

## **XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS**

### **GEOPROCESSAMENTO APLICADO À DEFINIÇÃO DE ÁREA PARA IMPLANTAÇÃO DE BARRAGEM NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE ALÍVIO, LAJES/RN**

*Caio Víctor Macêdo Pereira<sup>1</sup> ; Glinton Braga Praxedes<sup>2</sup> & Raoni Lopes de Araujo Nogueira de Souza<sup>3</sup>*

**Abstract:** Water scarcity in the Northeastern Brazilian semiarid region compromises regional socioeconomic development, requiring solutions such as dam construction. Thus, this study aims to identify the most suitable area for the implementation of a reservoir in the Alívio community, in Lajes/RN, using geoprocessing techniques. Three dam-site alternatives were initially delineated based on topographic, geological, pedological, hydrological, and land-use data, all analyzed in a GIS environment. The alternative with the best stored-volume/to-axis-length ratio was selected for detailed analysis, achieving a volume exceeding 16.6 million m<sup>3</sup> with an 8 m dam height. The inundation area features predominantly flat to gently undulating relief, crystalline basement geology, and soil cover compatible with the proposed use. The need for complementary field studies to confirm technical, geotechnical, and land-tenure feasibility is highlighted, especially due to the proximity of wind farms and properties registered in the CAR.

**Resumo:** A escassez hídrica no semiárido nordestino compromete o desenvolvimento socioeconômico regional, exigindo soluções como a construção de barragens. Assim, este estudo visa identificar a área mais adequada para implantação de um reservatório na comunidade do Alívio, em Lajes/RN, utilizando técnicas de geoprocessamento. Três alternativas de barramento foram inicialmente delimitadas com base em dados topográficos, geológicos, pedológicos, hidrológicos e de uso do solo, analisados em ambiente SIG. A alternativa com melhor relação volume armazenado/comprimento de eixo foi selecionada para análise detalhada, atingindo volume superior a 16,6 milhões de m<sup>3</sup> com altura de barramento de 8 metros. A área de alagamento possui relevo predominantemente plano a suave-ondulado, geologia de embasamento cristalino e cobertura de solo compatível com o uso proposto. Destaca-se a necessidade de complementação com estudos em campo para confirmação da viabilidade técnica, geotécnica e fundiária, especialmente devido à proximidade de parques eólicos e propriedades cadastradas no CAR.

**Palavras-Chave:** barragens; geoprocessamento; semiárido nordestino

## **1. INTRODUÇÃO**

As estruturas de barragens são fundamentais para a gestão dos recursos hídricos, permitindo acumular e regularizar a vazão de cursos d'água e atender a usos múltiplos — abastecimento

<sup>1</sup>) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970, caiomp2010@hotmail.com

<sup>2</sup>) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970, glinton.braga.092@ufn.edu.br

<sup>3</sup>) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970, raoni.lopes03@gmail.com

humano, controle de cheias, irrigação, geração de energia e lazer. A implantação dessas obras no Brasil é respaldada pela Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997), que consagra o princípio da disponibilidade hídrica para todos, e pelo Plano Nacional de Segurança de Barragens, que orienta práticas de gestão sustentável e assegura a integridade estrutural das instalações (BRASIL, 1997; BRASIL, 2010).

No semiárido nordestino, caracterizado por longa estiagem e escassez hídrica crônica, a relevância das barragens se intensifica, pois a irregularidade pluviométrica e a baixa disponibilidade de mananciais comprometem o desenvolvimento socioeconômico local (ZANELLA, 2014; SANTANA; SANTOS, 2020). Na bacia do rio Ceará-Mirim, cerca de 146 açudes foram cadastrados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do RN (SEMARH, 1998), mas a oferta ainda é insuficiente para suprir as demandas crescentes das populações ribeirinhas.

O município de Lajes/RN, típico da zona semiárida, ilustra bem esse desafio: a comunidade do Alívio sofre com grave escassez de água, afetando não só o consumo doméstico, mas também a irrigação agrícola e a criação de animais (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA/RN, 2014; CAIÇARA et al., 2022). Apesar de existir um projeto conjunto do DNOCS, FUNPEC e UFRN para construção de reservatório na área (Projeto 1002021/FUNPEC, 2021), há lacunas em estudos técnico-científicos que integrem as características hidrogeológicas locais, a geologia de embasamento cristalino impermeável e as reais necessidades socioambientais da região.

