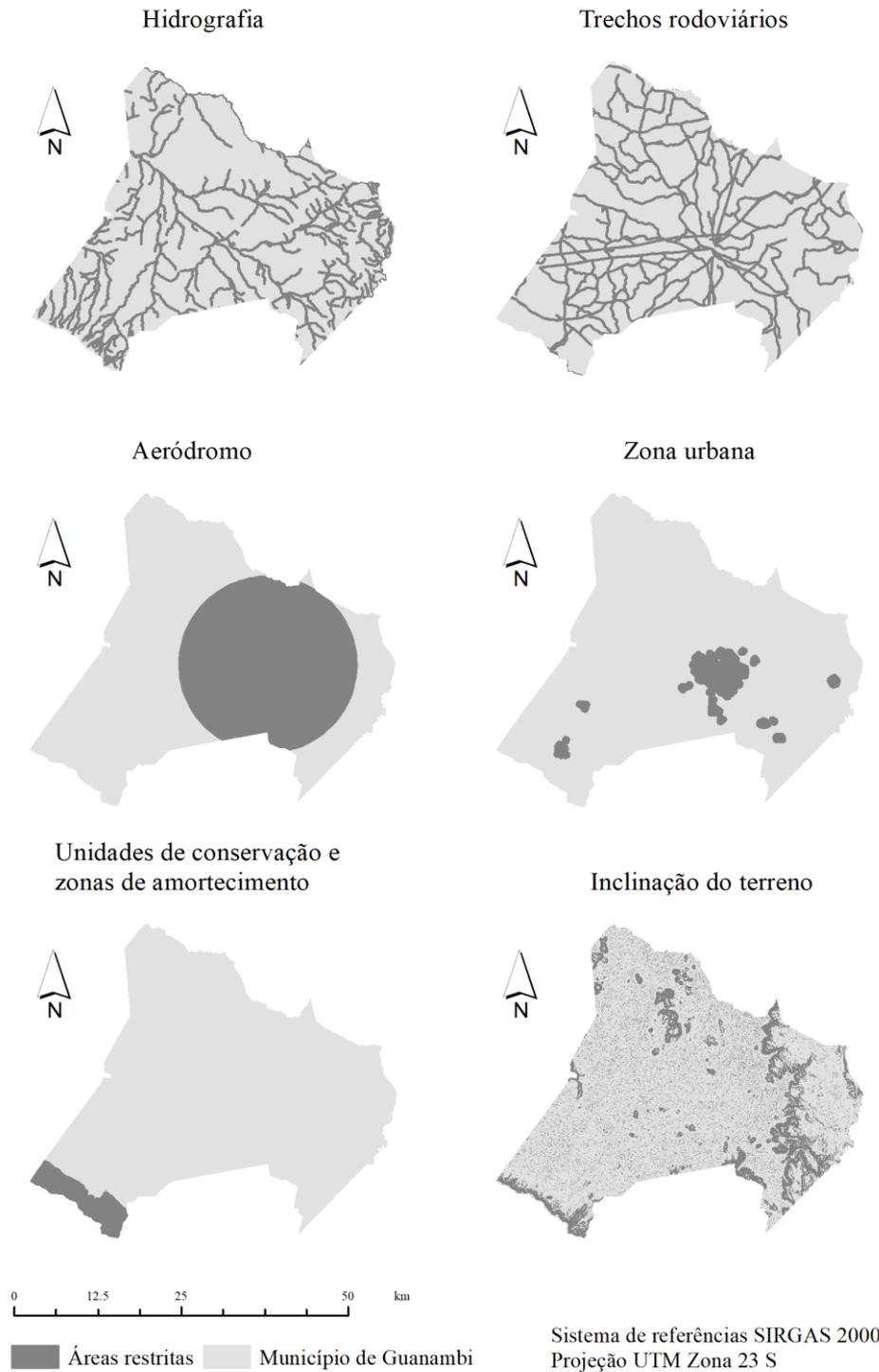
## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados desta pesquisa foram organizados em três seções. Inicialmente são apresentados e discutidos os resultados referentes a determinação das áreas restritas para a instalação do aterro. Em seguida, são apresentados os resultados das áreas com maior potencial, ou seja, cujos fatores ambientais, econômicos e sociais favorecem a instalação. Por fim, as duas lógicas de análise espacial foram sobrepostas. Desse modo, tornou-se possível produzir o resultado em que se apresenta as melhores áreas para instalação de um aterro sanitário considerando tanto a aptidão da localização do terreno quanto a legislação e critérios técnicos.

### **5.1. Delimitação da área restrita**

A utilização dos arquivos georreferenciados para definição de áreas restritas permitiu criar um mapa, para cada critério de restrição. Eles demonstram a extensão da área restrita em comparação com território do município de Guanambi (Figura 4). Os critérios foram comparados entre si de modo a evidenciar aqueles que refletiram a maior contribuição sobre a área restrita total (Tabela 4).

Figura 4 - Áreas de restrição



Sistema de referências SIRGAS 2000  
Projeção UTM Zona 23 S

Fonte: autoria própria.

Tabela 4 - Áreas restritas por critério

<b>Critério</b>	<b>Área restrita (m<sup>2</sup>)</b>	<b>P (%)</b>
Aeródromo	511,8	40,2
Hidrografia	321,05	25,2
Rodovias	302,77	23,8
Topografia	266,33	20,9
Área urbana	77,7	6,1
UC e zona de amortecimento	54,08	4,2

