

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE AMBIENTAL DA LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM DE TABATINGA NO MUNICÍPIO DE MACAÍBA (RN) UTILIZANDO GEOINFORMAÇÃO E SIG

Dan Lurie Tavares Fonsêca¹; Júlia Mairla Santos Herculano² & Venerando Eustáquio Amaro³

Abstract: The study evaluates the suitability of the location of the Tabatinga Dam in Macaíba (RN) using geoinformation and Geographic Information Systems (GIS). The research considers environmental and geological aspects to analyze the dam's impacts on water security and flood control. Data on geomorphology, geological structure, soil, drainage network, and geological risks were obtained from IBGE and GeoSGB and analyzed using QGIS software. The results indicate that the dam is located in a coastal plateau region with low-cohesion and highly permeable soils, which may compromise its structural stability. The drainage analysis reveals challenges in managing water flow, increasing the risk of flooding. Additionally, the proximity to geological faults and recorded seismic activity in the region reinforces the need for continuous monitoring. The study suggests that dam management should adopt preventive strategies aligned with the National Dam Safety Policy (PNSB) to ensure its stability and minimize environmental impacts. It is concluded that the application of geotechnologies enables a detailed assessment of the dam's installation area, contributing to planning and risk mitigation associated with water infrastructure.

Resumo: O estudo avalia a adequabilidade da localização da Barragem de Tabatinga, em Macaíba (RN), utilizando geoinformação e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A pesquisa considera aspectos ambientais e geológicos para analisar os impactos da barragem na segurança hídrica e no controle de inundações. São utilizados dados de geomorfologia, estrutura geológica, solo, rede de drenagem e riscos geológicos, obtidos do IBGE e do GeoSGB, e analisados no software QGIS. Os resultados indicam que a barragem está situada em uma região de tabuleiros costeiros, com solos de baixa coesão e alta permeabilidade, o que pode comprometer sua estabilidade estrutural. A análise da drenagem revela desafios na gestão do fluxo hídrico, aumentando o risco de inundações. Além disso, a proximidade com falhas geológicas e registros de atividade sísmica na região reforçam a necessidade de monitoramento contínuo. O estudo sugere que a gestão da barragem adote estratégias preventivas alinhadas à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), garantindo sua estabilidade e minimizando impactos ambientais. Conclui-se que a aplicação de geotecnologias possibilita uma avaliação detalhada da área de instalação da barragem, contribuindo para o planejamento e mitigação de riscos associados à infraestrutura hídrica.

Palavras-Chave – Barragem, Geoinformação, Riscos Geológicos.

1. INTRODUÇÃO

¹) Dept. de Engenharia Civil e Ambiental - UFRN, Lagoa Nova, Natal, RN 59078-970, tel: (84) 3215-3723, email: danlurie@hotmail.com

²) Dept. de Engenharia Civil e Ambiental - UFRN, Lagoa Nova, Natal, RN 59078-970, tel: (84) 3215-3723, email: jmairlash@gmail.com

³) Dept. de Engenharia Civil e Ambiental - UFRN, Lagoa Nova, Natal, RN 59078-970, e-mail: venerando.amaro@ufrn.br

As barragens desempenham um papel crucial na segurança hídrica, energética e no controle de inundações no Brasil, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico. Segundo Tucci (2004), inundações ocorrem quando as águas dos rios e galerias pluviais ultrapassam seu leito, atingindo áreas habitadas. Já os barramentos ajudam a reduzir enchentes ao interferirem na dinâmica do escoamento fluvial a jusante, especialmente em áreas urbanas (GUEDES, 2015).

Considerando a variável escassez hídrica, de acordo com Guedes (2015) foram construídos vários reservatórios de médio e grande portes distribuídos em todos os Estados da região Nordeste, como forma de tentar otimizar e aproveitar a água advinda de curtos períodos de precipitação.

Entretanto, o rompimento de barragens de água gera inúmeras consequências. Acidentes em estruturas desse porte estão sendo cada vez mais frequentes, não só no Brasil como em vários outros países, tornando evidente que se deve atentar também ao monitoramento de estruturas desse tipo (VALLE et al., 2024).