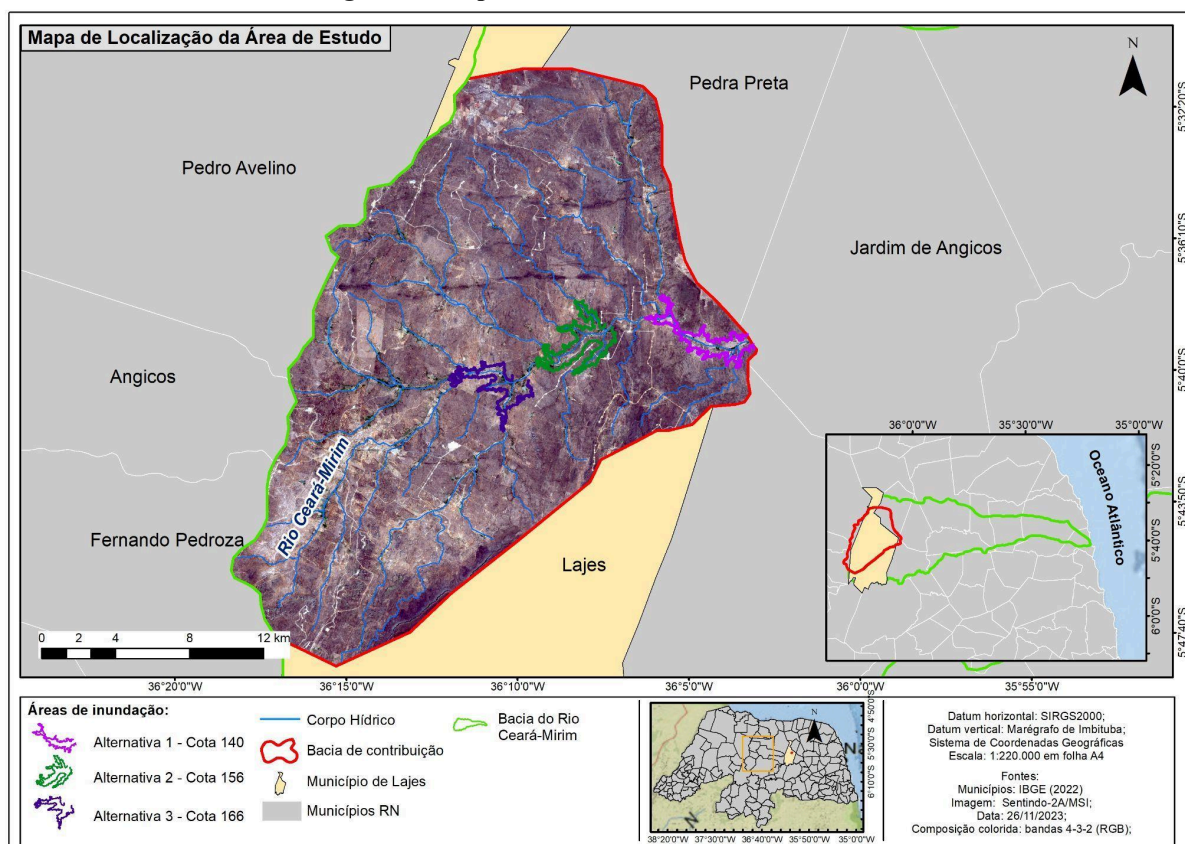
O objetivo deste artigo é identificar o local mais adequado para a implantação de uma barragem na comunidade do Alívio, integrando, em ambiente GIS, critérios físicos (topografia, uso do solo e geologia) e hidrológicos (bacias de contribuição e chuva-vazão) e validando as áreas selecionadas com dados de campo e normas de segurança. Assim, foi selecionada uma alternativa dentre 3 (três) inicialmente propostas. Adicionalmente, o estudo avalia os impactos socioambientais da implantação e propõe diretrizes para a gestão sustentável do futuro reservatório.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Área de Estudo**

A área de estudo está inserida na bacia hidrográfica do Rio Ceará-Mirim (BHRCM), que ocupa 2.635,7 km<sup>2</sup>, cerca de 4,9% do território potiguar, abrangendo 16 municípios (SEMARH, 1998). A presença de atividades como agricultura, indústria e turismo intensifica os conflitos pelo uso da água, especialmente em uma região semiárida, tornando a BHRCM estratégica para ações de gestão hídrica e construção de reservatórios. A sub-bacia de contribuição proposta localiza-se na porção oeste da bacia do rio Ceará-Mirim (BHRCM), fazendo divisa a oeste com a bacia do rio Piranhas-Açu. A barragem, voltada ao abastecimento da comunidade do Alívio (Lajes/RN), já possui projeto elaborado pelo DNOCS em parceria com a FUNPEC e a UFRN (Projeto 1002021).

**Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo\***



Fonte: Autores (2025).

\*Este mapa foi plotado em sistema de coordenadas geográficas, pois a região extensa abrangida pelo layout (para fins de contextualização) engloba as zonas 24S e 25S (interface entre Jardim de Angicos/RN e Lajes/RN). Os demais mapas estarão referenciados à projeção UTM Zona 24S, com um enfoque em escalas maiores.

