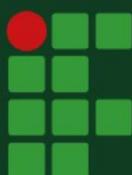


**MESTRADO PROFISSIONAL
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS
COM POTENCIAL PARA
INSTALAÇÃO DE ATERRO
SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE
ALMADINA-BAHIA**

Mikaele do Nascimento Campos

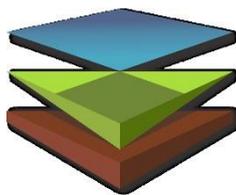
Serrinha - Bahia - Brasil - 2023



INSTITUTO FEDERAL

Baiano

Campus Serrinha

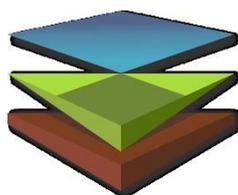


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MIKAELE DO NASCIMENTO CAMPOS

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA INSTALAÇÃO DE
ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ALMADINA-BAHIA**

SERRINHA
BAHIA - BRASIL 2023



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

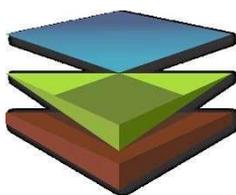
MIKAELE DO NASCIMENTO CAMPOS

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA INSTALAÇÃO DE
ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ALMADINA-BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Serrinha, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas
Coorientador: Dra. Alzira Gabrielle Saraiva Soares Souza

SERRINHA
BAHIA - BRASIL 2023



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA INSTALAÇÃO DE
ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ALMADINA-BAHIA

Comissão examinadora do Trabalho de conclusão de Curso da discente

MIKAELE DO NASCIMENTO CAMPOS

Data da defesa: 7 de novembro de 2023

Documento assinado digitalmente
 ROMULO MAGNO OLIVEIRA DE FREITAS
Data: 19/12/2023 16:30:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 ALZIRA GABRIELLE SOARES SARAIVA SOUZA
Data: 19/12/2023 18:15:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Alzira Gabrielle Saraiva Soares Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
(Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
 MARIA IRAILDES DE ALMEIDA SILVA MATIAS
Data: 20/12/2023 08:47:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Maria Iraildes de Almeida Silva Matias
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
(Examinador interno)

DocuSigned by:

63CF63DE2BFB40C...

Dra. Maria Auxiliadora Freitas dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
(Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos Orixás.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, pela bolsa concedida.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Rômulo Magno, pela confiança e paciência.

A coorientadora Prof. Dra. Alzira Gabrielle, pela atenção e incentivo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais junto aos professores (as) pela transmissão/troca de conhecimento.

Aos caros colegas de curso, por todo carinho, incentivo e torcida.

Ao Grupo de Pesquisa em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do IF Baiano.

Aos meus filhos, Vitor e Alice, pelo Amor incondicional.

A minha família e amigos pelo estímulo.

A todos que contribuíram.

Muito obrigado

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	6
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	7
CAPÍTULO I	9
Resumo	10
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS	15
Área de estudo	15
Procedimentos metodológicos	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
Aspectos climáticos, geológicos e geomorfológicos	17
CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIA	29
CAPITULO II	36
Resumo	37
INTRODUÇÃO	38
MATERIAL E MÉTODOS	41
Área de estudo	41
Procedimentos metodológicos	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
Mapas temáticos	46
Mapa de adequabilidade	54
CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	57

INTRODUÇÃO GERAL

Almadina é um município localizado no Sul da Bahia, compreende uma área de aproximadamente 245 km² IBGE (2021), e acordo com o Conselho Nacional dos Municípios, CNM (2022), a destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de Almadina, possui disposição inadequada, no vazadouro municipal. A falta de planejamento para gerir o manejo dos resíduos sólidos, pode causar danos que por vez pode ser irreversível ao meio ambiente. Tendo em vista a necessidade de preservação e gerenciamento dos recursos naturais, é necessário estabelecer diretrizes que possam sugerir políticas públicas que estejam em consonância com o uso sustentável do solo e das demais categorias do meio ambiente (MENDES *et al*, 2020).

O crescimento populacional aliado a expectativa de vida, junto ao poder de consumo cada vez mais indisciplinado, são fatores que proporcionam o aumento da produção de resíduos sólidos urbanos. Um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade contemporânea, é a disposição incorreta de RSU em vazadouros (lixões a céu aberto), resultando em impactos negativos sobre o ambiente físico, atingindo diretamente as populações humanas e a sociedade. (LEITE *et al*, 2018).

As principais formas de descarte de RSU conhecidos no Brasil, são os aterros sanitários, aterros controlados e vazadouro (lixões a céu aberto). Segundo Fernandes (2019), nem todas são adequadas, podendo acarretar problemas à saúde humana, poluição dos solos e da água. Ainda assim, o aterro sanitário é a melhor forma para a disposição final dos RSU, Souza *et al*. (2022) afirmam que a escolha de áreas para a implantação de aterros sanitários é complexa e a utilização do geoprocessamento auxilia na tomada de decisão para o planejamento ambiental e pode ser um instrumento de grande importância para gestões públicas.

Verificou-se em Pinheiro *et al*, (2018) que o lixão do município de Paço do Lumiar (MA) tem contribuído para a contaminação do solo com metais pesados no local de disposição e a 200 m a sua jusante, como a contaminação verificada compromete alguns usos da terra (residencial e agrícola). Em Van Elk *et al*. (2022), constata-se o potencial poluidor dos lixiviados na disposição final de resíduos sólidos das águas da Bacia da Baía de Guanabara (RJ).

As técnicas de geoprocessamento possibilitaram a integração de dados e a realização de análise espacial. Essas ferramentas vêm sendo aplicadas em diversos

estudos, como por exemplo em gestão do território e análise ambiental para identificação de áreas potenciais para implantação de aterro sanitário (BRITO *et al*, 2016; FELICORI, *et al*, 2016; FERNANDES *et al*, 2017).

A finalidade desse tipo de conhecimento pode auxiliar municípios no planejamento urbano e na tomada de decisões harmônicas com o meio ambiente numa óptica da realidade. A partir do uso das técnicas de geoprocessamento é possível fornecer informações precisas das condições ambientais de uma área, para a segurança de empreendimentos impactantes. Nesse sentido, o presente trabalho, apresenta nos capítulos i) Geoprocessamento aplicado a análise dos aspectos geoambientais do município de Almadina- Bahia; e ii) Uso do geoprocessamento na identificação de áreas adequadas para instalação de um aterro sanitário no município de Almadina-Bahia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRITO, A. A. DE; MACEDO, M. A.; NUNES FILHO, O. J.; OLIVEIRA, A. L. G. de; PASQUALETTO, A. Avaliação do Cumprimento dos Critérios Técnicos, Contidos na NBR-10157/87, no Aterro da Cidade de Anápolis/GO com a Utilização de Geotecnologias. **Revista Baru - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, Goiânia**, v. 2, n. 1, p. 169-186, jul. 2016.

FELICORI, T. d. C., MARQUES, E. A. G., SILVA, T. Q., PORTO, B. B., BRAVIN, T. C., e SANTOS, K. M. C .Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 547–560, 2016.

FERNANDES, D. A. **A importância da implantação do aterro sanitário na cidade de Iraí de Minas-MG**. 2019. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

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

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso em: 16 de mar de 2020.

LEITE, A. A.; CRUZ, D. D.; ANDRADE, M. de O. de; Paulino, F. de O. Resíduos Sólidos: diagnóstico do cenário e impactos socioambientais no agreste paraibano.

Revista Nordestina de Biologia, v. 26, n. 1, 2018.

MENDES, J. R. L.; Almeida, K. E. de L.; Melo, J. M. de; Abrantes, M. M. G. de; Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Direito e Gestão Pública**, Pombal, v. 8, n. 2, p. 449-457, abr./jun.2020.

NAZARI, M. T., DALL'AGNOL, A. L. B., DEMARCO, C. F., QUADRO, M. S., & CORRÊA, É. K. Aplicação De Sistema De Informações Geográficas Para Definir O Local De Implantação De Um Aterro Sanitário. **IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. II Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**. 2019. Foz do Iguaçu/PR

OBSERVATÓRIO DOS LIXÕES. Confederação Nacional de Municípios (CNM), 2021. Disponível em: <http://www.lixoes.cnm.org.br/pagina/interna/o-que-e-observatorio>. Acesso em: 06 .01. 2023.

PINHEIRO, N. C. A.; MOCHEL, F. R. Diagnóstico de áreas contaminadas pela disposição final de resíduos sólidos no município de Paço do Lumiar (MA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 6, p. 1173–1184, 2018.

SOUZA, M, P.; OSORTO, M. R. R.; SOUZA, N. M. Identificação De Áreas Aptas À Instalação De Aterros Sanitários Utilizando Sig No Município De Santo Estêvão-Bahia. In: **COBAMSEG 2022**, Campinas - SP, 2022.

VAN ELK, A. G. H. P., D'OLIVEIRA, P. M. S., GIORDANO, G., & ANDRADE, R. C. DE. Potencial Poluidor Da Disposição Final De Resíduos Sólidos Nas Águas Da Bacia Hidrográfica Da Baía De Guanabara – RJ. **ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, v. 27, N. 1, P. 195–203, JAN. 2022.

CAPÍTULO I

GEOPROCESSAMENTO APLICADO A ANÁLISE DOS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DO MUNICÍPIO DE ALMADINA- BAHIA

Resumo

O geoprocessamento é um conjunto de tecnologias e técnicas utilizadas para coletar, armazenar, manipular, analisar e visualizar dados geográficos combinando os princípios da ciência da informação geográfica com os recursos da tecnologia da informação. Suas técnicas envolvem a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que são softwares especializados, projetados para gerenciar e analisar dados geográficos. Esses sistemas permitem a criação de bancos de dados espaciais, a sobreposição de camadas de informações geográficas, a realização de análises espaciais, a geração de mapas temáticos e a visualização de resultados. Dentre eles, questões do planejamento ambiental que através de estudos geoambientais se tornam indispensáveis para a compreensão das dinâmicas naturais e os reflexos da interação antrópica junto a essas paisagens. O objetivo desse estudo consiste em analisar as características geoambientais do município de Almadina-BA por meio das aplicações do geoprocessamento, enquanto uma ferramenta de desenvolvimento no planejamento ambiental no município baiano. Desse modo, foi possível gerar um projeto cartográfico, com mapeamentos das variáveis dos aspectos climatológicos, geológicos, geomorfológicos, hidrográficos e pedológicos e uso e ocupação do solo da área sobre a qual se debruça esse estudo. Com o resultado desses mapas, constatou-se que a consolidação de dados físico-ambientais existentes foi útil no processo de arranjo, em ambiente de sistemas de informação geográfica, que tornou possível junto as análises, destacar as potencialidades, fragilidades e o uso do espaço pela sociedade nas formas modernas de ocupação.

Palavras Chave: Geotecnologia; Análise Geoambiental; Planejamento territorial.

Abstract

Geoprocessing is a set of technologies and techniques used to collect, store, manipulate, analyze, and visualize geographic data by combining the principles of geographic information science with information technology resources. Its techniques involve the use of Geographic Information Systems (GIS), which are specialized software designed to manage and analyze geographic data. These systems enable the creation of spatial databases, overlaying layers of geographic information, conducting spatial analysis, generating thematic maps, and visualizing results. Among them, environmental planning issues become indispensable through geoenvironmental studies for understanding natural

dynamics and the effects of human interaction with these landscapes. The objective of this study is to analyze the geoenvironmental characteristics of the municipality of Almadina, Bahia, through geoprocessing applications as a development tool in environmental planning in the municipality. In this way, it was possible to generate a cartographic project, mapping variables related to climatological, geological, geomorphological, hydrographic, pedological aspects, and land use and land cover of the area under study. With the result of these maps, it was found that the consolidation of existing physical-environmental data was useful in the arrangement process within the geographic information systems environment, making it possible to highlight potentials, weaknesses, and human use of space in modern forms of occupation.

Keywords: Geotechnology; Geoenvironmental Analysis; Territorial planning

INTRODUÇÃO

Almadina é um município localizado na Mesorregião Sul da Bahia, pertencente à Microrregião Itabuna-Ilhéus, situado na região identitária Litoral Sul, possui diversidade de atributos naturais, e compreende uma área de aproximadamente 245,236 km² a principal bacia hidrográfica inserida no município, é a do Rio Almada, segundo dados do último Censo (IBGE, 2022).

O município de Almadina, perante o Decreto nº 8.650/2003, que prevê a ampliação da APA em direção às nascentes e ao estuário do Rio Almada, passou a pertencer a da APA da Lagoa Encantada que se tornou APA da Lagoa Encantada e do Rio Almada, estendendo a área de proteção ambiental e incluindo os municípios pertencentes a bacia do rio Almada (BAHIA, 2003).

A principal nascente do Rio Almada encontra-se na área do município de Almadina, essa área possui remanescentes da Mata Atlântica e importância geossistêmica. Santos *et al.* (2020) constatou que, apesar da mata atlântica possuir contexto legal restritivo ao uso dos seus recursos, há uma lacuna evidente quanto à necessidade de pesquisas científicas que possam subsidiar conhecimentos ou técnicas que promovam a utilização sustentável mantendo o equilíbrio ecológico do bioma.

Com crescimento populacional, houve a necessidade de ampliação das áreas destinadas para atividades agrícolas, pecuárias, centros urbanos e silvicultura com isso aumentou o desmatamento das florestas do bioma em questão (SANTOS et al. 2020).

De acordo Aguiar e Pires (2019) e Campos (2023) a atividade econômica primária o município, a cultura do cacau- cabruca, atividade agroflorestal que protege a mata, está mudando gradativamente, perdendo espaço para a pecuária, acelerando o processo de devastação do bioma.

Tendo em vista a necessidade de preservação e gerenciamento dos recursos naturais, é necessário estabelecer diretrizes que possam sugerir

políticas públicas que estejam em consonância com o uso sustentável do solo e das demais categorias do meio ambiente (BRASIL, 1981).

O planejamento geoambiental envolve análises e gestão de aspectos ambientais em projetos que visam o desenvolvimento territorial, buscando equilibrar a utilização dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente, considerando os aspectos geográficos, ecológicos, sociais e econômicos (PEREIRA *et al.* 2022).

Para tanto, é necessário identificar e avaliar os impactos ambientais potenciais de determinadas atividades e propor medidas de mitigação e compensação para garantir o desenvolvimento sustentável. Isso envolve a análise de variáveis como qualidade dos recursos hídricos, biodiversidade e o uso do solo por ação antrópica (SILVA, 2021). Para Medeiros e Cestaro (2020), uma abordagem geoambiental se refere, muitas vezes apenas ao agrupamento de informações temáticas sobre os elementos naturais, empregando a sobreposição de mapas e a interpretação.

Assim, a caracterização geoambiental é uma etapa de reconhecimento dos elementos constituintes da paisagem (SOARES, 2019), que pode ser compreendida como um conjunto de interações de fatores bióticos, abióticos e antrópicos, que está no domínio visível no espaço. Dentre as características geoambientais, a geologia, a geomorfologia, a pedologia, a climatologia, e hidrografia são considerados, no meio científico, os atributos mais utilizados, pelas inter-relações para retratar a paisagem local (SALES E NASCIMENTO, 2022).

O estudo e a compreensão desses aspectos são essenciais para a gestão adequada dos recursos naturais e para a conservação do meio ambiente. É comum no planejamento geoambiental a utilização de ferramentas como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permitem a coleta, análise e visualização de dados espaciais, facilitando a tomada de decisões a partir da interação entre os elementos naturais e humanos. Assim, proporciona a participação de diversas partes interessadas, como especialistas em meio ambiente, comunidades locais e governos, para garantir ações socialmente justas e ecologicamente sustentáveis, garantindo a conservação e proteção dos recursos naturais, a preservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida da comunidade (OLIVEIRA *et al.* 2018; PEREIRA *et al.* 2022).

A partir do uso das técnicas de geoprocessamento é possível fornecer informações precisas das condições ambientais de uma área não somente para a segurança de empreendimentos impactantes, mas, também permite caracterizá-los a fim de entender melhor cada cenário. (BRITO *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2017).

O espaço geográfico e o conjunto de aspectos ambientais e sociais intrínsecos a ele, podem ser estudados de diversas maneiras, uma delas é a geotecnologia que conforme Souza Filho e Crósta (2003), reúne o conjunto de ciências e tecnologias relacionadas à aquisição, armazenamento em bancos de dados, processamento e desenvolvimento de aplicações utilizando informações georreferenciadas.

O geoprocessamento pode ser definido como uma tecnologia, conjunto de conceitos, métodos e técnicas, com finalidade variada em função de interesses múltiplos. Assim, é possível analisar em uma escala inimaginada a geotopologia de um ambiente, transformando dados em informação (ZAIDAN E SILVA 2019).

Os notáveis avanços no geoprocessamento têm possibilitado maior aplicação em diversos segmentos, entre elas, questões do planejamento territorial em suas diversas escalas e dimensões, por permitirem uma análise integrada e minuciosa das características da área (OLIVEIRA *et al.* 2018). Nesse sentido, os estudos dos aspectos geoambientais tomam-se mais precisos.