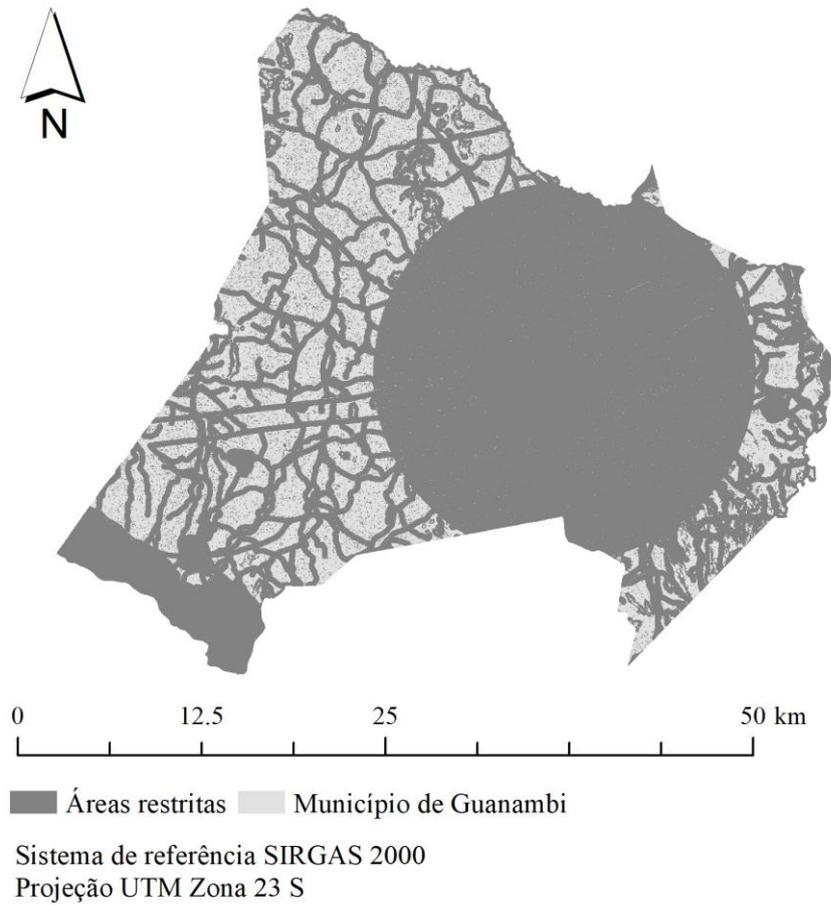
P = razão entre área de restrição e área do município, em percentual

Fonte: autoria própria.

Foi possível verificar que o critério de restrição que se refere a distância de aeródromos foi o que produziu, individualmente, uma maior área restrita. A área de restrição do aeródromo se sobrepõe totalmente a área urbana com maior concentração de habitantes. Desse modo, o aterro obrigatoriamente estará localizado distante da região com maior geração de resíduos. Isso implica em aumento dos custos logísticos da operação de disposição de resíduos. Isso indica, a necessidade de planejar de maneira integrada a localização de empreendimentos.

Foi verificado que os critérios de restrição possuem caráter de sobreposição entre si. Os mapas de todos os critérios foram reunidos em um único mapa (Figura 5), de modo que se obteve a totalidade de áreas de restritas para instalação do aterro sanitário. Ao todo 955,4 km<sup>2</sup>, que corresponde a 75,05% do território, foram consideradas restritas a partir da aplicação dos critérios de restrição técnicos e legais.

Figura 5 - Mapa de áreas de restrição de aterro sanitário no município de Guanambi

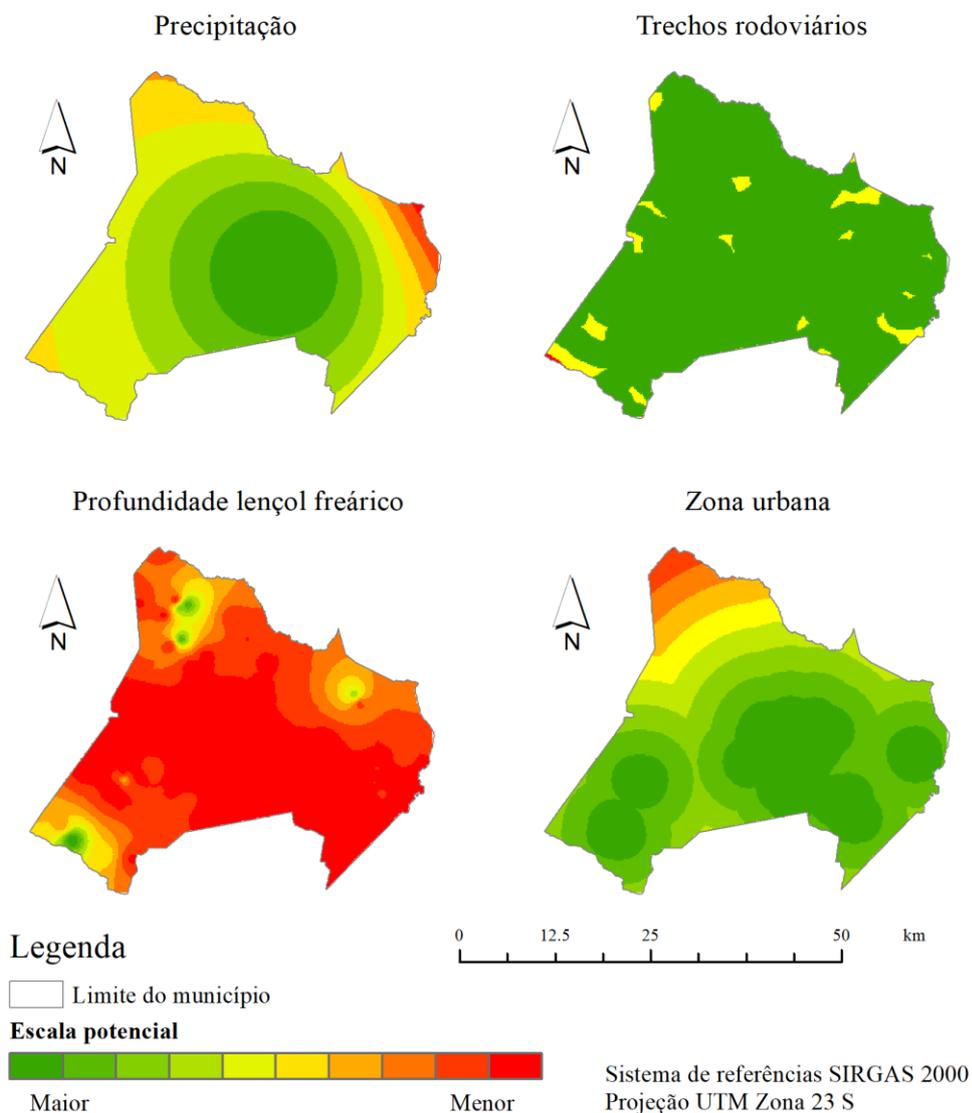


Fonte: autoria própria.