No Brasil, as competências atreladas a esse monitoramento e aos responsáveis pelas construções são regulamentadas pela Lei nº 12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). A referida legislação fixa, entre outros, 2 diretrizes em prol da segurança das barragens em todo o território brasileiro, com o intuito de reforçar a regulamentação, fiscalização e manutenção das barragens, buscando prevenir acidentes e minimizar impactos ambientais e sociais.

A segurança das barragens depende do conhecimento detalhado das características da região onde serão construídas, incluindo geomorfologia, geologia, sismicidade, solo, drenagem, declividade e riscos geológicos. Este trabalho busca avaliar a localização de uma barragem, analisando esses aspectos para verificar a adequabilidade da área para sua instalação e minimizar riscos associados à estrutura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

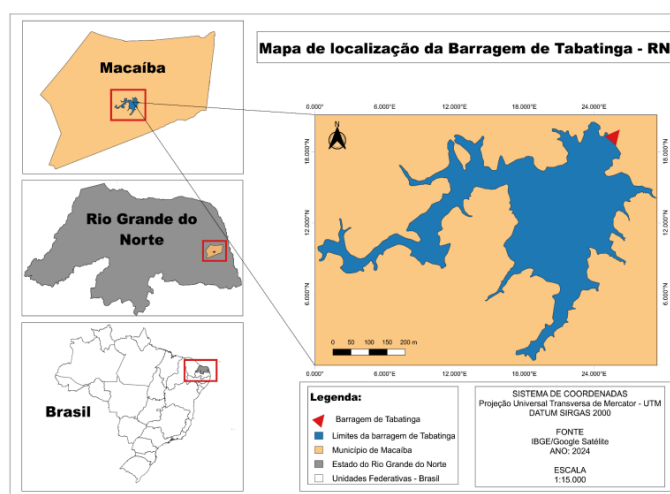
2.1 Caracterização geral da área de estudo

A área de estudo é a barragem de terra de Tabatinga, localizada na zona rural do município de Macaíba, no Estado do Rio Grande do Norte, conforme os dados da Tabela 1. Segundo a SEMARH (Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2013) a barragem possui uma bacia hidráulica que comporta uma área de 1090,00 ha e um volume de acumulação de 89.835.677,53 m³, sendo considerado um dos grandes reservatórios do Estado.

O município de Macaíba está localizado (Figura 1), na Microrregião de Macaíba (região metropolitana da capital), distante apenas 14 km da capital Natal. Possuindo uma área territorial de 510,711 km², com uma posição geográfica do município definida pela as coordenadas geográficas de latitude 06° 41' 16"S e longitude 36° 39' 27" O, é barrada pelo o rio Jundiá, principal afluente da bacia hidrográfica Potengi.

Segundo Guedes (2015), sua construção se deu em resposta ao apelo da população da cidade de Macaíba, uma vez que na estação chuvosa, esse rio, que cruza a cidade, inundava parte do centro desta. Com uma localização estratégica, a barragem permite o abastecimento de água para diversas comunidades e uma contribuição para o desenvolvimento regional. A partir da bacia hidrográfica é possível alimentar a barragem pelos rios e riachos intermitentes, que sofrem grande variação de vazão ao longo do ano. A barragem atua como um reservatório estratégico para armazenar água durante a estação chuvosa e garantir o abastecimento durante o período seco.

Figura 1 - Mapa de localização da barragem de Tabatinga.



2.2 Descrição técnica dos dados e origem dos dados

A aquisição e a gestão da origem dos dados são fundamentais para o planejamento, a pesquisa e a tomada de decisões em diversas áreas. No Brasil, existem três importantes instituições que desempenham papéis cruciais nesse contexto e com isso é possível assegurar a rastreabilidade e a confiabilidade. As fontes utilizadas neste relatório para a técnica dos dados prévios que serviram de base ao trabalho, a elaboração dos mapas com resultados foram do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e o Sistema de informações Geográficas do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB). Cada uma dessas organizações coleta e disponibiliza dados que são essenciais para a compreensão de diferentes aspectos do território brasileiro, abrangendo demografia, geologia, meio ambiente e entre outras informações.