Os estudos geoambientais são indispensáveis, possibilitam compreender as dinâmicas naturais e os reflexos antrópicos na paisagem atual, apontando impactos e permitindo atitudes sustentáveis de convivência com o meio (ALBUQUERQUE E SOUZA, 2020). A análise geoambiental traz, uma concepção integrativa das condições naturais que conduz a uma percepção do meio e adaptação do homem e dos demais seres vivos, traduzida por uma organização espacial da paisagem da superfície da Terra, resultantes das inter-relações entre um potencial ecológico (fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos), sua exploração biológica (solo, vegetação e fauna), e as ações antrópicas (BERTRAND, 1971; CHRISTOFOLETT, 1999; SOUZA, 2005).

A dinâmica natural e ocupação humana, são importantes para tomada de decisões sobre o uso dos elementos naturais e fundamental para a gestão do território. Torna-se importante contribuir com o desenvolvimento de instrumentos que deem suporte à efetivação de um planejamento territorial/ambiental, logo, a

gestão do território, com foco na conservação ambiental e sustentabilidade socioambiental, tem o planejamento como ferramenta essencial ao processo (ANJOS E CARVALHO 2020; SILVA 2021).

Dessa forma, Pereira *et al.* (2022) aponta que analisar os distintos aspectos físicos do quadro natural possibilitam uma série de investigações e tornam-se subsídios para processos de planejamento urbano, ordenamento territorial, instalação de infraestruturas e escolha de áreas para fixação de atividades variadas.

Diante desse quadro, o objetivo da pesquisa consiste em analisar as características geoambientais do município de Almadina por meio das aplicações do geoprocessamento, envolvendo o sensoriamento remoto e o SIG, para servir de subsídios ao planejamento territorial do município. Aspectos geoambientais referem-se às características e elementos do ambiente natural que estão relacionados à geografia e ao meio ambiente. Eles englobam os componentes físicos, biológicos e humanos de uma determinada área e descrevem como esses elementos interagem e influenciam o ambiente em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

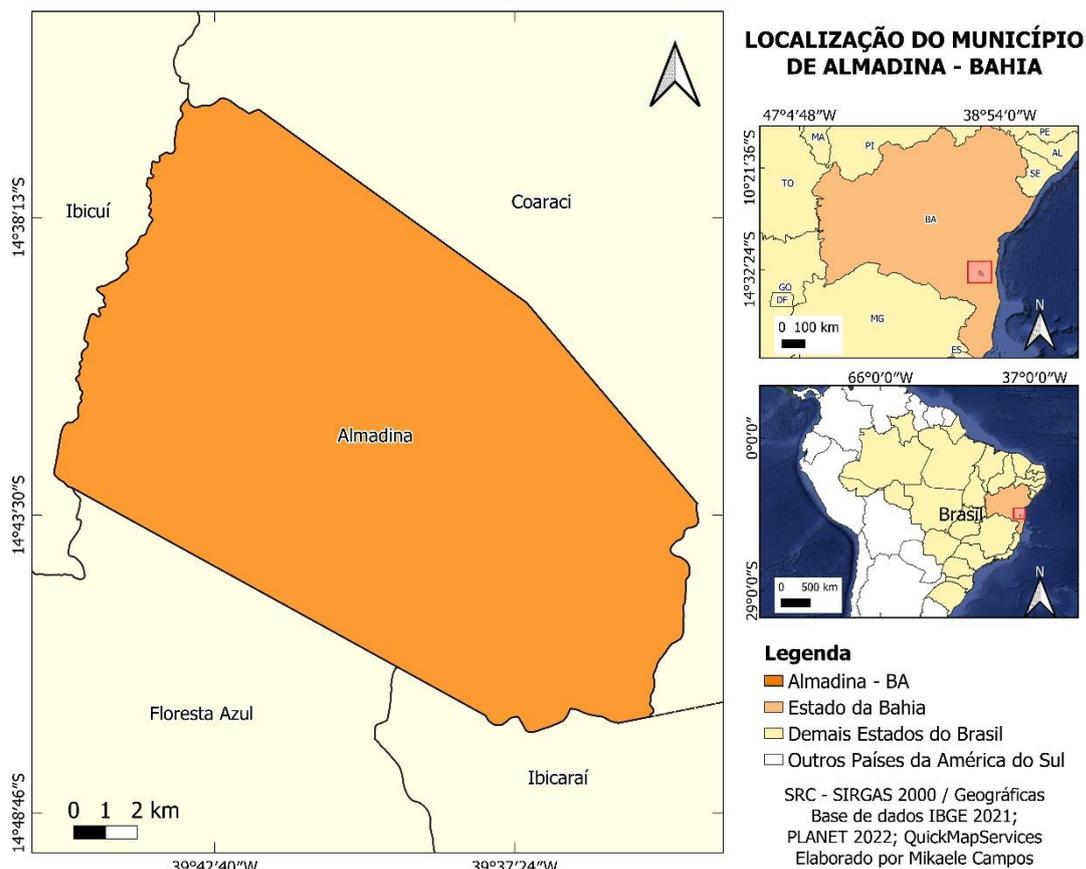
Área de estudo

O município de Almadina está localizado no Estado da Bahia (figura 1), território de identidade Litoral Sul, também conhecido como Costa do Cacau, microrregião de Ilhéus-Itabuna. Está entre as coordenadas 14° 42' 19" S e 39° 38' 14" W, com área total de 245,236 km (IBGE, 2022). O Programa IFBA Saneando a Bahia (PISA), estimou que a população urbana de Almadina no ano de 2022 seria de 4.311 e a rural de 1.017, totalizando 5.328 habitantes. Já dados do censo 2022 apontam um total de 5.218 habitantes, a população ocupada é pouco mais de 7%, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,563 (IBGE, 2010; 2023; BRASIL, 2020).

Almadina está situada no bioma Mata Atlântica, possui cobertura vegetal secundária, correspondente a floresta ombrófila densa, a rede de drenagem do município é composta pela Bacia hidrográfica do Rio Almada, um dos rios mais importantes da região cacaueira que tem a nascente situada na área do

município e passa pela sede municipal; pela Bacia do Rio do Ouro, a oeste do município, e pela Bacia do Rio Pontal do Sul, a norte (BRASIL 2020; IBGE, 2021).

Figura 1: Mapa de localização do Município de Almadina- BA



Fonte: A Autora (2023)

Procedimentos metodológicos

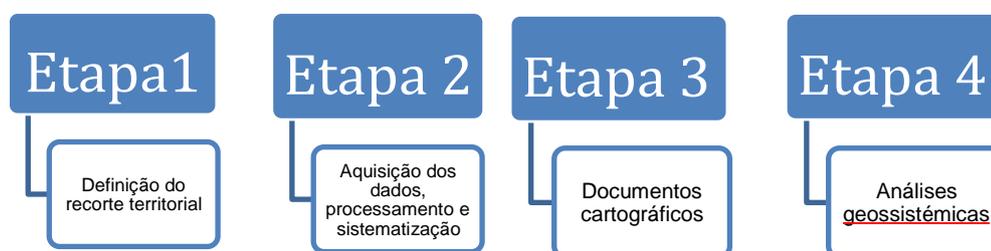
Os métodos utilizados para a realização do estudo foram compartimentados em quatro etapas distintas (figura 2). A etapa inicial pautouse na definição do recorte territorial de estudo, a partir da base cartográfica do IBGE (2021), com escala de 1: 250.000, para delimitar a área municipal o município de Almadina.

Em seguida, primou-se pela aquisição dos dados, processamento e sistematização do SIG a partir de bases cartográficas do IBGE (2021), com escala de 1: 250.000, para realizar os recortes da geologia, geomorfologia e solos, para usos da terra os dados foram do Mapbiomas (2021) com resolução

espacial de 30 metros (pixel) e para extrair a rede hidrográfica utilizou-se a imagem de satélite da Planet (2022) com resolução espacial de 5 metros (pixel), os dados foram reclassificados para a projeção Sistema de Referência Geodésico para América 2000- SIRGAS 2000, UTM (fuso 24Sul).

Na terceira etapa foram produzidos os documentos cartográficos acerca dos elementos geoambientais da área de estudo utilizando o software livre Qgis 3.22.16 '*Białowieża*' e na última etapa foram realizadas as análises e descrição de suas características a partir da Análise Integrada do Ambiente sustentada pelo método geossistêmico.

Figura 2: Fluxograma dos procedimentos metodológicos



Fonte: Dados da pesquisa (2023)

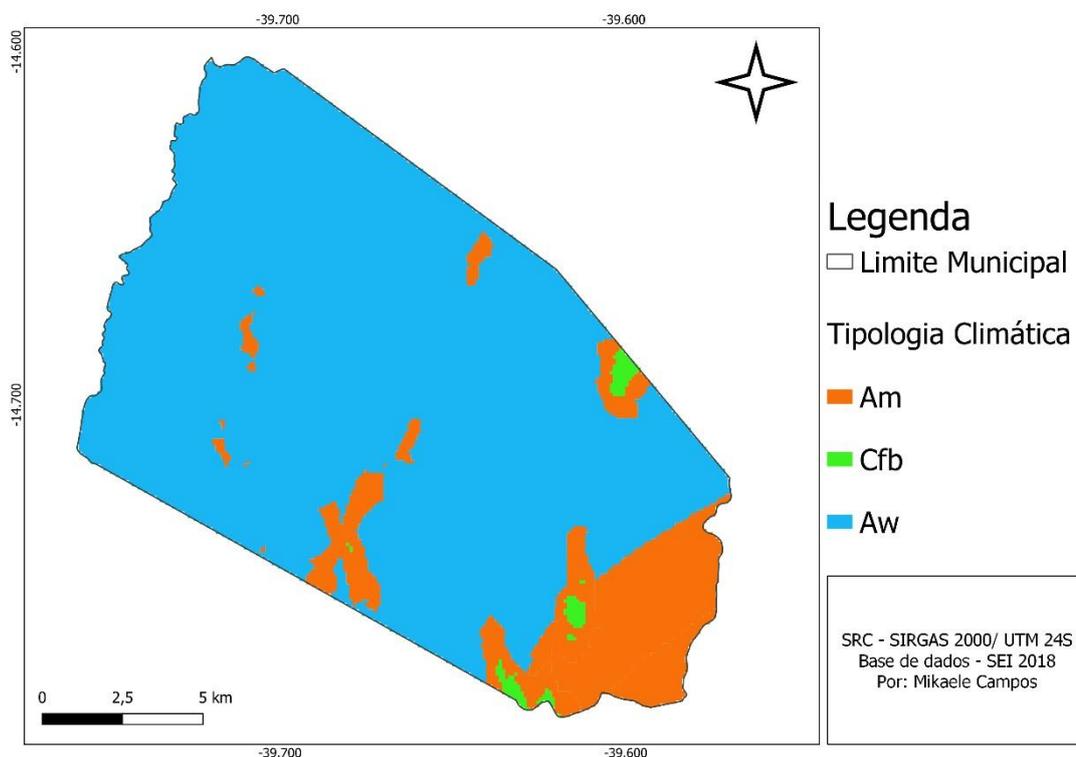
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos climáticos, geológicos e geomorfológicos

Os aspectos climáticos se referem aos diferentes elementos e características do clima investigados pelo objeto de estudo. A partir da coleta desses dados, é possível inferir as condições atmosféricas e meteorológicas que prevalecem no local ao longo do tempo.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima predominante no município de Almadina é o tipo tropical chuvoso de floresta Aw (figura 3) com pequenas influências do clima tropical de altitude Am, a média anual de temperatura de 22,6°C, e 1198 mm de pluviosidade média anual, considerando os meses mais chuvosos, novembro e dezembro (SEI, 2014).

Figura 3: Mapa de clima do município de Almadina-BA



Fonte: A autora (2023)

O grupo climático A corresponde ao clima tropical, megatérmico com temperatura média do mês mais frio entre 18°C e estação de inverno ausente e apresenta forte precipitação anual, o tipo m possui precipitação total anual média de 1500mm e do mês mais seco de 60mm, o tipo w apresenta chuvas de verão e inverno seco (SILVA FILHO *et al.* 2021)

De acordo com Silva Filho *et al.* (2021) as variações nas características climáticas estão relacionadas com a diversificação vegetal, estando presentes a Floresta Ombrófila Densa que possui conservação em menor grau devido ao crescimento de intervenção antrópico que está retirando a vegetação natural e introduzindo áreas com pastagens e produções agrícolas, dessa forma interferindo nos principais elementos climáticos da região.

A compreensão dos aspectos climáticos é fundamental para analisar o clima de Almadina, compreendendo suas variações sazonais a longo prazo e são essenciais para diversos setores, entre eles, a agricultura, o planejamento

urbano, a gestão de recursos hídricos, do solo, de energia, de saúde pública e do turismo.

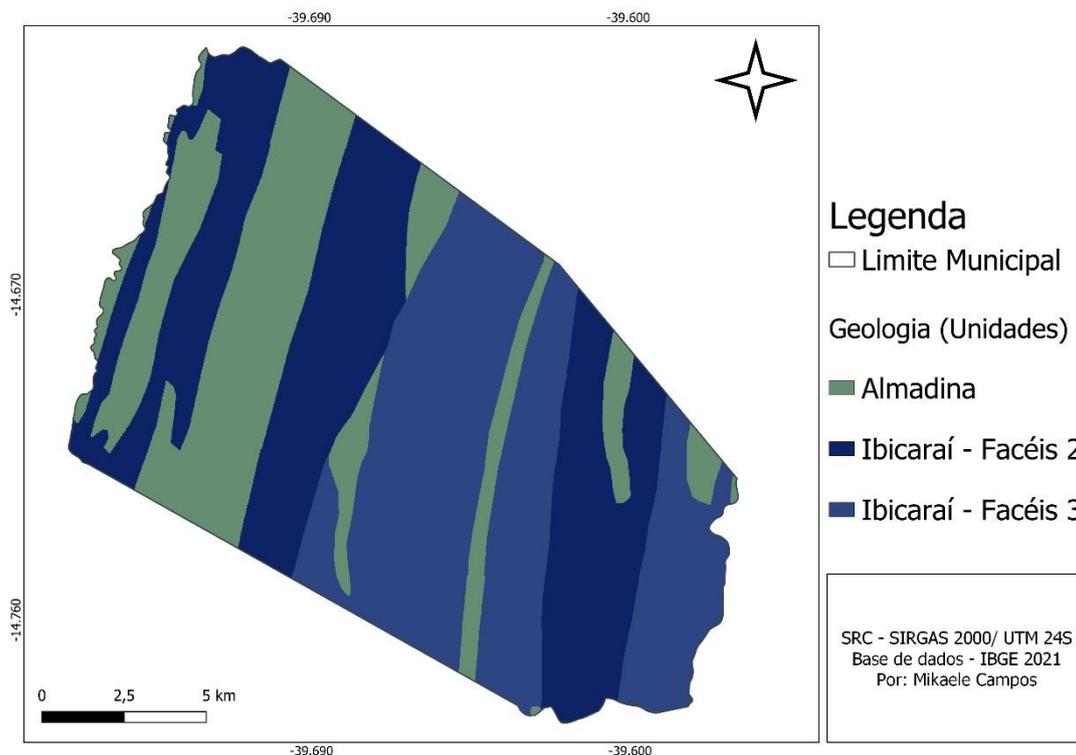
Nesse sentido, as unidades geológicas encontradas no município, são Almadina, Ibicaraí fácies 2 e Ibicaraí fácies 3, compreendem rochas granulíticas intermediárias (hiperstênio – dioritos) e ácidos (enderbitos e charnockitos) de ascendência vulcânica e/ou plutônica (andesitos e ou dioritos) e natureza de calcário-alkalina (SEIXAS, 1993) (Figura 4)

A unidade Complexo Almadina compreende cerca de 27% da área do município, de acordo com Franco (2010), são encontrados granulitos e quartzitos e bandas metabásicas intercaladas. Está inserido no bloco Itabuna e ocorre apenas no município de Almadina na direção oeste.

As fácies Ibicaraí 2 e Ibicaraí 3 resultam da fusão de crosta oceânica toleítica, composta por um enderbito e metrondhjemito granulito com hornblenda e biotita, calcialcalino, essas unidades pertencem ao cinturão Itabuna-Salvador. As fácies Ibicaraí 2 e 3 ocupam cerca de 72% da área do território Almadinense. (FRANCO 2010; IBGE 2021).

O granulito, rocha bastante comum no município, apresenta fator geotécnico moderado, como descrito por Gomes et al. (2017), podendo ser utilizado para projetos de engenharia. Os terrenos granulíticos localizados na porção centro-leste do estado da Bahia representam uma das mais importantes províncias de rochas metamórficas de alto grau aflorantes no mundo e, estão inseridos na denominada região granulítica do sul/sudeste da Bahia (MACEDO, 2006).