## 5.2. Delimitação de áreas de potenciais

A Figura 6 apresenta para cada critério a espacialização, por classes, do potencial para instalação de um aterro sanitário, obtida a partir da aplicação das ferramentas de interpolação e distância euclidiana.

Figura 6 - Mapa por critério de preferência de Guanambi



Fonte: autoria própria.

É possível observar que para o critério de precipitação, a região com o menor índice pluviométrico, ou seja, a região central do município, é a de maior potencial para instalação. Nessa região, a menor incidência de chuvas implica na menor geração de percolado no aterro.

As rodovias, por sua vez, estão distribuídas de maneira densa pelo território do município. Isso faz com que, quanto a este critério, o município tenha um potencial quase que homogêneo.

É sabido que quanto maior a profundidade do lençol freático melhor o potencial para a instalação do aterro sanitário. Foi observado que três regiões do município apresentam solos com maior profundidade, tendo possibilidade de contribuir a determinação da localização.

Por fim, em relação a zona urbana três são as regiões de maior preferência, que estão diretamente relacionadas à menores distâncias dos centros populacionais.

Para definir os pesos de cada um dos critérios foi realizada a avaliação de cada um deles em comparação com fatores que exercem influência direta na viabilidade de implantação do aterro sanitário. O Quadro 6 indica os fatores que foram relacionados.

Quadro 6 - Fatores relacionados à implantação de aterro sanitário

<b>Fator</b>	<b>Aspecto</b>
Ambiental	Diz respeito a preservação e conservação do meio ambiente em caso de um incidente ambiental
Social	Diz respeito ao bem-estar da população da cidade
Econômico	Diz respeito a viabilidade da operação de coleta de resíduos

Fonte: autoria própria.

Os valores de cada um dos fatores foram atribuídos com base na escala de julgamento (Tabela 5). Foi julgado que o fator ambiental possui moderada relevância sobre o fator econômico e fraca relevância sobre o fator social. Este último, por sua vez, também é fracamente mais relevante que o aspecto econômico.

Tabela 5 - Matriz de julgamento dos fatores

<b>Critérios</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Social</b>	<b>Econômico</b>
Ambiental	1,00	2,00	5,00
Social	0,50	1,00	2,00
Econômico	0,20	0,50	1,00

Fonte: autoria própria

A soma das linhas evidencia que o fator ambiental possui maior relevância frente aos demais fatores. A soma das colunas apresenta o vetor de prioridade e possui uma correspondência de relevância inversamente proporcional. O peso de cada fator (vetor prioridade global) é dado na Tabela 6, estabelecidos em uma escala de zero a um.

Tabela 6 - Peso dos fatores

<b>Fator</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Social</b>	<b>Econômico</b>
Peso do fator	0,59	0,28	0,13

Fonte: autoria própria

Para verificar a consistência lógica dos valores atribuídos aos fatores foi calculado o valor da Razão de Consistência - RC. O valor obtido de 0,004, indica que existe consistência no cálculo por estar abaixo do limite estabelecido pela metodologia que é de 0,1.

O fator ambiental se mostrou um fator de maior relevância para a implantação do aterro sanitário, portanto critérios que possuem maiores valores relacionados a esse fator exercem maior influência nos pesos finais do cálculo.

Em seguida, julgou-se a influência de cada fator sobre os critérios adotados (TABELA 7), os critérios foram julgados em relação aos fatores para a instalação de um aterro sanitário. Desse modo, obteve-se o peso de cada critério para ser utilizado na álgebra de mapas (Tabela 8).

Tabela 7 – Matriz de julgamento dos critérios

Critérios	Ambiental	Social	Econômico
Pluviosidade	9	2	5
Profundidade do lençol	7	1	2
Proximidade acessos	2	4	8
Proximidade da sede	2	2	8

Fonte: autoria própria

Foi julgado que o fator ambiental possui uma importância absoluta em relação ao critério de pluviosidade, forte importância em relação ao critério de profundidade do lençol freático, e fraca em relação aos critérios de acesso e proximidade da sede. A pluviosidade possui forte importância pois a maior quantidade de chuvas impacta na maior geração de lixiviado. Enquanto a profundidade do lençol freático está diretamente relacionada à potencial contaminação.

O fator social possui fraca importância em relação à pluviosidade, e proximidade da sede, moderada em relação aos acessos e baixa nenhuma em relação ao lençol freático. Os acessos apresentam moderada importância devido o potencial de gerar trânsito e manter a integridade dos veículos de coleta. Para o fator econômico foi julgado que absoluta importância frente aos critérios de proximidade da sede e acessos, moderada importância em relação a pluviosidade e fraca em relação à profundidade.

Os acessos e proximidade influenciam diretamente no custo de logística do aterro referente tempo de deslocamento dos veículos, quantidade de veículos necessários e custo de

manutenção, a pluviosidade alta aumenta a massa dos resíduos e gera maior quantidade de lixiviado o que implica na maior capacidade do sistema de filtração do percolado.