O IBGE desempenha um papel crucial na formulação de políticas públicas e no planejamento econômico e social. Os dados coletados para a realização deste relatório foram principalmente de geomorfologia, solos, drenagem e áreas de riscos geológicos. Já o GeoSGB é uma plataforma que oferece um vasto repositório de dados geológicos, hidrológicos, geoquímicos, geofísicos e ambientais, sendo dados essenciais para a realização de um planejamento territorial e gestão de recursos naturais, e com isso, a partir desses dados foi possível analisar estruturas geológicas, levantamentos topográficos, informações mais detalhadas sobre a superfície terrestre da região, incluindo vegetação, uso de solo entre outros. Além disso, imagens de satélite da ferramenta Google Satélite foram utilizadas para melhorar a análise dos dados.

2.3 Técnica proposta

Para a realização e elaboração dos mapas a partir dos dados fornecidos pelo IBGE e GeoSGB, foi utilizado o sistema de informações geográficas (SIG) o QGIS (Quantum Information System) é uma plataforma de código aberto que permite a visualização, edição e análise de dados geoespaciais. É amplamente utilizado em diversas áreas, como planejamento urbano, gestão ambiental, agricultura, engenharia e pesquisa científica. Uma das principais vantagens do QGIS é sua extensibilidade, possibilitada por uma ampla gama de complementos (plugins) que ampliam suas funcionalidades.

Nesse sentido, os mapas elaborados tiveram como sistema de referência geocêntrico para as Américas, o SIRGAS 2000. Um sistema de referência geodésico adotado no Brasil e em outros países das Américas para garantir a uniformidade e precisão das coordenadas geográficas, sendo um 7 componente fundamental para a geoinformática e geodésia, assim oferece um sistema de referência geodésica precisa e uniforme. Para o sistema de coordenadas foi utilizado o UTM (Universal Transverse Mercator), que é um sistema de projeção cartográfica que divide o globo terrestre em uma série de zonas, facilitando a representação de áreas pequenas e médias com alta precisão.

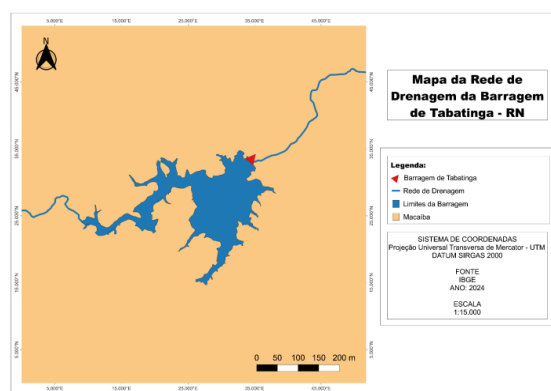
Contudo, a partir da técnica proposta e os dados coletados, é possível consolidar informações provenientes sobre a região da barragem de Tabatinga, se a localização pode trazer transtornos para a população local e adequabilidade da área.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente relatório avaliou os resultados obtidos da localização da barragem de Tabatinga, considerando os aspectos significativos que influenciam diretamente na viabilidade e sustentabilidade ambiental. Na Figura 2, representa a rede de drenagem da barragem que

desempenha um papel fundamental na gestão hídrica e na operação adequada da infraestrutura. A rede de drenagem é utilizada de forma planejada para controlar o fluxo de água e minimizar os riscos de inundações e erosão nas áreas circundantes, sendo projetada para captar e direcionar as águas pluviais e de superfície de maneira eficiente. Porém essa rede de drenagem apresenta desafios que incluem a sedimentação nos canais e a necessidade de adaptação às mudanças climáticas e às variações sazonais nos padrões de precipitação, causando inundações em áreas próximas.

Figura 2: Mapa da rede de drenagem da barragem de Tabatinga.



Na Figura 3, representa a geomorfologia da barragem que é constituída por tabuleiros costeiros com domínio em bacias e coberturas sedimentares Fanerozóicas, sendo formações geológicas e geomorfológicas características de algumas regiões litorâneas, apresentando um relevo 9 que varia entre vales estreitos e encostas abruptas (falésias) ou vales abertos com encostas suaves (PEIXOTO et al. 1995).