Figura 4: Mapa das Unidade de Geologia do município de Almadina-BA



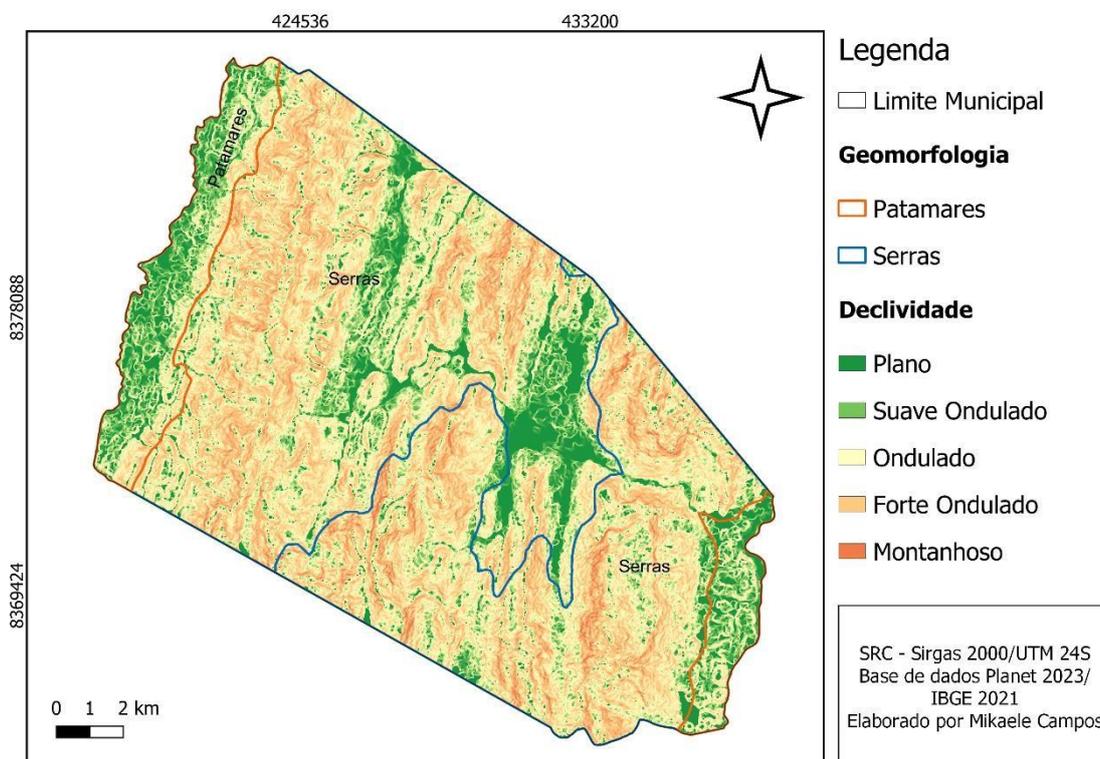
Fonte: A autora (2023)

Conforme Albuquerque e Souza (2020), a geologia junto as condições climáticas, é estimada como base para os arranjos dos outros componentes geoambientais, como das unidades geomorfológicas, rede de drenagem e dos tipos de solo, assim se faz necessário conhecer as unidades litoestratigráficas da área de estudo para entender o terreno e a paisagem.

O relevo são feições e formas que compõem a superfície terrestre, cujo arranjo espacial se mantém em função do substrato rochoso que as sustentam e dos processos internos e externos que as geraram e modelam (Ross, 2012). O município de Almadina apresenta duas formações geomorfológicas definidas, Patamares e Serra, (figura 5) que compõe a depressão Itabuna-Itapetinga do grande grupo serras do leste baiano (IBGE, 2021).

Essa composição em Almadina, abrange relevos montanhosos entremeados por áreas relativamente planas, comportando grande amplitude altimétrica provocada pela ação das águas fluviais, formando vales e planícies, variando entre 367 a 1.040 metros de altitude, conforme Franco (2010), compreendem aos domínios das serras e maciços pré-litorâneos.

Figura 5 – Mapa das Unidade Geomorfológicas e Declividade do município de Almadina-BA



Fonte: A autora (2023)

Os terrenos rebaixados formam grandes alvéolos cercados pelos relevos mais elevados, tracejando lombadas que delimitam depressões, colinas pequenas e baixas embutidas em formações maiores. Nas áreas mais movimentadas as vertentes geralmente são íngremes, com diferenças mais 200 m entre o topo e a base, e os topos têm aparência aguçada (IBGE, 2021).

A área do município supracitado possui variações marcantes com relação a geomorfologia, Gomes et al. 2017, aponta relevo serrano e zona de topo de morros e fundos de vale, essas variações expressivas, tornam a área com potencial restritivo para, por exemplo implantação de depósito de rejeitos. Albuquerque e Souza (2020), asseguram que o conhecimento geomorfológico é fundamental para o estabelecimento de qualquer atividade antrópica na superfície terrestre.

Aspectos hidrográficos, pedológicos e de usos e cobertura da terra

O território do município está inserido em duas bacias hidrográficas, Gomes et al., (2017) aponta que a maior parte do território pertencente a bacia do rio Almada, a norte e a oeste da bacia do rio de Contas. Segundo o IBGE (2021), a riqueza hidrográfica da região pode ser vista no mapa (figura 6) onde são observados além do rio Almada, o Rio Pontal do Sul, Ribeirão Deus me livre e Ribeirão Salomé.

A rede hidrográfica pertencente ao município de Almadina, tem como rio principal o Almada, com o curso no sentido oeste-leste, suas nascentes encontram-se na Serra do Chuchu, a aproximadamente 600 m de altitude vindo a desaguar ao norte da cidade de Ilhéus, após percorrer cerca de 188 km (FRANCO 2010).

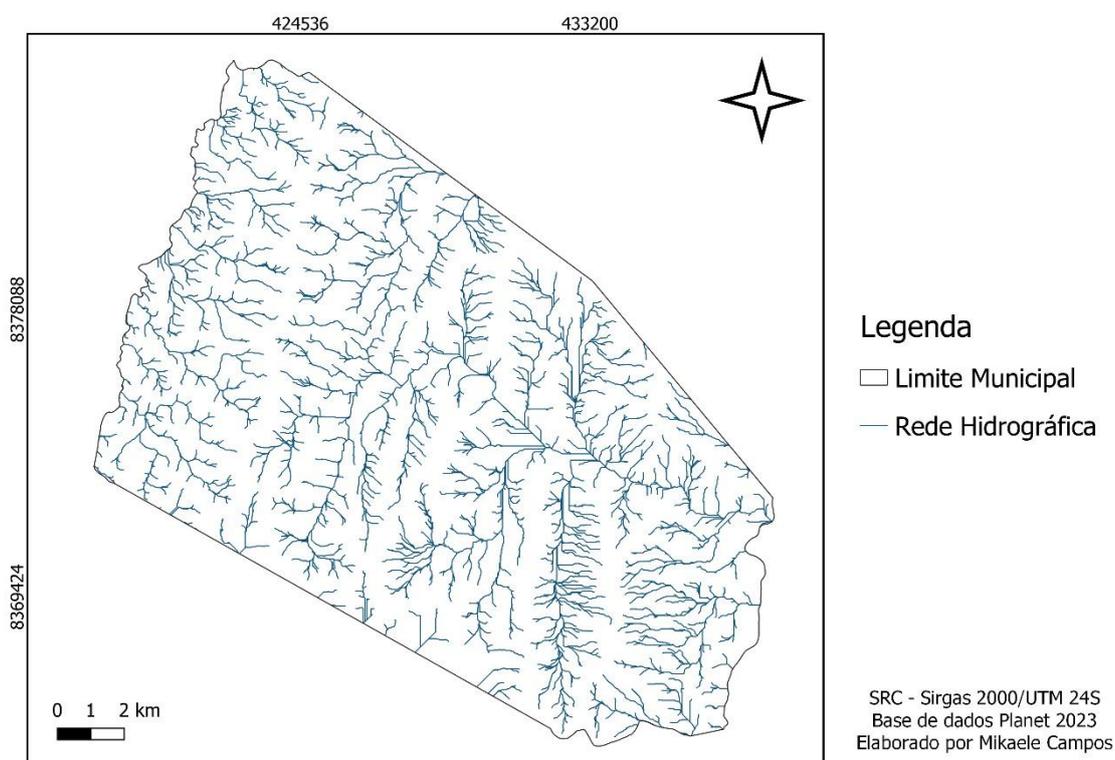
Na área de estudo, encontram-se diversas nascentes que estão espalhadas por toda a extensão do município, de acordo com Zanin et al. (2013) pela favorosidade da precipitação anual do município e zona de aeração do solo, e são denominadas nascentes de encosta, devido a sua ocorrência geral em sopés de morros e regiões acidentadas de forte declive.

Mesmo com a rede hidrográfica intensa, as modificações no terreno, por sua vez, possuem critério favoráveis quanto a possibilidade de ações antrópicas, quando associadas a porções mais elevadas do relevo, em que a distância das nascentes é maior (GOMES et al. 2017).

Em função de sua localização, área de abrangência, propriedades físicobióticas, características socioeconômicas e uso da água para o abastecimento público, a bacia do rio Almada apresenta uma série de conflitos ambientais que são agravados pela expansão das atividades agropecuárias e turísticas, relacionados com as águas superficiais e o Bioma Mata Atlântica (SANTANA, 2011).

Quanto aos usos da água, os mananciais desta bacia, em especial o rio Almada, são utilizados para o abastecimento público de quase todas as cidades e povoados da Região Cacaueira no Sul da Bahia, inclusive do município de Itabuna, que também faz parte da bacia do rio Cachoeira (BAHIA, 2001).

Figura 6: Mapa de Rede hidrográfica do município de Almadina-Ba



Fonte: A autora (2023)

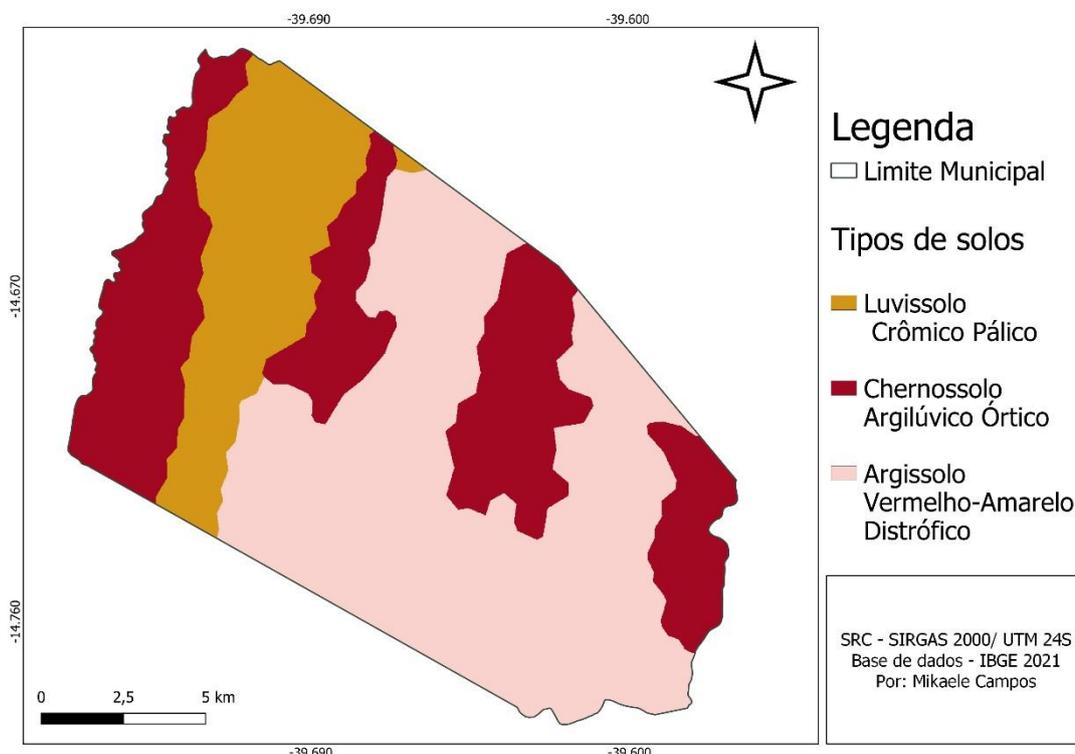
Perante o Plano Regional de Saneamento Básico (PRSB) da Microrregião Litoral Sul e Baixo Sul, quanto a drenagem Municipal Água e Esgoto, Almadina possui apenas um sistema de drenagem pluvial onde também é lançado os esgotos (BAHIA 2021). De acordo com Guedes et al. (2023) afirma que há grande interesse por indicadores que consigam integrar os recursos hídricos com o setor de saneamento, para fornecer subsídio no processo de universalização do saneamento. O IBGE (2010) aponta que cerca de 71% da população do município possui sistema adequado de esgotamento sanitário.

Os tipos de solos identificados no município de Almadina são do tipo Argissolos, Chernossolos e Luvisolos. A classe de solo de maior abrangência é o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVA_d), compreendendo 49,96% da área do município, seguido do Chernossolo Argilúvico Órtico (MT_k) com 32,22% e do Luvisolo Crômico Pálico (TC_k) que ocupa 17,81% do território (figura 7).

A classificação brasileira de solos reconhece diferentes classes de Argissolos, que podem variar em termos de textura, mineralogia, drenagem e outros atributos. O tipo encontrado no município de Almadina, segundo o IBGE (2021) é o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, que, de acordo com Franco (2010), apresenta coloração com tons de vermelho e amarelo, devido a presença de óxidos de ferro e alumínio.

Os Chernossolos são considerados solos férteis e adequados para a agricultura, devido ao seu alto teor de matéria orgânica e boa capacidade de retenção de nutrientes. Eles são frequentemente utilizados para o cultivo e pastagens. No território de Almadina encontram-se ainda os Chernossolos Argilúvico Órtico, são solos pouco profundos com argila de atividade alta e saturação por bases alta, a fertilidade é elevada. Ocorrem em quase todas as regiões do Brasil, em pequenas extensões, geralmente associados às rochas pouco ácidas em climas com estação seca acentuada. (EMBRAPA 2022; IBGE 2021)

Figura 7: Mapa de solos do município de Almadina-BA



Fonte: A autora (2023)

Os Luvisolos são conhecidos, por sua boa capacidade de retenção de água e nutrientes devido à alta porcentagem de argila no horizonte encontrados em regiões com clima úmido e temperado, onde ocorrem chuvas frequentes e a lixiviação é um processo significativo. Eles são comumente encontrados em áreas de encostas e relevos ondulados. No município de Almadina o tipo encontrado é o Luvisolo Cômico Pálico, possui limitações de uso devido à quantidade de pedras no horizonte superficial que pode dificultar o uso de mecanização e a suscetibilidade à compactação, possui grau de fragilidade ambiental alto, em virtude do processo de ocupação por pastagens e maiores declividades (FRANCO 2012; EMBRAPA 2022).

Para Fernandes (2019), o solo que recebe rejeitos precisa possuir impermeabilidade natural para reduzir as possibilidades de contaminação. A NBR 13.896/97 destaca que o solo tem que possuir uma baixa velocidade de infiltração.

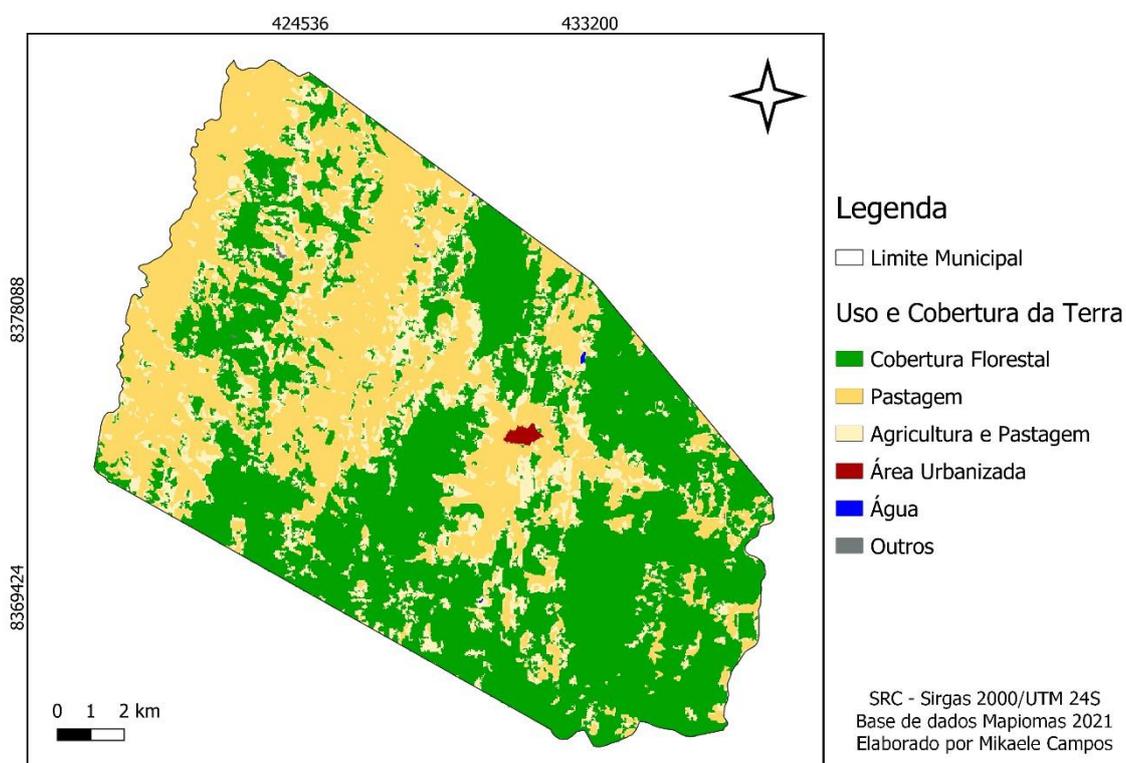
As classes de solos encontradas na área de estudo, que possuem adequabilidade para projetos de intervenção antrópica moderada, quanto a textura predominantemente argiloarenosa, são o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico que pode apresentar restrição em alguns casos de susceptibilidade à erosão e o Chernossolo Argilúvico Órtico que não apresenta restrições enquanto uso e manejo, esses tipos de solos juntos correspondem a aproximadamente 68% do território do município (GOMES ET AL., 2017; EMBRAPA 2022).