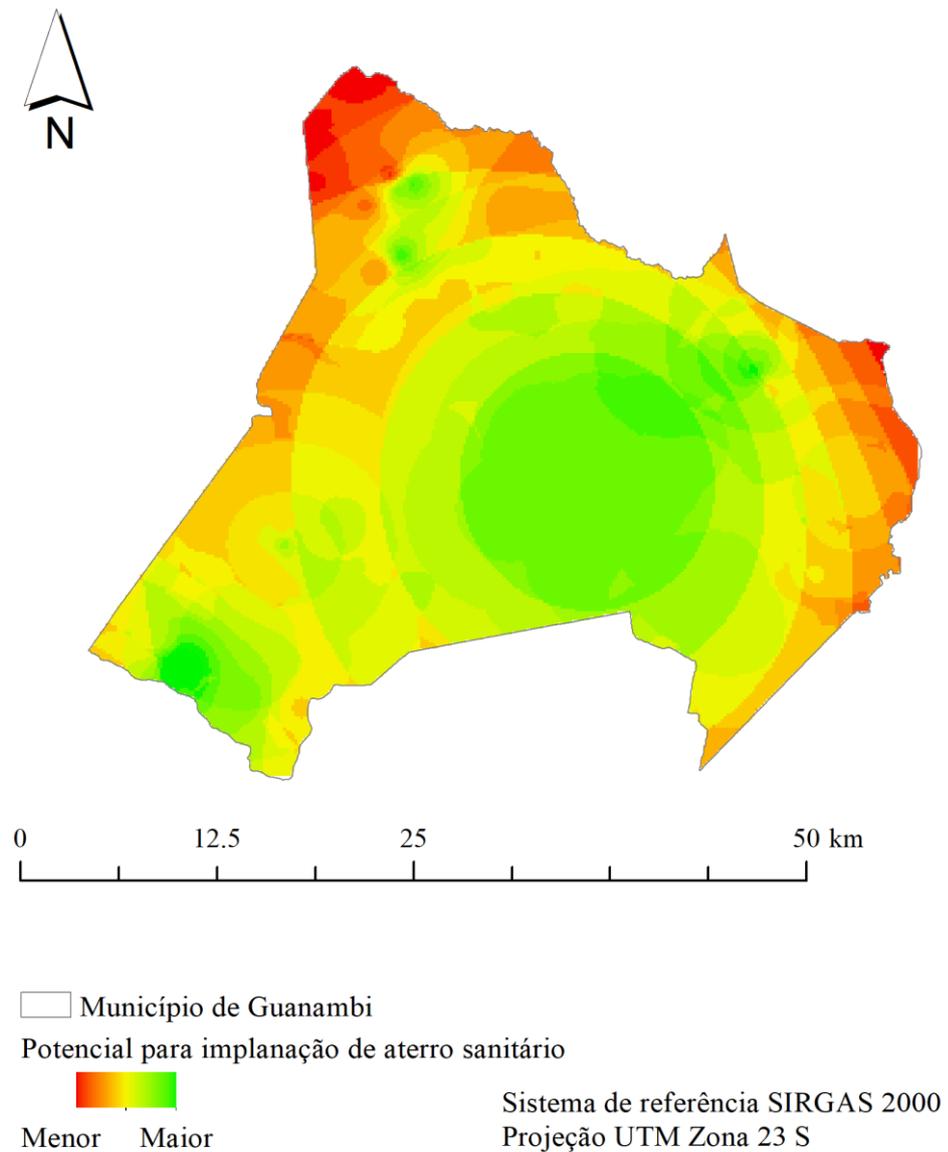
Tabela 8 – Peso dos critérios

Critérios	Pesos
Pluviosidade	0,36
Profundidade do lençol freático	0,25
Proximidade acessos	0,23
Proximidade da sede	0,17

Fonte: autoria própria

Os critérios de preferência apresentam caráter de influência entre si, dessa forma a sobre posição das camadas interferem umas nas outras de acordo com os pesos estabelecidos como critérios A Figura 7 apresenta o resultado obtido a partir da realização da somatória de todas as camadas de critérios, aos quais foram aplicados os pesos correspondentes.

Figura 7 - Mapa de critérios de preferência para a instalação de aterro sanitário em Guanambi