Figura 3 - Mapa da geomorfologia da barragem de Tabatinga.

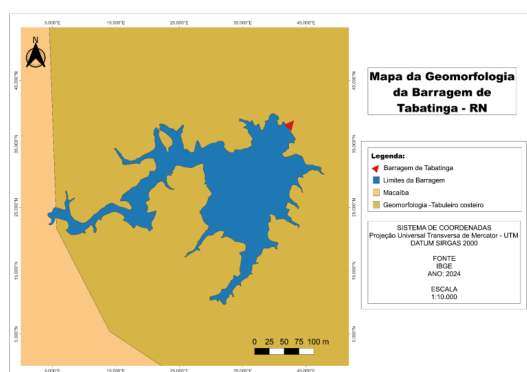
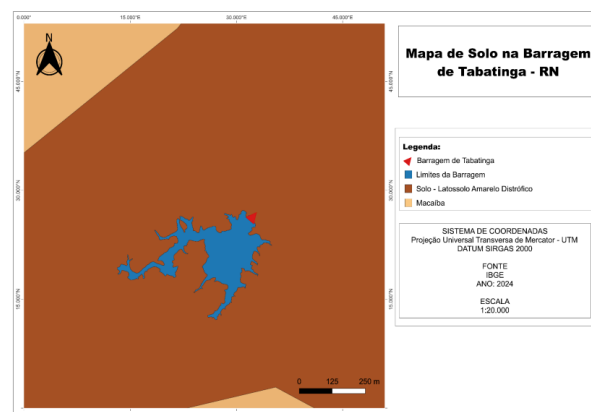


Figura 4 - Mapa do solo da barragem de Tabatinga



Assim, com a presença da geomorfologia, o solo da região é formado por latossolos amarelos distróficos (Figura 4). São solos arenosos e ácidos que dominam extensas áreas das planícies costeiras brasileiras, narram uma história complexa de geologia, clima e vegetação. Sua

formação remonta a milhões de anos, quando a erosão esculpiu paisagens planas e sedimentos de rochas cristalinas se acumularam sob condições climáticas úmidas e quentes (FERNANDES, 2014).

A construção da barragem de Tabatinga, localizada em tabuleiros costeiros, enfrenta desafios significativos devido ser uma área caracterizada por geomorfologia plana e solos latossolos amarelos distróficos da região. A planura dos tabuleiros costeiros, uma característica marcante da geomorfologia local, pode representar um risco significativo para a segurança de barragens de terra.

A baixa declividade do terreno dificulta a drenagem eficiente da água, aumentando a vulnerabilidade a inundações em caso de chuvas fortes ou rompimentos da barragem. Além disso, os latossolos amarelos distróficos, tem como solo predominante os solos arenosos e ácidos nos tabuleiros costeiros, apresentam baixa coesão e alta permeabilidade. Essas características aumentam o potencial do risco de erosão interna e externa da barragem, comprometendo sua estabilidade estrutural e podendo levar ao rompimento. Na região da barragem de Tabatinga a estrutura geológica é influenciada por falhas ou fraturas encobertas e por um sismo que foi sentido na região de magnitude de 4.3 pela escala Richter, como representada na Figura 5. Segundo a IAG/USP, o sismo com maior magnitude aconteceu no ano de 1879, porém outros sismos já foram sentidos devido às falhas ou fraturas encobertas presentes na região. Essas falhas ou fraturas referem-se a rupturas na crosta terrestre que não são visíveis na superfície, tornando-se conhecidas principalmente através de estudos geofísicos e geológicos detalhados.

A região de Tabatinga está localizada em uma área geologicamente ativa, onde a presença de falhas ou fraturas encobertas pode indicar zonas de fraqueza na crosta terrestre. Estas estruturas podem ser resultado de movimentos tectônicos passados ou atuais, podendo potencialmente desencadear atividades sísmicas, como terremotos, sob certas condições.

O potencial sísmico da região é uma preocupação significativa para a segurança da barragem de Tabatinga. A proximidade de falhas ou fraturas encobertas pode aumentar o risco de eventos sísmicos que, por sua vez, podem afetar a estabilidade da estrutura da barragem. Terremotos podem induzir movimentos de falha, comprometendo a integridade do solo e das estruturas de suporte da barragem, potencialmente levando a danos significativos e até mesmo ao colapso da barragem.