Na verdade, um estudo para construção de uma barragem na comunidade do Alívio vem sendo requerido desde 2015 pela Assembleia Legislativa do Rio Grande do Norte, visando atender também a outras comunidades. A implantação de um reservatório na região se justifica devido ao problema constante que os moradores sofrem com a falta de água, bem como outras necessidades para consumo animal e produção agrícola (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RN, 2015). Esses fatores foram cruciais para escolha da região.

O rio barrado para as três alternativas propostas é o rio Ceará-Mirim, com sua nascente presente na sub-bacia da área de estudo, no município de Lajes/RN. Ele percorre boa parte de sua extensão de forma intermitente, sendo represado ao atingir o município de Poço Branco (ARAÚJO et al., 2023).

## 2.2. Metodologia

Os dados de sensoriamento remoto e mapas temáticos foram gerados e processados a partir do software ArcGis 10.8 e QGIS 3.34.7 (2022), uniformizados ao Sistema Geodésico Brasileiro, no Datum SIRGAS2000, sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM, Zona 24S).

Foram empregados dados espaciais secundários que abrangem informações sobre geologia, pedologia, uso do solo, hidrografia e clima da região, de forma a auxiliar na escolha para o melhor local (Tabela 1).

**Tabela 1 - Tabela de dados geoespaciais**

Informação / Produto	Descrição	Fonte	Escala/resolução espacial *
Altimetria	Modelo Digital de Elevação (MDE) - Satélite ALOS; Sensor: PALSAR; Banda L	JAXA/METI (2010)	
Declividade	Produto raster, obtido a partir da ferramenta <i>Slope</i>	AUTORES (2025)	12,5m / 1:50.000**
Sub-bacia hidrográfica	Produto vetorial delimitado manualmente a partir do MDE	AUTORES (2025)	
Geologia	Produto vetorial obtido a partir da Folha Lajes SB.24-X-D-VI	Geo SGB/CPRM(2018)	1:100.000
Hidrografia	Rede hidrográfica da bacia	ANA (2021)	1:100.000
Pedologia	Produto vetorial obtido a partir do mapeamento RADAMBRASIL	Adaptado pelo IBGE (2023)	1:250.000
Cobertura e Uso da Terra	Produto vetorial obtido com fotointerpretação a partir de imagem de satélite	Satélite: Sentinel-2A - Sensor MSI; Bandas: 4,3 e 2 (R-G-B) Data: 26/11/2023	10m / 1:50.000

Fonte: Autores (2025)

\*Escala: 1: (Resolução/0,0002).

\*\*Tal satélite atende à precisão vertical das classes B, C e D referente ao Padrão de Precisão Cartográfico para Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD) para a escala 1:50.000, bem como em outros estudos (JÚNIOR *et al.*, 2022). Assim, julgamos coerente considerar essa escala para esta análise.

Foram inicialmente delimitadas três bacias de contribuição com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite ALOS (PALSAR, banda L), selecionando três locais potenciais para barramento com auxílio de curvas de nível. Para cada alternativa, determinaram-se características físicas como altura e comprimento do eixo. A relação cota-área-volume foi obtida no ArcGIS com base nas bacias e eixos propostos, visando alcançar ao menos 10 milhões de m<sup>3</sup> com o menor impacto possível em termos de altura e área de inundação. A escolha dos locais também considerou fatores físico-ambientais e econômicos.

Cada local foi então analisado a partir de aspectos técnicos, como volume, comprimento do eixo a ser barrado, altura do barramento e área de inundação. Escolhida a melhor alternativa, os fatores altimetria, geologia, pedologia, declividade, uso e cobertura da terra, hidrologia e clima foram analisados apenas para a alternativa selecionada (alternativa dois).

Dessa forma, foram gerados mapas temáticos para permitir a contextualização da alternativa proposta. A escala de trabalho definida foi 1:50.000, tomando como base a resolução espacial da imagem de satélite utilizada (10m) e uma acuidade visual de 0,0002m. Quase todos os dados do meio físico foram uniformizados para a escala de trabalho 1:50.000 a partir de fotointerpretação da imagem do Sentinel 2A/Sensor MSI. Combinado a isso, foram aplicados dois filtros utilizando o software QGIS 3.34.7 para auxiliar na adequação de escala da Geologia: filtro Gaussiano



(passa-baixa) para suavização, e Laplaciano (passa-alta) para reforçar componentes de alta frequência (CRÓSTA, 2002).