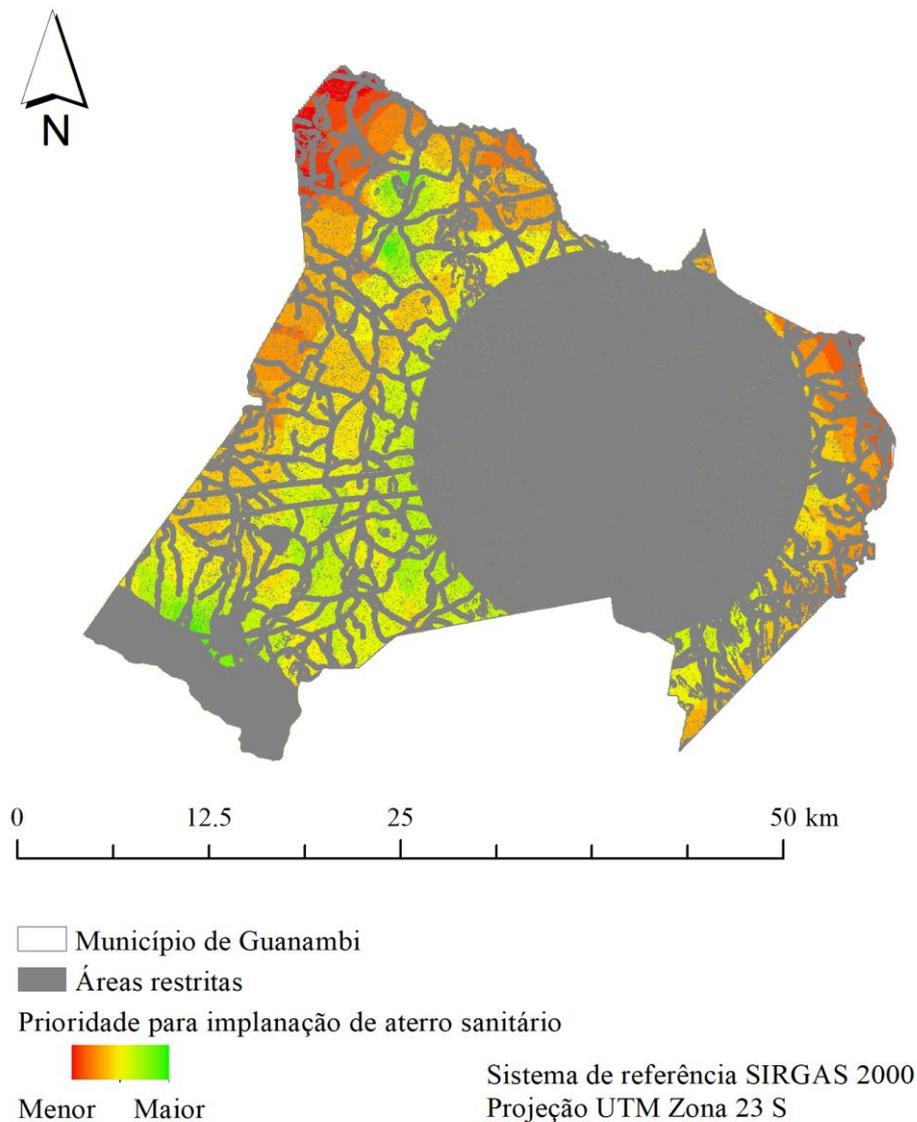
Fonte: autoria própria

Os critérios que receberam os maiores pesos após a aplicação da metodologia AHP, a saber, pluviosidade e profundidade do lençol, são de fato, conforme observado na Figura 7, aqueles que exerceram maior influência na determinação de áreas com o potencial de instalação de um aterro. Isso pode ser afirmado, pois a região central do município, a com menor pluviosidade, e duas regiões a nordeste e sudoeste, com maior profundidade do lençol, possuem maior potencial de instalação.

### 5.3. Delimitação das áreas apropriadas para a implantação de um aterro sanitário

Para a determinação das áreas apropriadas para a instalação do aterro sanitário foi realizada a sobreposição das áreas de restrição sobre as áreas potenciais (Figura 8). Desse modo, foi possível verificar as áreas com potencial, mas que não há restrições técnicas ou legais para a instalação. Foi possível avaliar que no território do município há várias opções com alto potencial para instalação de um aterro seguindo as normas e a legislação vigente.

Figura 8 - Mapa das áreas apropriadas para instalação de aterro sanitário no município de Guanambi



Fonte: autoria própria

Esse mapa busca indicar as áreas mais favoráveis e as mais desfavoráveis para o estabelecimento de um aterro sanitário no município de Guanambi, levando em consideração pluviosidade, profundidade do lençol freático, proximidade com estradas e proximidade das

fontes geradoras. Para a eventual escolha definitiva outras análises devem ser realizadas com o aprofundamento dos estudos técnicos voltados para a engenharia, análises geotécnicas, hidrogeologia, aspectos ambientais, sociais entre outros.

## 6. CONCLUSÃO

Por meio da aplicação de normas e da legislação vigente foi possível estabelecer as áreas restritas para implantação de um aterro. As áreas com maior potencial para instalação de foram também obtidas a partir da utilização de uma metodologia que deu característica quantitativa a tomada de decisão.

As normas e legislações estabelecidas não fornecem todos os insumos e critérios suficientes para a determinação de área para a implantação de um aterro sanitário. Foi necessário utilizar critérios adicionais encontrados na literatura. Desse modo, foi possível concluir que as normas devem passar por atualizações.

O SIG se mostrou uma ferramenta adequada para auxiliar na determinação das áreas de implantação do aterro sanitário, fornecendo ferramentas para que pudessem ser realizados os cálculos necessários.

Os mapas gerados fornecem informações de fácil visualização e compreensão suficientes para subsidiar tomada de decisões, pois permitem determinar as áreas favoráveis para a implantação de um aterro sanitário.

Em trabalho futuros, outros critérios podem ser levados em consideração, a exemplo do valor do terreno ou custos de desapropriação e existência de vegetação. A NBR 13896/97 chama a atenção para os benefícios de vegetação próximas ao aterro sanitário. Permeabilidade do solo é outro exemplo de critério que pode ser considerado, pois permitiria verificar solos com maior e menor potencial de penetração de percolado e dessa maneira mitigar os riscos referentes a contaminação do solo e águas.

## REFERÊNCIAS

ALFAIA, Raquel Greice de Souza Marotta; COSTA, Alyne Moraes; CAMPOS, Juacyara Carbonelli. Municipal solid waste in Brazil: a review. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 35, n. 12, p. 1195-1209, 1 nov. 2017. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0734242x17735375>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/epdf/10.1177/0734242X17735375>. Acesso em: 05 set. 2023.

ALMEIDA, Fernando Ribeiro de; CUNHA, Roberto Ricardo Rachid Saab Barbosa. Análise dos aspectos diagnósticos do passivo ambiental – lixo, localizado na APA – Lagoas de Guarajuba, município de Camaçari, estado da Bahia. **Revista Internacional de Ciências**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 18–43, 2012. DOI: 10.12957/ric.2012.4126. Disponível em: <https://www.epublicacoes.uerj.br/ric/article/view/4126>. Acesso em: 15 jan. 2024.

AMARAL, D. G. P.; LANA, C. E. Uso de geoprocessamento para indicação de áreas favoráveis à construção de aterro sanitário no município de Ouro Preto (MG). **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 49, p. 368-382, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro/RJ.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT) NBR 15849: Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento Rio de Janeiro/RJ.

BAHIA. Lei nº12.932/2014 de 07 de janeiro de 2014 Diário Oficial da União, Brasília, BA, 07 jan. 2014

BAHIA. Lei nº14.024/2012 de 06 de junho de 2012 Diário Oficial da União, Brasília, BA, 06 jun. 2012 Disponível em: [http://www.meioambiente.ba.gov.br/arquivos/File/CCA/Legislacao/decreto\\_10024.pdf](http://www.meioambiente.ba.gov.br/arquivos/File/CCA/Legislacao/decreto_10024.pdf). Acesso em 28/01/2024.