Para complementar ainda mais o potencial de risco para a barragem, na Figura 6, retrata um mapeamento de riscos geológicos presente no município de Macaíba, onde a barragem está localizada. A tipologia do risco é de inundações e está na região que fica a montante da barragem, em localidades próximas. Foram mapeadas cinco áreas que apresentam um elevado risco de

inundação decorrente da baixa declividade do terreno, esses locais apresentam características semelhantes de grau de risco muito alto e o de vulnerabilidade de médio para alto, relatadas pelo o órgão que realizou o estudo, o CPRM.

No ponto 1, é um setor localizado na região central do município de Macaíba, onde houve ocupação urbana ao longo da planície de inundação do rio Jundiaí, região que naturalmente é suscetível ao processo de inundação, apresentando um grau de vulnerabilidade baixo, porém com um risco muito alto. O ponto 2 é um setor localizado na travessa Giliard Rodrigues de Araújo, onde tem presente construções residenciais às margens de um riacho que foi retificado e parcialmente canalizado subterraneamente, apresentando um grau de vulnerabilidade e de risco igual ao ponto descrito anteriormente.

No ponto 3, é um setor localizado no bairro Pernambuquinho, onde também tem construções residenciais às margens do riacho Angelim, Neste setor, existe a presença de manilha para receptação de água, porém a mesma foi subdimensionada e não suporta a vazão, nesse setor apresenta um grau de vulnerabilidade médio e um risco muito alto. Já no ponto 4, esse setor está 12 localizado no bairro Recanto Verde, caracterizado por um loteamento residencial construído na planície de inundação do rio Jundiaí, região que naturalmente está suscetível ao processo de inundação, com isso, apresenta uma vulnerabilidade média e um risco muito alto.

Para o ponto 5 é o setor localizado no bairro Vilar, onde há casas construídas próximas ao açude. Em períodos chuvosos ocorre naturalmente o aumento do volume de água armazenada no açude e, por consequência, a inundação das casas existentes nas imediações, o seu grau de vulnerabilidade e de risco é de alto e muito alto, respectivamente. Por fim, no ponto 6, no setor localizado no conjunto Caranguejo, onde houve ocupação urbana ao longo da planície de inundação do rio Jundiaí, região que naturalmente é suscetível ao processo de inundação. Em períodos de chuva, ocorre o aumento natural do volume hidrológico, e assim, apresenta um grau de vulnerabilidade médio e de risco muito alto.

Com isso, uma das formas para diminuir os riscos de geológicos de inundações, seria necessário ampliar e manter a infraestrutura de drenagem urbana, para aumentar a capacidade de escoamento das águas pluviais, implementar programas de educação para informar a população sobre os riscos de inundação e como se preparar para esses eventos, realização de estudos para mitigar os riscos, assegurando assim a proteção da população.

Figura 5 - Mapa de estruturas geológicas e sismo próximo da barragem de Tabatinga.

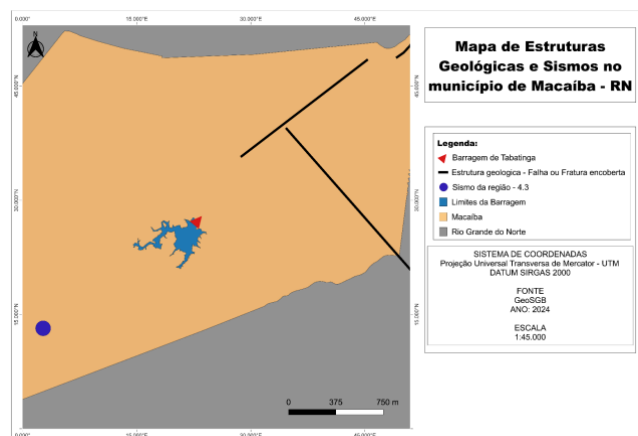
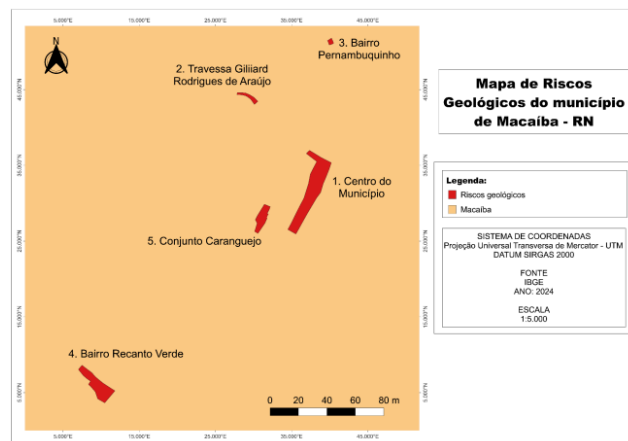