A pedologia, no entanto, por apresentar uma escala de 1:250.000 (IBGE, 2018) foi utilizada apenas para uma descrição superficial da área, não refletindo às condições reais da região para a escala desejada. Não foi possível aprimorar sua escala em função da grande discrepância, sendo necessárias visitas futuras e coletas em campo para maiores representações.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Curva Cota-Área-Volume

As curvas cota-área-volume geradas para cada alternativa proposta encontram-se apresentadas na Tabela 2 a seguir com diferentes prospecções. A última cota para cada alternativa não representa o volume máximo da barragem, pois foram gerados vários volumes além do que se espera armazenar de maneira a simular os vários cenários. Fixou-se a altura da barragem entre 7 (sete) e 8 (oito) metros como critério de escolha de volume (atendendo ao mínimo de 10 milhões de m<sup>3</sup> para a região) (Figura 2).

**Tabela 2 - Cota-Área-Volume para três alternativas estudadas**

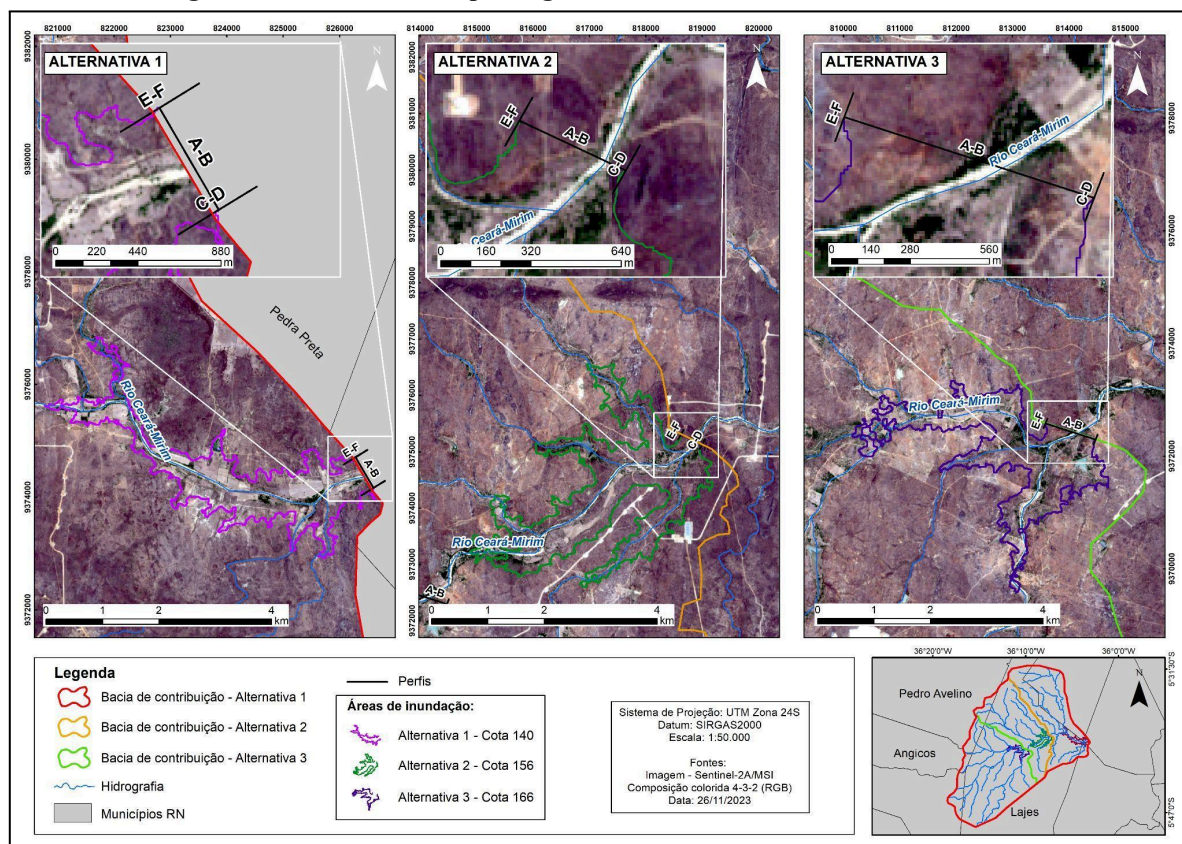
Alternativa 1				Alternativa 2			
Cota(m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume(m <sup>3</sup> )	Comprimento do eixo (m)	Cota(m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume(m <sup>3</sup> )	Comprimento do eixo (m)
132	0,00	0,00	0,00	148	0,00	0,00	0,00
133	520312,50	189776,04	250,00	149	433359,37	97773,43	110,00
134	870546,87	781244,79	280,00	150	793375,00	599369,79	180,00
135	1442046,87	1733065,10	335,00	151	1299612,65	1484229,39	210,00
136	1815621,09	3287261,71	375,00	152	2195849,59	2894437,10	220,00
137	2196774,55	5216497,02	400,00	153	2813953,36	5280954,44	250,00
138	2648234,37	7523562,50	425,00	154	3522855,77	8273796,33	370,00
139	3420806,10	10307522,29	465,00	155	4398848,25	12018612,00	400,00
140	4147923,17	13925814,37	500,00	156	5281007,57	16680990,09	410,00
141	4904811,32	18292671,06	600,00	157	6326344,09	22232460,98	450,00
142	5716352,13	23437992,04	720,00	158	7544186,82	28871834,11	460,00