BAHIA. Ministério Público. **Desafio do lixo**: problemas, responsabilidades e perspectivas: Relatório 2006/2007. Salvador. 2006. 125 p.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano **Resíduos Sólidos**. 2024. Disponível em: <http://www.sedur.ba.gov.br/institucional/missao-e-competencias/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Urbano **Resíduos Sólidos**. 2024. Disponível em: <http://www.sedur.ba.gov.br/gestao-territorial/residuos-solidos/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BAHIA. Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos. DADOS PLUVIOMÉTRICOS. Módulo Monitoramento. 2024. Disponível em: <http://monitoramento.seia.ba.gov.br/paginas/hidrometeorologico/pluviometrico/export.xhtm>. Acesso em: 06/02/2024.

BAHIA. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. SNIS - Resíduos sólidos. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#.> Acesso em: 23 jan. 2024.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. GEOSERVIÇOS. Trechos rodoviários. 2023. Disponível em: <<https://portal.geo.sei.ba.gov.br/portal/apps/sites/#/seigeo/pages/geoservicos>>. Acesso em: 07/09/2023.

BENFEITO, Igor Nunes. **Plano de Recuperação da Área Degradada do Lixão de Campina Verde - MG**. 2022. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Acesso em: 02/02/2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/38917>

Beltrão, K. I., Camarano, A.A., Kanso, S. **Dinâmica Populacional Brasileira Na Virada Do Século XX**. Rio de Janeiro: Ipea, 2004. (Texto para Discussão, n. 1034). Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1873>> Acesso em: 05/01/2024.

BORGES, A. W.; DE OLIVEIRA, A. B.; CÂMARA, F. A. P.; TOMAZ, L. C. de L.; DE MACEDO, L. C. M.; DIAS, F. R. B. O direito ao meio ambiente como direito fundamental: as bases da construção da jusfundamentabilidade do direito ao ambiente no constitucionalismo de 1988: The right to the environment as a fundamental right: the foundations of the right to the environment as a fundamental right in the 1988's constitutionalism. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 53228–53250, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n7-306. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/50611>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BORGES, A. W.; DE OLIVEIRA, A. B.; CÂMARA, F. A. P.; TOMAZ, L. C. de L.; DE MACEDO, L. C. M.; DIAS, F. R. B. O direito ao meio ambiente como direito fundamental: as bases da construção da jusfundamentabilidade do direito ao ambiente no constitucionalismo de 1988: The right to the environment as a fundamental right: the foundations of the right to the environment as a fundamental right in the 1988's constitutionalism. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 8, n. 7, p. 53228–53250, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n7-306. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/50611>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm)>. Acesso em: 25/06/2023

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>. Acesso em: 25/06/2023

BRASIL. Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 21/35/01/2024

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 18/06/2023.

BRASIL. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-)

2022/2020/lei/114026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,)e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.%E2%80%9D18/06/2023 . Acesso em: 25/07/2023.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Mapas nacionais e Bases georreferenciadas. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/dados-de-transportes/bit/bit-mapas>. Acesso em: 7 set. 2023.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 004, de 08 de outubro de 1995

BRASIL. Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008

CATAPRETA, Cícero Antônio Antunes. **Comportamento de um aterro sanitário experimental**: avaliação da influência do projeto. 2008. 316 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Ufmg, Belo Horizonte, 2008.

CLEMENTE, Carlos Magno Santos et al. Cobertura vegetal e qualidade de vida: cidade de Guanambi, semiárido baiano. **Caminhos De Geografia**, v. 20, n. 72, p. 136-48, 2019.

COSTA, Victória Vilasboas Lopes; MARINHO, Daniel Pedro Santos; OLIVEIRA, Melquisedeck Saturnino Cabral. **Identificação De Áreas Restritas À Instalação De Um Novo Aterro Sanitário No Município De Vitória Da Conquista – Bahia. In: Encontro Nacional De Estudantes De Engenharia Ambiental**, 2., 2022, Online. [SI]. Online: [Si], 2022. p. 1-11.

DUTRA, Camila Costa Dutra; FOGLIATTO, Flávio Sanson . **Operacionalização Do Processo Analítico Hierárquico Usando Matrizes Incompletas De Comparações Pareadas**. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, XXXIX., 2007, Fortaleza Disponível em: [http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/83\\_7\\_artigo\\_operacionalizacao\\_do\\_processo\\_analitico\\_hierarquico\\_usando\\_matrizes\\_incompletas\\_de\\_comparacoes\\_pareadas.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/83_7_artigo_operacionalizacao_do_processo_analitico_hierarquico_usando_matrizes_incompletas_de_comparacoes_pareadas.pdf) Acesso em 25/01/2024.

EARTHDATA. ASF DATA SEARCH. Disponível em: [https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=6.762&er=-43.235,-16.456&dataset=ALOS&polygon=POLYGON\(\(-42.8694%20-14.3197,-42.6713%20-14.3197,-42.6713%20-14.1619,-42.8694%20-14.1619,-42.8694%20-14.3197\)\)&resultsLoaded=true&granule=ALPSRP270586890-KMZ](https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=6.762&er=-43.235,-16.456&dataset=ALOS&polygon=POLYGON((-42.8694%20-14.3197,-42.6713%20-14.3197,-42.6713%20-14.1619,-42.8694%20-14.1619,-42.8694%20-14.3197))&resultsLoaded=true&granule=ALPSRP270586890-KMZ). Acesso em: 07 set. 2023

EMBRAPA/SUDENE. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do Estado da Bahia. Recife: SUDENE, 1973. (EMBRAPA/SNLCS - SUDENE/DRN. **Boletim Técnico, 52**) Disponível em: < <http://solosne.cnps.embrapa.br/index.php?link=ba>> Acesso em 04/02/2024.

FERREIRA, Maria Paula da Rosa; TERRA, Mariano da Rocha Barcellos, BEATRIS, Rosane; CARRAR, Guilherme Streit **POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS: justiça global e política local** **Revista de Políticas Públicas**, vol. 24, núm. 1, 2020, -Junho, pp. 156-169 Universidade Federal do Maranhão Brasil. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321165166010>> Acesso em 20/01/2024.