Figura 6 - Mapa de riscos geológicos do município de Macaíba.



Os mapas de Modelo Digital de Elevação (MDE) são ferramentas valiosas que nos permitem visualizar e analisar o relevo da Terra com detalhes impressionantes. Através desses mapas, podemos explorar vales profundos, picos imponentes e planícies extensas, desvendando os segredos da topografia do nosso planeta. Com isso, na Figura 7, retrata que através dessa representação gráfica detalhada, analisar a topografia da região, a estrutura da barragem e os elementos que compõem esse importante empreendimento hídrico.

O MDE revela a topografia plana da região da barragem, característica marcante dos tabuleiros costeiros brasileiros. Essa planura torna o local ideal para a construção da barragem, facilitando o processo de construção e garantindo a estabilidade da estrutura. O corpo da barragem, representado em tons mais escuros no mapa, é claramente visível. A imagem permite identificar a extensão da barragem, a forma do reservatório e a presença de áreas de inundação. É possível observar também a presença de um canal de descarga, fundamental para o controle do nível do reservatório e a segurança da barragem.

Na figura é possível perceber a importância da análise do MDE, como o planejamento e gestão da barragem, fornecendo informações essenciais para o planejamento, construção, operação e manutenção da barragem (caso seja necessária a construção da barragem em outro local). A topografia detalhada permite identificar áreas de risco, dimensionar estruturas e otimizar o uso da água. Além disso, é possível realizar um estudo do impacto ambiental sendo fundamental para avaliar o impacto ambiental da barragem na região, incluindo mudanças no relevo, na vegetação e na fauna local. Essa informação permite tomar medidas para mitigar os impactos negativos e promover o desenvolvimento sustentável da região. Como também o monitoramento ambiental, o MDE pode ser utilizado para monitorar mudanças no relevo ao longo do tempo, como erosão e

sedimentação. Essa informação é crucial para a gestão ambiental da região e para a segurança da barragem.

Figura 7 - Mapa do modelo digital de elevação (MDE) da barragem de Tabatinga

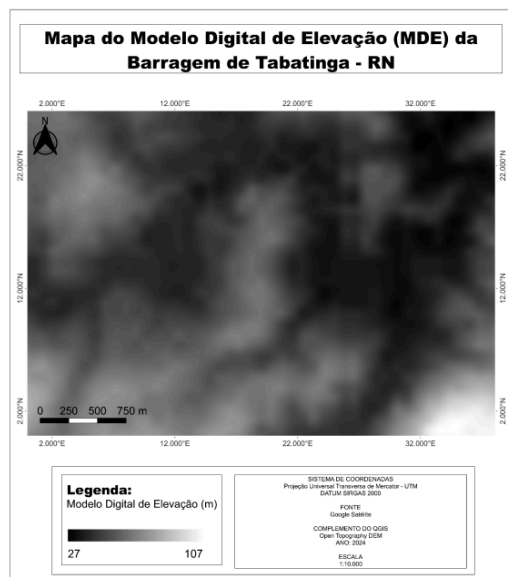
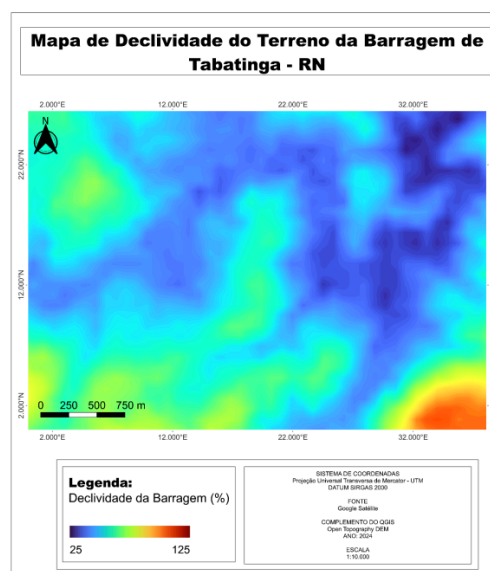