Alternativa 3			
Cota(m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume(m <sup>3</sup> )	Comprimento do eixo (m)
158	0,00	0,00	0,00
159	216812,50	150557,29	320,00
160	520078,13	388565,10	370,00
161	942039,06	979664,06	570,00
162	1372528,64	2023206,59	630,00
163	1858288,61	3518742,03	675,00
164	2447896,70	5528265,86	860,00
165	3158990,20	8138504,38	880,00
166	4022421,68	11466267,42	930,00
167	4877631,69	15719052,08	960,00
168	6058281,25	20857309,15	990,00

Fonte: Autores (2025).

Ressalta-se que a relação metro a metro da curva cota-área-volume (tabela acima) se trata apenas de uma interpolação realizada pelo software a partir do MDE, que não possui resolução espacial correspondente a tais detalhamentos.

**Figura 2 - Localização dos perfis gerados em cada alternativa de barramento**



Fonte: Autores (2025)

Observa-se que ao se considerar uma altura fixa de 8 (oito) metros de barragem, a alternativa 2 (dois) apresenta o menor comprimento do eixo (410m) e o maior volume armazenado máximo (16.680.990,09 m<sup>3</sup>). Apesar de apresentar maior área superficial de inundação, destaca-se essa alternativa como a melhor do ponto de vista de volume e comprimento de eixo. Além disso, mesmo para uma altura de 7 (sete) metros, tal alternativa ainda apresenta volume superior ao mínimo estipulado de 10.000.000 m<sup>3</sup>.

Dessa forma, fica definida a alternativa 2 (dois) como a escolhida para avaliar os aspectos do meio físico a seguir.

### 3.2. Altimetria e Declividade

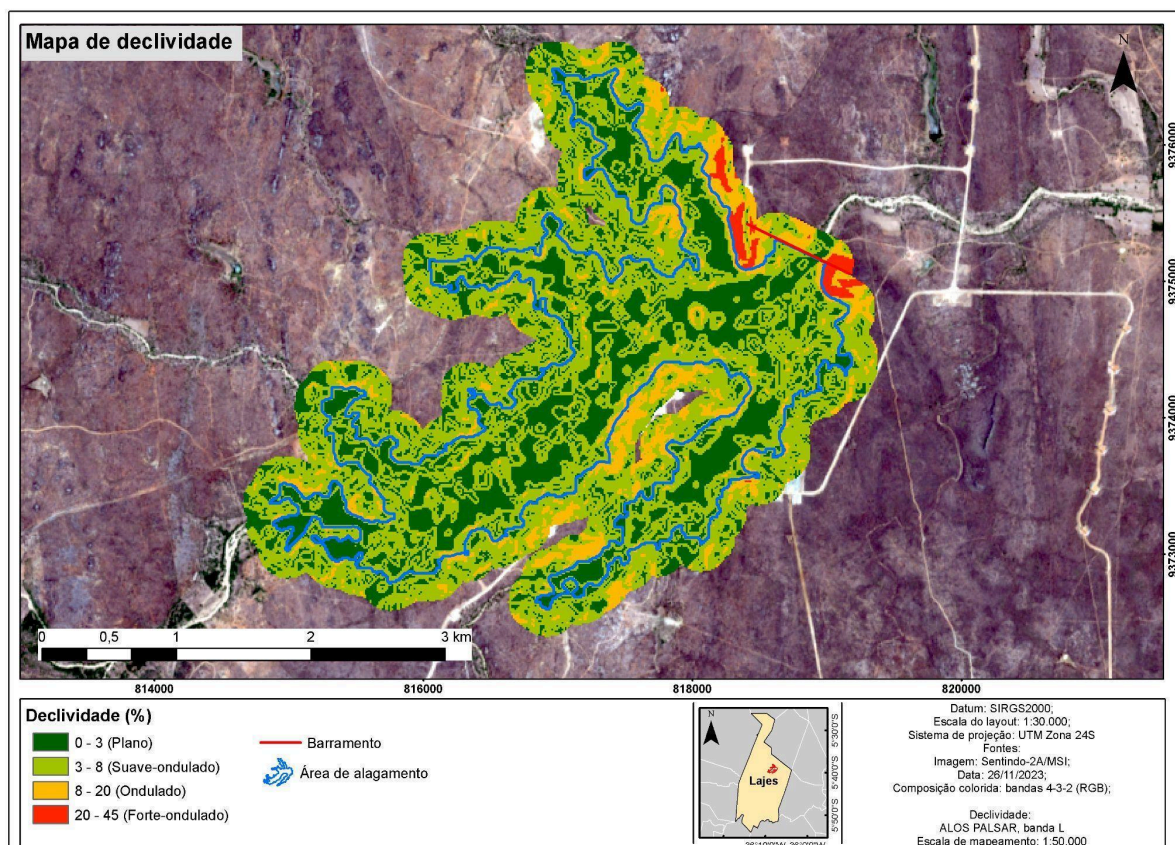
A altimetria da bacia de contribuição varia da cota 148 m até 556 m. A variação planialtimétrica é originalmente referenciada ao elipsoide de revolução geocêntrico GRS80 (Datum WGS84), sendo projetada para o Datum SIRGAS2000. Existe uma variação baixa na área de inundação da barragem, com maiores cotas (em torno de 177m) no eixo proposto para o barramento. As cotas do terreno propiciaram o maior volume acumulado para uma altura de 8 m de barragem dentre as três alternativas previamente estudadas no tópico 3.1 deste artigo.