FILHO, Oscar Fontão de Lima. **Toxicidade de Micronutrientes em Sorgo-Sacarino**: Diagnose Visual. Circular Técnica n. 38, Embrapa, Ago. 2016.

FLACHER, David. Industrial Revolutions and Consumption: a common model to the various periods of industrialization. **Hal Shs Sciences Humaines Et Sociales**, Paris, v. , n. , p. 1-33, fev. 2007. Disponível em: <https://shs.hal.science/halshs-00132241v1/document>. Acesso em: 05 set. 2023.

GROSS, Michele Scapini; ROSSETE, Amintas Nazareth. seleção de áreas para instalação de aterro sanitário, utilizando-se geoprocessamento, no município de Nova Xavantina, MT. **Geografia**, v. 36, n. 3, p. 623-639, 2011.

GUANAMBI. Lei nº 839, de 12 de junho de 2014. . Guanambi, BA: 18/03/2018, 12 jun. 2014. Disponível em: <http://www.guanambi.ba.gov.br/arquivos/151557201428071.pdf>. Acesso em: 11 set. 2023.

GUANAMBI. Projeto de Melhoria: Da Estrutura de Equipamentos Públicos e Programas de Saúde do Município de Guanambi. Guanambi: [SI]. 73. 2013.

IBGE. Áreas Urbanizadas. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), 2019 disponível em <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=downloads>> Acesso em: 07 set. 2023.

IBGE. Cidades-Guanambi. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), 2023 disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/guanambi/panorama>> Acesso em: 07 set. 2023.

INEMA. GEOBAHIA, Governo do Estado da Bahia. Zona de amortecimento. 2021 Disponível em: <<http://mapa.geobahia.ba.gov.br/>> Acesso em 07 set. 2023.

INEMA. GEOBAHIA, Governo do Estado da Bahia. Trecho de drenagem. 2023 Disponível em: <<http://mapa.geobahia.ba.gov.br/>> Acesso em 07 set. 2023.

LEITE, J. C.; ZUQUETTE, L. V. **Atributos fundamentais à elaboração da carta de susceptibilidade à contaminação e poluição das águas subsuperficiais**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 8., Encontro Nacional de Engenharia de Hidráulica, 8., 1996, Rio de Janeiro. p. 647-657.

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BOAS, R. L. V.; MARCHESE, J. A.; TONIN, F. B.; REGINA, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 883-889, 2008. DOI: 10.1590/S0006-87052008000400010.

LIMA, Bruno Nogueira de. **Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia Centro De Ciências Exatas E Tecnológicas Bacharelado Em Ciências Exatas E Tecnológicas**. 2017. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2017. Disponível em: [https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com\\_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190423155447\\_2017.1\\_-\\_TCC\\_Bruno\\_Nogueira\\_De\\_Lima\\_-\\_Determinao\\_Da\\_Vulnerabilidade\\_Natural\\_\\_Contaminao\\_Dos\\_Aquiferos\\_Fissurais\\_Do\\_Municio\\_De\\_Guanambi-\\_Bahia.pdf](https://www2.ufrb.edu.br/bcet/components/com_chronoforms5/chronoforms/uploads/tcc/20190423155447_2017.1_-_TCC_Bruno_Nogueira_De_Lima_-_Determinao_Da_Vulnerabilidade_Natural__Contaminao_Dos_Aquiferos_Fissurais_Do_Municio_De_Guanambi-_Bahia.pdf). Acesso em: 06 fev. 2024.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Consumo e resíduos sólidos no Brasil: as contribuições da educação ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, [S.L.], n. 37, p. 47-57, set. 2015. Zeppelini Editorial e Comunicacao. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-9478201513714>.

Lixão, **Fala Você Notícias**, Guanambi: 106 FM, 19 de julho de 2023, programa de rádio. Disponível em : <<https://falavoce.com.br/entrevistas/movimento-fora-lixao-da-sociedade-civil-grita-pela-saida-do-lixao-de-dentro-de-guanambi/>>

LOPEZ, Efrain Rafael Acevedo. **Localização de aterro sanitário baseado em modelo de decisão multicritério**. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção,

UFPE, Recife, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/24933>. Acesso em: 24 ago. 2023.

MAMEDES, I. M. INFLUÊNCIA DA DISPOSIÇÃO INADEQUADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS SOBRE O SOLO: ESTUDO DE CASO DO LIXÃO DE VÁRZEA GRANDE-MT. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 327–336, 2016. DOI: 10.19177/rgsa.v5e22016327-336. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3285](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3285). Acesso em: 18 jan. 2024.

MANFIO, D; Turmena, L; PIZZOLATO, V. A.; **Projeto integrador Temática: “LIXO”**. material didático instrucional para o ensino de ciências. Dois Vizinhos, 2021. 99 p.: il. VI

MARINHO, Daniel Pedro. Aterros Sanitários de RSU – **Aula 2** Critérios para localização de Aterros. 31 de agosto 2022

MARINHO, Daniel Pedro. Aterros Sanitários de RSU – **Aula 4** Conceitos e Técnicas. 04 de março 2023

MARQUES, Tiago. **Vereadores fizeram visita ao Lixão de Guanambi**. 2023. Disponível em: <https://agenciasertao.com/2023/08/01/vereadores-fizeram-visita-ao-lixao-de-guanambi/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MARTINS, Cristiano Souza; SOUZA, Daniela de Oliveira; BARROS, Magno da Silva. O USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NA TOMADA DE DECISÕES GERENCIAIS: um estudo de caso. In: XLI SBPO, 41., 2009, Porto Seguro. **Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento**. Porto Seguro: [Si], 2009. p. 1778-1788. Disponível em: <http://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2009/artigos/55993.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2024.

MELO, Diógenes Aires de. **Aterros de Resíduos: O Uso de Ferramentas de Avaliação como Apoio Decisório Para a Reabilitação Ambiental – Teoria e Prática**. 1. ed. [Cidade de publicação não informada]: Editora Appris, 2021. 339 p.