Figura 8 - Mapa de declividade do terreno da barragem de Tabatinga.



Na Figura 8, através dessa representação gráfica detalhada, analisamos a inclinação do terreno na região da barragem, identificando áreas com maior e menor declividade e seus impactos na segurança da estrutura e na gestão ambiental do local. No mapa, áreas com maior declividade, geralmente representadas por tons mais escuros, indicam terrenos mais inclinados, enquanto áreas com menor declividade, geralmente representadas por tons mais claros, indicam terrenos mais planos. A análise da declividade é crucial para diversos aspectos relacionados à barragem e ao seu entorno.

A declividade do terreno na região da barragem influencia diretamente na sua estabilidade e segurança. Áreas com alta declividade podem apresentar maior risco de erosão e deslizamentos, comprometendo a estrutura da barragem e colocando em risco a segurança das comunidades e do meio ambiente. Com isso, a declividade também influencia o escoamento da água, a distribuição da vegetação e a suscetibilidade à erosão do solo. A análise do mapa de declividade é fundamental para o planejamento de ações de gestão ambiental, como o reflorestamento de áreas degradadas, a construção de terraços e a implementação de técnicas de manejo do solo para minimizar os riscos de erosão.

4. CONCLUSÕES

A barragem de Tabatinga é essencial para a gestão hídrica local, ajudando no controle de enchentes e no abastecimento de comunidades próximas. A análise de sua localização, com uso de geoinformação e SIG, revelou desafios geológicos e ambientais na região de Macaíba, incluindo solos de baixa coesão e alta permeabilidade, riscos de sedimentação e possíveis impactos de sismos.

A drenagem local também apresenta desafios, exigindo monitoramento contínuo e medidas preventivas. Assim, é fundamental que a gestão da barragem adote estratégias de manutenção e mitigação de riscos, alinhadas à Política Nacional de Segurança de Barragens, integrando tecnologias de monitoramento para garantir sua sustentabilidade a longo prazo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, J. P., Silva, M. F., & Santos, L. H. (2019). Análise dos riscos geológicos no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geologia*, 29(2), 123-145.
- BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais (PNSB). Brasília. 2010.
- BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e dá outras providências. Brasília. 2020. Disponível em: Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14066.htm
- Fernandes, L. F., Souza, M. A., Silva, E. M., Montenegro, S. M., Lima, H. C., & Curi, N. (2014). Caracterização e classificação de Latossolos Amarelos Distróficos em Regiões Costeiras do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38(3), 805-819.
- Guedes, Josiel de Alencar. Reservatório Tabatinga (Macaíba/RN): Qualidade ambiental, conflitos e usos. 2015. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- Peixoto, Aristeu Mendes; et al. (1995). Enciclopédia agrícola brasileira: S-Z. [S.l.]: Ed.USP. 632 páginas.
- Silva, R. C., Pereira, A. M., & Costa, E. F. (2020). Impactos do crescimento urbano desordenado em Macaíba/RN. *Revista de Urbanismo e Meio Ambiente*, 12(1), 89-103.
- Silva, S. J., & Costa, L. M. (2021). Estudo de caso sobre deslizamentos de terra em áreas urbanas do Rio Grande do Norte. *Revista de Geografia Aplicada*, 14(2), 101-118.
- Souza, L. A., Oliveira, P. R., & Mendes, F. J. (2021). Segurança de barragens no Brasil: Desafios e perspectivas. *Engenharia e Sustentabilidade*, 15(3), 201-220. 19
- Tucci, C. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 1, n. 1, p. 59–73, 2004.