Albuquerque e Sousa (2020) expõe que as áreas de relevo suave, com circulação e maior potencial de infiltração de água, comumente são encontrados solos mais desenvolvidos, enquanto que nos ambientes mais movimentados e de escoamento superficiais mais efetivos, são encontrados solos pouco desenvolvidos. Nesse estudo o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e o Luvisolo Crômico Pálico, respectivamente.

O município possui uma considerável cobertura vegetal, situado no bioma Mata Atlântica, com características de vegetação secundária, e representa 51%, da área. Para Gomes et al. (2017), a área de cobertura vegetal representa adequabilidade para obras de engenharia severa e restritiva. E associam-se, nessa ordem, a porções da bacia cobertas por cultivo do cacau “cabruca” e por remanescentes e aos topos de morros e serras.

As pastagens, voltadas para criação de bovinos estão presentes no município, principalmente no lado oeste, representando 33,77% do território (figura 8). O crescimento da atividade pecuarista no município, vem ocorrendo após o declínio da lavoura do cacau em toda região Sul da Bahia. A pecuária extensiva requer pouca infraestrutura e os rendimentos são significativos, diferente da lavoura cacaueira que demanda alto custo de produção e os proveitos são variáveis (AGUIAR, 2019). A quantificação das classes de uso e cobertura da terra por área/há e porcentagem, estão descritos na tabela 1.

Figura 8– Mapa de uso e cobertura do município de Almadina-BA



Fonte: A autora (2023)

No entanto, existem impactos ocasionados pela pecuária, estão relacionados à erosão e compactação dos solos, emissão de gases de efeito estufa (GEE), além do uso intenso de terra e dos recursos hídricos, o que gerou um passivo ambiental, pois se desenvolveu sem considerar os impactos ao meio ambiente (OLIVEIRA et al. 2020.)

A biodiversidade é essencial à vida humana no planeta. A destruição de florestas tropicais é uma das principais causas da perda de biodiversidade no

mundo. No Brasil, o grau de conversão de ecossistemas florestais para outros usos é preocupante. O ecossistema Mata Atlântica, um dos mais ricos e ameaçados do planeta, por exemplo, encontra-se restrito a uma pequena porção de sua extensão original (8%). Apesar disso, estima-se que seus remanescentes abriguem de 1% a 8% da biodiversidade mundial (SILVA E CASTELETI, 2003).

O sistema agrícola “cacau-cabruca” é um aliado para a preservação da vegetação florestal, as plantações de cacau (*Theobroma cacao*) no sistema agroflorestal (SAF), é cultivado sob a sombra de espécies nativas da floresta, as árvores nativas da Mata Atlântica são mantidas para fornecer a sombra necessária ao bom desenvolvimento dos cacauais, assim promovendo o aumento ds áreas preservadas (CASSANO *et al.* 2009).

Tabela 1. Quantificação das áreas de uso e cobertura da terra

CLASSE	Área / há	%
Cobertura Florestal	12.503,685	51,29
Pastagem	8.232,588	33,77
de Mosaico e Agricultura Pastagem	3.578,750	14,68
Área Urbanizada	46,319	0,19
Rios	4,876	0,02
Outros	12,189	0,05
Total	24.378,407	100%

Fonte: A autora 2022

Nos últimos anos, com a queda drástica de produção de cacau associada principalmente à infestação das plantações pela doença vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), as cabruças vêm sendo submetidas a um processo gradual de simplificação. A perda de diversidade em espécies arbóreas nas

cabruças é atribuída ao manejo adotado pelos agricultores (ROLIM E CHIARELLO, 2004). Nesse processo, os agricultores tendem a substituir árvores de sombra nativas por um número reduzido de espécies exóticas de elevado valor econômico (CASSANO *et al.*, 2009). Outra ameaça às áreas de cabruças é representada pela sua substituição por cultivos mais rentáveis, porém menos sustentáveis do ponto de vista socioambiental (AGUIAR *et al.* 2003).

É possível observar que as áreas que contêm mosaico de agricultura e pastagem, podem ser vistas de forma regular no entorno do núcleo urbano, juntas constituem cerca de 15%, em média, do uso do solo do município.

O uso das terras é mais intenso ao longo da unidade geomorfológica das serras, que é a superfície mais extensa do relevo almadinense, sendo essa geomorfologia que apresenta condições propícias de solos e declividade, dentro das limitações físico-naturais do município, para o desenvolvimento das atividades humanas, também pode-se observar junto a essa expansão o avanço do desmatamento.

As formas de uso e cobertura da terra, tem provocado modificações socioeconômicas, a abordagem associada dos estudos integrados da paisagem, buscam a compreensão e a explicação indissociável da relação sociedade natureza sobre a óptica sistêmica contribuindo para o planejamento ambiental que possibilita avaliar as potencialidades de forma integrada, compatibilizando características naturais com suas restrições para a definição de diretrizes e ações que visem evitar conflitos de uso e a sustentabilidade do município (FRANCO 2012; TEIXEIRA *et al.* 2021).

CONCLUSÃO

Através da análise das características geoambientais do município de Almadina-Bahia, constatou-se que os sistemas ambientais estão em constantes interações entre si. A consolidação de dados físico-ambientais existentes foi útil no processo de arranjo, em ambiente de sistemas de informação geográfica, que tornou possível junto a análises destacar as potencialidades, fragilidades, e o uso do espaço pela sociedade recorrente das formas de ocupação.

A análise dos elementos do meio físico da área de estudo permite afirmar que o município possui potencial para as atividades de pecuária e agricultura, além de possuir remanescente de floresta devido ao cultivo do cacau “cabruca”. O diagnóstico da ocupação aponta que os recursos naturais são utilizados para desenvolver as atividades econômicas primárias.

O meio ambiente ganha muito com as tecnologias que estão à disposição para potencializar os estudos, usadas enquanto não somente ferramenta de análise, mas, sobretudo proporcionar apontamentos para ações necessárias e os devidos cuidados para a implementação de atividades. Assim, fornece dados e informações essenciais para embasar as decisões e o planejamento ambiental, continuarão a proporcionar de forma cada vez mais segura, que sejam adotadas medidas mais eficazes na conservação, no uso sustentável e na gestão dos recursos naturais.

Nesse sentido, é possível contribuir com o plano ambiental municipal para identificar áreas de maior relevância para a conservação, no ordenamento territorial, definição das áreas mais adequadas para o desenvolvimento urbano e rural, recuperação de áreas degradadas e promoção da educação ambiental.

Por fim, o uso das técnicas de geoprocessamento com interação do *software* foi possível representar e verificar a espacialização dos elementos de forma mais ilustrativa, essenciais para a análise sistêmica, subsidiando reflexões mais profundas ao conhecimento da área e, conseqüentemente, podendo gerar diretrizes que possam auxiliar na tomada de decisões sobre o uso dos recursos naturais e desenvolvimento de ações sustentáveis.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

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

AGUIAR, A.P.; CHIARELLO, A.G.; MENDES, S.L.; MATOS, E.N. The Central and Serra do Mar Corridors in the Brazilian Atlantic Forest. In: GALINDO-LEAL,

C.; CÂMARA, I.G. **The Atlantic Forest of South America**: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: Conservation International, p. 118-132, 2003.

AGUIAR, P. C. B. de; PIRES, M. de M. A região cacauera do sul do estado da Bahia (Brasil): crise e transformação. **Cuadernos de Geografía**: Revista Colombiana de Geografía, v. 28, n. 1, p. 192-208, 2019.

ALBUQUERQUE, D., S; SOUSA, M. L. M. Aspectos geoambientais das áreas de nascentes no alto curso da sub-bacia hidrográfica do rio Figueiredo/Ceará. **Revista Verde Grande –Geografia e Interdisciplinaridade**: Universidade Estadual de Montes Claros. V. 2, n 2, 2020

BAHIA. Decreto Estadual N.º 8.650 de 22 de setembro de 2003. Zoneamento da APA da Lagoa Encantada e do Rio Almada - Resolução CEPRAM N.º 2.989 de 19 Julho de 2002.

_____. Plano Regional de Saneamento Básico (PRSB) da Microrregião Litoral Sul e Baixo Sul. 2021. Volume I. Relatório Programas, Projetos e Ações.

_____. Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. Plano municipal de saneamento básico consolidado: Prefeitura de Almadina/BA, 2020. 627p.

_____. GOVERNO DO ESTADO, 2001. Diagnóstico das bacias hidrográficas dos rios Cachoeira e Almada. Salvador: SEINFRA/SRH/UESC, 2001.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

_____.Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: 1981.

ANJOS, A. O. A.; CARVALHO, M.E.S.C.; Zoneamento Geoambiental do município de Barrocas/BA: contribuições para o ordenamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 4, p. 1700-1719, 2020.

BRITO, A. A. DE; MACEDO, M. A.; NUNES FILHO, O. J.; OLIVEIRA, A. L. G. de; PASQUALETTO, A.. Avaliação do Cumprimento dos Critérios Técnicos, Contidos na NBR-10157/87, no Aterro da Cidade de Anápolis/GO com a Utilização de Geotecnologias. **Revista Baru** - Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, Goiânia, v. 2, n. 1, p. 169-186, jul. 2016.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. In: **Caderno de Ciências da Terra**, 13, USP- Instituto de Geografia, São Paulo, v.13, p.1-27, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. 1999. A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blucher.

CASSANO, C.R., SCHROTH, G., FARIA, D., DELABIE, J.H.C.; BEDE, L, Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. **Biodiversity Conservation**. v. 18, p. 577-603, 2009.

CAMPOS, M. N.; Souza, A.; Freitas, R.; Macêdo, D. Análise Multitemporal De Uso E Ocupação Do Solo Nas Imediações Do Vazadouro No Município De Almadina – Ba, Brasil. In: **Anais Do Xx Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**, 2023, Florianópolis. Anais eletrônicos... São José dos Campos, INPE, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/analisemultitemporal-de-uso-e-ocupacao-do-solo-nas-imediacoes-do-vazadouro-nom?lang=pt-br>> Acesso em: 02 de set de 2023.

DE MORAES, M. E. B.; GOMES, R. L.; THÉVENIN, J. M. R.; SILVA, G. S.; VIANA, W. R. C. da C. Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio almada (ba) com base na fragmentação da vegetação. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 159–169, 2012.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2022) EMBRAPA Solos: Solos do Brasil, EMBRAPA, Brasília.

FERNANDES, D. A. **A importância da implantação do aterro sanitário na cidade de Iraí de Minas-MG**. 2019. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

FERNANDES, R., SILVEIRA, B., e OLIVEIRA, M. Planejamento urbano “open source”: Um estudo de caso na identificação de áreas para implantação de aterro sanitário. **HOLOS**, 8, 126-144, 2017.

FERREIRA, V. DE O., CAIXETA, A. C. M., & NISHIYAMA, L. Geotechnical and geoenvironmental characterization of the São Pedro stream basin - Uberlândia/MG: a contribution to urban drainage planning. **Sociedade & Natureza**, v. 31,2019.

FRANCO, G.B. **Diagnóstico da fragilidade ambiental e da qualidade da água da bacia do rio Almada, Bahia**. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010

FRANCO, G. B., SOUZA, C. M. P. DE, BETIM, L. S., MARQUES, E. A. G., GOMES, R. L., & CHAGAS, C. da S. Diagnóstico Ambiental Da Bacia Hidrográfica Do Rio Almada (Ba). **Geografia** (Londrina), v. 20, n.3, 2012

GUEDES, W. P., SUGAHARA, C. R., FERREIRA, D. H. L., & BRANCHI, B. A. Indicadores de saneamento básico: uma aplicação da Análise Fatorial para os municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Interações** (Campo Grande), v.24, n.1, p. 261–280, 2023.

GOMES, R.L.; MORAES, M.E.B.; MOREAU, A.M.S.; MOREAU, M.S.; FRANCO, I.; MARQUES, E.A.G, 2012. Aspectos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Almada- BA. **Boletim de Geografia**, v. 30, n. 2, p. 45-57.

GOMES, R.L.; MARQUES, E.A.G.; FRANCO, G.B. The waste disposal suitability of Almada River Watershed. **Eng Sanit Ambient**. v.22, n.4, jul/ago, p. 731-747, 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Informações Ambientais. 2020 Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>>. Acesso em 15 fev 2022

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Informações Ambientais. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>>. Acesso em 15 fev 2022

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021. Banco de Informações Ambientais. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/solos>>. Acesso em: 15 de fev de 2022.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Censo Demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/censo2010/apps/sinopse/index.php?uf=29&dados=29>. Acesso em: 15 de fev de 2022.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Censo Demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/almadina.html>. Acesso em: 20 de mai de 2023.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Pedologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências. IBGE, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?id=295017&view=detalhes>. Acesso em: 03 de mar de 2022.

MACEDO, E.P. **Petrografia, Litogeoquímica, Metamorfismo e Evolução Geotectônica dos Granulitos das Regiões de Amargosa, Brejões, Santa Inês, Jaguaquara e Itamari, Bahia, Brasil**. Salvador. 305p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 2006.

MEDEIROS, J. L. DA S., DE PAIVA, W., SILVA, T. J. R. D. DE, NASCIMENTO, M. B. do ., CEZÁRIO, J. A., CARREIRO, D. DE A. ., & DOS SANTOS, L. L. Identificação de áreas favoráveis a implantação de aterros sanitários entre municípios do sertão no estado da Paraíba, Brasil. **Revista AIDIS De Ingeniería Y Ciencias Ambientales. Investigación, Desarrollo Y práctica**, v. 15, n. 3, p. 1240–1266, 2022.

MEDEIROS, J. F. DE . & CESTARO, L. A. Using statistical techniques to conduct the geo-environmental compartmentalization of Serra de Martins-RN, Brazil. **Sociedade & Natureza**, v, 32, p. 384–395, 2020.

OLIVEIRA, D. B. A; BARROS, J.S.; MAIA, M. R.; OLIVEIRA, E.; MAIA-LIMA, E. Geoprocessamento aplicado a análise geoambiental no Município de Vitória da Conquista-Bahia. **Revista Geográfica de América Central**, n. 60 ,enero-junio, p. 329-348, 2018.

OLIVEIRA, E. R. DE ., SILVA, J. R., BAUMANN, L. R. F., MIZIARA, F., FERREIRA, L. G., & MERELLES, L. R. DE O.. Technology and degradation of pastures in livestock in the brazilian Cerrado. **Sociedade & Natureza**, v.32, p.585–596, 2020.

PEREIRA, P.B.; NUNES, H.K. DE B.; SOUSA, A. DA S. Caracterização Geoambiental do município de Caxias, Maranhão/Brasil. **Revista Geografia em Atos**. v.6, p. 1-19, 2022.

PIRES, J. S.; SANTOS, J. E. DOS; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Eds.) **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, p. 17- 35, 2002.

ROLIM, S.G. & CHIARELLO, A.G. Slow death of Atlantic forest trees in cocoa agroforestry in southeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**. V.13, p. 2679-2694, 2004.

ROSS, J. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2012.

SALES, P.; L.; C.; NASCIMENTO, P.; S.; R. DE, Uso de geotecnologias para a caracterização ambiental do povoado pontal no município de Indiaroba/se In: Fontgalland, I.; L. **Geoprocessamento e geoeconomia: análises multidisciplinares**. Campina Grande: Amplla. p. 132-140, 2022.

SANTANA, L. M. **Análise física e química da água e estrutura da comunidade fitoplanctônica** (sul da Bahia). 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2011.

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Mapas digitalizados do Estado da Bahia. Salvador: SEI, 2014. Disponível em <https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf> Acesso em: 10 jan. 2022.

SILVA FILHO, A. L. DA., SANTOS JUNIOR, W. M. DOS., COSTA, V. C. DA., MARQUES FILHO, J. da P. Köppen climate classification applied in protected areas: the case of mendanha state park (pem) and gericinó-mendanha environmental protection area (apagm) **Humboldt** - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, 2021.

SILVA, J. A. **Sistemas geoambientais prioritários para proteção, planejamento e gestão na planície costeira de Icapuí-CE**. 2021. 174 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2021

SILVA, J.M.C.; CASTELETTI, C.H.M, Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: Conservation International. p. 43-59, 2003.

SOARES, T.; A.; SOUZA, S.; G.; RIBEIRO, S.; C. **Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE**. Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, v. 21, n. 2p. 925-935, 2019 .

SOUZA FILHO CR & CROSTA AP. Geotecnologias aplicadas à Geologia. **Rev. Bras. Geoc.**, v. 33, p. 1–4. 2003.

SOUZA, J. M. F.. Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Lamarão, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 950–964, abr. 2019.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, José Borzachiello da; CAVALCANTE, Tércia Correia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia (Orgs.). **Ceará: Um novo Olhar Geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

TEIXEIRA, W., CARNEIRO, M. A., NOCE, C. M., MACHADO, N., SATO, K., TAYLOR, P. N. Pb, Sr and Nd isotopic constraints on the Archean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil. **Precambrian Research**, v. 78, n. 1-3, p.151-164, 1996

ZAIDAN, R. T.; DA SILVA, X.; J., **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 366p, 2019.

ZANIN, P. R., BONUMÁ, N. B., & CHAFFE, P. L. B. Características hidrogeológicas de nascentes situadas em diferentes modelados de relevo. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. ABRH, 2013.