A declividade da área de estudo foi obtida a partir do MDE do Satélite Alos, sensor Palsar – banda L. O nível de detalhamento é compatível com a escala 1:50.000 (Figura 5). As classes de declividade foram compatibilizadas para o padrão EMBRAPA (1979), divididas em relevo Plano, Suave-Ondulado, Ondulado e Forte-ondulado.



Predomina o relevo Plano e Suave-ondulado na área de alagamento do reservatório, com algumas regiões onduladas na porção sul. Além disso, observa-se relevos Forte-ondulado (30-45% de declividade) na região do eixo do barramento proposto (Figura 3). Essa última condição é esperada em razão de estar presente o vale necessário para construção da barragem.

**Figura 3 - Mapa de declividade da área de inundação**

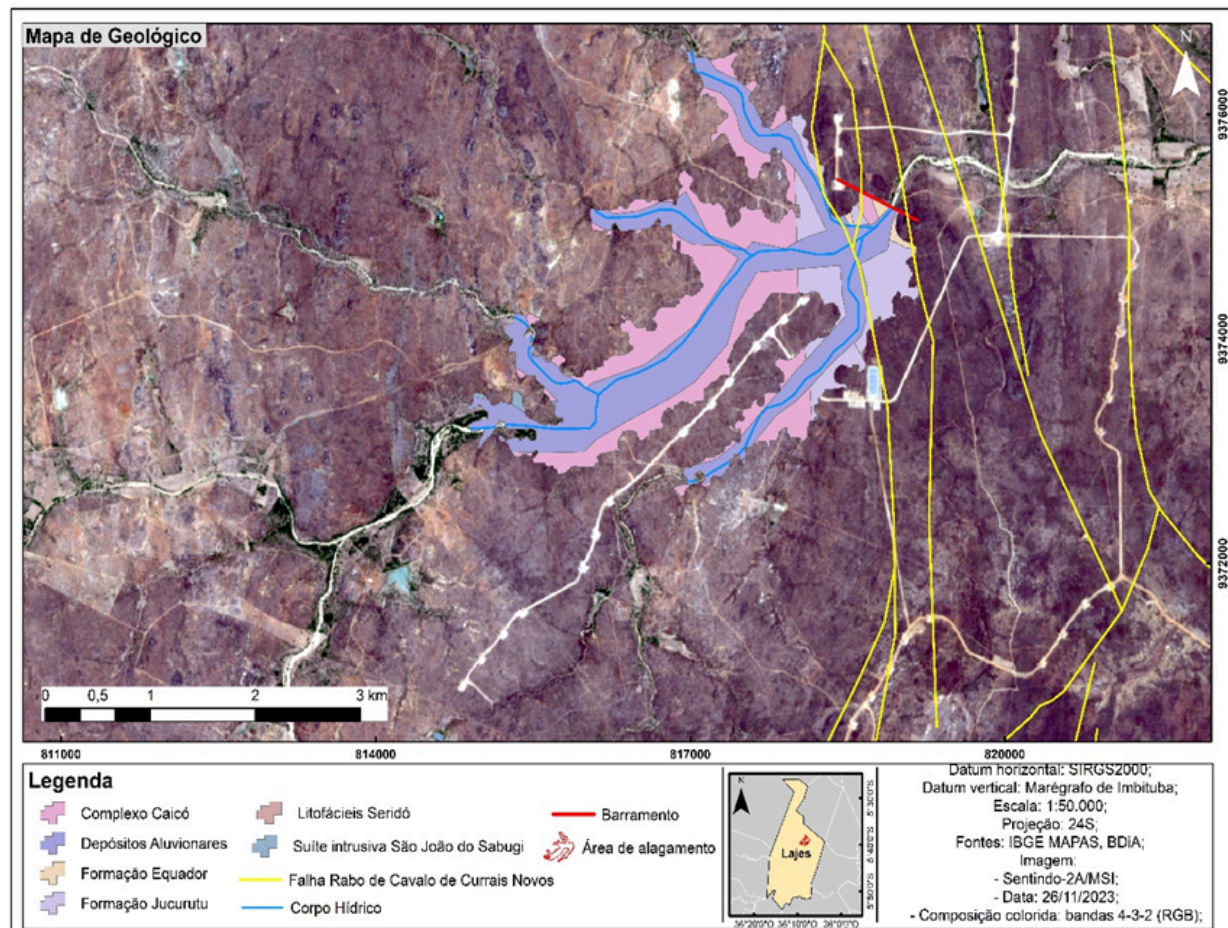


Fonte: Autores (2025).