MOREIRA, M. A. A.; Lorandi, R.; Moraes, M. E. B. de. Caracterização de áreas preferenciais para a instalação de aterros sanitários no município de Descalvado (SP), na escala 1:50.000. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 60/02. p 177-194, 2008.

NEVES, Fabio de Oliveira; MENDONÇA, Francisco. Destinação de resíduos sólidos urbanos:: estratégias para a modernização em cidades médias no oeste paranaense. **Geosul**, Florianópolis, v. 30, n. 60, p. 89-107, dez. 2015. Disponível em: <[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjz3YuI1MeDAxVZq5UCHARK4BPsQFnoECB4QAQ&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.ufsc.br%2Findex.php%2Fgeosul%2Farticle%2Fdownload%2F2177-5230.2015v30n60p89%2F31380%2F145201&usg=AOvVaw3hkqCY\\_uzygQZI5x0fvyOc&opi=89978449](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjz3YuI1MeDAxVZq5UCHARK4BPsQFnoECB4QAQ&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.ufsc.br%2Findex.php%2Fgeosul%2Farticle%2Fdownload%2F2177-5230.2015v30n60p89%2F31380%2F145201&usg=AOvVaw3hkqCY_uzygQZI5x0fvyOc&opi=89978449)>. Acesso em: 05 jan. 2024.

OLIVIERA, Agda da Luz. **Estudo da variação do teor de umidade e sólidos totais voláteis dos resíduos sólidos urbanos, com a precipitação pluviométrica e suas implicações na geração de lixiviados no aterro sanitário integrado de Cruz das Almas** – BA. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

OLIVEIRA, Julya Sousa. **Diagnóstico dos impactos ambientais perceptíveis na área de um lixão**: um estudo de caso no município de Russas – Ce. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Campus de Russas, Universidade Federal do Ceará, Russas, 2023. Acesso em 18/01/2024. Disponível em: <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75143>>

PRADO, Luiz Carlos Delorme. A Grande Depressão e a Grande Recessão: Uma comparação das crises de 1929 e 2008 nos EUA. **Revista Econômica**, Niteroi, v. 13, n. 2, p. 9-44, dez. 2011.

RAMOS, B. de A.; JUSTO, J. E. da S. Seleção de modelo de implantação de computação em nuvem usando o método de análise multicritério AHP. **Revista Vértices**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. e25319044, 2023. DOI: 10.19180/1809-2667.v25n32023.19044. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/19044>. Acesso em: 21 jan. 2024.

REIS, Danielle; FRIEDE, Reis; LOPES, Flávio Humberto Pascarelli. Política nacional de resíduos sólidos (Lei no 12.305/2010) e educação ambiental. **Revista Interdisciplinar do Direito-Faculdade de Direito de Valença**, v. 14, n. 1, p. 99-111, 2017.

ROCHA, Paula Germana Oliveira; XIMENES, Tiana Cibele Fagundes; GUERRA, Sérgio Montethezuma Santoianni. Geoprocessamento aplicado a seleção de áreas para implantação de aterro sanitário: estudo de caso, consórcio brejo madre de deus e juatuba-pe. **Geama**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 176-186, 30 set. 2015. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/491/1426>. Acesso em: 03 fev. 2024.

SALEME, Edson Ricardo; BONAVIDES, Renata Soares. CONSTITUIÇÃO E LEI DE CRIMES AMBIENTAIS. **Revista Ciências Jurídicas e Sociais - Ung-Ser**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 53, 4 ago. 2020. *Revistas Científicas Eletrônicas UNG*. <http://dx.doi.org/10.33947/2238-4510-v10n1-4398>. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/cienciasjuridicasesociais/article/view/4398/3128>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SANTOS, Priscila Costa dos. **Geoprocessamento Aplicado À Análise De Adequabilidade Para Aterros Sanitários Na Região Imediata De Belém – PA**. 2017. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Geoprocessamento, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, 2017.

Serviços Geológicos do Brasil. **Pesquisa geral** 2024. Disponível em: [https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](https://siagasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php). Acesso em: 06/02/2023

SILVA, Marconi Vieira da; ZANCHI, Fabricio Berton; LOPES, Elfany Reis do Nascimento. Cartography of solid waste management in Southern Bahia, Brazil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 28, n. [], p. 1-9, 2023. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522022238>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/qT9KYttxyYZhLGjMqkXwddH/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 04 set. 2023.

SILVA, José Marçal da; OLIVEIRA, Gilvan Bessa; MEDEIROS, Valney Santos; LIMA, Dângela Feitosa. LIXÃO DA CIDADE DE XIQUE-XIQUE, BAHIA, BRASIL: poluição e impactos sobre a saúde da população. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL INTERDISCIPLINAR, 3., 2017, Juazeiro. **Anais [...]**. Juazeiro: Weai, 2017. p. 1192-1195.

SOUZA, Beatriz Maria de Almeida. **A Revolução Industrial E A Formação De Uma Ordem Econômica Internacional**. 2022. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Relações Internacionais, Instituto de Relações Internacionais, Unb, Brasília, 2022.

Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia, **TIPOLOGIA CLIMÁTICA KÖPPEN. BAHIA. 1998** disponível em: <[https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia\\_climatica\\_segundo\\_koppen\\_2014.pdf](https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf)> Acesso em: 04/02/2024

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 02 jan. 2024.

TSUHAKO, Edson Mitsuhide. **Seleção preliminar de locais potenciais à implantação de aterro sanitário na sub-bacia da represa Itupararanga (Bacia dos rios Sorocaba e médio Tietê)**. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

VERAL, Evren Sapmaz. PLANNED OBSOLESCENCE: a hidden threat to environmental security and the recent eu policies. **Journal Of Turkish Court Of Accounts**, [Si], v. 33, n. 127, p. 637-664, dez. 2022. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2826847>. Acesso em: 05 set. 2023.