CAPITULO II

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA INSTALAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ALMADINA-BAHIA

Resumo

O estudo para identificação de áreas para a implantação de aterros sanitários compõe importante instrumento de planejamento ambiental, assim é necessário seguir critérios técnicos e restrições normativas. Uma alternativa viável é o uso das tecnologias livres e dados gratuitos. Com o intuito de contribuir para o gerenciamento de resíduos sólidos, esse estudo tem como objetivo realizar a identificação de áreas adequadas para implantação de aterro sanitário no município de Almadina na Bahia. Utilizando o geoprocessamento, através do Sistema de Informações Geográficas (SIG), análise multicritérios e lógica fuzzy. Foram organizadas sete bases georreferenciadas das características da área de estudo, sendo, a distância mínima dos recursos hídricos, das estradas, dos núcleos urbanos, informações da declividade, geologia, solos e uso e cobertura da terra. Aplicou-se os pesos para as classes de cada uma das bases, em seguida, definiu-se qual o percentual de importância das variáveis. Assim, foram gerados mapas temáticos identificando a adequabilidade de cada classe, que contribuíram para elaboração do mapa final de adequabilidade, classificadas em cinco classes. Pode-se concluir que, a ferramenta de geoprocessamento contribui para a redução da subjetividade no processo de decisão em empreendimentos impactantes.

Palavras chave: Resíduos sólidos; Geoprocessamento; Análise multicritério

Abstract

The study to identify areas for the implementation of sanitary landfills is an important tool for environmental planning, so it is necessary to follow technical criteria and regulatory restrictions. A viable alternative is the use of free technologies and free data. In order to contribute to the management of solid waste, this study aims to identify suitable areas for the implementation of a landfill in the municipality of Almadina in Bahia. Using geoprocessing, through the Geographic Information System (GIS), multicriteria analysis and fuzzy logic. Seven georeferenced bases of the characteristics of the study area were organized, namely, the minimum distance from water resources, roads, urban centers, information on slope, geology, soils and land use and cover. Weights were applied to the classes of each of the bases, then the percentage of importance of the variables was defined. Thus, thematic maps were generated identifying the suitability of each class, which contributed to the elaboration of the final map of suitability, classified into five classes. It can be concluded that the geoprocessing tool contributes to the reduction of subjectivity in the decisionmaking process in impactful projects.

Keywords: Solid waste; Geoprocessing; Multicriteria analysis

INTRODUÇÃO

O aumento da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) e a busca por áreas para a destinação apropriada, são alguns dos desafios vinculados às questões ambientais enfrentadas pela sociedade (COSTA et al. 2019; SILVEIRA 2022). A disposição final ambientalmente adequada dos RSU, foi apontada pela Lei 12.305/10 denominada Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de função do poder municipal (BRASIL, 2010), e que pode ser compartilhada, por meio de consórcios intermunicipais para a destinação de aterros regionais (POAGUE et al., 2018).

De acordo com dispositivos legais, o Brasil está bem amparado enquanto orientações sobre a destinação final dos resíduos sólidos, porém, a violação dessas leis é comum apesar dos inegáveis e importantes avanços que representaram a PNRS, cumprimento efetivo da lei ainda é um grande desafio em razão de múltiplos fatores (Souza, 2022).

As coletas dos RSUs do município de Almadina são direcionadas ao vazadouro municipal, situado a menos de 1km da área urbana. O depósito de RSU do município não cumpre normas técnicas, não há recuperação de recicláveis, coleta seletiva e tampouco há cuidado com o chorume que infiltra no solo. Portanto, há grande potencial de danos ambientais, principalmente pela contaminação dos recursos hídricos do município e das regiões adjacentes.

A disposição incorreta dos RSUs resulta em impactos negativos sobre o ambiente físico, impacta na qualidade de vida, saúde humana e economia, provocam o desequilíbrio do sistema ecológico, podendo oferecer riscos através da poluição hídrica, do solo, do ar, visual, além de ser foco de vetores e endemia (LEITE et al. 2018; MENDES et al. 2020; SOUZA et al. 2021).

Os estudos de Campos et al. (2023) indicaram que a inadequada descarga de resíduos sólidos no vazadouro e a proximidade com a área urbana provocam sérios problemas socioambientais que afetam a comunidade, colocando-a em situação de risco, tais como, poluição, desmatamento e patologias relacionadas ao contato com o vazadouro e pelo consumo de água imprópria para o consumo humano, Van Elk et al. (2022) afirmam que o lixiviado bruto vem carregado de substâncias tóxicas e recalcitrantes, metais pesados, nitrogênio amoniacal, transformando os corpos hídricos em ambientes eutróficos.

Em 2020, foi publicada a Lei Federal 14.026, que atualizou o marco legal do saneamento básico e altera outras leis obsoletas e complementares. Houve uma alteração relacionada ao prazo, fixando o tempo limite para extinção de vazadouros no Brasil até agosto de 2024, de maneira escalonada (BRASIL, 2020).

O controle ambiental relacionado a forma de disposição de RSU é discriminado no Brasil, sendo proibida a existência de lixões a céu aberto, e a melhor alternativa para disposição dos resíduos passou a ser o aterro sanitário, constitui-se em instrumento essencial na busca de soluções para um dos mais graves problemas ambientais do Brasil, pela especificação em locais apropriados e também pela implementação de sistemas de impermeabilização do solo, drenagem, cobertura diária e tratamento dos efluentes líquidos e gasosos. Ainda com contribuições positivas de ordem física, econômica, social, legislativa e como medida de proteção ambiental (NAZARI et al. 2019; IGLESIAS, 2021; BOIN et al. 2022).

A NBR 8419 (ABNT-1992), define Aterros Sanitários de RSU como uma técnica de disposição no solo, sem causar danos à saúde pública e à segurança, reduzindo os impactos ambientais. Conforme Schmidt (2017), projetos de aterros sanitários, devem seguir a NBR 13.896/1997 para aterros de resíduos não perigosos e a NBR 8.419/1992, que institui as condições mínimas exigíveis. Entretanto, práticas de destinação inadequada ainda são numerosas e estão presentes em todas as regiões do país, com lixões a céu aberto em pleno funcionamento somam no Brasil 2.774 municípios que possuem disposição inadequada de RSU, no Nordeste esse número é de 515 (LOPES E SILVA, 2020; IGLESIAS, 2021; ABRELPE 2022).

O estudo para identificação de áreas aptas para a implantação de aterros sanitários compõe importante instrumento de planejamento ambiental, e possui alto nível de complexidade, devido a série de critérios técnicos, ambientais e operacionais. Áreas adequadas para implantação desse tipo de projeto estão escassas, decorrentes, da expansão urbana desordenada (MEDEIRO et al. 2022). Diante disso, uma alternativa viável é o uso das tecnologias livres e dados gratuitos (SILVEIRA, 2022) técnicas de dimensionamento da produção de RSU e geoprocessamento mostraram-se eficazes para a identificação de áreas ideais para implantação de aterros sanitários (CARDOSO et al. 2021).

Estudos realizados por Weber e Hasenack (2000); Calijuri *et al.* (2002); Born (2013); Gomes *et al.* (2017); Schmidt (2017); Costa *et al.* (2019) utilizaram técnicas de geoprocessamento como proposta metodológica para identificação de áreas adequadas para a instalação de um aterro sanitário afirmando que podem auxiliar na realização de avaliações territoriais complexas.

Essa temática tem ganhado destaque em estudos de cartografia geotécnica e geoambientais, por demandar conhecimento da distribuição espacial de dados e atributos do meio físico, além de ser relevante nos aspectos socioeconômicos e operacionais. Assim, Montañó *et al.* (2012) propôs a integração dos critérios técnicos, ambientais e sociais em estudos de alternativas de localização de aterros sanitários.

O uso dos métodos integrados com o intuito de localizar áreas para destinação adequada de resíduos, tem sido bastante utilizada em todo o Brasil, Felicori *et al.* 2016 empregou a técnica em Minas Gerais, Figueiredo Neto *et al.* 2018 no Piauí, Silva *et al.* 2019 no Pará, Boin *et al.* 2022 em São Paulo, Souza 2022 *et al.* na Bahia. A partir da combinação das variáveis ambientais, sociais e econômicas foi obtido o produto cartográfico final, que designa as melhores áreas de construção desses locais de disposição de resíduos,

O uso das geotecnologias por intermédio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), realiza a integração e análise de dados espaciais, por meio de modelos matemáticos, dentre os métodos mais utilizados em análises multicritério estão as abordagens booleana e fuzzy (LOPES E SILVA, 2020), auxiliando a tomada de decisão de forma confiável e ágil, assim, apresentam grande potencial para este tipo de análise (CALIJURI, 2002; SCHMIDT, 2017; ROCHA *et al.* 2019; SOUZA, 2022).

Estudos dessa natureza podem ser replicáveis pelo baixo custo e potencialidade, fornecem suporte para discriminar áreas potenciais para instalação de aterros, de maneira rápida e eficiente. Assim, a utilização das geotecnologias possui grande importância para gestões públicas, principalmente para municípios pequenos (LOPES E SILVA 2020; SOUZA 2022)

Com o intuito de contribuir para o planejamento e o gerenciamento dos resíduos sólidos municipais, esse estudo tem como objetivo identificar áreas adequadas para implantação de aterro sanitário no município de AlmadinaBahia.

MATERIAL E MÉTODOS

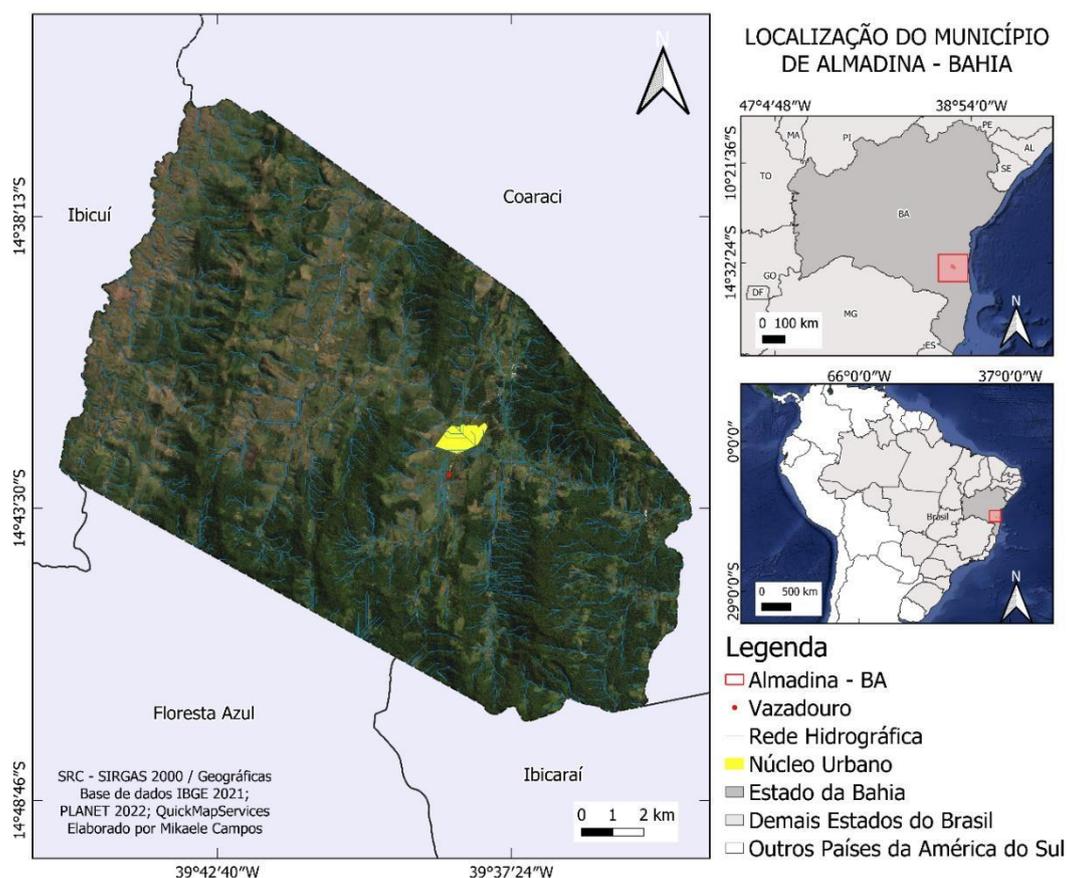
Área de estudo

O município de Almadina está localizado no estado da Bahia (Figura 1), território de identidade Litoral Sul, microrregião de Ilhéus-Itabuna. Está entre as coordenadas 14° 42' 19" S e 39° 38' 14" W, com área total de 245,236 km² e população de 5.219 habitantes, desse total mais de 80% reside na zona urbana, o índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,563 (IBGE, 2010, 2022).

Situado no bioma Mata Atlântica, o município de Almadina possui cobertura vegetal secundária, correspondente a floresta ombrófila densa, a área do está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Almada, como principal rede de drenagem, e em menor extensão integra as Bacias do Rio do Ouro e Bacia do Rio Pontal do Sul (IBGE, 2020; BRASIL 2020). Conforme a classificação climática de Koppen, o clima predominante no município de Almadina é o tipo tropical chuvoso de floresta, a média anual de temperatura de 22,6°C, e 1198 mm de pluviosidade média anual (SEI, 2018).

A geração de resíduos sólidos, numa projeção a partir da demanda de limpeza, segundo dados do (BRASIL, 2020), é que Almadina pode produzir no ano corrente 0,42 kg/hab/dia, numa projeção até 2040, com a crescente de 0,01 kg/hab/dia. A prestação de serviço de limpeza pública no município é realizada pela prefeitura, atualmente a destinação final dos resíduos urbanos é feita de forma irregular no vazadouro municipal, as margens da BA 262, exceto os resíduos especiais a exemplo os da saúde, sendo a coleta realizada por uma empresa especializada, os resíduos sólidos rurais não são coletados, a destinação final é a queima.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Almadina-BA.



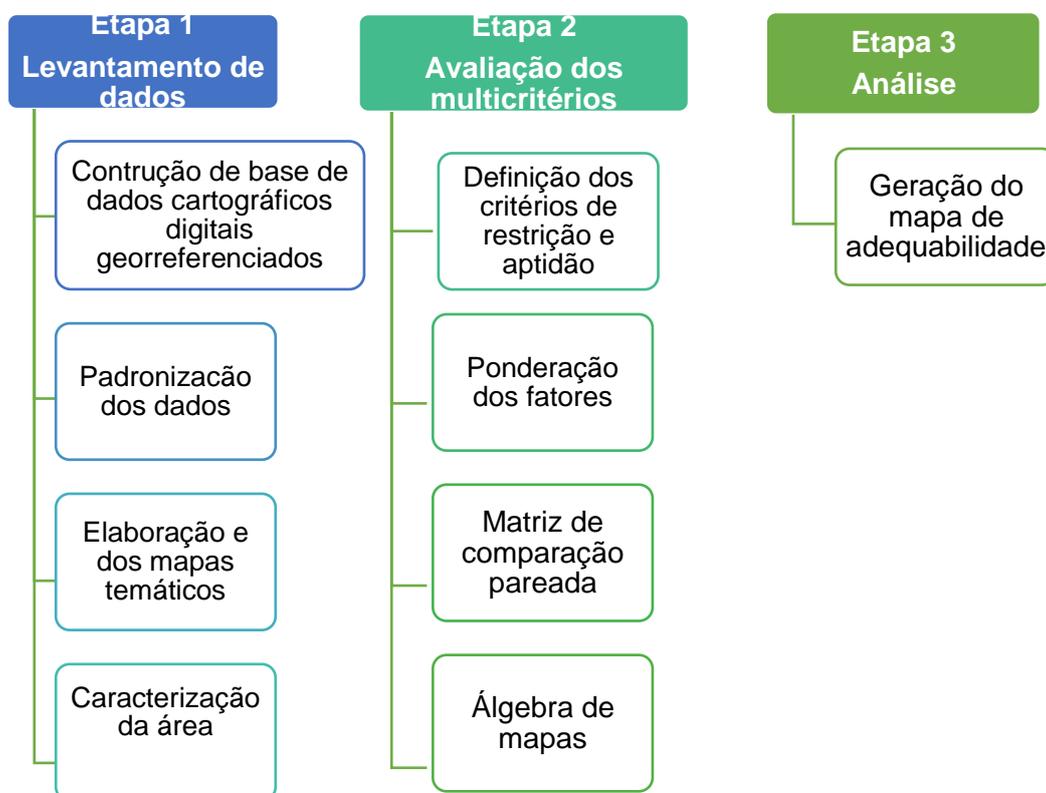
Fonte: Dados da pesquisa, 2022

Procedimentos metodológicos

Para alcançar os objetivos propostos nesse estudo, a pesquisa foi dividida em 3 etapas (figura 2) utilizando o geoprocessamento, através do Sistema de Informações Geográficas (SIG) por meio do software QGIS 3.22 'Białowieża' da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), seguindo critério múltiplo que considera a avaliação das condições ambientais da área, e aspectos legislativos.

Na primeira etapa, realizou-se o levantamento da base cartográfica do município e elaboração do banco de dados, para identificação das áreas aptas para a implantação do aterro sanitário. Os dados foram obtidos em diversas fontes, com projeções e formatos diferentes (quadro 1) sendo necessário realizar a padronização dos dados, os arquivos digitais foram reprojeto para o Sistema de Referência Geodésico para América 2000- SIRGAS 200, UTM (fuso 24Sul).