### 3.3. Geologia e Pedologia

A geologia da região mapeada (Figura 4) é dominada por um embasamento cristalino do Complexo Caicó - ortognaisses dioríticos a graníticos - e pela Suíte Intrusiva São João do Sabugi, formada por leucoortognaisses e augengnaisses graníticos. Sobre esse embasamento afloram unidades metassedimentares do Grupo Seridó: a Litofácies Seridó, com xistos micáceos e metarrítmitos, e a Formação Jucurutu, representada por gnaisses biotíticos com lentes de mármore e calcissilicáticas. Na porção sudeste da folha, destacam-se os quartzitos puros, muscovita-quartzitos e metaconglomerados da Formação Equador, indicando origem marinha pré-metamórfica (COSTA et al., 2018).

**Figura 4 - Mapa geológico da área de inundação**



Fonte: Autores (2025).

Nos vales e planícies aluviais do rio Ceará-Mirim e tributários, ocorrem Depósitos Aluvionares — arenosos, cascalhos e lâminas de silte — que compõem a futura área de alagamento. A falha Rabo de Cavalo de Currais Novos, paralela à direção NE-SW, controla a geomorfologia do vale e potencializa zonas de armazenamento de água (IBGE; MAPAS; BDIA, 2023; COSTA et al., 2018).

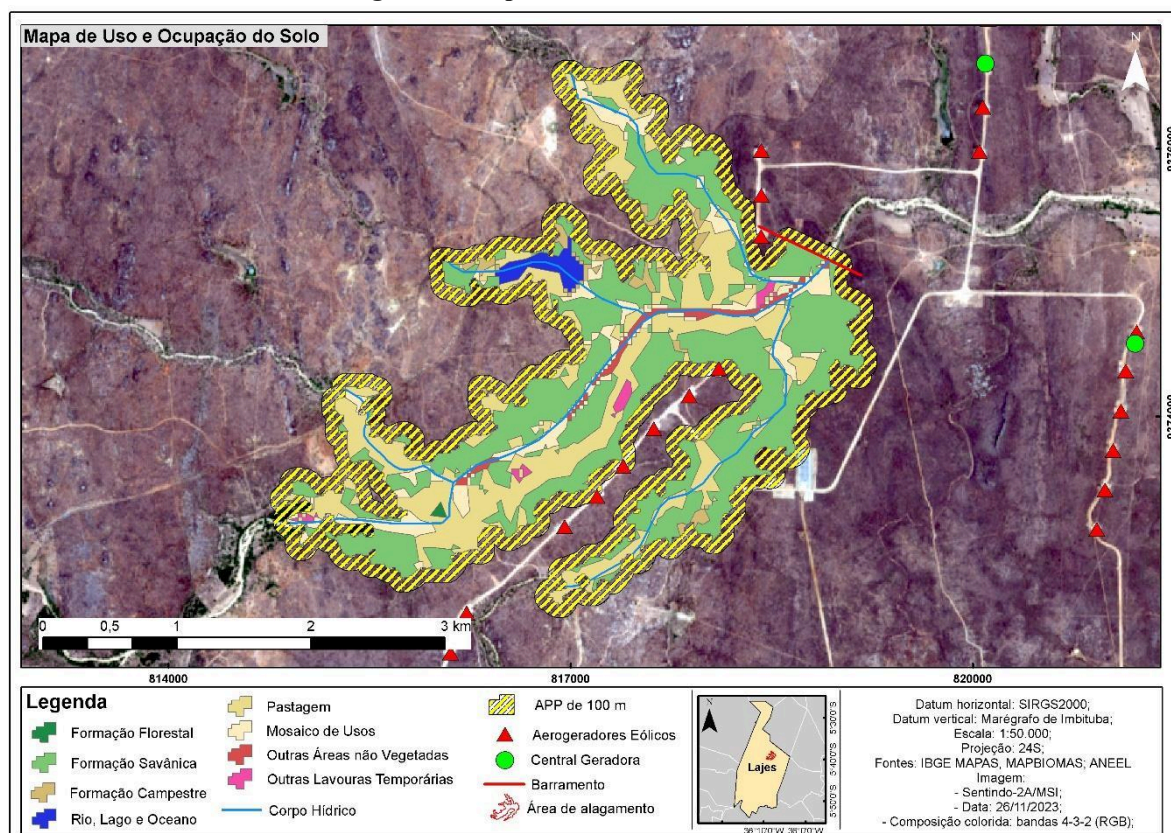
Os dados pedológicos, embora em escala menos detalhada (1:250.000), indicam predominância de Planossolo Háplico e Neossolo Litólico no entorno da área. Os primeiros favorecem a retenção de água, enquanto os Neossolos são rasos e pouco desenvolvidos (IBGE, 2018)..