Figura 2 - Fluxograma das principais etapas metodológicas



Fonte: Adaptado de Schmidt 2017; Medeiro et al., 2022

Para a segunda etapa, avaliação dos multicritérios, buscou informações de cunho legislativo e critérios restritivos para a instalação do aterro sanitário a partir disso foi feita a avaliação dos dados, de acordo com as metodologias Schmidt (2017) de e Medeiro et al. (2022). Conforme os autores supracitados, projetos de aterros sanitários, devem seguir leis ambientais vigentes, a exemplo da NBR 13.896/1997 para aterros de resíduos não perigosos que institui as condições mínimas exigíveis.

A última etapa corresponde a álgebra de mapas, reclassificação dos dados atribuindo valores. Para essa etapa, os arquivos que estavam no formato matricial, como o de geologia e solos e estradas foram transformados em raster para melhor manipulação dos dados em conjunto, os demais já estavam no formato raster. Assim, essa manobra visa simplificar cálculos e uniformizar parâmetros na análise multicritério (LIRA et al. 2022).

Para reclassificação dos dados utilizou-se a Lógica Fuzzy, com base em parâmetros pré-estabelecidos encontrados na legislação e previsto em Schmidt

(2017) e Medeiro et al. (2022). Assim, cada classe de cada uma das informações recebeu uma nota, gerando mapas temáticos reclassificados e que foram utilizados na álgebra de mapas. Para cada classe analisada, atribuiu-se pesos segundo o grau de importância à instalação de um aterro sanitário tabela 1.

Quadro 1: Fonte dos dados

Base Cartográfica	Fonte	Escala/ Resolução Espacial	Ano
Limite Municipal	IBGE	1:250.000	2021
Hidrografia	Planet	5m	2023
Rodovias e Estradas	Planet	5m	2023
Núcleo Urbano	Planet	5m	2023
Declividade	Planet	5m	2023
Geologia	IBGE	1:250.000	2021
Solo	IBGE	1:250.000	2021
Uso e Cobertura da terra	MapBiomas (Coleção 7)	30m	2021

Fonte: A autora 2023

O critério para se estabelecer as notas, se deram a partir da metodologia adaptada de Schmidt (2017), utilizada para preencher a matriz de comparação dos pareada, efetuando o julgamento comparativo sempre entre duas bases, determinando qual tem maior importância, necessária para obter-se como resultado o percentual de importância que cada uma das bases tem em relação ao objetivo do estudo e assim calcular os pesos.

Tabela 1: Matriz de comparação pareada.

	Declividade	Geologia	Solos	Hidrografia	Uso e Cobertura	Rodovias	Núcleos Urb
Declividade	1,00	2,00	2,20	2,40	2,80	3,40	2,80
Geologia	0,50	1,00	2,40	1,90	2,80	3,20	3,20
Solos	0,45	0,42	1,00	2,60	3,20	3,00	3,40
Hidrografia	0,42	0,53	0,38	1,00	3,00	3,00	3,40
Uso e Cobertura	0,36	0,36	0,31	0,33	1,00	1,90	2,80
Rodovias	0,29	0,31	0,33	0,33	0,53	1,00	2,20
Núcleos Urb	0,36	0,31	0,29	0,29	0,36	0,45	1,00

Fonte: Adaptado de Schmidt 2017.

Percebe-se que o critério declividade foi considerado o mais importante, atribuindo-se o peso de 0,229, seguido dos fatores geologia e solos, conferindo valores de 0,207 e 0,194 respectivamente. Por outro lado, constata-se que o fator núcleos urbanos foi julgado como menos importante, com nota de 0,042 (Tabela 2).

Tabela 2: Pesos atribuídos para as classes em análise

Classes	Pesos
Declividade	0,229
Geologia	0,207
Solos	0,194
Hidrografia	0,162
Usos e cobertura da terra	0,097
Rodovias	0,069
Núcleo urbano	0,042

Fonte: A autora (2023).

Assim, por meio da ferramenta calculadora raster do QGIS 3.22, foi realizado uma álgebra de mapas, usando os percentuais de importância definidos na etapa anterior. A equação final é o somatório dos produtos entre os pesos e valores padronizados de cada uma das sete variáveis.

$$\begin{aligned} & (\text{"HIDROG_reclass@1" * 0.162}) + (\text{"N_URB_reclass@1" * 0.042}) + \\ & (\text{"RODOVIAS_reclass@1" * 0.069}) + (\text{"USO_COBERT_reclass@1" * 0.097}) + \\ & (\text{"decliv_reclass_@1" * 0.229}) + (\text{"geologia_reclass@1" * 0.207}) + \\ & (\text{"pedologia_reclass@1" * 0.194}) \end{aligned}$$

O resultado é um mapa da adequabilidade para a implantação do aterro sanitário. Mapa é produto técnico que aliado a tecnologia, apresenta confiabilidade de dados e fidedignidade nas representações, constituindo assim protagonismo incontestável no que tange o planejamento, análise e gestão ambiental, podendo ser associado a uma gama de processo, a exemplo, a identificação de áreas para a construção de um aterro sanitário, .Zuquette e Gandolfi (2004) consideram o termo mapa como documento cartográfico que pode ser utilizado em múltiplas finalidades, com informações variadas que são passíveis de validação para atestar a qualidade e veracidade das informações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapas temáticos

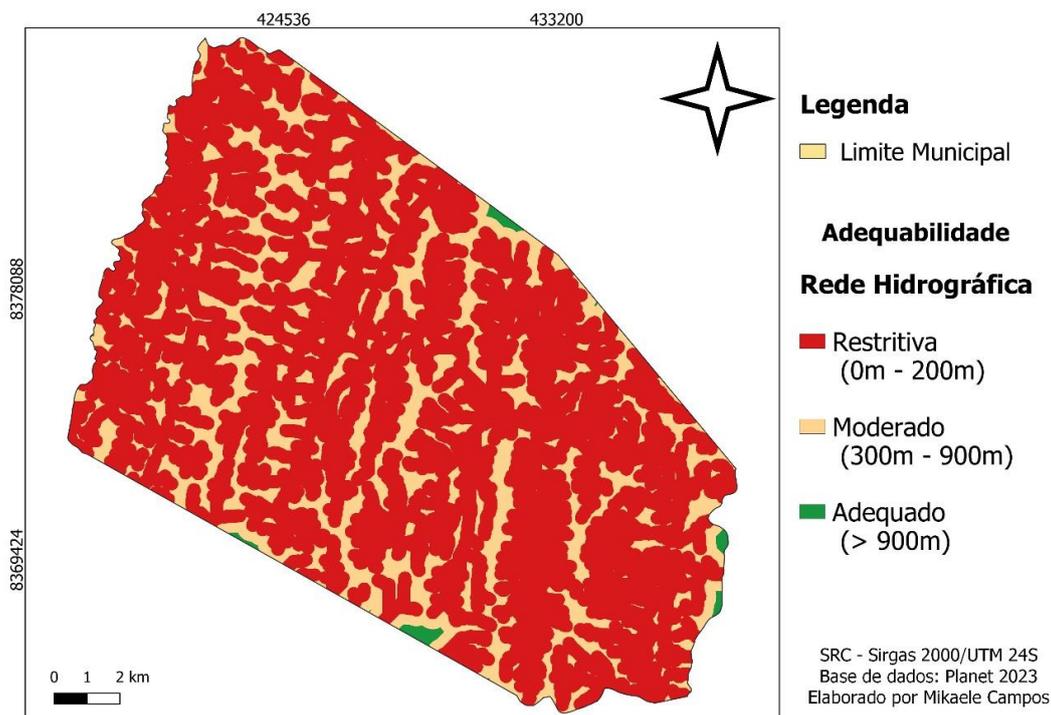
Os mapas temáticos expostos abaixo, são o resultado das informações das bases de dados com aplicação da análise de multicritério de sobreposição ponderada, assim estão identificadas a adequabilidade de cada classe em função dos sete critérios especificados, utilizados para determinar áreas potenciais para instalação de um aterro.

Segundo o (IBGE 2021), a área do município de Almadina está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Almada, onde encontra-se a nascente. Também estão presentes no, além do rio Almada, Rio Pontal do Sul, Ribeirão Deus me livre e Ribeirão Salomé, o município possui uma vasta rede de drenagem repleta de nascente. A adequabilidade máxima foi atribuída à classe > 900m, representado no mapa em verde (figura 3). Esse resultado corrobora com Medeiro et al. (2022), onde aponta que as áreas localizadas em distâncias superiores a 1000 metros possuem aptidão máxima por oferecer menor risco de contaminação aos recursos hídricos.

Valores entre 0 e 200 metros consideram-se restritos aumentando a adequabilidade linearmente, quanto maior a distância dos recursos hídricos,

maior é a aptidão, evidenciado por Calijuri *et al.* (2002); Gregório *et al.* (2013); Silva (2019); e Souza (2022). Posto isso, é imprescindível que haja a impermeabilização do solo e implantação de sistemas de drenagem para todos os líquidos gerados, no local onde será implantado o aterro sanitário, evitando assim possíveis contaminações aos recursos hídricos (Figueiredo Neto 2018).

Figura 3 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função da distância dos recursos hídricos do município de Almadina-Ba



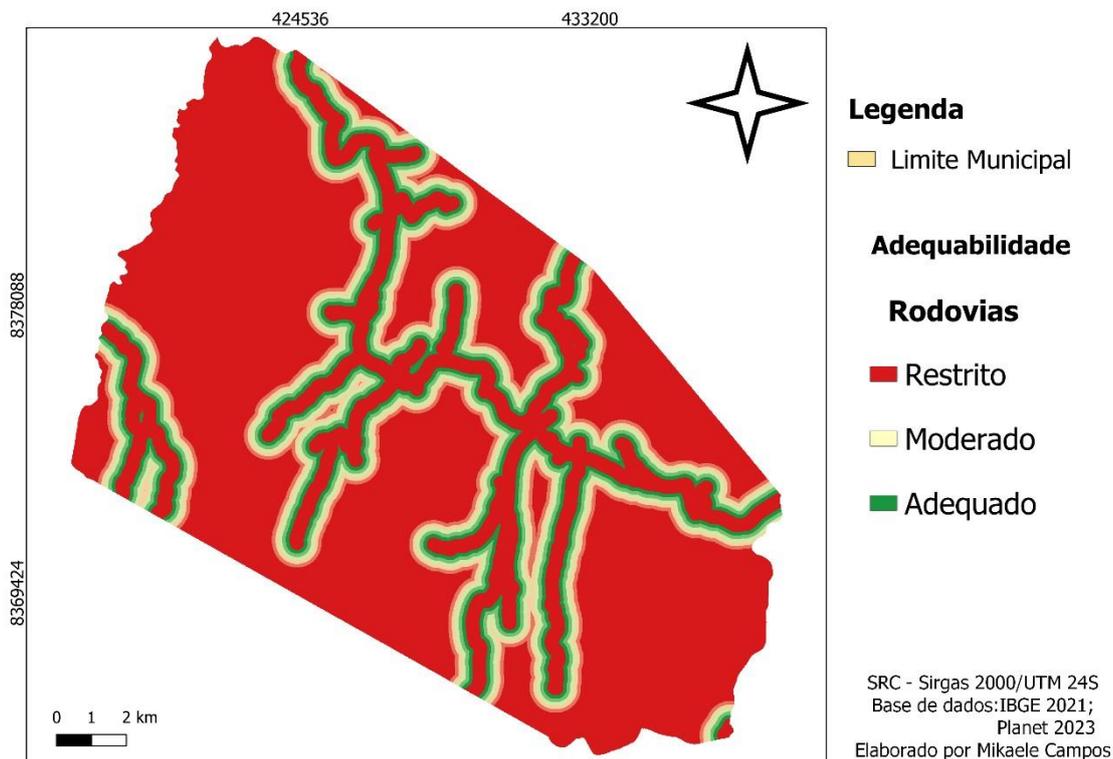
Fonte: A autora (2023)

Para o aspecto distância das rodovias, Schmidt (2017), Calijuri *et al.* (2002) e a NBR 13.896/1997, consideram restrito valores entre 0 a 200 metros e maiores que 700 metros, (figura 4) os aterros sanitários não devem estar muito próximos ou muito distantes de rodovias

A distância adequada das rodovias, segundo Souza *et al.* 2022, podem haver vantagens logísticas na operação e minimizar o custo do transporte, distancias entre 500 metros a 4000 metros, são apropriadas. Evidencia-se em Aramaki *et al.* 2022 que as condições das vias de acesso são fatores importantes em um projeto de aterro, indispensável que haja boa condição de tráfego com vias de acesso pavimentadas e bem sinalizadas que possa garantir uma

operação segura. As rodovias estaduais de acesso ao município de Almadina são as BA 262 e a BA 660, que possui baixa densidade, a primeira está em processo de pavimentação e a segunda é pavimentada, porém apresenta condições precárias em vários trechos (IBGE, 2021).

Figura 4 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função da distância das rodovias do município de Almadina-Ba

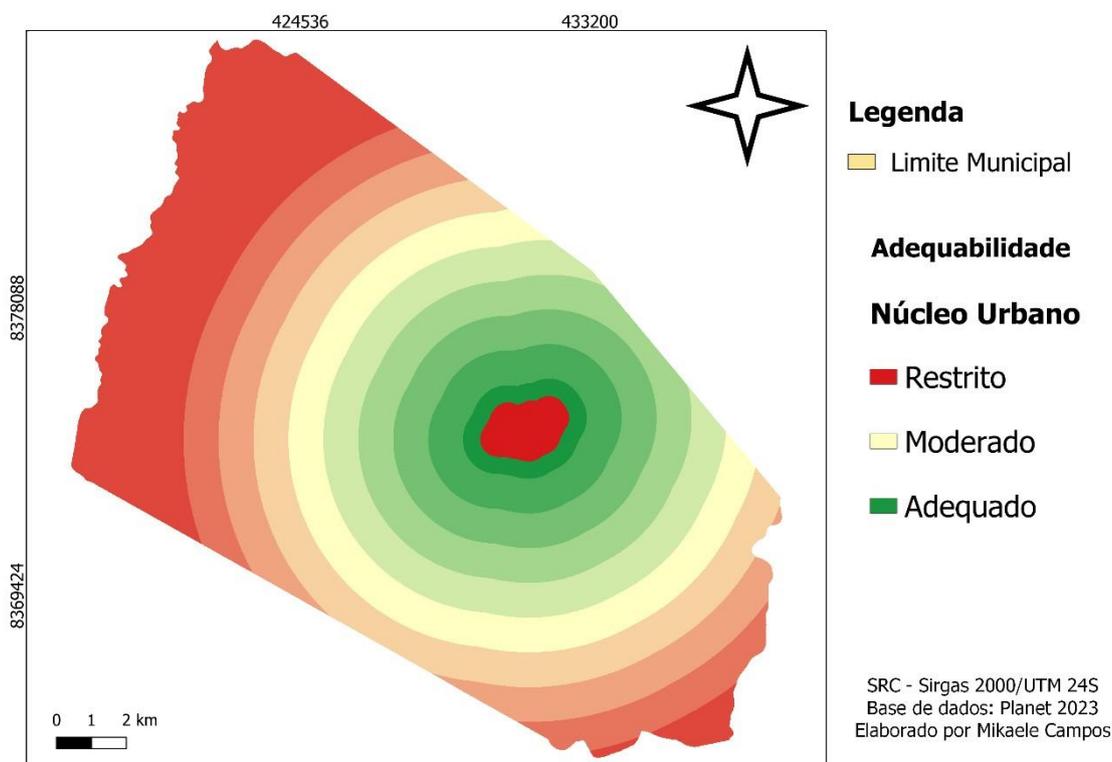


Fonte: A autora (2023)

Para as distâncias de núcleos urbanos, a NBR 13.896/1997, Schmidt (2017) e Dutra *et al.* (2019) apontam que deve ser cumprida uma distância mínima de 500 metros, nesse caso essas áreas receberam o valor de 0, ou seja, restritivo. A partir de 500 metros a aptidão recebeu valor máximo e conforme a figura 4.

A distância apropriada dos núcleos urbanos, de acordo estudos de Medeiro *et al.* (2022), reforça a atenção na questão econômica e de uso do espaço, além disso, pode prevenir impactos ambientais como a alteração da paisagem natural da área e o aumento de odores desagradáveis no entorno destes locais.

Figura 4 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função da distância do núcleo urbano do município de Almadina-Ba



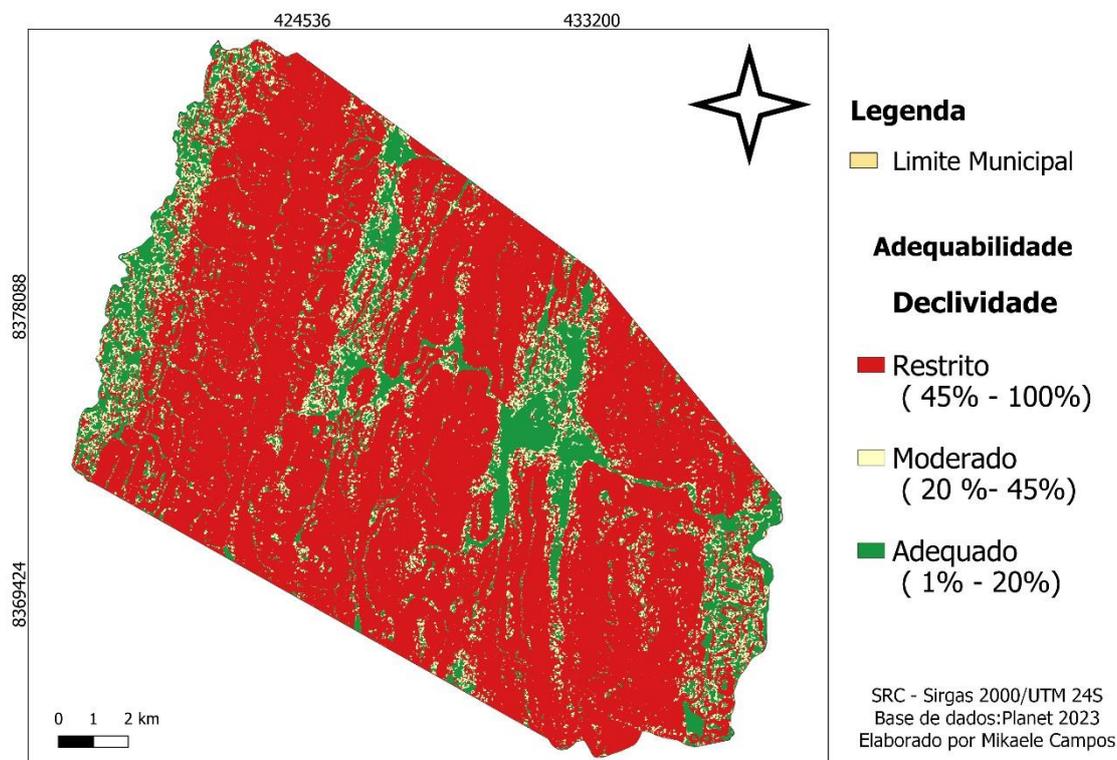
Fonte: A autora (2023)

No quesito declividade, as áreas que apresentam maior adequabilidade possuem características mais planas, e as com menor aptidão tem declive mais acentuados, representadas na figura 5. A declividade é um dos fatores mais relevantes na seleção do local apto para tal empreendimento, Aramaki et al.2022, afirma que existe uma relação entre o relevo e o aumento dos problemas ambientais, sendo assim os locais com declividade superior a 1% e inferior a 30% são os mais recomendados.

Para Silva (2019), as áreas mais declivosas não são indicadas para a construção de aterros sanitários, por requerem altos custos na construção e na manutenção, sendo assim formam inaptas. É possível observar na figura 5 que a maior parte da área do município de Almadina, apresenta relevo com altitudes acima de 45%, com o valor restrito, oposto aos resultados de Felicori (2016); Poague (2017); Souza (2019); Lopes e Silva (2020); Cardoso (2021); Aramaki et

al. (2022), no qual aponta que os municípios estudados possuem relevo com altitudes adequadas.

Figura 5 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função da declividade do município de Almadina-Ba



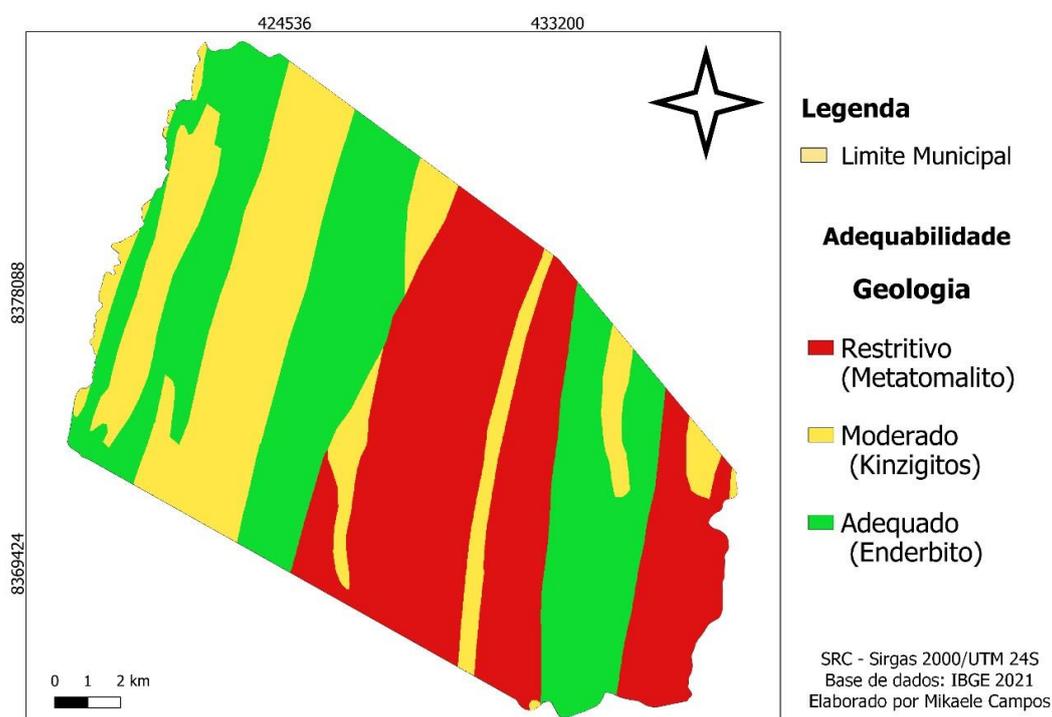
Fonte: A autora (2022)

A aptidão das camadas geológicas, Segundo Neves (2019) são fatores importantes que condicionam fortemente a infiltração da água, reduzindo desta forma a possibilidade dos lixiviados contaminarem o ambiente nas áreas que possam ser implantados aterros sanitários. Os perfis litológicos do substrato rochoso do município de Almadina pertence ao tempo geológico Arqueano Mesoarqueano e a província geológica São Francisco, subprovíncia Jequié-Curaça (IBGE, 2021).

As unidades geológicas presentes no município, são Almadina e Ibicaraí Fácies 2 e 3, compreendem rochas granulíticas intermediárias e ácidos de natureza de calcário-alcalina (Figura 6). A unidade Almadina é composto por granulitos paraderivados contendo principalmente quartzitos, compreende cerca de 27% da área do município. De acordo com Franco (2010), são encontrados

granulitos e quartzitos e bandas metabásicas intercaladas. Está inserido no bloco Itabuna e ocorre apenas no município de Almadina na direção oeste. o Complexo Ibicaraí, pertence ao conjunto de rochas gnáissicas granulitizada, de composição tonalítica. As fácies 2 e 3 desse complexo apresentam os enderbitos e os metatonalitos, respectivamente, ocupam 72 % da área do município (IBGE 2021).

Figura 6 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função da geologia do município de Almadina-Ba



Fonte: A autora (2022)

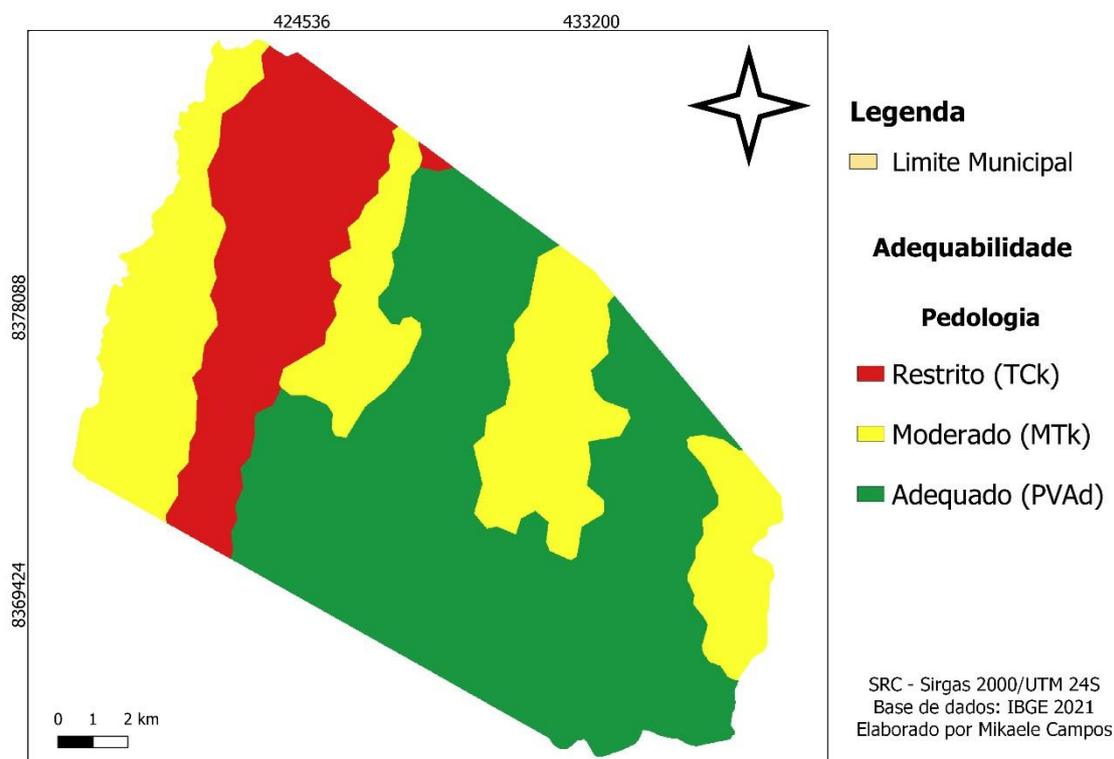
A caracterização geotécnica do granulito, presente nas unidades da área de estudo, conforme Gomes et al. (2017) possui relevância moderado. Assim o valor atribuído a esse fator possui similaridade.

As classes de solos com maior representatividade encontradas na área de estudo, são Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), e os Chernossolo Argilúvico Órtico (MTk), correspondem a aproximadamente 68% da área, para projetos de engenharia como aterros sanitários, segundo Gomes et al., (2017) possui adequabilidade moderada quanto, textura predominantemente argiloarenosa.

Entre os solos existentes no município de Almadina, os argissolos correspondem a classe adequada para a instalação da infraestrutura supracitada, Iglesias 2021, aponta que os argilosos são considerados aliados para a impermeabilização de base, podendo minimizar o impacto ambiental por uma infiltração. Os chernossolos são moderados por serem solos pouco profundos, mas não apresentam restrições quanto ao uso e a classe menos adequada são os Luvissole Crômico pálico (Tck), considerados restritos, devido a limitações de uso, relacionado ao horizonte superficial que pode ser pedregoso (Embrapa 2022) figura 7. Os Argissolo Vermelho-Amarelo, tal como os estudos de Poague et al. (2017) receberam o grau máximo de adequabilidade.

Para Fernandes (2019), o solo que recebe rejeitos precisa possuir impermeabilidade natural para reduzir as possibilidades de contaminação. A NBR 13.896/97 destaca que o solo tem que possuir uma baixa velocidade infiltração.

Figura 7 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função dos solos do município de Almadina-Ba

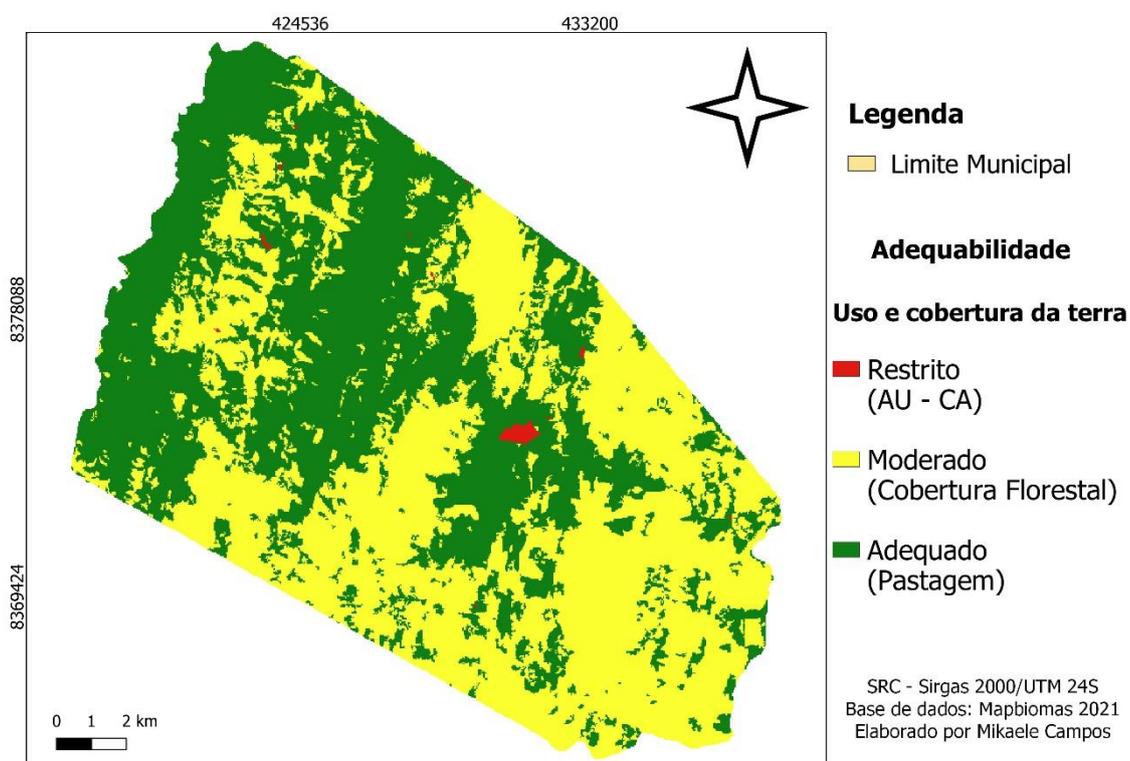


Fonte: A autora (2023)

O município está situado no bioma Mata Atlântica, a cobertura vegetal presente apresenta características de vegetação secundária, representa 51% da área. As pastagens, voltada para criação de bovinos estão presentes no município, principalmente no lado oeste, representam aproximadamente 34%, e a agricultura consorciada com a pecuária representa 14 % do território (figura 8).

Nas classes de adequabilidade as áreas com vegetação representam adequabilidade Moderada de acordo com a norma (NBR 13.896/97), a vegetação, esta deve ser considerada para atuar favoravelmente aos aspectos de redução do fenômeno de erosão já as áreas de pastagem foram julgadas com adequadas. Da mesma forma que os estudos de Silva 2019; Aramaki 2022, as formações relacionadas a agropecuária presente no município, receberam a maior nota sendo consideradas áreas aptas a construção de um aterro sanitário, áreas devolutas ou pouco utilizadas, ou áreas já desmatadas, também foram indicadas.

Figura 8 – Mapa de adequabilidade para instalação do aterro sanitário em função dos usos e cobertura da terra do município de Almadina-Ba



Fonte: A autora (2023)

Corroborado por Poague *et al.* (2018), os aterros sanitários devem ser construídos em locais de solo exposto, para minimizar impactos ambientais e custos relativos à implantação, área urbana (AU) e corpos d'água (CD) são consideradas restritos.

Mapa de adequabilidade

Após a estruturação e padronização dos mapas temáticos e dos fatores utilizados para definição das áreas aptas para instalação de aterro sanitário, por meio da multiplicação dos mapas ponderados foi possível obter um mapa final no qual são sinalizadas áreas, classificadas em cinco classes de adequabilidade

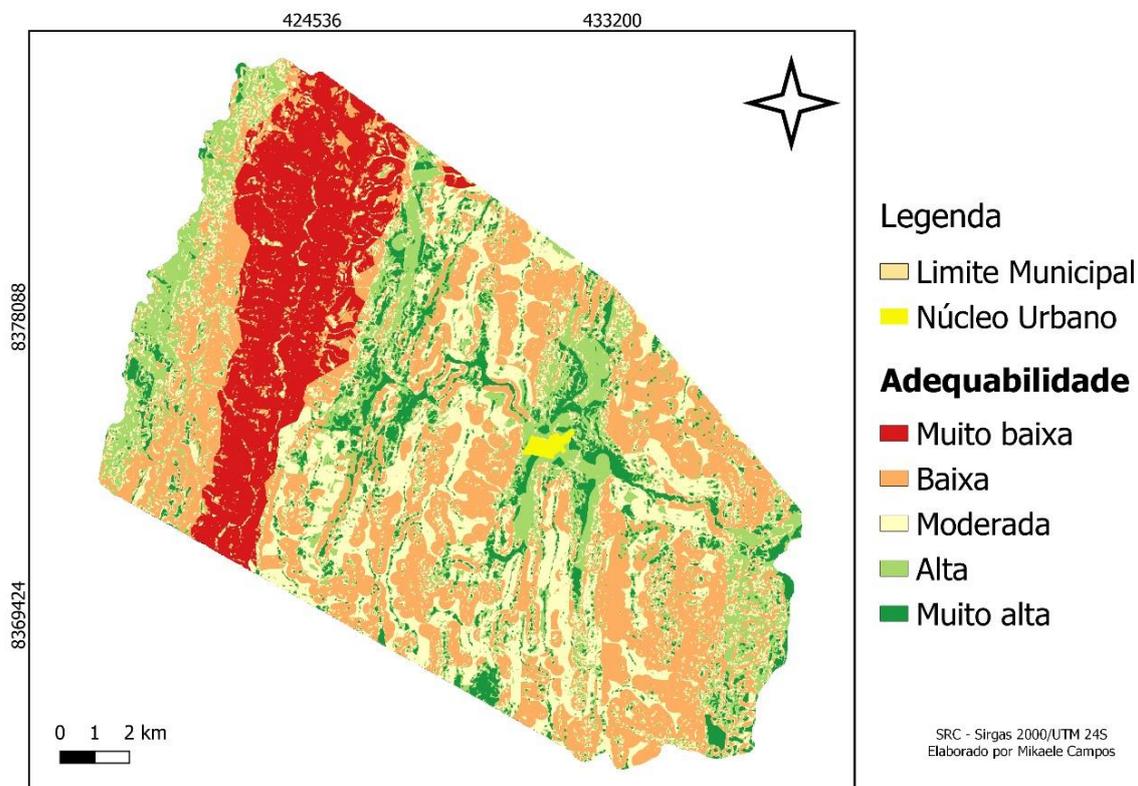
De acordo com os pesos e critérios adotados foi gerado o mapa final, o qual foi categorizado nas classes: Muito baixa, Baixa, Moderada, Alta, Muito Alta, classificadas de acordo com o grau de adequabilidade (figura 9). Na tabela 3, é possível observar o tamanho da área correspondentes a cada classe.