### 3.4. Uso e Cobertura da Terra

Segundo dados do MAPBIOMAS, O uso do solo em Lajes/RN é dominado pela cobertura florestal (39 800 ha), seguida pela agropecuária (22 100 ha) e pelas formações naturais não florestais de caatinga (5 100 ha). Terrenos não vegetados, como áreas urbanas e infraestruturas, somam cerca de 4 100 ha. Na área prevista para alagamento pela barragem, sobressai um mosaico de usos rurais combinado a formações savânicas, evidenciando a necessidade de um planejamento que concilie produção e conservação ambiental (Figura 5).



**Figura 5 - Mapa de uso e cobertura da terra**



Fonte: Autores (2025).

Segundo dados da ANEEL (2023), há torres eólicas e uma Central Geradora próximas à área de inundação (Figura 6), o que pode dificultar questões fundiárias, como desapropriações. Não foram identificadas residências na área de inundação nem em sua Área de Preservação Permanente (APP), embora o CAR aponte algumas propriedades rurais cadastradas, mas sem edificações.

#### 4. CONCLUSÃO

O emprego de SIG permitiu a delimitação preliminar de três sítios potenciais para barragem na comunidade do Alívio, dos quais um foi selecionado para análise detalhada de atributos físicos e ambientais em escala 1:50 000. Apesar do refinamento dos dados existentes em ambiente GIS, é imprescindível complementar o estudo com mapeamentos pedológicos em escala compatível, levantamentos topográficos e fluviométricos no rio Ceará-Mirim, bem como investigações geológicas e geotécnicas de campo.

Adicionalmente, aspectos sociofunditários emergem como determinantes: a proximidade de parques eólicos na área de inundação e a distribuição de propriedades com Cadastro Ambiental Rural (CAR) exigem levantamentos específicos para viabilizar desapropriações e compensações adequadas.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Fabiana Oliveira de; CINHA, Giulliana Karine Gabriel; SILVA, André Luiz Bezerra da. (2023). **“USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ-MIRIM/RN”** in Anais do Xxv Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, Sergipe, 2023.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RIO GRANDE DO NORTE (Rio Grande do Norte). **Deputado solicita estudo para construção de barragem em Lajes**. 2014. Disponível em: <<https://www.al.rn.leg.br/noticia/3577/deputado-solicita-estudo-para-construcao-de-barragem-em-lajes>>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- BRASIL. 1997. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Disponível em: <L9433 (planalto.gov.br)> Acesso em: 14 jul. 2024.
- BRASIL. 2010. **Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Disponível em: < L12334 (planalto.gov.br)>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- CAIÇARA, Thamires Macêdo S. A.; TEIXEIRA, Telma C. S.; SOUZA, João Paulo M. de C.; SOUZA, Frank Pavan de. Panorama do abastecimento de água no semiárido brasileiro. **Exatas & Engenharias**, [S.L.], v. 12, n. 35, p. 22-40, 8 abr. 2022. Institutos Superiores de Ensino do Censa. <http://dx.doi.org/10.25242/885x123520222519>.
- CIRILO, V. L. R., et al. (2015). **“Abastecimento humano de água em comunidades rurais na Bacia Hidrográfica do Rio Ceará Mirim/RN”** in Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2015.
- COSTA, Alan Pereira da *et al.* **GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA LAJES SB.24-X-D-VI**. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Cprm), 2018. 163 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20238?locale=en>. Acesso em: 15 jul. 2024.
- CRÓSTA, Álvaro Penteado. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 2002. ISBN 85-85369-02-7.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pedologia 1:250.000. 2018**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/10871-pedologia.html>>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- SANTANA, Adrielli Santos de; SANTOS, Gesmar Rosa dos. Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (Brua)**: n. 22, [S.L.], v. 22, p. 119-129, 22 dez. 2020. IPEA. <http://dx.doi.org/10.38116/brua22art9>.
- SEMARH, Secretaria de Estado de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos. 1998**. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000150878.PDF>>.
- ZANELA, Maria Elisa. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E OS RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO. Caderno Prudentino de Geografia. N.36, v. especial, p. 126-142. 2014. Disponível em: < <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176>>. Acesso em: 11 jul. 2024.