A melhor escolha corresponde às áreas com a adequabilidade muito alta, que representa um valor total de extensão de 2 hectares com uma porcentagem de 8% do total da área do município. A glebas dessa classe estão distantes de recursos hídricos, possui adequada distâncias de rodovias, relevo plano, e uso do solo para a maioria das áreas para pastagem.

As mesmas condições de adequabilidade favoráveis foram evidenciadas em Medeiro *et al.* (2022), áreas onde a classe de uso do solo corresponde a pastagem, que causaria menos impactos ambientais como o desmatamento e com declividade com valores baixos, visto que altas declividades favorecem erosão e deslizamento de solo, não sendo indicadas para aterros sanitários na NBR 1896/97, é recomendado que a declividade seja superior a 1% e inferior a 30%.

A classe de adequabilidade alta, representa 17% do território o que corresponde a pouco mais de 4 hectares, essas áreas potencialmente favoráveis para a implantação de um aterro, contém os solos com maior potencial de retenção de lixiviado, proximidade das vias de acesso trafegáveis e distanciamento considerável dos rios. Do mesmo modo que Iglesias (2022), as áreas aptas há a maior concentração de critérios favoráveis e áreas potencialmente perigosas distante dos rios.

Figura 9 – Mapa de adequabilidade do município de Almadina-Ba



Fonte: A autora (2023).

As áreas moderadas correspondem a 25% do terreno do município e compreende um pouco mais de 6 hectares, valor similar foi encontrado por Aramaki *et al.* (2022) ao verificar a adequabilidade das áreas do município de Divinópolis, Minas Gerais. Essas áreas possuem proximidade considerável com os recursos hídricos, e algumas delas estão no entorno da área urbana, inviabilizando a construção de aterro, apesar de conterem características ideais de declividade, porém não devem ser utilizadas para tal fim.

As áreas que apresentam adequabilidade muito baixa e baixa, estão situadas em maior extensão na porção oeste do município, onde a declividade é acentuada com características montanhosas, vastas ramificações da rede hidrográfica, com vias de acesso difíceis, e distante da fonte geradora, e presença de solo permeável, embora com baixa densidade de vegetação. Juntas

essas áreas somam cerca de 50%, equivalente a 12 hectares. Tal qual, Lopes e Silva (2020), as regiões de menor adequabilidade também apresentam alto grau de fragilidade, distância elevada das estradas e manchas urbana se tornando áreas economicamente inviáveis.

O terreno em que a classe de adequabilidade muito baixa se encontra possui relevo mais acidentado e o tipo de solo classificado como Luvisolo, que do ponto de vista geotécnico, segundo Gomes et al 2017 são considerados moderados. De acordo com a Embrapa (2022) são solos naturalmente permeáveis e com pedregosidade na superfície, o que pode limitar a mecanização.

Tabela 3: Classes de adequabilidade por área e porcentagem

CLASSE	HÁ	%
Muito Baixa	3.600,12	15%
Baixa	8.599,44	35%
Moderada	6.021,21	25%
Alta	4.208,01	17%
Muito Alta	2.007,38	8%
Total	24.378,41	100%

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Do ponto de vista de Iglesias (2021), locais aptos a receber um aterro devem se ater a declividade, por ser fator limitante, estando ligado diretamente ao grau do escoamento superficial e susceptividade à erosão, que a distância entre as estradas e área urbana seja preservada, mantendo a população longe de odores, insetos e vetores de doenças, além da poluição visual, e que seja mantida a distância mínima de 200m dos corpos hídricos, já que os aterros estão suscetíveis a possíveis vazamentos de chorume, que pode infiltrar no solo e chegar aos rios, contaminando-os.

CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo identificaram possíveis áreas para receber um aterro sanitário, e também o seu grau de adequabilidade afim de minimizar os potenciais impactos ambientais e socioeconômicos. O atual depósito de resíduos do município de Almadina não está de acordo com o que está definido na lei, se encontra em área inadequada para a deposição de RSU, gerando impactos negativos a população residente nas proximidades.

Pode-se concluir que o município de Almadina, possui áreas adequadas para implantação de um aterro sanitário e que, a ferramenta de geoprocessamento contribui para a redução da subjetividade no processo de decisão em empreendimentos desse tipo, por ser de baixo custo e fácil operabilidade, possibilitando aos profissionais técnicos, testar as áreas indicadas pela metodologia, validando a partir de visita técnica podendo corroborar as informações.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2022**. São Paulo.

ARAMAKI, R. M.; PEREIRA, D. P.; SANTOS, A. S. dos. Técnicas de análise espacial na identificação de áreas aptas para a implantação de um aterro sanitário no município de Divinópolis, Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 23, n. 86, p. 170–188, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

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

BORN, Viviane. **Avaliação da aptidão de áreas para a instalação de aterro sanitário com o uso de ferramentas de apoio à decisão por múltiplos critérios**. 2013. 103 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 15 jan. 2020.

_____. Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 04 jan 2020.

_____. Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm>. Acesso: 27 jul. 2020.

_____. Ministério da Saúde. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portariagm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>.

_____. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU. Instituto Brasileiro da Administração Municipal - IBAM. Gestão integrada de resíduos sólidos: Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/manual_girs.pdf. Acesso em: 23 jan. 2022.

BOIN, M. N.; NUNES, J. O. R.; TOMAZINI, L. da S.; OKADO, M. N. A. Identificação De Áreas Potencialmente Favoráveis Para A Destinação Ambientalmente Adequada De Resíduos Sólidos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 23, n. 85, p. 137–156, 2022.

CALIJURI, M. L., MELO, A. O., LORENTZ, J. F.; Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. **Informática Pública**, Viçosa - MG, v.04, p.231-250, set, 2002.

CÂMARA G. et al. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos – SP: INPE, 2002.

CARDOSO, E. C.; BLANCO, C. J. C.; FRIAES, E. P. P.; Seleção De Áreas Para A Construção De Aterros Sanitários Em Pequenos Municípios Da Amazônia **Revista GeoAmazônia**, Belém, v.9, n.18, p.83-98, 2021

CAMPOS, M. N.; Souza, A.; Freitas, R.; Macêdo, D. Análise Multitemporal De Uso E Ocupação Do Solo Nas Imediações Do Vazadouro No Município De Almadina – Ba, Brasil. In: **Anais Do Xx Simpósio Brasileiro De Sensoriamento**

Remoto, 2023, Florianópolis. Anais eletrônicos... São José dos Campos, INPE, 2023. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/analisemultitemporal-de-uso-e-ocupacao-do-solo-nas-imediacoes-do-vazadouro-nom?lang=pt-br>> Acesso em: 02 de set de 2023.

COSTA, C. W.; LORANDI, R.; SERIKAWA, V. S.; FERREIRA, T. S. STANGANINI, F. N.; NETO, P. S. G.; LOLLO, J. A. de;. Multicriteria Analysis Applied to the Selection of Areas for the Construction of Sanitary Landfills in the Ribeirão do Meio Basin (Leme, SP), at 1:50,000 scale. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, MG. v.30, n.1, p.205-227, jan./abr. 2019.

DUTRA, D.; SILVA, L.; Vimieiro, G.; COELHO, C. Seleção de área para construção de aterro sanitário no município de Esmeraldas, MG, a partir da utilização de ferramentas de geoprocessamento. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 13, n. 2. p, 106 – 118, 2019.

EMBRAPA - Solos, 2018. Sistema Brasileiro de classificação de solos. 5a ed. Brasília: EMBRAPA Solos, 356p.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA Solos: Solos do Brasil, Brasília. 2022.

FELICORI, T. d. C., MARQUES, E. A. G., SILVA, T. Q., PORTO, B. B., BRAVIN, T. C., e SANTOS, K. M. C. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 547–560, 2016.

FERNANDES, D. A. **A importância da implantação do aterro sanitário na cidade de Iraí de Minas-MG**. 2019. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

FIGUEREDO NETO, A. G. et al. Uso De Geotecnologias Para Designação De Áreas Propícias À Construção De Aterro Sanitário No Município De Teresina – PI. In: **CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE**. Anais... Gramado: IBEAS, p. 1-10, 2018.

FRANCO, G.B. **Diagnóstico da fragilidade ambiental e da qualidade da água da bacia do rio Almada, Bahia**. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

GREGÓRIO, B. S. et al. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Barreiras, Bahia. Anais... Foz do Iguaçu: **Inpe**: p. 1-8, abr. 2013. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte2/2013/05.29.00.49.39/doc/p1407.pdf>. Acesso em: 23 de jul 2023.

GOMES, R.; L.; MARQUES, E. A. G.; FRANCO, G. B.; Aptidão da Bacia Hidrográfica do Rio Almada diante da implantação de áreas para disposição ambiental de rejeitos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, p. 731-747, 2017.

HAMADA, J. **Concepção de aterros sanitários: análise crítica e contribuições para seu aprimoramento no Brasil**. Bauru: UNESP/FEB, 2003. (Tese de Livre Docência).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Informações Ambientais. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>>. Acesso em 15 fev 2022

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Informações Ambientais. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>>. Acesso em 15 fev 2022

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021. Banco de Informações Ambientais. 2020. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/solos>>. Acesso em 15 fev 2022

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/censo2010/apps/sinopse/index.php?uf=29&dados=29>. Acesso em: 15 de fev de 2022.

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/almadina.html>. Acesso em: 20 de maio de 2023

_____. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Pedologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências. IBGE, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?id=295017&view=detalhes>. Acesso em: 03 de mar de 2022

IGLESIAS, M. S.; Diagnóstico de Implantação de Aterro Sanitário no Município de Veríssimo-MG. **Observatorium**: Revista Eletrônica de Geografia, v. 12, n. 01, p.16-35. jan.-abr. 2021. Disponível em <https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/download/59058/32335/269100>. Acesso em 12 abr. 2022

LEITE, A. A.; Cruz, D. D.; Andrade, M. de O. de.; Paulino, F. de O. Resíduos Sólidos: diagnóstico do cenário e impactos socioambientais no agreste paraibano. **Revista Nordestina de Biologia**, V. 26, n. 1, 2018.

LIRA, K. C. S.; FRANCISCO, H. R.; FEIDEN, A. Classificação de proteção ambiental em bacia hidrográfica usando lógica Fuzzy e método AHP. **Sociedade & natureza**. Uberlândia , v. 34, 2022 .

LOPES, R.C. & SILVA, R.N.F. Uso de lógica booleana na triagem de áreas aptas para a implantação de aterro sanitário no Município de Campina Verde, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 16, p. 487-499, 2020.

MARQUES, G. N.; ZUQUETTE, L. V. Aplicação da técnica AHP para seleção de áreas para aterros sanitários - Região de Araraquara (SP), Brasil. In: PEJON, O. J.; ZUQUETTE, L. V. (eds.), **Cartografia Geotécnica e Geoambiental**, São Carlos. Suprema Gráfica Editora, p. 263-272, 2004.

MEDEIROS, J. L. DA S., DE PAIVA, W., SILVA, T. J. R. D. DE, NASCIMENTO, M. B. do ., CEZÁRIO, J. A., CARREIRO, D. DE A. ., & DOS SANTOS, L. L. Identificação de áreas favoráveis a implantação de aterros sanitários entre municípios do sertão no estado da Paraíba, Brasil. **Revista AIDIS De Ingeniería Y Ciencias Ambientales**. Investigación, Desarrollo Y práctica, v. 15, n. 3, p. 1240–1266, 2022.

MENDES, J. R. L.; Almeida, K. E. de L.; Melo, J. M. de; Abrantes, M. M. G. de; Diagnóstico da disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Direito e Gestão Pública**, Pombal, v. 8, n. 2, p. 449-457, abr./jun.2020.

MONTAÑO, M.; RANIERI, V. E. L.; SCHALCH, V. ;FONTES, A. T.; CASTRO, M. C. A. A. ;SOUZA, M.P. de. Integração de critérios ambientais, econômicos e sociais para localização de aterros sanitários. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, p. 61-70, 2012.

NEVES, M. A. das. Modelos para a Localização de Aterros Sanitários em São Tomé e Príncipe. 2019. 77f. Tese (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento). Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Lisboa, 2019.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em <https://mapbiomas.org/colecoesmapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR> Acesso em 4 nov. 2022.

POAGUE, K. et al. SIG GIS in the selection of areas for landfills: case study in Jundiá - SP. **Revista DAE**, v. 66, p. 59-75, 2018.

QGIS. QGIS Um Sistema de Informação Geográfica livre e aberto. Versão do QGIS 3.10.12-A Coruña. [s. l.]: QGIS, 2020. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 26 nov. 2020.

SCHMIDT, T. **Seleção de área e dimensionamento de aterro sanitário para o consórcio público intermunicipal para assuntos estratégicos do g8 – cipae g8**. 2017. 146 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Sanitária) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017.

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Mapas digitalizados do Estado da Bahia. Salvador: SEI, 2014. Disponível em <https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf> Acesso em: 10 jan. 2022.

SILVEIRA, V. H. N. **Geoprocessamento Como Ferramenta De Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos Estudo De Caso: Ouro Preto – MG**. 2022. 69 f. Monografia (Bacharelado). Graduação em Engenharia Ambiental. Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto, MG, 2022.

Souza, M, P.; Osorto, M. R. R.; Souza, N. M. Identificação De Áreas Aptas À Instalação De Aterros Sanitários Utilizando Sig No Município De Santo EstêvãoBahia. In: **COBAMSEG 2022**, Campinas - SP, 2022.

ROCHA, C. H. B, BRITO FILHO, L. F.; DA SILVA, J. X. Geoprocessamento aplicado à seleção de locais para implantação de aterros sanitários: O caso de Mangaratiba – RJ. In: Xavier Da Silva, J; Zaidan, R. T. (Org.). **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ROSS, G. T.; SOLAND, R. M. A multicriteria approach to the location of public facilities. **European journal of operational research**, v. 4, n. 5, p. 307-321, 1980.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. McGraw-Hill, New York, 1980.

SEIXAS, S .R. M. **Estudo fotogeológico, petrográfico e petroquímico das rochas granulíticas da área de Almadina, no estado da Bahia**. 1993. 255 f. Dissertação (Mestrado em Geologia, Área de Geologia Econômica) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociencias, Salvador, 1993.

SILVA, A. L. P. da.; SILVA, A. B. N. da.; CARNEIRO JUNIOR, J. F. C.; COSTA, J. A. da. Análise da viabilidade de localização do aterro sanitário do Município de concórdia do Pará - PA de acordo com as normas técnicas vigentes com auxílio da ferramenta SIG. In: Rodrigues, T. de A.; Leandro Neto, J.; Galvão, D. O. (Org.). **Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, Cap. 3, p.27. 2019

SILVA, D. M. R. A. **Aplicação do Método AHP para a Avaliação de Projetos Industriais**. 2007. 110f. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro 2007.

SILVA, M. V. S. da. **Identificação e seleção de áreas potenciais à implantação de aterro sanitário no município de Castanhal-PA, através do uso de Sistema de Informações Geográficas.** 2019. 101 p. Trabalho de Conclusão de Curso 101 (Engenharia Cartográfica e Agrimensura) – Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2019.

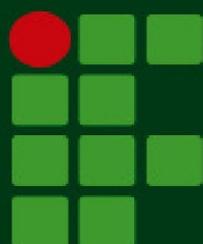
VAN ELK, A. G. H. P., D'OLIVEIRA, P. M. S., GIORDANO, G., & ANDRADE, R. C. DE. Potencial Poluidor Da Disposição Final De Resíduos Sólidos Nas Águas Da Bacia Hidrográfica Da Baía De Guanabara – RJ. **ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL**, v. 27, N. 1, P. 195–203, JAN. 2022.

WEBER, E.; HASENACK, H. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados.** Porto Alegre: UFRGS, 2000.

XAVIER DA SILVA, J. Geoprocessamento no Apoio à Decisão. **Revista Continentes** (UFRRJ), v. 5, n. 9, 2016.

Zadeh, L. A. **Fuzzy sets.** Information and Control, v. 8, n.3, p. 338-353, 1965.

ZUQUETE, L. V.; GANDOLFI, N. **Cartografia geotécnica.** - São Paulo: Oficina de Textos, 190 p. 2004



**INSTITUTO
FEDERAL**

Baiano

Campus
Serrinha